ГЕОЛОГИЯ СССР

ТОМ
XXII

ТУРКМЕНСКАЯ ССР

ЧАСТЬ
II
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ



Приложение
к Вх. № 48с
число 2/IX-58 г.

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР СССР

ГЕОЛОГИЯ СССР

Главный редактор
П. Я. Антропов

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЕ НЕДР
МОСКВА - 1957

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР СССР

~~СЕКРЕТНО~~
Экз. 412

ГЕОЛОГИЯ СССР

ТОМ XXII

ТУРКМЕНСКАЯ ССР

ЧАСТЬ II
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Редактор *Н. П. Луппов*
Соредакторы: *М. П. Сукачева* и *Л. В. Неронова*

54/16

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЕ НЕДР
МОСКВА - 1957

Институт Геологических Наук
Библиотека
Приложение к Вх. № 48с
число 2/IX-58г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
«ГЕОЛОГИЯ СССР»

АЛАДИНСКИЙ П. Н.

АМИРАСЛАНОВ А. А.

АНТРОПОВ П. Я.
(главный редактор)

АССОВСКИЙ А. Н.

БАШАРКЕВИЧ Л. Д.

БЕЛОУСОВ В. В.
(зам. главного редактора)

БЕЛЯЕВСКИЙ Н. А.

БЕТЕХТИН А. Г.

БОГДАНОВ А. А.

БОРОВИКОВ Л. И.

БУРДЮГОВ И. С.

ВАРЕНЦОВ М. И.

ГОЛУБЯТНИКОВ В. Д.

КОГАН И. Д.

КРАСНИКОВ В. И.
(зам. главного редактора)

ЛИБРОВИЧ Л. С.

МАЛИНОВСКИЙ Ф. М.
(зам. главного редактора)

МАРКОВСКИЙ А. П.

МИРЧИНК М. Ф.

МИРЛИН Г. А.

НАЛИВКИН Д. В.

НИКОЛАЕВ В. А.

ПАФФЕНГОЛЬЦ К. Н.

САТПАЕВ К. И.

СЕМЕНЕНКО Н. П.

СЕРПУХОВ В. И.

СМИРНОВ В. И.

ТАТАРИНОВ П. М.
(зам. главного редактора)

ЦАРЕГРАДСКИЙ В. А.

ШАБАРОВ Н. В.

ШАТАЛОВ Е. Т.

ШАТСКИЙ Н. С.

ЩЕРБАКОВ Д. И.

ЩЕРБАКОВ С. А.

ЯНШИН А. Л.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вторая часть XXII тома «Геологии СССР» содержит описание полезных ископаемых и подземных вод Туркменской ССР. В ней обобщены результаты многолетних работ по выявлению и изучению минеральных богатств этой республики.

Изучение минеральных ресурсов Туркмении было начато еще в прошлом столетии. В дореволюционное время было установлено наличие на рассматриваемой здесь территории ряда полезных ископаемых. Но промышленное значение месторождений, за отдельными исключениями, не было выявлено, многие виды минерального сырья оставались неизвестными, а разработке подвергались лишь единичные месторождения.

Основные сведения о минеральных богатствах республики дали работы, произведенные после Октябрьской революции. Этими работами значительно расширен комплекс полезных ископаемых, известных ранее на территории Туркменской ССР; выявлено наличие крупнейших запасов таких важных для народного хозяйства видов минерального сырья, как нефть, сера и некоторые другие, туркменские месторождения которых имеют общесоюзное значение; изучены в той или иной степени разнообразные виды минерального сырья, имеющие республиканское или местное значение. Многие ранее известные и вновь выявленные полезные ископаемые стали подвергаться промышленной разработке. Большая работа выполнена также по изучению подземных вод республики, которые в дореволюционное время почти совершенно не затрагивались исследованиями.

Сведения о полезных ископаемых Туркменской ССР рассеяны в большом числе работ, статей и заметок, список которых приведен в конце данной части тома. Значительная часть из них заключает в себе лишь отрывочные указания на наличие тех или иных видов минерального сырья или содержит то более краткую, то более обстоятельную характеристику отдельных месторождений. В ряде работ подытоживаются данные по некоторым полезным ископаемым Туркмении или ее частей, либо по комплексу ископаемых отдельных районов, или же разбираются условия образования и дается перспективная оценка тех или иных видов минерального сырья. Работы, в которых дается общая сводка по полезным ископаемым Туркмении, насчитываются единицами. Таковыми являются имеющие лишь исторический интерес сводки А. М. Коншина (1888), М. Ф. Маевского (1897) и А. С. Телетова (1928, 1929), содержание которых ограничивается перечнем и краткой общей характеристикой известных месторождений.

Среди большого количества опубликованных работ, содержащих сведения о подземных водах различных районов Туркмении, лишь в срав-

нительно немногих работах дается общая гидрогеологическая характеристика того или иного района или же сколько-нибудь обстоятельно освещаются вопросы питания, режима и гидрохимии подземных вод. Опубликованных работ, освещающих инженерно-геологические условия территории Туркмении, не имеется.

Огромный материал по минеральным ресурсам Туркмении, накопившийся за последние 20—25 лет, в значительной степени не опубликован и хранится в фондах различных научно-исследовательских и производственных организаций.

Таким образом, вторая часть XXII тома представляет собой по существу первую достаточно полную сводку, освещающую весь комплекс минеральных богатств Туркменской ССР и дающую представление о закономерностях их размещения на площади республики, условиях образования и промышленной ценности различных видов минерального сырья, а также содержащую обстоятельную гидрогеологическую и инженерно-геологическую характеристику всей территории. При составлении этой части тома по возможности использованы данные новейших исследований.

Общее содержание второй части тома, а также объем и содержание отдельных ее разделов определяются, с одной стороны, общими задачами всего издания, а с другой — специфическими особенностями рассматриваемой территории в отношении ее минеральных ресурсов.

Во введении дается краткая характеристика геологических факторов, определяющих образование и распределение на площади полезных ископаемых.

Первые четыре главы заключают в себе описание полезных ископаемых, развитых на территории республики.

Наибольшими по объему, в соответствии с особенностями минеральных ресурсов страны, являются разделы, содержащие описание горючих и неметаллических полезных ископаемых, поскольку эти две группы минерального сырья на территории Туркмении имеют наибольшее развитие и играют ведущую роль в промышленной экономике республики. Особенное внимание уделено при этом таким полезным ископаемым, как нефть, сера, сульфат натрия, туркменские месторождения которых имеют общесоюзное значение.

Металлическим полезным ископаемым уделено значительно меньше места, поскольку эта группа минерального сырья в Туркмении сравнительно слабо развита и месторождений крупного промышленного значения в настоящее время еще не выявлено. Однако данные последних исследований свидетельствуют, что перспективы республики в отношении полиметаллов могут оказаться более значительными, чем это представлялось до сих пор.

Сравнительно большим по объему является раздел, заключающий описание строительных материалов, которые представлены разнообразными видами минерального сырья и занимают видное место в комплексе минеральных богатств страны, но в основном принадлежат к категории минеральных ресурсов республиканского или местного значения.

Одной из наибольших по объему является пятая глава, заключающая в себе описание подземных вод Туркменской ССР. Это обусловлено особенно крупным значением подземных вод для народного хозяйства республики, территория которой лежит в поясе пустынь и на большей части площади лишена постоянных поверхностных водных потоков.

Особая глава заключает в себе инженерно-геологическую характеристику территории Туркмении. Обширный материал для этой главы дали исследования последних лет, связанные с проектированием магистральных каналов.

Вторая часть XXII тома заканчивается геолого-экономическим очерком, в котором освещаются проблемы, поставленные экономикой перед геологической службой, дается геолого-экономическая характеристика различных видов минерального сырья и указываются общие задачи геолого-разведочных работ, необходимых для дальнейшего развития горной промышленности.

К тому приложена карта полезных ископаемых Туркмении, на которой показаны все основные выявленные к настоящему времени месторождения.

Вторая часть тома, подобно первой, в первоначальном варианте была подготовлена к печати в 1948 г. Карта полезных ископаемых, подготовленная для тома, была в указанном году опубликована. В 1951—1953 г., в соответствии с новыми требованиями издания, вторая часть тома была полностью переработана и дополнена новыми данными, полученными за самые последние годы. При этом большая часть текста была написана заново, для чего были привлечены новые авторы, владеющие материалами исследований последних лет. Значительные дополнения внесены в подготовленное для тома второе издание карты полезных ископаемых.

В составлении второй части тома принимали участие свыше 30 авторов, роль каждого из которых указана в подробном оглавлении. Различная степень изученности месторождений отдельных видов минерального сырья, различное значение их в народном хозяйстве республики и индивидуальный подход авторов к составлению порученных им очерков обусловили значительные различия между описаниями различных видов минерального сырья. Эта неоднородность не могла быть полностью устранена при редактировании.

Первоначальный вариант тома редактировался А. В. Дановым и Н. П. Лупповым при участии Г. И. Каляева и А. И. Смолко.

Редактирование переработанного варианта производилось Н. П. Лупповым при участии соредакторов Л. В. Нероновой и М. П. Сукачевой. Большую помощь при редактировании отдельных разделов оказали также А. А. Иванов (раздел «Минеральные соли»), В. Н. Кунин (раздел «Подземные воды») и Я. К. Писарчик (раздел «Бокситоподобные породы»). Ряд ценных замечаний получен от рецензентов В. Д. Голубятникова, Н. А. Кудрявцева (раздел «Нефть и природные газы»), Н. В. Шабарова (раздел «Уголь»), П. П. Чуенко (раздел «Металлические полезные ископаемые»), П. М. Татаринова (разделы «Неметаллические полезные ископаемые» и «Строительные материалы»), Б. Б. Митгарц («Подземные воды») и А. А. Али-Заде (по разным разделам).

Геологическая карта составлялась в Туркменском геологическом управлении. Карта для первого издания была подготовлена И. Н. Сахаровой под руководством А. В. Данова. Прилагаемое к тому второе издание карты было подготовлено Л. А. Неменко под руководством Л. В. Нероновой.

Как и во всякой крупной работе сводного характера, в настоящей книге неизбежны пробелы и недочеты. Продолжающиеся геологические исследования и поисково-разведочные работы непрерывно вносят новый

фактический материал. В результате излагаемые здесь сведения ко времени опубликования книги, несомненно, окажутся неполными, а частично и устаревшими. Однако и в этом случае книга будет сохранять свое значение как сводка, соответствующая определенному моменту, и будет служить справочником для всех лиц, интересующихся минеральными ресурсами Туркменской ССР.

ВВЕДЕНИЕ

(Геологические факторы, обусловливающие образование и распределение на площади полезных ископаемых)

Подробное описание геологического строения территории Туркменской ССР дано в первой части настоящего тома. Здесь мы кратко охарактеризуем лишь самые основные черты геологии Туркмении, определяющие общий состав минеральных ресурсов страны и их размещение на ее площади.

Территория Туркменской ССР сложена почти исключительно осадочными горными породами не древнее юрского возраста. Более древние как осадочные, так и метаморфические породы, а также породы магматического происхождения выходят на поверхность лишь в немногих местах и занимают весьма незначительные участки площади.

Среди осадочных пород, слагающих территорию Туркмении, начиная с юрских и кончая современными, имеются горные породы морского, лагунного и континентального происхождения, сменяющие друг друга как в стратиграфическом разрезе, так и на площади. При этом в отдельные этапы геологической истории преобладающую, а иногда исключительную роль среди отлагавшихся осадков играли то морские, то лагунные и континентальные образования. Непостоянство физико-географических условий и, в частности, климата и рельефа на континенте обусловливало большие различия между осадками лагунного и континентального происхождения, а изменения в условиях поступления в море терригенного материала и в гидрологическом, температурном и биохимическом режиме морского бассейна вызывали значительные изменения в характере накапливавшихся морских осадков.

Существенное влияние на ход процесса седиментации оказывал геотектонический режим в различных частях страны. В пределах последней отчетливо выделяются: геосинклинальная зона — на юге территории, где суммарная мощность осадочной толщи юрского, мелового и третичного возраста достигает 8—10 тыс. *м* и даже более, и платформенная зона — на севере, где суммарная мощность толщи колеблется от нескольких сот до двух-трех тысяч метров.

Современная тектоника Туркмении создана в основном движениями альпийского цикла складкообразовательных процессов. Эти движения охватили всю территорию страны, но проявились в различных частях ее неодинаково. Выделяются области интенсивной складчатости, соответствующие геосинклинальной зоне, где тектонические движения продолжались вплоть до четвертичного времени, и области более слабых движений земной коры, соответствующие платформенной зоне, где тектонические движения в основном закончились в середине третичного периода.

Несмотря на большую в некоторых районах интенсивность альпийских тектонических движений, они не вызвали сколько-нибудь заметной метаморфизации осадочных пород и почти не сопровождались интрузивной деятельностью, по крайней мере в той части разреза, которая доступна нашему непосредственному наблюдению. Более интенсивные складкообразовательные движения, обусловившие сильную метаморфизацию осадочных пород и сопровождавшиеся внедрением интрузивных пород, происходили в палеозойское время. Однако проявления указанных геологических процессов в настоящее время почти везде скрыты на глубине и лишь в единичных пунктах на весьма незначительных участках площади доступны непосредственному наблюдению. Сказанное относится и к проявлениям эффузивной деятельности, которая была сильно развита в палеозойское время и почти не проявлялась в течение мезозойской и кайнозойской эр.

Характерной особенностью геологического строения описываемой в данном томе территории является наличие обширных площадей, охваченных молодыми опусканиями. Они представляют собой области мощного накопления морских или континентальных отложений неогенового и четвертичного возраста. Широко развитый покров эоловых песков маскирует на больших площадях строение земной коры.

Комплекс полезных ископаемых, свойственных Туркменской ССР, и распределение различных видов минерального сырья на площади республики находятся в прямой зависимости от указанных особенностей геологического строения страны.

Вследствие почти исключительного развития осадочных горных пород, большинство полезных ископаемых связано с последними. Значительная часть из них принадлежит к группе пластовых образований, являющихся составными частями осадочной серии. Наличие в этой серии различного типа морских, лагунных и континентальных образований обусловливает большое разнообразие месторождений полезных ископаемых пластового характера. Наряду с такими, которые образовались на дне моря, широкое развитие имеют месторождения, образование которых связано с континентальными и лагунными фациями.

Большое значение имеют также полезные ископаемые, пластовые или пластово-гнездовые залежи которых не сингенетичны вмещающим их породам, а возникли в результате последующих физико-химических процессов и миграции минеральных веществ в осадочной толще. К ним принадлежат важные в народнохозяйственном отношении полезные ископаемые: нефть, горючие газы и, по крайней мере частично, сера.

Менее развиты в Туркмении жильные месторождения полезных ископаемых, образовавшиеся в результате циркуляции газов и горячих растворов по трещинам, рассекающим осадочные породы. Они известны главным образом в районах, претерпевших интенсивные тектонические движения альпийского диастрофизма.

Весьма ограниченное распространение магматических и метаморфических горных пород, естественно, обусловливает незначительное развитие связанных с ними полезных ископаемых. В частности, полезные ископаемые, образование которых обусловлено процессами контактного метаморфизма, в пределах Туркмении неизвестны, хотя возможность их обнаружения в местах выхода на поверхность или неглубокого залегания магматических пород и не исключена.

Рассмотрим кратко конкретную связь залежей полезных ископаемых с осадконакоплением, тектоникой и магматизмом.

Сложная и многообразная геологическая история территории Туркмении в течение палеозойской эры, несомненно, должна была способствовать образованию многочисленных и разнообразных полезных ископаемых. Однако редкость и незначительность выходов на поверхность палеозойских горных пород является причиной того, что полезные ископаемые, связанные с ними, еще не выявлены. При этом на большей части площади Туркмении, вследствие глубокого залегания палеозойского фундамента, использование ископаемых богатств, связанных с палеозойским комплексом горных пород, представляет большие трудности.

Известные в настоящее время полезные ископаемые, связанные с палеозойскими образованиями, ограничиваются небольшой группой строительных материалов, представленных преимущественно породами магматического происхождения. Они известны в пограничных районах Туркменской и Узбекской ССР — в низовьях Аму-Дарьи и в Кугитангтау. Палеозойский возраст, по-видимому, имеют и подвергающиеся разработке магматические породы (граниты, порфириты) из окрестностей Красноводска, хотя некоторые геологи считают их более молодыми (мезозойскими или даже кайнозойскими) образованиями.

Разнообразный комплекс полезных ископаемых связан с отложениями юрской системы. В геологической истории страны в течение юрского периода отчетливо выделяются три этапа, каждый из которых характеризовался специфическими палеогеографическими особенностями, обусловливавшими образование различных полезных ископаемых.

С конца триасового периода до конца среднеюрской эпохи территория Туркмении в значительной части, а в начальные моменты указанного времени, по-видимому, целиком, представляла собой сушу, лишь временами покрывавшуюся морскими водами, причем влажный климат, господствовавший на суше, способствовал произрастанию пышной наземной растительности. Такие палеогеографические условия благоприятствовали процессам углеобразования.

Угли являются одним из главнейших видов полезных ископаемых, приуроченных к отложениям нижнего и среднего отделов юрской системы, и присутствуют во всех районах, где соответствующие отложения выходят на поверхность. Образование их происходило сначала в более или менее обособленных депрессиях, а позднее, по мере выравнивания рельефа, — на обширной озерно-болотистой равнине и частично (Ягманское месторождение) в зоне морского побережья.

В более ранние моменты рассматриваемого времени (конец триасового — начало юрского периодов), характеризовавшиеся более расчлененным рельефом и, вероятно, более жарким и несколько менее влажным климатом, наряду с процессами углеобразования местами происходили процессы бокситообразования, связанные, по-видимому, с интенсивным химическим выветриванием палеозойских пород. Проявления этих процессов известны как на северо-западе — в Туаркыре, так и на востоке — в Кугитангтау.

Из других полезных ископаемых, приуроченных к юрской угленосной толще, можно указать огнеупорные глины и кварциты, присутствие которых установлено в Кугитангтау.

Отложения нижне- и среднеюрского возраста представляют интерес также в нефтеносном отношении, как возможные нефтематеринские породы и возможные вместители нефтяных залежей. В этом отношении наиболее интересна северо-восточная окраина Туркмении, где уже в настоящее время известны признаки нефтеносности в юрских отложениях,

а структурные особенности благоприятны для образования нефтяных залежей.

Верхнеюрская трансгрессия, захватившая всю или почти всю территорию Туркмении, существенно изменила палеогеографическую обстановку и связанные с ней условия образования полезных ископаемых.

Характерная особенность седиментации верхнеюрского времени — накопление на обширной площади карбонатных осадков. Оно обусловлено незначительным поступлением в море терригенного материала, источники которого, вследствие затопления больших площадей суши были очень удалены, и физико-географическими условиями морского бассейна, благоприятствовавшими развитию морских организмов с известковым скелетом. Известняки являются наиболее распространенным видом полезных ископаемых, приуроченным к рассматриваемым отложениям. Они используются в районах, где экономические условия благоприятствуют этому.

Вместе с этим верхнеюрская известняковая толща заслуживает внимания и с точки зрения нефтеносности. Об этом свидетельствует наличие в верхних горизонтах толщи в Гаурдак-Кугитангском районе битуминозных образований, приуроченность к ней газопроявлений и, наконец, присутствие жидкой нефти, вскрытой в 1934 г. шурфом на северо-западном крыле Гаурдакской антиклинали. Генезис этой нефти еще не выяснен, и неизвестно, является ли известняковая толща (точнее, ее верхняя часть, к которой приурочена битуминозность) нефтематеринской породой (точка зрения А. В. Данова) или нефть мигрировала по трещине разрыва из более глубоких горизонтов юрского разреза (точка зрения П. И. Калугина и В. Б. Порфирьева).

К верхнеюрской известняковой толще в Кугитангтау приурочены также жильные рудные месторождения. Образование их относится к более позднему времени, к альпийскому циклу складкообразовательных процессов — к неогеновой эпохе. Приуроченность рудообразований к определенному стратиграфическому горизонту в верхах верхнеюрской известняковой толщи в основном обусловлена, по-видимому, экранирующей ролью вышележащих пород; этими породами являются заканчивающие верхнеюрский разрез отложения соляно-гипсовой (гаурдакской) свиты.

Тектонические движения, происходившие в конце верхнеюрской эпохи, привели к значительному сокращению морского бассейна и распаду его на ряд полуобособленных бассейнов и лагун. Изменившийся к этому времени климат, который стал сухим и жарким, создал специфические условия, благоприятствовавшие образованию полезных ископаемых, связанных с солеными лагунами.

Наиболее богат полезными ископаемыми, образовавшимися в лагунных условиях конца юрского периода, Гаурдак-Кугитангский район. В кимериджское время здесь возникла обширная лагуна, распространявшаяся далеко на восток за пределы Туркмении. В начальной стадии существования этой лагуны в ней происходило отложение толщи чередующихся гипсов и карбонатных пород. Эта толща явилась вместилищем крупных залежей самородной серы, вопрос о сингенетическом или эпигенетическом происхождении которых еще не разрешен. Позднее в той же лагуне происходило накопление мощной толщи исключительно химических осадков — гипсов, ангидритов, каменной и калийных солей, которые представляют собою крупные, а в отношении каменной соли и ангидритов практически неисчерпаемые ресурсы минерального сырья.

Лагунные условия возникали и в некоторых других районах Туркмении, например в Копет-Даге и на южной окраине Красноводского полуострова. Но в этих районах образование химических осадков остановилось на более ранней стадии — на образовании сульфата кальция. Небольшие мощности образовавшихся здесь осадков несравнимы с мощностью химических осадков Гаурдак-Кугитангского района.

Комплекс полезных ископаемых, связанный с отложениями мелового возраста, менее разнообразен, чем приуроченный к юрским отложениям. В меловом периоде также можно выделить три этапа, различающиеся по условиям седиментации и связанным с ними условиями образования полезных ископаемых.

Первый этап, соответствовавший неокомскому времени, характеризовался частичным восстановлением условий близких к тем, какие существовали в середине верхнеюрской эпохи. На дне морского бассейна, покрывавшего область Копет-Дага и обоих Балханов, происходило накопление мощной толщи известняков. Последние представляют собой практически неисчерпаемые ресурсы строительных материалов, хотя в настоящее время и используются еще в весьма небольших размерах.

В то же время по окраинам морского бассейна продолжали существовать лагуны, которые в условиях сухого и жаркого климата и отсутствия сколько-нибудь значительного притока пресных вод с континента отличались повышенной минерализацией. Значительные перемещения береговой линии, приводившие к неоднократной смене в пограничной зоне морских, лагунных и континентальных условий, были причиной того, что в неокомских отложениях на рассматриваемой территории химические осадки имеют меньшее развитие, чем в отложениях конца юрского периода; в частности, соляные залежи здесь неизвестны. К лагунным отложениям неокомского возраста в окрестностях Красноводска приурочены залежи высококачественных гипсов и доломитов, подвергающихся промышленной разработке. Неокомские гипсы известны также в Гаурдак-Кугитангском районе и в южной части Туаркыра. В последнем районе вместе с гипсом известен и целестин.

В Гаурдак-Кугитангском районе к лагунно-континентальным осадкам неокомского возраста приурочено медное оруденение, генезис которого В. С. Домарев связывает с бактериальными процессами, происходившими в лагунных условиях за счет приноса меди в растворенном состоянии из центральной части Гиссарского хребта.

Второй этап мелового периода, соответствовавший аптскому, альбскому и сеноманскому векам, характеризовался значительным расширением морского бассейна и повсеместным накоплением на его дне осадков терригенного происхождения. Лишь на крайней восточной окраине временами сохранялись лагунно-континентальные условия.

Полезными ископаемыми рассматриваемые отложения бедны. К ним могут быть отнесены песчаники, некоторые разности которых в местах, где экономические условия благоприятствуют этому (в Копет-Даге), могут найти применение как строительный камень. Повсеместно песчаники рассматриваемой толщи содержат глауконит, однако незначительное содержание последнего не позволяет пока рассматривать его как объект промышленного использования. Несомненного внимания заслуживают фосфориты, наиболее значительные скопления которых приурочены к верхнеальбским и сеноманским отложениям. Следует отметить, что выявленные фосфориты отличаются сравнительно невысоким качеством;

однако это не исключает возможности их использования в качестве местного источника фосфорных удобрений.

Песчаники рассматриваемой толщи могут служить хорошими коллекторами для нефти. Как возможные нефтеносные породы отложения аптского и альбского ярусов представляют интерес главным образом на северо-восточной окраине республики. Признаки нефтеносности и газоносности в этих отложениях и покрывающих их породах верхнего мела известны как на территории Туркменской ССР, так и в прилегающей части Узбекистана, а фациальные и структурные особенности пород благоприятны для образования нефтяных залежей. Не исключена возможность нефтеносности меловых песчаников и в районе западного погружения Копет-Дага.

В Гаурдак-Кугитангском районе, где нижняя часть аптского яруса выражена лагунными фациями, она заключает в себе довольно мощные пласты гипса.

В Копет-Даге к отложениям аптского и альбского возраста приурочены жильные месторождения барита и витерита и связанные с ними рудопроявления. Подобно жильным месторождениям Кугитангтау, они представляют собой более поздние образования, связанные со складкообразовательными процессами альпийского цикла. Возникновение жильных залежей обусловлено гидротермальной деятельностью, возможно связанной с наличием крупной магматической интрузии, находящейся на глубине. Приуроченность их к определенной части стратиграфического разреза обусловлена, по Г. И. Каляеву, экранирующей ролью вышележащих верхнемеловых пород.

Последний этап мелового периода, начиная с туронского века, характеризовался на территории Туркмении повсеместным или почти повсеместным морским режимом (за исключением датского века, когда началась регрессия моря) и преимущественным накоплением карбонатных осадков, то чистых (известняки, мел), то в большей или меньшей степени обогащенных глинистым материалом (мергели, сильно известковистые глины). Исключение представляли лишь восточная и северо-восточная окраины страны, где в течение всего или значительной части рассматриваемого времени отлагались преимущественно осадки терригенного происхождения — глины и песчаники.

Полезными ископаемыми в этой толще могут служить в основном сами карбонатные породы. Из них известняки местами используются в незначительном количестве как строительный камень, а мергели заслуживают внимания как возможное сырье для цементного производства; следует отметить, что последние еще не подвергались соответствующим исследованиям. На северо-восточной окраине Туркмении, где в туронское и сенонское время продолжалось накопление терригенных осадков, к ним приурочены залежи фосфоритов, неоднократно изучавшиеся.

Возникновение на востоке лагун, обусловленное регрессией моря в самом конце мелового периода, привело к образованию гипсов, которые известны в датских отложениях Восточного Копет-Дага.

Палеогеновая эпоха характеризовалась на территории Туркмении палеогеографическими условиями, напоминающими условия верхнемелового времени, но отличавшимися все же некоторыми существенными особенностями, которые отразились на образовании полезных ископаемых. Среди отлагавшихся в палеогеновое время осадков преобладающая роль принадлежала глинистым образованиям, а карбонатные породы (известняки, мергели) играли подчиненную роль.

Одной из существенных особенностей геологической истории рассматриваемой территории в течение палеогенового времени явились начало распада Копетдагской геосинклинали и возникновение в ее пределах геоантиклинальных и геосинклинальных зон, различавшихся по условиям седиментации. В районах Центрального Копет-Дага и Большого Балхана возникли местные источники сноса, которые дали материал для образования толщи песчаников. Песчаники эти в ряде мест Копет-Дага характеризуются высоким содержанием кварца и представляют ценное сырье для стекольной промышленности.

Возникновение в пределах геосинклинали полуобособленных бассейнов должно было способствовать накоплению в них органического вещества и процессам нефтеобразования. В этом отношении наибольший интерес представляют восточные и юго-восточные районы страны. О возможной нефтеносности палеогена этой части Туркмении свидетельствует фациальное сходство его с палеогеном более восточных районов Средней Азии, где к отложениям бухарского яруса приурочены промышленные залежи нефти.

Вторая специфическая особенность палеогеновой эпохи — приуроченность к ней вулканической деятельности. Непосредственные проявления последней известны лишь на крайнем юге Туркмении — в Бадхызе, где в результате лавовых излияний образовались залежи андезитов и базальтов, представляющие несомненный интерес в практическом отношении как кислотоупоры и сырье для формовочного литья. К этим эффузивам приурочено небольшое месторождение аметистов, имеющих, вероятно, лишь минералогический интерес. С проявлением вулканической деятельности нужно связывать, по-видимому, и образование высококачественных бентонитов в палеогеновых осадках Большого Балхана, куда, как предполагает А. В. Данов, продукты вулканической деятельности заносились с запада, со стороны Каспийского моря.

К морским палеогеновым отложениям приурочены некоторые полезные ископаемые, промышленное значение которых еще не выяснено. Так, в Западном Копет-Даге, на Красноводском полуострове, в Кумсебшенской впадине и в долине Аму-Дарьи известны марганцевые рудопроявления в виде конкреций и прослоев в эоценовых глинах. В ряде мест западных и северных районов Туркмении к олигоценовым глинам приурочены маломощные прослои целестина. Наконец, на Красноводском полуострове и в Гаурдак-Кугитангском районе в отложениях палеогенового возраста известны фосфориты.

В конце палеогеновой эпохи на территории Туркмении началась усиленная тектоническая деятельность, которая затем продолжалась с перерывами в течение всей неогеновой эпохи. Этими движениями были сформированы складчатые горные хребты на юге, востоке и частично западе страны и была создана современная тектоника равнинных областей. В результате существенно изменились палеогеография Туркмении и связанные с нею условия седиментации. Горные области сделались объектом интенсивного разрушения, и у подножия их началось накопление мощных толщ обломочного материала. Равнинные области то затоплялись в большей или меньшей своей части водами внутренних бассейнов, то представляли собой сушу, которая на большей части площади стала ареной воздействия агентов субаэральной денудации в условиях сухого климата, а местами покрывалась озерами и прорезалась речными потоками.

В геологической истории Туркмении в течение неогеновой эпохи вы-

5416

деляются три этапа усиления тектонической деятельности: первый из них, начавшийся в конце палеогеновой эпохи, охватил начало миоценового времени, второй был приурочен к концу миоценового — началу плиоценового времени, третий начался в конце плиоценового и продолжался в четвертичное время. Наиболее отчетливо они выражены в Копет-Даге, где каждому из них соответствовала своя толща предгорных накоплений. Разделявшие их этапы ослабления тектонической деятельности примерно соответствовали во времени среднемиоценовой — сарматской и акчагыльской трансгрессиям.

Главнейшим полезным ископаемым, связанным с неогеновыми отложениями, является нефть Прикаспийской нефтеносной области. Нефтяные залежи приурочены к возникшей в начале или середине плиоценового времени тектонической депрессии, которая стала областью накопления мощных толщ морских и лагунно-континентальных осадков. Стратиграфические условия залегания нефти в этом районе аналогичны таковым бакинской нефти. Как и там, основные залежи нефти приурочены к доакчагыльской лагунно-дельтовой толще, заключающей в своем составе многочисленные слои-коллекторы; наличие нефтеносных горизонтов отмечается и в вышележащих морских отложениях акчагыла и апшерона. Формирование нефтяных залежей связано с антиклинальными структурами, образование которых началось в плиоценовое время и продолжалось в начале четвертичного времени.

В тесной генетической связи с нефтью находятся углеводородные газы и озокерит, залежи которых приурочены к плиоценовым и частью четвертичным отложениям того же района.

Нефтяные структуры одновременно являются промышленными месторождениями иода и брома, соединения которых присутствуют в растворенном состоянии в подземных водах, приуроченных к неогеновым отложениям, и выносятся на поверхность восходящими водами естественных источников и буровых скважин.

Из других видов полезных ископаемых, связанных с неогеновыми отложениями, в первую очередь необходимо указать серу Каракумских месторождений. Сероносность приурочена здесь к залегающей на сармате континентальной толще, так называемой заунгузской свите, возраст которой еще окончательно не установлен (возможно, нижний плиоцен). Формирование серных залежей связано с физико-химическими процессами, характер которых еще полностью не выяснен. Приуроченность серных месторождений к своду погребенной антиклинальной структуры и наличие в районе газопроявлений дают основание для предположения о генетической связи серных залежей с углеводородными газами.

Полезные ископаемые, связанные с морскими и лагунно-морскими отложениями неогенового возраста, представлены главным образом карбонатными породами и осадками химического происхождения. Наблюдаются существенные различия в условиях образования этих осадков в миоценовых и плиоценовых бассейнах, что находит свое отражение в их распространении на площади.

В среднемиоценовое и сарматское время в морской бассейн не было сколько-нибудь значительного поступления с востока пресных речных вод и выносимого ими терригенного материала. В результате этого на площади, занятой водами внутренних бассейнов, повсеместно происходило накопление карбонатных и химических осадков. При этом среднемиоценовые отложения, образовавшиеся в полуобособленных от более западных частей бассейна заливах, характеризуются значительным, а

иногда и преобладающим развитием гипсов. Наоборот, отложения, образовавшиеся в сарматский век, когда расширение морской трансгрессии привело к широкому сообщению туркменской части бассейна с более западными его частями, характеризуются почти полным отсутствием гипсов и значительным развитием карбонатных пород — известняков-ракушечников, нередко обогащенных углекислым магнием.

По условиям седиментации выделяется район Копет-Дага, где возобновившееся после перерыва воздымание горных хребтов вызвало в сарматское время преимущественное накопление терригенных осадков.

Карбонатные породы и гипсы миоценового возраста широко распространены на обширной площади; они могут рассматриваться как неисчерпаемый источник строительных материалов, но еще не подвергались соответствующим исследованиям и в настоящее время почти не используются.

В отличие от сказанного, в верхнеплиоценовое время, когда в морской бассейн впадала с востока, со стороны Каракумов, мощная река (пра-Аму-Дарья), выносившая массу терригенного материала, сколько-нибудь значительное образование карбонатных и химических осадков происходило лишь в участках, лежавших в стороне от пути поступления материала, сносившегося с континента, и не подвергавшихся опреснению. Таким участком в акчагыльское время являлся район Красноводского полуострова, где залежи известняков уже давно подвергаются промышленной разработке. В то же время в Копет-Даге в глубоко вдававшихся в горную систему заливах временами создавались условия, благоприятствовавшие накоплению химических осадков, представленных в месторождении Узунсу каменной солью и сульфатом натрия.

В апшеронское время в связи с новым усилением горообразовательных процессов в Копет-Даге и регрессией моря, покинувшего значительную часть Красноводского полуострова, образование карбонатных пород почти полностью, а гипсов — полностью, прекратилось. Значительное развитие в западных предгорьях Копет-Дага получили песчаные осадки. Их можно рассматривать как один из крупных источников строительного песка, в настоящее время почти неиспользуемый.

Грубообломочные осадки неогенового возраста, представляющие собой продукты разрушения горных хребтов и развитые в зоне предгорий и на прилегающих участках равнины, в настоящее время не представляют большого интереса в практическом отношении ввиду наличия более доступных для разработки галечников четвертичного возраста.

Четвертичный период в геологической истории Туркмении характеризовался колебаниями уровня Каспийского моря, блужданием р. Аму-Дарьи и формированием эолового рельефа Каракумской пустыни. Тектоническая деятельность проявлялась преимущественно в южных районах страны, где она была интенсивной в начале периода, позднее постепенно ослабевала, но не прекратилась полностью и до настоящего времени.

Отложения четвертичного возраста в Туркмении весьма разнообразны по своему генезису. Среди них имеются морские отложения Каспийского моря, озерные отложения пресного или солоноватого Сарыкамышского озера, химические осадки соленых лагун, озер и солончаков, древний и современный аллювий Аму-Дарьи и других рек, пролювий предгорных шлейфов, эоловые образования песчаных пустынь и некоторые другие типы.

Первая половина четвертичного периода (бакинский и хазарский

века), когда Аму-Дарья текла по Низменным Каракумам в Каспийское море, по условиям осадконакопления на равнинах существенно отличалась от второй его половины (хвалынский и новокаспийский века), когда эта река повернула на север, в сторону Арала и Сарыкамыша, и на всей площади Каракумов основную роль в процессах рельефообразования стал играть ветер.

Главнейшие полезные ископаемые, приуроченные к четвертичным отложениям, принадлежат к группе минеральных солей. Накопление последних происходило в лагунах и озерах, отшнуровавшихся от Каспийского моря, в озерах заполнявших замкнутые впадины, и на солончаках. Значительная часть соляных залежей образовалась в самое последнее время, после отступления хвалынского моря. Образование некоторых из них продолжается и в настоящее время.

Наиболее крупным источником различных минеральных солей является залив Кара-Богаз-Гол, запасы солей которого непрерывно пополняются из Каспийского моря. Наряду с сульфатом натрия, который уже свыше 25 лет подвергается промышленной разработке, рапа этого залива заключает в себе и многие другие ценные виды минеральных солей.

К четвертичным отложениям приурочены почти все эксплуатируемые месторождения поваренной соли. Образование наиболее крупных из них связано с Каспийским морем. Довольно многочисленные соляные месторождения внутренних впадин рассеяны почти по всей площади Туркмении. Многие соляные месторождения содержат, кроме поваренной соли, и другие виды минеральных солей.

Солончаковое происхождение имеют месторождения селитры, располагающиеся на культурных площадях древних оазисов.

Помимо минеральных солей, к четвертичным отложениям приурочены многие эксплуатируемые месторождения строительных материалов. С континентальными отложениями связаны различные глины и суглинки, используемые для кирпичного и гончарного производства. Среди них имеются образования как аллювиального, так и пролювиального происхождения. Галечники предгорных накоплений представляют собой неограниченные запасы строительных материалов, используемых для различных целей и в частности для цементного производства. К прибрежноморским образованиям принадлежат пески и галечники береговых валов хвалынской трансгрессии, представляющие собой хороший материал для дорожного строительства. Проведенные в последние годы опытные работы намечают пути использования и эоловых песков Каракумской пустыни, что необычайно расширяет сырьевые ресурсы строительных материалов.

К четвертичному времени относятся и кировые излияния в нефтяных структурах, заслуживающие также внимание как сырье для строительства.

В формировании большинства месторождений полезных ископаемых крупную роль сыграли тектонические процессы альпийского цикла диастрофизма.

Тектонические процессы и обусловленные ими процессы денудации областей поднятия и сводов антиклинальных складок приблизили к поверхности или вывели на поверхность многие виды минерального сырья, которые до этого времени были скрыты на значительной глубине. Именно благодаря этому сделались доступными для эксплуатации полезные ископаемые, связанные с юрскими, меловыми и палеогеновыми, а местами и неогеновыми отложениями.

Существенное влияние оказали тектонические процессы также на характер залежей и строение месторождений. В одних случаях наблюдается тектоническое выклинивание и перетирание пластовых залежей (например, уголь Ягманского месторождения, по В. В. Мокринскому), в других, наоборот, вспучивание и увеличение мощности залежей в сводах поднятий и другие проявления соляной тектоники (соляная толща Гаурдак-Кугитангского района). Крупную роль в формировании месторождений играли дизъюнктивные дислокации, разбивающие месторождения на блоки и в некоторых случаях ограничивающие размеры доступной для эксплуатации части залежей.

В некоторых случаях тектонические процессы сыграли крупную роль и в первоначальном формировании залежей полезных ископаемых. Это в первую очередь относится к нефтяным месторождениям, в частности к месторождениям Прикаспийской низменности. Формирование нефтяных залежей было обусловлено, с одной стороны, возникновением здесь в неогеновое время обширной тектонической депрессии, которая стала областью мощной аккумуляции, а с другой — образованием на фоне этой депрессии антиклинальных складок, в сводах и на крыльях которых в коллекторах происходило формирование залежей нефти.

Возможно, что тектоника сыграла роль и в формировании Каракумских серных месторождений, приуроченных к своду погребенной антиклинальной складки.

С дизъюнктивной тектоникой связано также формирование жильных месторождений, образовавшихся в результате циркуляции по трещинам газов и горячих растворов.

Из рудопроявлений неосадочного происхождения в Туркмении известны в настоящее время лишь рудопроявления, соответствующие альпийскому циклу диастрофизма. Они известны в Копет-Даге и Кугитангтау. Относятся они к типу жильных образований и, возможно, связаны с глубокими магматическими очагами, не выходящими на поверхность. Рудные образования осадочного происхождения известны в неокомских (медь Кугитангтау) и палеогеновых (марганец северных районов) отложениях.

Минеральные ресурсы размещаются на территории Туркменской ССР весьма неравномерно, что определяется особенностями геологического строения отдельных участков страны. Существенные различия имеются между площадями, сложенными горными породами различного возраста, вследствие того что каждому стратиграфическому комплексу соответствуют свои виды полезных ископаемых. Большую роль в размещении минеральных ресурсов играют смена фациального характера осадков на площади и различия в тектонических особенностях тех или иных частей страны. На территории Туркмении могут быть выделены районы, богатые различными видами минерального сырья, а также районы, в которых полезные ископаемые менее разнообразны, и районы, бедные полезными ископаемыми или совершенно лишенные их.

Одним из наиболее богатых полезными ископаемыми районов Туркмении является Прикаспийская депрессия, расположенная на юго-западной окраине Туркмении. Здесь имеются всесоюзного значения нефтяные, озокеритовые и иодо-бромные месторождения, а также ряд месторождений поваренной соли и многочисленные выходы горючих газов.

Вторым весьма богатым полезными ископаемыми районом является Гаурдак-Кугитангский район на восточной окраине Туркмении. Здесь

известны крупнейшие залежи серы, гипса — ангидрита, каменной и калийных солей, полиметаллические и угольные месторождения, а также ртутные рудопроявления, огнеупорные глины, кварциты и некоторые другие виды минерального сырья.

Богата различными полезными ископаемыми северо-западная часть Туркмении, охватывающая горный хребет Большой Балхан, Красноводский полуостров, Туаркырский район и залив Кара-Богаз-Гол. Здесь расположены такие важные в промышленном отношении соляные месторождения, как Кара-Богаз-Гол и оз. Куули, угольные месторождения Туаркыра и Ягмана, и месторождения разнообразных строительных материалов как магматического (граниты, порфириты), так и осадочного происхождения (известняки, доломиты, гипсы, галечники), в настоящее время подвергающиеся промышленной разработке. Имеются также сведения о наличии здесь фосфоритов, бокситоподобных пород и некоторых других видов минерального сырья, пока еще не используемых.

Несколько беднее полезными ископаемыми горная система Копет-Дага и прилегающая к ней предгорная равнина. Главнейшими видами полезных ископаемых здесь являются известняки, галечники, суглинки и другие строительные материалы, а также бариты и витериты жильных месторождений. Наряду с этим здесь известны рудопроявления (полиметаллы, киноварь) и фосфоритовые залежи. В последнее время поставлен вопрос о возможной нефтеносности Прикопетдагского предгорного прогиба.

Бедны полезными ископаемыми предгорья Паропамиза, где известны лишь заслуживающие внимания залежи базальтов и андезитов, а также некоторые виды строительных материалов, имеющие местное значение. Однако в случае выявления нефтеносности палеогеновых отложений района его роль в отношении минеральных богатств может значительно повыситься.

Приамударьинская полоса интересна главным образом в связи с перспективностью ее в нефтеносном отношении. Проводимые в настоящее время работы должны в ближайшие годы дать оценку района в указанном отношении. Из других видов минерального сырья представляют практический интерес залежи фосфоритов, соляные озера (Султан-Санджар) и некоторые виды строительных материалов.

Наименее изученной в отношении полезных ископаемых частью Туркмении является пустыня Каракумы. В настоящее время промышленное значение здесь имеют лишь Каракумские серные месторождения. Некоторые косвенные данные позволяют предполагать, что и эта часть страны не лишена перспективности в нефтеносном отношении.

Глава первая

ГОРЮЧИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

НЕФТЬ И ПРИРОДНЫЕ ГАЗЫ

Общие сведения

Территория Туркменской ССР, составляющая вместе с прилегающим к ней Северо-Восточным Ираном часть тектонических сооружений грандиозного средиземноморского орогена, расположена в пределах обширной нефтеносной зоны, протягивающейся от Альпийско-Карпатских горных областей на западе через Крымо-Кавказскую и Туркмено-Хорасанскую системы горных сооружений до Памиро-Алайской системы на востоке.

Туркмения окаймляется со всех сторон кольцом газовых и нефтяных месторождений Дагестана, Азербайджана, Эмбенской области, Бухарской области, Южного Узбекистана, Северного Афганистана и Ирана. Нефтепроявления и газопроявления, так же как и сопутствующие им геохимические признаки, свидетельствующие о присутствии нефти в недрах, широко распространены на территории республики. Наличие мощных и регионально выдержанных нефтесодержащих толщ в серии отложений, слагающих территорию Туркмении, наряду с широким стратиграфическим диапазоном нефтепроявлений, прослеживаемых от юрских до верхнеплиоценовых и четвертичных отложений в западных областях Туркмении и от юрских до палеогеновых отложений в восточных ее областях, позволяет с уверенностью рассматривать Туркмению как весьма перспективную в нефтеносном отношении территорию, таящую громадные потенциальные возможности.

На основании палеогеографических и тектонических данных, а также наблюдаемых закономерностей, характеризующих проявления нефтеносности, в пределах Туркменской ССР могут быть выделены следующие нефтеносные и перспективно-нефтеносные (а также газоносные) области в порядке их относительного значения и степени изученности (рис. 1).

1. Западно-Туркменская, или Прикаспийская, нефтегазоносная область, подразделяющаяся на три основных района: а) Прибалханский нефтегазоносный район; б) Кеймиро-Чикишлярский нефтегазоносный район; в) район перспективно-нефтегазоносных структур западного погружения Копет-Дага. К этим трем основным районам необходимо добавить прилегающую к Прикаспийской депрессии часть акватории Каспийского моря, также несомненно перспективную в нефтеносном отношении.

2. Перспективно-нефтегазоносная область Прикопетдагской депрессии вместе с прилегающей южной частью Низменных Каракумов.

3. Перспективная нефтегазоносная область Юго-Восточной Туркмении, в пределах которой можно выделить два основных района: а) район северных предгорий Паропамиза (Карабиль и Бадхыз) и б) Гаурдак-Кугитангский район.

4. Амударьинская перспективно-нефтегазоносная область, в которой можно выделить два района: а) Чарджоу-Керкинский и б) Питняк-Дарганатинский.

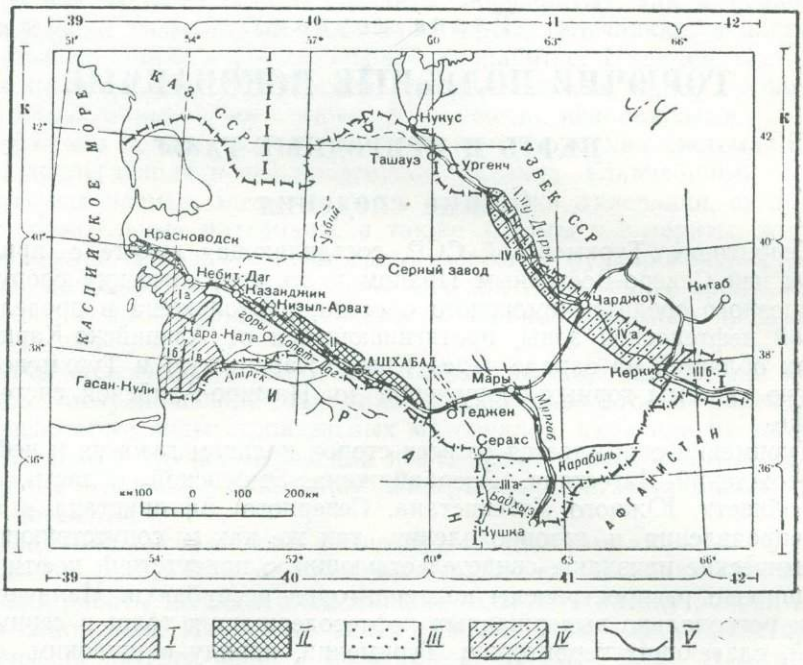


Рис. 1. Схема расположения нефтегазоносных и перспективно-нефтегазоносных областей на территории Туркмении

I—Западно-Туркменская (Прикаспийская) нефтегазоносная область: *Iа*—Прибалханский нефтегазоносный район, *Iб*—Кеймиро-Чикишлярский нефтегазоносный район, *Iв*—район перспективных нефтегазоносных структур западного погружения Копет-Дага; II—Прикопетдагская перспективно-нефтегазоносная область; III—перспективно-нефтегазоносная область Юго-Восточной Туркмении: IIIа—перспективно-нефтегазоносный район Бадхыза и Карабиля; IIIб—Гаурдак-Кугитангский перспективно-нефтегазоносный район; IV—Амударьинская перспективно-нефтегазоносная область: IVа—Чарджоу-Керкинский перспективно-нефтегазоносный район; IVб—Питняк-Дарганатинский перспективно-нефтегазоносный район; V—граница областей

Промышленное значение пока в Туркмении получили лишь скопления (залежи) нефти, приуроченные к отложениям красноцветной толщи, акчагыльского и апшеронского ярусов в структурах Прибалханского нефтегазоносного района (Iа).

Ряд исследователей (В. Б. Порфирьев, А. В. Данов и др.) принимает за первично нефтеносную (нефтепроизводящую) серию юрских отложений [1], практически залегающую в основании мезо-кайнозойского разреза. Положение этой серии в разрезе определяет возможность неф-

[1] Этот вопрос является дискуссионным. — *Прим. ред.*

тенасыщения любого вышезалегающего горизонта, обладающего коллекторскими свойствами, при условии, что этот горизонт расположен в пределах контура нефтеносности, исторически изменявшегося в зависимости от последовательных фаз тектонических движений.

Наблюдаемая наряду с этим интенсивная дислоцированность даже самых молодых осадков позволяет в пределах перечисленных выше областей (почти повсюду, кроме резко нарушенных и эродированных участков в центральных частях горных систем и районов близкого к поверхности залегания изверженных пород) рассчитывать на наличие благоприятных структурных условий для промышленного скопления нефти и углеводородных газов.

Западно-Туркменская нефтегазоносная область

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

Западно-Туркменская нефтегазоносная область расположена в пределах Прикаспийской низменности. Она ограничена с севера грядой Куба-Даг, обрывом Кюрянын-Кюре и хребтом Большой Балхан, с востока — хребтом Малый Балхан и отрогами Копет-Дага, с юга—р. Атрек, которая является государственной границей между СССР и Ираном. В западном направлении эта нефтеносная область продолжается под водой, уходя в Каспийское море (рис. 2). Граница между северным (Прибалханским) и южным (Кеймиро-Чикишлярским) нефтеносными районами проходит по линии Гоган-Даг — южная оконечность о. Огурчинского.

Прикаспийская низменность представляет собой пустынную равнину, покрытую морскими и континентальными отложениями четвертичного возраста. В северной ее части выделяются несколько небольших возвышенностей: Чохрак на п-ове Челекен, Небит-Даг, Монжуклы, Кум-Даг, Боя-Даг, сохранившиеся от абрадирующего воздействия моря и денудационных процессов. В юго-западной части низменности расположены грязевые сопки, возвышающиеся над ровной поверхностью такырной равнины: Акпатлаух, Гекпатлаух, Порсу, Тюлюкли и другие, более мелкие. Ограничивающая Прикаспийскую низменность с востока зона западного погружения Копет-Дага характеризуется чередованием возвышенностей, представляющих собой размытые антиклинали, и межгорных долин.

В строении Западно-Туркменской нефтеносной области принимает участие мощный комплекс осадочных отложений от современных до палеогена включительно. Ниже этого комплекса несомненно залегают меловые и, вероятно, юрские отложения.

Отложения палеогена (а также мела) развиты в западных предгорьях Копет-Дага. На территории Прикаспийской низменности к палеогену относятся, по-видимому, выбросы грязевого вулкана Алигул на Челекене, а также, возможно, выбросы грязевого вулкана «банка Ливанова», расположенного в 90 *км* к западу от челекенского берега.

В пределах Прибалханского и Кеймиро-Чикишлярского районов широко развита красноцветная толща, максимальная мощность которой определяется в пределах 2500—3000 *м*. Отложения этой толщи выходят на поверхность только в четырех пунктах, приуроченных к Прибалханскому (северному) району: на Челекене, Монжуклы, Боя-Даге и Сырт-

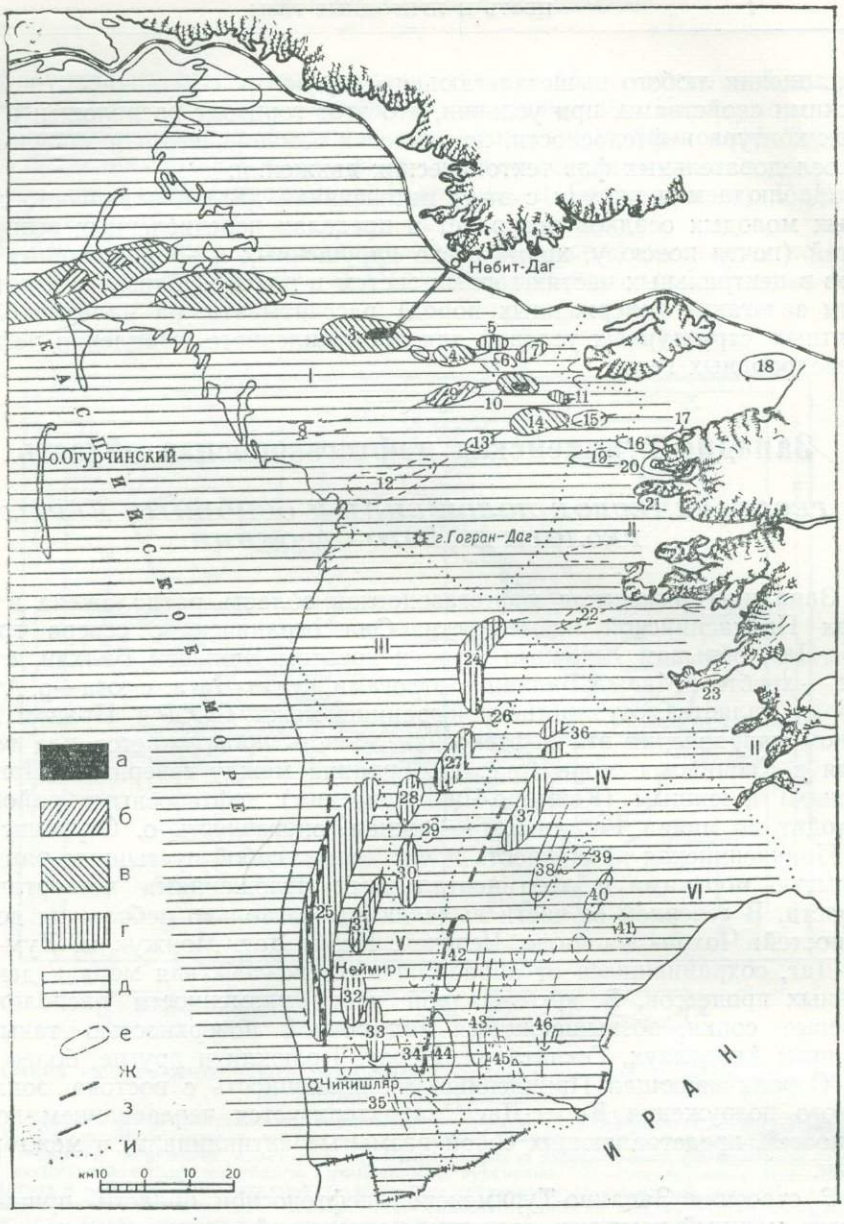


Рис. 2. Обзорная карта эксплуатирующихся и перспективных нефтеносных площадей Прикаспийской низменности

а—эксплуатационные площади, находящиеся в разработке; *б*—площади, на которых бурением установлены проявления промышленной нефтегазоносности; *в*—площади, перспективные в отношении промышленной нефтеносности по аналогии с соседними площадями; *г*—площади, перспективные для поисков нефти и газа; по общим геолого-геофизическим данным; *д*—территории с вероятной нефтегазоносностью, предполагаемой на основании общих геологических данных; *е*—контуры структур; *ж*—разломы; *з*—оси антиклиналей; *и*—граница между зонами

Структуры: *1*—Челекенская; *2*—Котуртепинская; *3*—Небитдагская; 4—Монжуклинская; *5*—Уруджукская; *6*—Тургайдагская; *7*—Каратепинская; *8*—Узунадинская; *9*—Кизылкумская; *10*—Кумдагская; *11*—Кобекская; *12*—Эрдеклинская; *13*—Карачернекская; *14*—Боядагская; *15*—Сыртланлинская; *16*—Тузлучайская; *17*—Ялминская; *18*—Кизылбаирская; *19*—Терсаканская; *20*—Данатинская; *21*—Чаалджинская; *22*—Зирикская; *23*—Аладагская; *24*—Бугдайлинская; *25*—Окарем-Кеймирская; *26*—Кармарская, *27*—Шахманская; *28*—Чукуркуинская; *29*—Сатарская; *30*—Хангулийская; *31*—Миасерская; *32*—Акэсерская; *33*—Порсинская; *34*—Чайнакская; *35*—Гасанкулийская; *36*—Мессерианская; *37*—Рустамкалинская; *38*—Изаткулийская; *39*—Даяндыкская; *40*—Мадаусская; *41*—Бунгуванская; *42*—Невчаайтагская; *43*—Делилийская; *44*—Гекчинская; *45*—Тоголокская; *46*—Кизылатрекская

Районирование (по Ю. Н. Годину): *I*—Прибалханская депрессия; *II*—зона западного погружения Копет-Дага; *III*—Бугдайлинская зона; *IV*—Мессерианская зона; *V*—Кеймиро-Чикишлярская зона; *VI*—Кизылатрекская зона

ланли. В восточном направлении отмечается погрубение осадков красноцветной толщи с одновременным уменьшением их мощности. На восточной границе Прибалханского района, в Малом Балхане, песчано-глинистые отложения красноцветной толщи сменяются конгломератами, мощность которых здесь, по В. В. Александрову и И. И. Никшичу (1930), не превышает 60 *м*. Возраст красноцветной толщи обычно определяется в пределах верхний миоцен — средний плиоцен [1].

Над красноцветной толщей залегают отложения акчагыльского яруса. Они обнажаются на поверхности в перечисленных пунктах Прибалханского района, а также в складках, приуроченных к западному погружению Копет-Дага (Тузлучайской, Ялминской, Кизылбаирской, Аладагской), и в предгорьях Малого Балхана. Разрез глинисто-песчаных отложений акчагыльского яруса в Прибалханском районе показывает резкие литологические изменения пород. Содержание песков в разрезе резко колеблется от 50% до почти полного их отсутствия, а общая мощность акчагыла изменяется от 80 до 250 *м* в пределах даже одной складки (Небит-Даг). В зоне погружения Западного Копет-Дага мощность акчагыльских отложений несколько возрастает.

Отложения апшеронского яруса широко развиты в Прикаспийской нефтеносной области и обнажены в тех же районах, что и акчагыльские. Апшеронские осадки представлены в основном глинами с прослоями песков и песчаников. Для западной и южной частей области характерно преобладание глин, в восточной части Прибалханского района (Кум-Даг) значительное место в разрезе занимают пески. Мощность осадков апшерона в центральной части района колеблется в пределах от 700 до 1000 *м*.

Четвертичные отложения представлены морскими осадками бакинского, хазарского, хвалынского и новокаспийского ярусов и их континентальными аналогами.

Прикаспийской низменности соответствует обширный региональный прогиб. Наиболее глубокое погружение мезозойского ложа и мощное развитие кайнозойских отложений приурочены к северной части Прикаспийской низменности — Прибалханской депрессии, — в пределах которой и расположен Прибалханский нефтеносный район.

В Прибалханской депрессии отмечаются три основные тектонические линии, протягивающиеся в близком к широтному направлении:

1) северная, к которой приурочены кулисообразно сочленяющиеся структуры Челекенская, Котуртепинская, Небитдагская, Монжуклинская, Урунджукская и Каратепинская;

2) центральная, со структурами Узунадинской, Кызылкумской, Кумдагской и Кобекской;

3) южная, на которой расположены структуры Эрдеклинская, Карачернекская, Боядагская и Сыртланлинская.

Наиболее крупные структуры северной тектонической линии расположены в западной её части. Протяженность Челекенской структуры составляет более 60 *км* при ширине 18 *км*, протяженность Котуртепинской структуры — более 40 *км*, Небитдагской — 25 *км*. Последняя характеризуется, по геофизическим данным, наибольшей высотой поднятия — 3000 *м*. Остальные структуры имеют несколько меньшие размеры.

[1] В самое последнее время ниже красноцветной толщи в Боя-Даге бурением установлено присутствие морских отложений с фауной понтического яруса. Этим устанавливается среднеплиоценовый возраст красноцветной толщи.—*Прим. ред.*

Южная тектоническая линия наиболее четко выражена в своей восточной части, где к ней приурочены структуры Сыртланлинская и Боядагская. Эрдеклинская структура, расположенная вблизи берега моря, выделяется нечетко, только по данным сейсморазведки.

Структуры, расположенные на центральной тектонической линии, отличаются небольшой высотой поднятия (Кумдагская—600 *м*, Кызылкумская — менее 100 *м*); они значительно погружены по отношению к структурам, приуроченным к северной и южной тектоническим линиям.

Описанные выше тектонические линии продолжаются в западном направлении в Каспийском море, о чем свидетельствует ряд подводных сопок, располагающихся на их продолжении.

Образование складок Прибалханского района происходило в течение ряда орогенических фаз. Первая доступная наблюдению фаза наступила после отложения осадков нижнего апшерона; она отмечается угловым несогласием между средним и нижним апшероном. Следующие значительные складкообразовательные движения происходили в послеапшеронское время. Слои нижнего подъяруса бакинского яруса залегают с резким угловым несогласием (до 25° на Небит-Даге) на апшеронских отложениях. Несогласное залегание наблюдается также между нижнебакинскими и верхнебакинскими отложениями. Весьма интенсивные складкообразовательные процессы, происходившие в послебакинское время, окончательно оформили современную тектонику области.

Вдоль всей Прибалханской депрессии, от Челекена на западе до Боя-Дага на востоке, протягивается система крупных разломов, захватывающая подавляющее большинство структур и сильно усложняющая их строение.

Выявленная сейсморазведкой Бугдайлинская зона валообразных поднятий отделяет Прибалханскую депрессию от Кеймиро-Чикишлярской. Для Кеймиро-Чикишлярского района весьма характерно меридиональное направление тектонических линий, на которых развиты очень пологие вытянутые структуры. Наиболее четкими тектоническими линиями являются Шахман-Порсинская и к западу от нее — Окарем-Кеймирская.

По данным сейсморазведки, установлено широкое распространение крупных региональных разломов, к которым приурочены развитые здесь грязевые вулканы. В восточной части рассматриваемого района выявлен главный сброс, отделяющий Кеймиро-Чикишлярскую депрессию от Мессерианской зоны валообразных поднятий. В пределах Мессерианского района выявлены две основные полосы крупных структур; в их пределах отмечается резкое угловое несогласие между слабодислоцированными четвертичными и плиоценовыми и подстилающими их образованиями.

Зона западного погружения Копет-Дага представляет собой ряд антиклинальных складок, далеко выступающих на запад в пределы низменности. Эти складки по характеру тектоники резко отличаются от складок депрессионной части. Здесь дизъюнктивные дислокации редки, а пликативные дислокации весьма интенсивны и характеризуются наличием мелких поднятий, осложняющих основные антиклинали.

ОБЩИЙ ОБЗОР ГАЗОНЕФТЕПРОЯВЛЕНИЙ

Территория Прикаспийской низменности вместе с приморскими участками представляет собой обширную нефтяную провинцию, потенци-

альные возможности которой выдвигают ее в ряды крупнейших нефтеносных баз Советского Союза.

В пределах этой площади расположены богатейшие нефтяные месторождения Небит-Даг, Кум-Даг, Челекен и другие, таящие в своих недрах огромные залежи нефти.

Нефтеносность Прикаспийской низменности связана с комплексом верхнетретичных отложений, в разрезе которых имеются мощные песчаные коллекторы, являющиеся вместилищами нефти. Промышленные залежи нефти установлены в разрезе красноцветной толщи, акчагыла и апшерона. Проявления нефтеносности отмечаются и в вышележащих слоях вплоть до современных отложений. Прикаспийская низменность изобилует выходами нефти, газа и других битумов.

В Прикаспийской низменности и прилегающих к ней участках моря по поверхностным газонефтепроявлениям выделяются три района: 1) Прибалханский, 2) Кеймиро-Чикишлярский, 3) Морской участок.

В Прибалханском районе внешние признаки газонефтеносности отмечаются в виде выходов газа, нефти, нефтеносных песков, кировых залежей, озокеритовых жил, грязевых вулканов и участков осернения. Интенсивные проявления газонефтеносности наблюдаются на ряде структур Прибалханского района.

На поверхности п-ова Челекен широко распространены признаки газонефтеносности. Выходы углеводородных газов здесь связаны как с грязевыми сопками (Розовый Порсугель, Западный Порсугель), так и с термальными источниками и небольшими грифончиками, приуроченными обычно к сбросовым нарушениям. Сильные газопроявления отмечаются в заброшенных скважинах, пробуренных еще до 1917 г., и в старых нефтяных колодцах, расположенных по всей площади центральной и западной частей Челекена.

Углеводородные газы, связанные с грязевыми сопками и минерализованными источниками, имеются также и на Небит-Даге, Монжуклы, Боя-Даге, Сыртланли и Ялма. Любопытно отметить, что после сильных дождей нередко струи газовых пузырьков выделяются из многих дождевых луж, куда газ поступает, по-видимому, через сбросовые трещины. Очевидно, из последних обычно выделяются сухие газы.

Сильные газопроявления отмечены в разведочных скважинах, пробуренных на Челекене, Небит-Даге, Урунджуке, Монжуклы, Кум-Даге, Боя-Даге, Кызылкуме, а также в Кобеке. Некоторые из этих скважин, проходка которых в свое время была прекращена из-за осложненных условий бурения, продолжают сильно газировать и в настоящее время (Челекен, Кум-Даг, Монжуклы, Боя-Даг и др.).

Естественные выходы нефти в Прибалханском районе или связаны с минерализованными водами, или приурочены к трещинам сбросов. Подобные выделения нефти имеют широкое распространение на Челекене, Небит-Даге и Боя-Даге.

Оригинальным примером проявлений нефти являются так называемые нефтяные сопки, развитые также на указанных структурах. Эти сопки представляют собой конусы с кратерами, заполненными нефтью; из них вследствие выделения пузырьков газа периодически происходит переливание нефти. Воды в этих сопках нет. Питаются они через трещины, секущие газонефтеносные пласты.

Из всех видов проявления нефтеносности в Прибалханском районе наиболее широко распространены нефтеносные пески. На Челекене они приурочены к отложениям красноцветной толщи, апшерона, бакинского

яруса, а также и к более молодым осадкам четвертичной системы. Интересно отметить, что прослои вулканического пепла в красноцветной толще, отложениях акчагыла, апшерона и бакинского яруса также нередко нефтеносны.

На Небит-Даге выходы нефтеносных песков отмечаются в апшероне и бакинском ярусе. На Боя-Даге нефтеносные закированные пески приурочены к красноцветной толще, акчагылу, апшерону и бакинскому ярусу. Закированные пески обнаружены также в отложениях бакинского яруса на Монжуклы и Кум-Даге. На остальных структурах Прибалханского района выходы нефтеносных песков не отмечены.

На Челекене, Небит-Даге и Боя-Даге на отдельных участках развиты значительные залежи кира. Они приурочены к бывшим местам интенсивного истечения нефти и связаны с областями распространения как плиоценовых, так и четвертичных и современных отложений.

На структурах Прибалханского района нередко встречаются озокеритовые жилы, заполняющие трещины сбросов. Озокеритовые жилы имеются на Челекене, где они приурочены к отложениям красноцветной толщи, апшерона, бакинского яруса и даже к древнекаспийским слоям. Озокеритоподобный битум обнаружен в отложениях бакинского яруса на Котуртепе, апшерона и бакинского яруса на Небит-Даге, бакинского яруса на Кум-Даге и красноцветной толщи и апшерона на Боя-Даге.

Прямыми признаками нефтеносности в Прибалханском районе являются грязевые вулканы и грязевые сопки, развитые на Челекене, Небит-Даге и Боя-Даге. Среди них имеются как потухшие, так и ныне действующие. К числу потухших грязевых вулканов относятся Алигул, Карабурун и ряд других. В сопочной брекчии этих вулканов имеются куски нефтеносных и сероносных пород. Действующие грязевые вулканы и сопки выделяют жидкую грязь, воду, газ и пленки нефти.

К косвенным признакам газонефтеносности в Прибалханском районе относятся проявления серы и сероносных пород. Эти последние зарегистрированы: 1) на Челекене как в районе действующих источников, так и в отложениях заглохших источников; 2) на Котуртепе в современных, древнекаспийских и бакинских отложениях; 3) на Небит-Даге в районе солончака Келькор; 4) между Небит-Дагом и Монжуклы в древнекаспийских отложениях; 5) на Монжуклы в бакинских слоях; 6) на Тургай-Даге в древнекаспийских отложениях; 7) на Кум-Даге в отложениях бакинского яруса и древнего Каспия; 8) на Боя-Даге в сопочной брекчии потухших вулканов и в слоях бакинского яруса; 9) на Кобеке в отложениях бакинского яруса; 10) в урочище Тузлучай в кратере потухшей грязевой сопки; 11) в районе источников Шорджа в слоях бакинского яруса и т. д.

По разнообразию и богатству внешних признаков нефтеносности Прибалханский район не имеет себе равного среди всех нефтяных месторождений Союза.

В Кеймиро-Чикишлярском районе, расположенном в юго-западной части Прикаспийской низменности, проявления поверхностных признаков газонефтеносности отмечаются в виде выхода нефти, газа, грязевых вулканов и скопления серы. Основная роль среди упомянутых признаков принадлежит газопроявлениям и грязевым вулканам. Выход нефти здесь отмечен только в одном пункте, близ Кеймирской группы грязевых сопок.

В Кеймиро-Чикишлярском районе имеются следующие грязевые вулканы и сопки, большинство из которых насчитывает десятки действующих, газирующих грифонов: Кипящий Бугор, вулкан Акпатлаух, сопка Порсу, сопка Тюлюкли, сопка Кеймир, вулкан Гекпатлаух, сопка Камышлджа, вулкан Гогран-Дас, сопка Нафтлиджа, Серебряный Бугор, вулкан Калицкого и другие. Из них вулкан Гогран-Даг и сопка Тюлюкли ныне потухшие. На остальных сопках и вулканах имеются крупные и мелкие грифоны, активно выделяющие углеводородный газ, местами с запахом сероводорода. Количество выделяемого газа в разных сопках различно — от небольших струй до интенсивного кипения. Как у действующих, так и у потухших грязевых вулканов и сопок встречаются скопления аморфной и кристаллической серы. Все грязевые вулканы и сопки, выходы нефти и газа пробиваются сквозь толщу морских четвертичных осадков, мощным плащом покрывающих всю территорию района.

На морских участках Прикаспийской низменности, от Красноводска до Гасан-Кули, расположен ряд подводных вулканов, периодически проявляющихся сильными извержениями.

Наиболее крупный из подводных вулканов, известный под названием банки Ливанова, отстоит от Красноводска на 90 *км* к юго-западу и расположен в области, где имеются глубины до 100 *м*. Банка Ливанова представляет собой подводный грязевой вулкан, из грифона которого выделяется большое количество углеводородных газов. При сильных извержениях вулкана над водой образуется илистый островок, который затем размывается волнами Каспия. В один из таких периодов извержения вулкана в 1951 г. геологу В. Ф. Соловьеву (1952) удалось высадиться на островке и взять образцы сопочной брекчии, в составе которой оказались куски нефтеносных песчаников красноцветной толщи. На расстоянии 62 *км* к юго-востоку от банки Ливанова имеется другой подводный вулкан, отмеченный на морских картах по извержению 1908 г. (банка Жданова по В. Ф. Соловьеву). Такой же подводный вулкан отмечен в 30 *км* к юго-западу от банки Ливанова. Четвертый подводный вулкан, установленный по извержению, произошедшему в 1908 г., отмечается в 70 *км* к юго-западу от о. Огурчинского. Необходимо указать также помеченную на картах под названием «грязевой вулкан» округло-коническую мель, которая лежит в 20 *км* к северо-востоку от предыдущего. Подводные грязевые вулканы, систематически выделяющие углеводородные газы, имеются и к западу от Чикишляра.

Помимо указанных подводных вулканов, на туркменском побережье отмечается целый ряд банок, в грязевулканическом происхождении которых нет сомнений. К ним прежде всего относятся банки о. Огурчинского, банка Ульского (30 *км* к югу от этого острова) и другие.

Таким образом, и морские участки изобилуют признаками газонефтеносности, указывающими на большую перспективность их в нефтеносном отношении.

В Прикаспийскую низменность с восточной стороны погружается складчатая система Западного Копет-Дага. Под покров четвертичных отложений низменности уходят антиклинальные структуры, сложенные в ядре меловыми и палеогеновыми слоями, несогласно перекрытыми верхнеплиоценовыми осадками: Данатинская, Зирикская, Аладагская, Согундагская и другие антиклинальные складки.

На некоторых из антиклиналей известны признаки битуминозности, представляющие значительный интерес в отношении возможной нефтеносности структур западного погружения Копет-Дага.

В альбских отложениях Данатинской складки М. И. Варенцов и П. Г. Суворов (1940) обнаружили битуминозные породы, в которых содержание битума оказалось равным 7,73%; кроме того, в образцах было установлено большое количество кристаллической серы. В районе Обоя и в районе хр. Ильялы в палеогеновых отложениях отмечены признаки битуминозности (Варенцов и Суворов, 1940).

В некоторых подземных водах Западного Копет-Дага (Ялма) обнаружено богатое содержание иода и брома (Варенцов и Суворов, 1940). Эти элементы являются характерными компонентами вод нефтяных месторождений Прибалханского района (Челекен, Небит-Даг, Кум-Даг, Боя-Даг и др.).

Весьма важным фактом в отношении газонефтеносности погребенных структур западного окончания Копет-Дага является газопроявление, отмеченное в одной из структурных поисковых скважин в районе Мессериана, расположенного на западном продолжении Аладагской складки.

На основании изложенного становится очевидной перспективность всех структур западного погружения Копет-Дага, где, помимо плиоценовых слоев, нефтеносными могут быть также нижнетретичные и мезозойские отложения. Следует подчеркнуть, что наиболее удобными объектами для поисков нефти в палеогеновых и мезозойских отложениях в юго-западной части Туркмении являются структуры западного погружения Копет-Дага, так как здесь эти отложения залегают на глубине, доступной для разведочных скважин.

КРАТКИЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сведения о наличии источников нефти на территории Туркменистана имеются в летописях древних историков. Достоверные сведения о добыче нефти на Челекене относятся к 1743 г. По данным Войновича (Берг, 1929а), на Челекене в 1781 г. было около 20 нефтяных колодцев, из которых добывалась нефть в количестве до 4000 пудов в год. Добытую нефть местные жители туркмены в кожаных мешках вывозили в Иран и другие ближневосточные страны. Войнович отметил на Челекене, помимо нефти, также озокерит. В журнале экспедиции озокерит именуется «черным дегтем» и говорится, что туркмены очищают «смолу оную от песку перетапливанием».

Н. Н. Муравьев (1822, 1888), посетивший Челекен в 1819 и 1821 гг., отмечает: «Весь хребет, склоняющийся к западному берегу, усеян нефтяными колодцами, принадлежащими разным хозяевам». Сообщения Муравьева свидетельствуют о том, что в течение полстолетия объем добычи нефти на Челекене сильно возрос. В 1825 г., по данным Эйхвальда (1834, 1857), на Челекене колодцами добывались около 80 тыс. пудов нефти, а в 1836 г., по Фелькнеру (1838), здесь насчитывалось 3410 колодцев, дающих ежегодно более 2000 *т* нефти. Максимальная суточная добыча нефти из отдельных колодцев достигала 1,6 *т* в летнее время.

В 70-х годах прошлого столетия богатства челекенской нефти привлекли внимание капиталистов-нефтепромышленников. Один за другим они начали забирать в свои руки нефтяные участки и хищнически эксплуатировать богатства недр Челекена. С 1876 г. на Челекене началось бурение нефтяных скважин. Первые четыре неглубокие скважины были пробурены фирмой Нобеля. В результате бурения были вскрыты про-

мышленные залежи нефти на небольших глубинах. Захват челекенских земель и эксплуатация богатств нефти нефтепромышленниками с каждым годом расширялись, и уже к 1911 г. на Челекене вели разработку около 20 фирм.

Кроме них, эксплуатацией Челекенского нефтяного месторождения занимались и мелкие предприниматели, добывавшие нефть главным образом колодцами.

Наиболее мощные нефтяные фонтаны были получены в 1908—1911 гг. В 1908 г. из скв. № 94 с глубины около 140 *м* ударил фонтан с суточным дебитом 245 *т*. В 1909 г. из скв. № 78 был получен огромный выброс нефти в количестве несколько десятков тысяч тонн. В том же 1909 г. из одной скважины ударил грандиозный по силе фонтан нефти с суточным дебитом до 16 000 *т*. Такой же мощный фонтан в 1910 г. был получен в другой скважине с глубины 200 *м*.

Всего до установления в Туркмении советской власти на Челекене было пробурено более 350 скважин[1], как мелких, так и сравнительно глубоких (до 650 *м*). Максимальная годовая добыча нефти (217 000 *т*) была достигнута в 1911 г.

Скопление на сравнительно небольшом участке большого количества частных промышленных предприятий приводило к тому, что каждое из них старалось выкачивать как можно больше нефти, не считаясь ни с какими правилами и законами разработки нефтяных месторождений. Бессистемная хищническая эксплуатация промысла владельцами отдельных участков, полное игнорирование опасности обводнения и применявшийся «метод» подсасывания нефти друг у друга и т. п. привели к быстрому обводнению и истощению нефтяных горизонтов и порче всего месторождения. В результате, после первых успехов, с 1913 г. началось катастрофическое падение добычи нефти и большая часть пробуренных скважин оказывалась непродуктивной.

Состояние добычи нефти на Челекене по годам (с 1826 по 1919 г.) характеризуют следующие цифры:

1826—1876 гг.	81 500 *т*
1877—1895 гг	9 310 „

1896 г.	1 065 *т*	1907 г.	13 100 *т*
1897 „	5 585 „	1908 „	19 655 „
1898 „	6 635 „	1909 „	49 000 „
1899 „	6 550 „	1910 „	153 000 „
1900 „	8 190 „	1911 „	217 000 „
1901 „	9 830 „	1912 „	212 000 „
1902 „	6 550 „	1913 „	131 000 „
1903 „	3 275 „	1916 „	49 000 „
1904 „	9 830 „	1917 „	23 000 „
1905 „	15 530 „	1918 „	5 000 „
1906 „	9 830 „	1919 „	5 000 „

В дореволюционный период еще на одной площади Прибалханского района были сделаны попытки разведывать залежи нефти. В 1882—1887 гг. на Небит-Даге, по заданию Средне-Азиатской военной железной дороги, было пробурено пять мелких скважин глубиной от 110 до 300 *м*. Бурение этих скважин оказалось почти безрезультатным, вследствие чего дальнейшие работы здесь были прекращены. Однако следует указать, что кустарная добыча нефти колодцами производилась на Небит-Даге так-

[1] По Ю. А. Косыгину (1933), число пробуренных скважин «приближается к цифре 600—700».

же с давних времен. По данным А. М. Коншина, на Небит-Даге в 1883 г. существовало несколько сот колодцев, дающих нефть с глубины от 4 до 17 *м*. Добыча нефти из колодцев, по Лану (1898а), колебалась от 80—100 до 480 *кг* с колодца.

Первые сведения о геологическом строении и нефтеносности Челекена и Небит-Дага приводятся в трудах Ф. Г. Кошкуля (1870, 1882—1883, 1884—1885), А. М. Коншина (1888), Ф. Маевского (1897), Шегрена (1888), М. И. Лана (1898а, б) и А. П. Иванова (1901, 1903, 1908, 1909).

Начало детального геологического изучения нефтяных месторождений Прикаспийской низменности было положено в 1907—1909 гг. В. Н. Вебером и К. П. Калицким (1911; Калицкий, 1910). Эти геологи впервые составили детальную геологическую карту и дали подробное описание стратиграфии, тектоники и нефтеносности Челекена. Монография «Челекен» К. П. Калицкого и В. Н. Вебера, изданная в 1911 г., по настоящее время не потеряла своего значения как основного источника сведений по геологии Челекена.

Позднее геологическое изучение нефтяных месторождений Прикаспийской низменности продолжал К. П. Калицкий. Он составил детальную геологическую карту, дал обстоятельное описание геологического строения Небитдагской структуры (Калицкий, 1914) и произвел рекогносцировочное исследование структур Монжуклы, Боя-Дага и Кеймиро-Чикишлярского района (Калицкий, 1914а—в, д).

Нельзя не отметить, что, основываясь на результатах своих исследований на Челекене, К. П. Калицкий (1910) выдвинул теорию первичного залегания нефти в тех пластах и линзах, в которых она встречается. Отрицая всякие перемещения нефти по трещинам сбросов и насыщение ею пористых, песчаных пластов, Калицкий допускал образование нефти из растительных остатков на месте их погребения. Согласно теории Калицкого, разведка глубоких горизонтов красноцветной толщи считалась лишенной всяких научных оснований. Теория Калицкого в течение долгого времени тормозила проведение промышленной разведки нижних горизонтов красноцветной толщи не только на Челекене, но и на других площадях Прибалханского района.

В 1923—1924 гг. началось восстановление Челекенского промысла, а в 1927 г. возобновилась разведка нефти на Челекене и Небит-Даге (Калицкий, 1927а, б).

Возобновились также и геологические исследования на Прикаспийской низменности. С. А. Ковалевский (1926, 1930б; Ковалевский и Корнев, 1926) изучал геологию и нефтеносность Небит-Дага и Монжуклы. В. Б. Порфирьев (1930, 1931а, б, 1932а, б) провел детальные геологические съемки Боя-Дага, Сыртланли и отдельных участков Челекена, а также составил структурную карту нефтяного промысла и руководил разведкой озокерита на Челекене; в выполнении этой большой работы принимали участие Ю. А. Колодяжный (Порфирьев и Колодяжный, 1931), К. С. Маслов, А. И. Смолко (1936а). В этот же период А. И. Косыгин (1931, 1932, 1934а, 1935а, в) занимался изучением Кеймиро-Чикишлярского нефтегазоносного района.

Из числа всех этих исследований следует особо отметить работы В. Б. Порфирьева (1940, 1941), который, вопреки ранее высказанным соображениям К. П. Калицкого об условиях залегания нефти, пришел к выводу, что во всех известных горизонтах всех месторождений Туркмении нефть находится во вторичном залегании. В связи с этим В. Б. Порфирь-

ев (1932б) поставил вопрос о необходимости разведки глубоких горизонтов нефти, что для Туркмении тогда было чрезвычайно актуально.

Начатая в 1927 г. разведка нефти на Челекене не дала положительного результата (Калицкий, 1930, 1931), поскольку она проектировалась лишь на самый верхний горизонт красноцветной толщи, вполне достаточно освещенный бурением частных предпринимателей. Также мало эффективной оказалась буровая разведка на Небит-Даге, и в 1931 г. стал вопрос о ликвидации этого промысла.

В мае 1931 г., когда оформлялось решение о ликвидации промысла на Небит-Даге, одна из добуриваемых скважин, вопреки теоретическим представлениям промысловых геологов, считавших, что ниже водоносных песков красноцветной толщи нефти не должно быть, дала нефтяной фонтан с глубины 470 *м*. Через год мощный фонтан был получен из другой скважины (Косыгин, 1932), а в январе 1933 г., когда забил грандиозный фонтан (300 000 *т* нефти за 18 дней), из знаменитой скважины № 13 (Косыгин и Цуканов, 1933), Небит-Даг был переведен в разряд эксплуатационных площадей.

Отношение к нефтяным месторождениям Туркмении после этого коренным образом изменилось. В тресте Туркменнефть была создана геолого-разведочная контора, которой и было поручено вести геологические исследования в нефтеносных областях Туркмении. В 1935 г. Г. К. Орьев, Б. Б. Лерман и М. Эсенов открыли ряд новых структур с признаками нефти между Небит-Дагом и Боя-Дагом, произвели детальную геологическую съемку Кум-Дага и Каратепе (Худай-Даг), выдвинув их в качестве объектов для разведки нефти глубоким бурением. В том же году В. А. Киров занимался поисками нефти между Челекеном, Небит-Дагом и Монжуклы и детализировал геологическую карту Небит-Дага (1937) и Монжуклы.

В 1936 г. А. И. Смолко провел детальную геологическую съемку Монжуклы, Урунджука, Тургай-Дага и уточнил стратиграфию отложений для района Монжуклы — Боя-Даг; одновременно М. Эсенов занимался изучением разреза красноцветной свиты на Сыртланли. В 1936—1937 гг. А. М. Рашкуев снова детализировал геологическую карту Небит-Дага. В 1937—1938 гг. А. И. Смолко провел геологическую съемку в масштабах 1 : 84 000 и 1 : 25 000 территории между Челекеном и Небит-Дагом, в результате которой были открыты признаки нефти и выходы дислоцированных отложений в урочище Милигуль (Котуртепе), позволившие выдвинуть его в качестве вероятного месторождения нефти для разведки глубоким бурением.

В 1938—1939 гг. М. Эсенов и А. И. Катаев проводили геологическую съемку на структурах западного погружения Копет-Дага (Ялминской, Тузлучайской, Зирикской и Аладагской); затем в урочище Тузлучай были пробурены три крелиусные скважины, вскрывшие на глубине 70—80 *м* водоносные пески красноцветной толщи. В 1941 г. М. Эсенов и А. И. Катаев занимались геологической съемкой в районах Боя-Дага, Сыртланли и Кобека и на разделяющих их пространствах.

Наряду с этими полевыми работами геологов, в тресте «Туркменнефть» В. В. Денисевич и К. К. Бабенко в 1938 г. начали детальное изучение эксплуатационной площади Небит-Дага; ими, в частности, были уточнены данные о форме залежи нефти, о характере и составе нефтеносных толщ и некоторые другие вопросы промысловой геологии.

Ряд крупных работ, проведенных за период 1937—1947 гг., был посвящен детальному изучению структурных условий нефтяных месторож-

дений Прикаспийской нефтеносной области и условий распределения в них нефти, а также гидрохимической характеристике нефтяных вод, геохимической характеристике нефти и других битумов. Эти работы были выполнены Академией наук СССР и Всесоюзным нефтяным институтом (ВНИГРИ). Из них следует отметить работы М. И. Варенцова и П. Г. Суворова в 1937 г. (1939, 1940), А. В. Данова в 1945—1947 гг. (1950), В. А. Атанасяна, П. С. Любимовой и М. И. Мандельштама в 1942—1943 гг., Ф. И. Романова в 1943—1946 гг., Г. В. Шведова в 1943—1948 гг., Б. Н. Любомирова и И. Я. Ермилова в 1946—1947 гг.

С 1932 г. в Западной Туркмении Геофизический трест ведет планомерные геофизические работы (В. В. Федынский, Ю. Н. Годин, А. А. Шрейдер, Н. М. Фуфаев, А. М. Филиппов, А. М. Ивонин, А. Г. Курнышев, А. А. Дородницын и др.), способствующие выявлению новых нефтеносных структур и расшифровке основных черт тектонического строения этой территории. Здесь применялись следующие геофизические методы: магнитометрия, вариометрия, гравиметрия, электроразведка и сейсмометрия отраженными и преломленными волнами. Основными методами являлись гравиметрия (при изучении регионального строения и поисков структур) и сейсмометрия (при детальном изучении структур). Большая работа по обобщению этих исследований и их геологической интерпретации была произведена Ю. Н. Годиным.

Работами геологов треста Туркменнефть в нескольких километрах западнее Небит-Дага на солончаке были обнаружены выходы нефти. Начатое здесь в 1936 г. бурение оказалось настолько удачным, что уже в том же году приступили к эксплуатационному бурению. С 1945 г. все бурение на Небит-Даге было сосредоточено на этом (Западном) участке, где добыча нефти быстро увеличилась по сравнению с 1944 г.: в 1945 г. — в 3, в 1946 г. — в 7, в 1947 г. — в 10 раз.

С 1942 г. разведочное бурение, производившееся на Кеймире, позволило установить наличие в разрезе ряда нефтеносных горизонтов. В 1936—1938 гг. в небольшом объеме производилось разведочное бурение на Боя-Даге (1938—1941 гг.) и Каратепе (Худай-Даг), не давшее положительных результатов. В 1947 г. было начато глубокое разведочное бурение на Кум-Даге.

В связи с правительственным решением о дальнейшем развитии нефтяной промышленности Туркменистана с 1948 г. масштабы геолого-поисковых и разведочных работ в Прикаспийской низменности значительно увеличиваются. Кроме Кум-Дага, разведка которого началась в 1947 г., был введен в промышленную разведку ряд районов: Котуртепе (в 1948 г.), Восточный Небит-Даг (в 1949 г.), Монжуклы (в 1949 г.), Урунджук (в 1950 г.), Кызылкум (в 1951 г.); возобновились работы на Челекене (в 1949 г.), Каратепе (в 1949 г.) и Боя-Даге (в 1951 г.).

В результате этих работ были открыты богатейшие залежи нефти на Кум-Даге, где уже из первой глубокой скважины в апреле 1948 г. была получена фонтанная нефть, и в западной части Челекена (в 1951 г.). Отмечены сильные газопроявления в отдельных скважинах на Кызылкуме (в 1952 г.), Урунджуке (в 1951 г.) и Монжуклы (в 1949—1950 гг.), а также признаки нефтеносности на Котуртепе (в 1949 г.) и Монжуклы (в 1952 г.). Месторождение Кум-Даг в 1949 г. было введено в промышленную разработку и уже в 1952 г. добыча по нему составила 60% всей добычи нефти объединения Туркменнефть.

Вовлечение в промышленную разведку всех новых площадей поставило перед геологами задачу проведения более детальных геологических

съемок с применением точных инструментов. В течение 1948—1950 гг. С. И. Зелинский (1950) производил инструментальную геологическую съемку на площади Монжуклы — Урунджук — Кум-Даг. В 1951 г. А. С. Архипченко производил детальную съемку Боя-Дага и в 1952 г. — съемку Западного Челекена.

С целью изучения характера сочленения Монжуклинской и Небит-дагской складок, М. К. Мирзаханов в 1951 г. произвел детальную геологическую съемку с применением крелиусного бурения на западной периклинали Монжуклинской структуры. Он же в 1952 г. заснял западное погружение Аладагской антиклинали.

В 1951 и 1952 гг. на окраинных площадях Прибалханского района были начаты крупные работы по геологической съемке. Частично были заново закартированы антиклинальные структуры Данатинского хребта, Малого Балхана и Перевало-Айдинской гряды. Работы эти выполнялись геологами Узбойской аэрогеологической экспедиции Министерства геологии СССР под руководством А. А. Ямнова.

Большие работы по аэрогеологической съемке территории Прикаспийской низменности проводил В. П. Мирошниченко (1948—1952). В результате его работ в области развития молодых четвертичных отложений был выявлен ряд антиклинальных структур, представляющих интерес в отношении нефтеносности.

За последние три-четыре года в методике проведения сейсмических исследований в Прикаспийской низменности произведен ряд усовершенствований, благодаря которым удалось расшифровать сложное и тектонически нарушенное строение присводовых частей Прибалханских складок, до того остававшихся «белым пятном» на сейсмических картах (работы Средне-Азиатского геофизического треста под руководством Ю. Н. Година).

В 1948—1950 гг. впервые на морских участках Прикаспийской низменности, в районе Красноводского залива, были применены методы морской геофизики.

Наряду с геолого-геофизическими работами широкие масштабы получили тематические исследования. В 1949—1952 гг. А. А. Али-Заде производил изучение разрезов отложений красноцветной толщи и акчагыла на площадях Прибалханского района, Г. И. Попов изучал разрезы апшеронских отложений. Одновременно, в 1950—1952 г., изучением стратиграфии плиоцена и тектоники складок Прибалханского района занимался А. И. Смолко. Изучением нефтеносных толщ Прибалханского района в 1949—1951 гг. занимались также геологи Всесоюзного нефтяного института А. В. Данов, В. А. Атанасян и С. Т. Гришина. Разрез бакинских отложений и их фауну 1950 г. изучала Е. В. Ливеровская.

Весьма интересную и в практическом отношении важную работу по изучению фаций отложений красноцветной толщи и акчагыла по данным кароттажных диаграмм в 1952 г. проводил К. К. Бабенко (объединение Туркменнефть). В результате его работ установлено, что красноцветная толща на Небит-Даге подвержена сильным фациальным изменениям и отмечавшиеся до сих пор на геологических профилях многочисленные сбросы с амплитудой 10—20 *м* в связи с этим лишены оснований.

Большая и систематическая работа по изучению геологии и нефтеносности площадей Прикаспийской низменности проводится коллективом геологов, работающих на нефтепромыслах и в конторах бурения, в геологических отделах объединения Туркменнефть, а также в Туркменском филиале ВНИИ.

Необходимо отметить также проведенное в последние годы бурение опорных скважин на Небит-Даге и Миасере, давшее ценный материал для суждений о характере разреза неогеновых пород.

ПРИБАЛХАНСКИЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ РАЙОН

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПЛОЩАДИ

Месторождение Небит-Даг

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ

Нефтяное месторождение Небит-Даг (см. рис. 2, № 3) расположено в 30 *км* к юго-западу от г. Небит-Дага, с которым нефтяные промыслы связаны железнодорожной веткой. Большая часть нефтепромысловой площади расположена на солончаке Келькор, который еще в середине прошлого столетия был мелким заливом Каспийского моря.

Среди ровной солончаковой равнины, располагающейся на абсолютных отметках минус 20—22 *м*, возвышается небольшая платообразная возвышенность с абсолютной отметкой 43,87 *м*, соответствующая наиболее приподнятой, сводовой части складки. Возвышенность эта вытянута на 3 *км* в широтном направлении, изрезана немногочисленными, но глубокими оврагами и опоясана кольцевой долиной выдувания. Склоны ее на значительном протяжении покрыты барханными песками. В северо-западной части расположено соленое озеро Порсугель, диаметром около 30 *м*, из которого вытекает ручей высокоминерализованной воды, исчезающей в солончаке.

Выходы нефти в Небит-Даге известны с давних времен. Бурение здесь было начато в 1882 г.; с 1882 по 1887 г. Симонов и Коншин пробурили здесь пять скважин глубиной 150—300 *м*, доведенных только до первого нефтеносного горизонта, залегающего в среднем подъярусе апшеронского яруса. Незначительные дебиты скважин и трудные условия работ в неосвоенной пустынной безводной местности привели к прекращению работ.

Разведка этого месторождения была возобновлена лишь через 40 лет, в 1927 г. Полученные в 1931—1933 гг. из верхней части красноцветной толщи мощные нефтяные фонтаны доказали промышленную нефтеносность недр месторождения. Разработка его была начата в 1934 г.

Темпы роста бурения и добычи нефти показаны в табл. 1.

Таблица 1

Темпы бурения и добычи нефти на Небитдагском месторождении

Годы	Бурение в тыс. *м* в год						Годовая добыча нефти в тыс. *т*	
	разведочное		эксплуатационное		всего			
	от	до	от	до	от	до	от	до
1882—1887	0,1	0,2	—	—	0,1	0,2	1,0	1,5
1927—1934	0,3	2,2	0,6	1,7	0,9	3,9	3,0	171,5
1935—1946	3,2	16,4	1,7	47,0	4,9	63,4	306,7	682,5
1947—1951	23,1	33,1	68,6	122,8	91,7	155,9	979,5	1 447,2

Историю развития добычи нефти на Небитдагском месторождении можно разбить на четыре периода, различающиеся между собой как по объему, так и по темпам роста добычи нефти.

Первый период — дореволюционный (1882—1887 гг.) — отличается мизерным объемом работ и ничтожной добычей нефти.

Второй период — с 1927 по 1934 г. — характеризуется незначительной добычей, колеблющейся в пределах до 7 тыс. *т* в год. Исключение представлял 1933 г., когда был получен мощный открытый фонтан из разведочной скважины № 13, выбросившей за 18 суток от 200 до 300 тыс. *т* нефти. Объем бурения оставался незначительным и в 1934 г. достигал 3900 *м*.

Третий период — с 1935 по 1946 г. — отличается от предыдущего сравнительно высоким уровнем добычи. В течение этих 11 лет добыча выросла с 306,7 до 682, 5 тыс. *т*, т. е. более чем в два раза. Объем буровых работ увеличился с 5,0 тыс. *м* в 1935 г. до 63,4 тыс. *т* в 1946 г.

Основным объектом разработки в этот период был небольшой тектонически обособленный участок Центральный Небит-Даг, расположенный на северном крыле присводовой части структуры. К концу периода сравнительно широко развернулись разведочные работы в направлении зазадной периклинали сладки, где в красноцветной толще было выявлено большое количество новых глубокозалегающих горизонтов. В отличие от Центрального, этот участок получил наименование Западного Небит-Дага.

Разведочное бурение на Западном Небит-Даге было начато в 1936 г.; по состоянию на 1 января 1937 г. по этому участку числилось 872,0 тыс. *т* запасов нефти категории В, общие запасы промышленных категорий (А+В) по всему Небитдагскому месторождению составляли 1432,0 тыс. *т*. На 1 января 1942 г. промышленные запасы по Западному Небит-Дагу достигли уже 19 684,0 тыс. *т*; общие запасы по этим категориям по всему месторождению в целом составляли 25 698,0 тыс. *т*. Таким образом, общие запасы месторождения увеличились почти в 20 раз, в основном за счет Западного Небит-Дага.

Последний, четвертый период — с 1946 по 1951 г. — характеризуется резким увеличением добычи с 682,5 тыс. *т* в 1946 г. до 1360 тыс. *т* в 1951 г., т. е. в два раза. Добыча последних пяти лет равна добыче, полученной за все предшествующие 20 лет (1927—1946 гг.). За это же время более чем в три раза увеличился объем буровых работ, достигший в 1951 г. 155,9 тыс. *м* против 46,7 тыс. *т* в 1946 г. С 1949 г. была начата разведка глубоким бурением восточного погружения Небитдагской структуры.

Первая геологическая карта месторождения в масштабе 1 : 10 500 была составлена в 1912 г. К. П. Калицким (1914 г.). В 1935 и 1936 гг. геологическая съемка была повторена в масштабах 1 : 4200 (В. А. Киров) и 1 : 5000 (А. М. Рашкуев).

В период 1932—1950 гг. на месторождении проводились магнитометрические, гравиметрические, электроразведочные и сейсморазведочные работы. Работы эти дали возможность расшифровать в общих чертах сложное строение всей структуры в целом. Они дали принципиально новый материал, значительно расширили и дополнили те представления, какие могли быть получены на весьма ограниченной площади распространения выходов коренных отложений.

СТРАТИГРАФИЯ

Разрез отложений, развитых в районе Небит-Дага (сверху вниз), показывает следующее (рис. 3).

Современные отложения представлены новейшими образованиями (барханные пески, солончаковые отложения, кировые покровы, элювий) и песчано-глинистыми отложениями с *Cardium edule* L. (новокаспийские слои).

Древнекаспийские (хвалынские) отложения, представленные песками, песчаниками и глинами с *Didacna praetrigonoides* Nal. Мощность их 5—10 *м*.

Бакинский ярус представлен двумя подъярусами: верхним[1] и нижним.

Верхний подъярус сложен глинистыми песками и глинами, в основании которых залегает галечник. Мощность толщи достигает 100 *м*. Верхнебакинские отложения залегают несогласно на нижнебакинских.

Нижний подъярус состоит из чередующихся песков, алевритов и глин, среди которых выделяются пласт красноватых глин, переполненный створками *Didacna baeri* Grimm, и пласт галечника, залегающий в основании яруса. Мощность отложений нижнего подъяруса в обнажениях составляет 185 *м*.

Общая мощность бакинского яруса в скважинах достигает 500—550 *м*, причем в нижней части разреза преобладают пески. Отложения бакинского яруса трансгрессивно с большим угловым несогласием залегают на разных горизонтах апшеронского яруса.

Апшеронский ярус. В отложениях этого яруса на Небит-Даге выделяются средний и нижний подъярусы. Средний подъярус состоит из шести толщ (сверху вниз):

1. Песчано-глинистая толща — чередующиеся темно-серые глины, пески и тонкие прослои песчаников. В основании встречаются растительные остатки, пресноводная фауна. Мощность 60 *м*.

2. Толща красных глин, чередующихся с песками и песчаниками с *Apscheronia propinqua* Eichw., *Ap. eurydesma* Andrus., *Didacna* (*Hyrcania*) *longintermedia* Andrus. и др. Мощность 80—100 *м*.

3. Глинисто-мергелистая толща, также представленная чередующимися глинами, песками и песчаниками, в подошве которой залегает пласт светло-серых мергелей с обильной фауной. Мощность 50—60 *м*. Эти отложения с большим угловым несогласием залегают на подстилающих породах, также относящихся к среднему апшерону.

4. Песчано-глинистая толща — пески, чередующиеся с глинами, содержащими фауну: *Apscheronia propinqua* Eichw., *Didacna (Hyrcania) longintermedia* Andrus. и многочисленные *Dreissensia*. Залегает несогласно на подстилающих отложениях. Мощность 60—80 *м*.

5. Толща темно-серых глин с редко встречающимися *Dreissensia* sp. Мощность 30—60 *м*.

6. Песчано-глинистая толща, подобная четвертой. Мощность 80—100 *м*.

Общая мощность среднего апшерона достигает 430 *м*. Отложения среднего апшерона залегают с угловым несогласием на различных горизонтах нижнего апшерона вплоть до самой нижней толщи.

[1] По данным П. В. Федорова (1946, 1953), верхний подъярус бакинского яруса на Небит-Даге и в других структурах Прикаспийской низменности отсутствует; слои, принятые В. Н. Вебером, К. П. Калицким и другими геологами за верхнебакинские, в действительности относятся к хазарскому ярусу.

СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ЯРУС, ТОЛЩА	ПОДЪЯРУС	МОЩНОСТЬ В м	РАЗРЕЗ	ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ	ПОСТПЛИОЦЕН	СОВРЕМ.				Барханные пески, солончаковые отложения, кировые покровы, элювиальные отложения
		НОВ.КАСП				
		ХВАЛЫН.		5–10		Пески с **Cardium edule**
		БАКИНСКИЙ	ВЕРХНИЙ	100		Пески, песчаники и глины с **Didacna praetrigonoides** Глинистые пески и глины, в основании галечник
			НИЖНИЙ	185		Чередование песков, алевритов и глин. Один пласт красноватых глин с **Didacna baeri (a)**. В основании галечник **a)**
НАЗЫМСКАЯ	ПЛИОЦЕН	ПОНТИЧЕСКИЙ	СРЕДНИЙ	430		Чередование темносерых глин, песков и тонких прослоев песчаников. В основании растительные остатки, пресноводная фауна Чередование красных глин, песчаников и песков с **Apscheronia propinqua** и др. Чередование глин, песков и песчаников. В подошве пласт светлосерых мергелей с обильной фауной Чередование песков и глин, содержащих фауну **Apscheronia propinqua** и др. Темносерые глины с редкими **Dreissensia** Чередование песков и глин
			НИЖНИЙ	480-500		Темносерые глины с **Streptocerella voluta** Розовые глины Серые мергели с **Streptocerella voluta** Однообразные серые слоистые глины с пластом черных глин
		АКЧАГЫЛЬСКИЙ		210		Чередование глин и песков
		КРАСНОЦВЕТНАЯ ТОЛЩА		>2000		Чередование мелкозернистых песков и алевролитов с глинами

м 40 0 40 80 м

1 2 3 4

5 6 7

Рис. 3. Стратиграфический разрез месторождения Небит-Даг
1—песок; *2*—песчаник; *3*—глинистый песок; *4*—глины; *5*—черные глины; *6*—мергели; *7*—галька

В обнажающейся на поверхности части разреза пород нижнего апшерона выделяются три толщи:

1. Толща темно-серых глин с *Streptocerella voluta* Andrus. мощностью 100 *м*, залегающая со следами перерыва на нижележащей.

2. Толща розовых глин мощностью 50 *м*, залегающая несогласно на нижней.

3. Толща серых мергелей с *Streptocerella voluta* Andrus. мощностью 80—150 *м*.

Общая мощность обнаженной части нижнего апшерона составляет 230—300 *м*. Самая нижняя часть апшеронского яруса, имеющая около 250 *м* мощности (как и нижележащие отложения), не обнажается на поверхности и вскрыта скважинами. Она представлена однообразными песчанистыми глинами, и только на глубине 100—110 *м* от кровли акчагыльского яруса в ней выделяется пласт черных некарбонатных глин мощностью 3—4 *м*. Эти глины четко выделяются на кароттажных диаграммах и прослеживаются по всему северному крылу складки, являясь единственным надежным репером во всем разрезе отложений, вскрытых скважинами.

Общая мощность апшеронского яруса в скважинах, расположенных на западном погружении складки, достигает 800—850 *м*.

Акчагыльский ярус. Верхняя граница акчагыльского яруса проводится условно на основании резкой литологической смены однообразных глинистых пород песчано-глинистыми. За кровлю акчагыльского яруса принимается кровля песчаного пласта (II горизонта), который хорошо прослеживается почти по всей площади, освещенной бурением.

Для акчагыльских отложений характерна резкая литологическая изменчивость. На северном крыле центральной части складки эти отложения представлены преимущественно глинами с одним 5—7-метровым песчаным пластом, залегающим в кровле акчагыльского яруса. Общая мощность составляет 80 *м*. В восточном и западном направлениях мощность этих отложений постепенно увеличивается за счет появления в них песчаных пластов.

В пределах Западного Небит-Дага, где эти отложения пройдены большим количеством скважин, мощность их достигает 210 *м*. Здесь в разрезе прослеживается до 11 песчаных пластов, составляющих около 40% общей мощности отложений, при чрезвычайном непостоянстве литологического состава. Как песчаные, так и глинистые пласты сравнительно быстро выклиниваются по простиранию, образуя линзы различной протяженности.

Нижняя граница акчагыльского яруса надежно устанавливается в скважинах Центрального Небит-Дага, где глинистые отложения низов акчагыла резко сменяются песчаными отложениями красноцветной толщи. На периклинальных частях складки переход от акчагыльских к красноцветным отложениям становится незаметным вследствие фациальной изменчивости разреза в верхней части красноцветной толщи и низах акчагыла при общем литологическом сходстве пород (чередование песков и глин как в том, так и в другом случаях).

Граница ярусов устанавливается по микрофаунистическим данным. В нижней части акчагыльского яруса содержатся в коренном залегании фораминиферы *Cassidulina crassa* Orb. и другие, тогда как верхи красноцветной толщи характеризуются наличием переотложенных окатанных фораминифер мелового и палеогенового возраста.

Красноцветная толща. Несмотря на большой фактический материал, полученный по значительному количеству скважин, вскрывших красноцветную толщу на глубину 1000—1100 *м* по мощности, а в ряде разведочных скважин на 1500—2000 *м*, до настоящего времени разрез ее, по существу, расчленен весьма условно. Причина этой условности заключается в том, что литологический состав отложений подвержен резким фациальным изменениям. При сопоставлении разрезов многочисленных скважин наблюдается быстрый переход пачек глин в пески и наоборот.

В верхней части (600 *м*) разреза красноцветной толщи, вскрытой скважинами, преобладают тонко- и мелкозернистые пески, которые составляют до 60—65% общей мощности разреза; в нижней части содержание их уменьшается до 40—50%. Пески в значительной части глинистые. Глины обычно неслоистые, красно-бурые и серые различных оттенков. Изредка в разрезе встречаются пропластки серых песчаников, сцементированных в различной степени. В глинистых пластах содержатся в коренном залегании остракоды, еще недостаточно изученные.

Средняя пористость песков красноцветной толщи составляет 22%, изменяясь от 14,6 до 33,6%, что связано с различной степенью их отсортированности и цементации. Проницаемость их колеблется от 12 до 843 миллидарси. Карбонатность песков в среднем равна 11,5%, изменяясь в интервале от 6,3 до 16,8%.

По принятой геологами Туркменнефти схеме расчленения разреза красноцветной толщи в пределах верхних 1050 *м* выделяются 17 песчано-глинистых пачек, условно нумеруемых от III до XIX включительно; мощность их от 50 до 100 *м* и более. Ниже разрез освещен небольшим количеством скважин, вскрывших красноцветную толщу по мощности максимально на 2000 *м*.

В наиболее глубоких разведочных скважинах, расположенных в различных частях складки, начиная с глубины 1800 *м* от кровли красноцветной толщи, характер отложений резко меняется; преимущественно развитые здесь пески сменяются глинами с прослоями песков. Эта существенно глинистая толща, пройденная на максимальную мощность 200 *м*, выделяется в нижний отдел.

До настоящего времени подошва красноцветной толщи вскрыта, по-видимому, только в опорной скважине № 367, заложенной в своде структуры. Петрографические и микропалеонтологические исследования кернов из этой скважины показали, что с глубины 2152,8 *м* (забой скважины на глубине 2240 *м*, кровля красноцветной толщи на глубине 300 *м*) она вошла в слои, подстилающие красноцветную толщу.

По данным В. А. Атанасяна, эти отложения представлены обломочными известняками темно-серого цвета с зеленоватым оттенком, с оолитами и остатками фауны. Эти обломочные известняки переслаиваются с песками, в большинстве случаев насыщенными нефтью, и реже с мелкозернистыми песчаниками и алевритами. Подстилаются они серовато-зелеными глинами, слабопесчанистыми, жирными на ощупь. Возраст этих отложений точно не установлен.

ТЕКТОНИКА

По данным геофизических исследований, Небитдагская складка представляет собой брахиантиклиналь, вытянутую на 25 *км* в широтном направлении. Ширина ее около 10 *км*. Амплитуда поднятия свода складки достигает 3000 *м*. Складка несимметричная, северное крыло положе

южного. В ядре складки обнажаются отложения нижнего апшерона, а на крыльях — среднеапшеронские и бакинские отложения.

В толще отложений апшеронского яруса установлено пять перерывов, проявляющихся угловыми несогласиями. Углы падения в отложениях апшеронского яруса изменяются от 22 до 36°. Нижнебакинские отложения залегают с резким угловым несогласием на пластах апшеронского яруса; углы падения их 12—15°. В свою очередь верхнебакинские [1] отложения несогласно залегают на нижнебакинских с углами падения 6—8°. Хвалынские отложения залегают почти горизонтально на размытой поверхности нижнего апшерона; вместе с кировым покровом они обусловливают платообразный характер возвышенности.

На общем фоне антиклинального поднятия наблюдается чрезвычайное разнообразие в проявлениях дислокационных процессов, которые нарушили строение складки и внесли большие отклонения от нормального простирания пластов. В исследованной присводовой части складки наблюдаются следующие дизъюнктивные формы: а) грабены и горсты, б) сбросы и сдвиги широтного или близкого к этому направлению простирания, в) сбросо-сдвиги северо-западного простирания.

На сравнительно небольшой площади выходов на поверхность дислоцированных отложений выявлен ряд крупных горстов и грабенов с амплитудой смещения пород до 400 *м*. Углы падения сбрасывателей достигают 75—80°. Дизъюнктивные нарушения типа сбросо-сдвигов широко развиты и четко прослеживаются.

Сбросо-сдвиги широтного простирания прослеживаются от восточного конца Небитдагской складки далеко на запад и, по-видимому, выходят за пределы ее сводовой части. Общее перемещение южного крыла с востока на запад по отношению к северному происходит по системе ступенчатых сбросо-сдвигов и составляет от 300 до 1000 *м*.

Результаты бурения дают возможность значительно расширить и детализировать представление о глубинном строении Небитдагской складки (рис. 4). По полученным данным, переход сводовой части складки к западной периклинали выражен флексурообразным перегибом пластов с углами падения, достигающими 45°; перегиб осложнен несколькими ступенчатыми сбросами. Среди них выделяется один крупный сброс с амплитудой около 200 *м*, протягивающийся в запад-северо-западном направлении и отделяющий Западный Небит-Даг от Центрального. В результате этого пласты на сравнительно небольшом расстоянии (1 *км*) погружаются на 600—700 *м*. Далее на запад пласты вновь выполаживаются, образуя широкую западную периклиналь, изученную бурением на протяжении более 3 *км*. Углы падения в этой части периклинали не превышают 10—12°.

По данным сейсморазведки, западная периклиналь складки протягивается в широтном направлении более чем на 10 *км*. Вдоль всей присводовой ее части прослеживается зона основного регионального разлома, уходящая за пределы складки и состоящая из нескольких сбросов. Эти сбросы разбивают складку на ряд крупных тектонических блоков, вытянутых в широтном направлении. Взаимоотношения блоков детально еще не изучены, но, по данным бурения, в западной части складки установлена приподнятость ее южного крыла на 300 *м* по отношению к северному. В присводовой части структуры намечается наличие грабена.

На северном крыле складки, в районе Центрального Небит-Дага,

[1] Хазарские, по П. В. Федорову.

развита система сбросов северо-западного направления с амплитудами до 100 *м*, не распространяющихся на периклинальные части складки. Эта

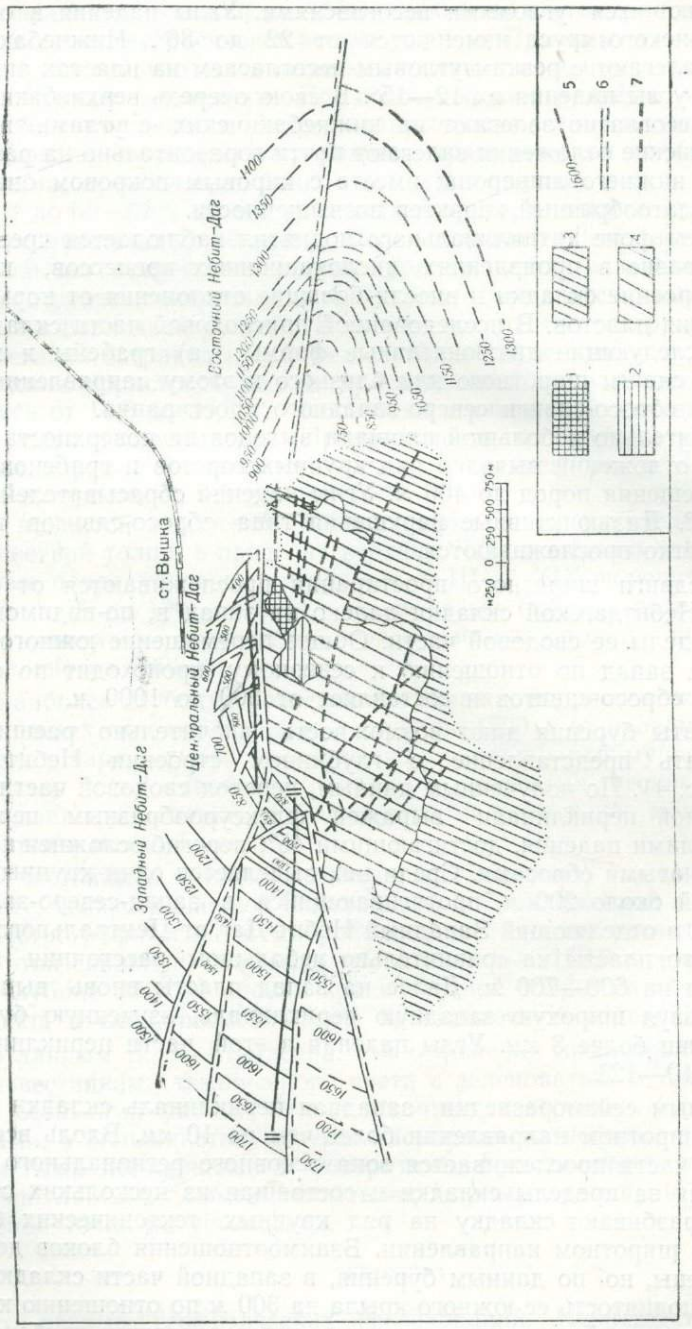


Рис. 4. Структурно-геологическая карта месторождения Небит-Даг

1—кировые покровы; *2*—хвалынские отложения; *3*—бакинский ярус; *4*—апшеронский ярус; *5*—изогипсы кровли красноцветной толщи; *6*—разломы, установленные по данным бурения; *7*—разломы, установленные по данным геологической съемки

система сбросов обусловливает ступенчатое погружение отдельных тектонических блоков в западном направлении.

В восточном направлении складка, довольно резко погружаясь, образует укороченную восточную периклиналь, углы падения по оси складки достигают 25—30°.

НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

Нефтеносность отложений Небитдагской складки по площади разведана лишь частично, и продуктивный разрез вскрыт не полностью. Промышленная нефтеносность отмечена во всем комплексе плиоценовых отложений и находится в прямой зависимости от количества коллекторов в разрезе. Основные залежи нефти приурочены к красноцветной толще, включающей подавляющее количество нефтеносных горизонтов, а также к отложениям акчагыльского и апшеронского ярусов, в которых, в особенности в последнем, количество песков значительно уменьшается.

Изменение характера нефтеносности того или иного горизонта по площади находится в зависимости от изменчивости литологического состава отложений, вызванной чрезвычайно неустойчивыми условиями накопления осадков плиоцена. Кроме того, распространение залежей нефти контролируется плоскостями многочисленных разломов.

Разведанная площадь нефтеносности в отложениях акчагыльского яруса и красноцветной толщи на Западном Небит-Даге весьма значительна, протяженность ее около 3 *км*, ширина более 1500 *м*. В восточном направлении площадь нефтеносности постепенно сужается, ограничиваясь с севера сбросом запад-северо-западного простирания, отделяющим Западный Небит-Даг от Центрального.

Восточнее, на Центральном Небит-Даге, площадь нефтеносности в указанных отложениях протягивается вдоль широтного нарушения еще на 2 *км* в виде узкой полосы, ширина которой не превышает 400 *м*. В восточном направлении наблюдается последовательное уменьшение амплитуды нефтеносности по разрезу.

На Западном Небит-Даге нефтеносной является значительная часть красноцветной толщи (свыше 1000 *м* по мощности). На Центральном Небит-Даге нефтеносность ограничивается в основном верхними членами разреза (500—300 *м*). На Восточном Небит-Даге промышленная нефтеносность бурением не установлена.

В отложениях апшеронского возраста промышленные залежи нефти приурочены к среднему подъярусу. Они имеют второстепенное значение вследствие незначительного развития песков и их ограниченности по площади.

До настоящего времени не удалось выявить закономерности в распространении промышленной нефтеносности в песчаных линзах апшеронских отложений. Наибольшей мощности (10—15 *м*) пески достигают на сравнительно небольшой площади (60 *га*) в северо-восточной части Западного Небит-Дага; они приурочены здесь к верхней части среднего апшерона, образуя локальную залежь нефти.

В пределах Центрального Небит-Дага нефтеносность приурочена к нижней глинисто-песчаной пачке среднего апшерона, где мощности песчаных прослоев не превышают 2—3 *м*; количество их весьма непостоянно, достигает в пределе 10. Эти пески объединяются в пачку первых горизонтов (горизонт I в нижней и Ia в верхней части среднего апшерона). Кроме того, спорадическая нефтенасыщенность песков апшеронского яруса наблюдается вблизи зоны основного разлома в сводовой части Западного Небит-Дага; по-видимому, насыщение этих песков про-

исходило по трещинам разломов. В горизонтах I и Ia залежи нефти большей частью малодебитные.

Распределение залежей нефти в акчагыльских отложениях подчинено фациальной изменчивости, которая здесь выражена очень резко. Песчанистость разреза постепенно увеличивается в западном направлении, и на Западном Небит-Даге количество песчаных горизонтов достигает 12, тогда как в восточной части, на Центральном Небит-Даге, оно сокращается до одного. Эти горизонты по существующей номенклатуре объединяются в пачку вторых горизонтов и подразделяются на горизонты II, IIa, IIб и IIв; по мере появления в разрезе новых нефтяных пластов дополнительно выделяются горизонты II′, IIa′ и т. д.

Нефтеносность верхних горизонтов второй свиты прослеживается за пределами контуров нефтеносности верхней части красноцветной толщи.

Разведанная часть разреза красноцветной толщи условно расчленяется на 17 пачек, обозначаемых римскими цифрами от III до XIX включительно. Мощности этих пачек изменяются в пределах от 50 до 120 *м*. Каждая пачка подразделяется на горизонты (III, IIIa, IIIб, ..., IV, IVa, IVб, . . . и т. д.) по мере появления в разрезе этих пачек того или иного количества песчаных нефтенасыщенных пластов. Общее количество горизонтов в отдельных скважинах составляет 60 и более. Вследствие резкой литологической изменчивости за самостоятельные объекты разработки принимаются пачки горизонтов (рис. 5).

В ряде разведочных скважин встречена нефтеносность, приуроченная к стратиграфически более глубоким горизонтам средней части красноцветной толщи. В единственной скважине (№ 554), расположенной в северо-западной части Западного Небит-Дага на погружении северного крыла складки, обнаружена высокая промышленная нефтегазоносность в нижней части красноцветной толщи. В этой скважине в глинисто-песчаной пачке, залегающей на глубине 1750—1900 *м* от кровли красноцветной толщи, обнаружены четыре песчаных пласта с мощностями 10—12 *м*, характеризующиеся на кароттажной диаграмме высокими сопротивлениями. При опробовании нижнего горизонта, залегающего на глубине 3450 *м* (на глубине 1850 *м* от кровли красноцветной толщи), получен фонтанный приток нефти (с суточным дебитом 70 *т*), который вскоре сменился выделением чистого газа при давлении до 220 *ат*.

Залежи нефти Небитдагского месторождения в основном соответствуют пластовому сводовому типу (по классификации И. О. Брода). Явления прерывистости нефтенасыщения, связанные с выклиниваниями песков по площади, а также значительное количество разрывов, разбивающих залежи на самостоятельные тектонические блоки, осложнили сводовые пластовые залежи и привели к образованию залежей (типов) литологически экранированных и тектонически экранированных (рис. 6 и 7).

Литологически экранированные залежи приурочены к апшеронским отложениям, а на Западном Небит-Даге они имеют значительное развитие также в красноцветной толще и акчагыльском ярусе. Форма и величина литологически экранированных залежей резко варьирует. В слоях апшеронского яруса в плане залежи имеют форму небольших линз длиной до 0,5 *км*. В акчагыльских отложениях подобные линзы имеют более значительные размеры, достигают свода складки и протягиваются на 1—2 *км* и более. Значительно разнообразнее по форме и размерам литологически экранированные залежи в красноцветной толще. Здесь наряду с мощными нефтеносными пачками, протягивающимися на расстояние

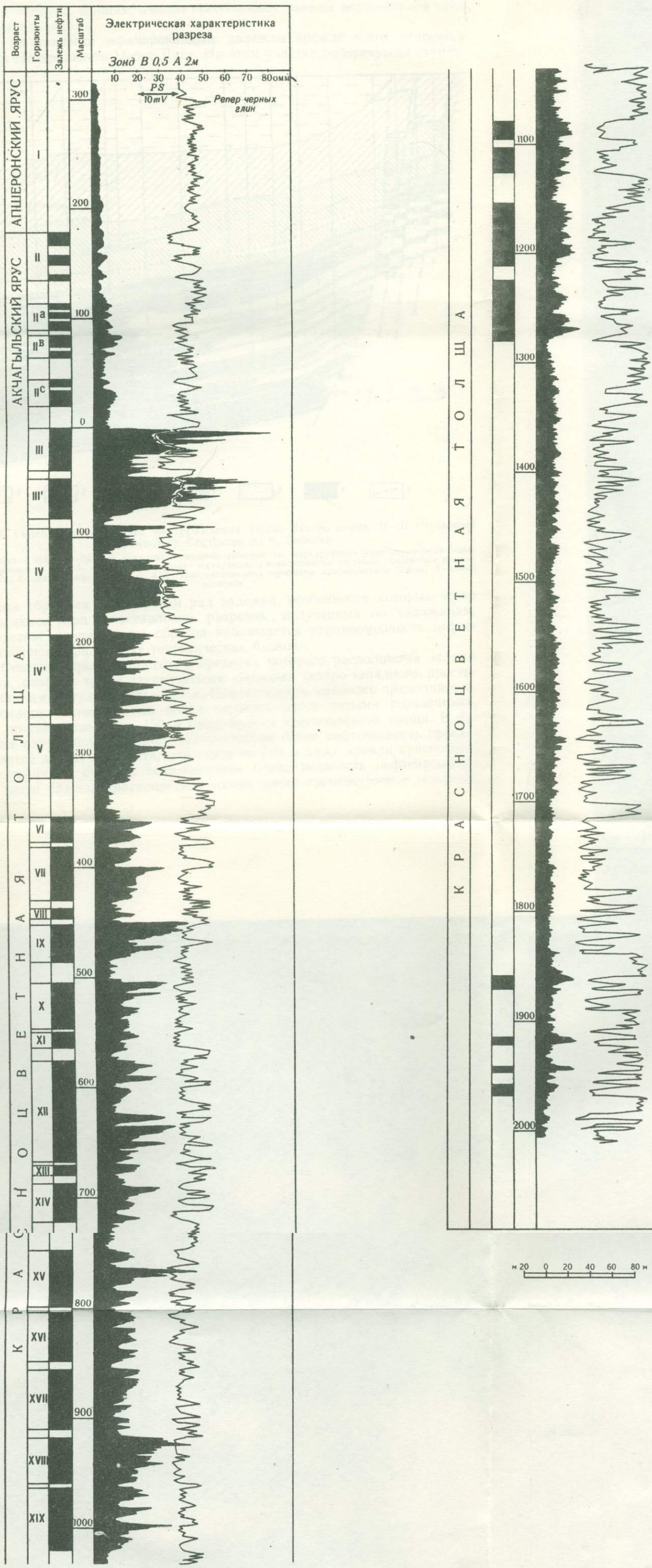


Рис. 5. Сводный разрез и электрическая характеристика продуктивных горизонтов акчагыльского яруса и красноцветной толщи месторождения Небит-Даг

до 3 *км*, встречаются залежи, имеющие вид небольших линз, заключенных в глинистых толщах; однако преобладают залежи значительной протяженности.

К тектонически экранированным залежам прежде всего относятся залежи Центрального Небит-Дага. На этом участке поперечными ступен-

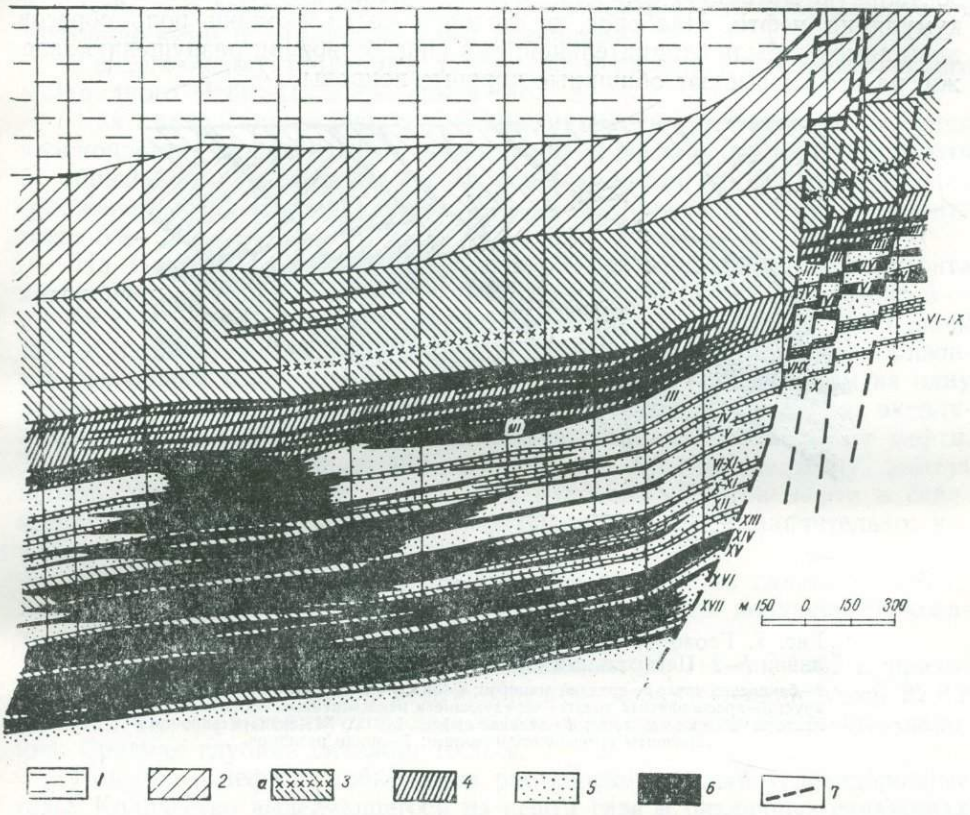


Рис. 6. Геологический разрез месторождения Небит-Даг по линии *II—II* (Западный Небит-Даг). Составлен К. К. Бабенко

1—бакинский ярус; *2*—средний апшерон; *3*—нижний апшерон (*а*—маркирующий горизонт черных глин); *4*—акчагыльский ярус; *5*—красноцветная толща—чередующиеся ненасыщенные песчаные коллекторы и прослои глин; *6*—залежь нефти: *I, II,..., XIX*—эксплуатационные горизонты красноцветной толщи; *7*—линии разломов

чатыми сбросами экранирован ряд залежей, особенности которых четко выявляются при сопоставлении разрезов, полученных по скважинам. Вследствие влияния этих сбросов наблюдается неравномерность нефтенасыщенности различных тектонических блоков.

Северное крыло складки, в пределах которого расположена залежь нефти, разбито тремя ступенчатыми сбросами северо-западного простирания с амплитудами 100—120 *м*. Нефтеносность наиболее приподнятого, восточного тектонического блока ограничивается пятыми горизонтами, т. е. прослеживается на 150 *м* ниже кровли красноцветной толщи. В наиболее опущенном, западном тектоническом блоке нефтеносность прослеживается до XII горизонта, опускаясь на 700 *м* ниже кровли красноцветной толщи. В среднем тектоническом блоке мощность нефтенасыщенной части разреза красноцветной толщи имеет промежуточное значение.

Отмеченные различия в нефтеносности трех блоков указывают, что наличие плоскостей разломов существенно влияет на распределение нефти. Это подтверждается также различной минерализацией вод, содержащихся в одних и тех же стратиграфических горизонтах, но в различных тектонических блоках. В данном случае сбросы, затрудняя горизонтальную миграцию флюида, играли положительную роль в деле аккумуляции нефти. Наоборот, в сводовой части складки роль сбросов, по-видимому, была отрицательной; они способствовали разрушению залежи, на что указывают обширные кировые покровы.

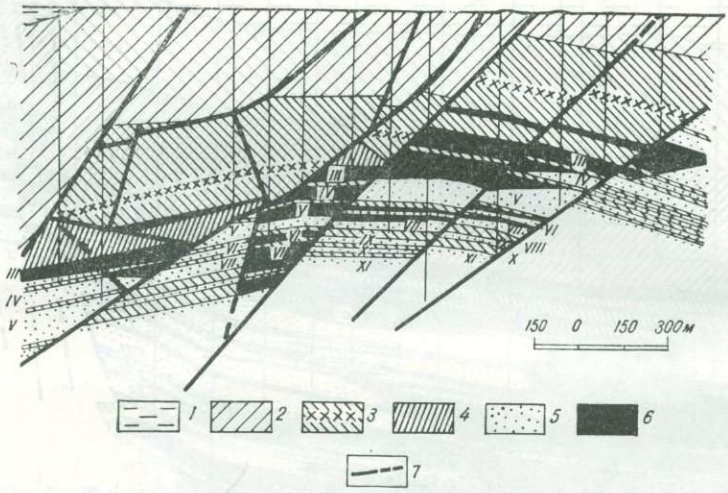


Рис. 7. Геологический разрез месторождения Небит-Даг по линии *I—I* (Центральный Небит-Даг). Составлен К. К. Бабенко

1—бакинский ярус; *2*—средний апшерон; *3*—нижний апшерон; *4*—акчагыльский ярус; *5*—красноцветная толща—чередующиеся ненасыщенные песчанные коллекторы и прослои глин; *6*—залежь нефти: I, II... XI—эксплуатационные горизонты красноцветной толщи; *7*—линии разломов

РЕЖИМ ПЛАСТОВ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

На Небит-Даге имеются залежи, характеризующиеся как режимом растворенного газа, так и водонапорным режимом.

Залежи первого типа преобладают на Западном Небит-Даге. Для них характерно резкое снижение пластовых давлений в процессе эксплуатации. В результате этого быстро прекращается фонтанирование нефти и скважины переводятся на механизированную добычу или же, при особенно резком падении притока, полностью прекращается эксплуатация того или иного горизонта в данной скважине.

Ко второму типу (с водонапорным режимом) относится большая часть залежей Центрального Небит-Дага. Скважины, добывающие нефть из этих залежей, фонтанируют до почти полного обводнения и только после этого переводятся на механизированный способ добычи при сравнительно высоком динамическом уровне жидкости. Следует отметить, что вода появляется нередко с самого начала эксплуатации. Постепенное снижение здесь пластовых давлений вызывается тем, что краевая вода, обусловливающая пластовое давление, не успевает полностью возмещать количество извлекаемой из скважины жидкости.

Имеются исключения из отмеченного распределения типов залежей. Так, на крайнем северном участке Западного Небит-Дага ряд горизонтов характеризуется упруго-водонапорным режимом, а в юго-западной части Центрального Небит-Дага залежи почти всех вскрытых бурением горизонтов характеризуются режимом растворенного газа. Эти отклонения вызываются различной степенью гидравлической связи горизонтов друг с другом и с законтурной частью месторождения, что обусловливается тектоническими и литологическими причинами.

Геолого-эксплуатационные данные по месторождению Центрального и Западного Небит-Дага сведены в табл. 2.

Как видно из приведенной таблицы, наиболее продуктивной является красноцветная толща. Из нее до настоящего времени добыто 88% нефти от общей добычи нефти по месторождению, тогда как из акчагыльских отложений (II горизонт) добыто 7%, а из апшеронских (I горизонт) всего 5%.

На Центральном Небит-Даге разработка верхнего (III) горизонта красноцветной толщи начата в 1934 г., а более низких горизонтов — в 1939 г. Эксплуатационное бурение здесь закончено в 1944 г. До 1 июня 1952 г. в эксплуатации в разное время находилось 525 скважино-горизонтов при общем количестве пробуренных скважин 260. В среднем на одну пробуренную скважину средней глубиной 600 *м* добыто за период эксплуатации 23,8 тыс. *т* нефти; общая добыча составила 6296 тыс. *т* нефти. Текущая добыча составляет 490 *т* в сутки, т. е. 4,2 *т* на скважину; добыча производится в основном глубинными наносами. Приток нефти в скважинах в процессе эксплуатации уменьшается весьма незначительно: коэффициент падения дебита составляет 0,99.

На Западном Небит-Даге планомерная разработка начата в 1945 г., хотя уже в 1936 г. в ряде разведочных скважин были получены положительные результаты.

В среднем на одну пробуренную скважину до 1 июня 1952 г. приходится 17,07 тыс. *т* добытой нефти. Средний дебит скважин здесь 22,0 *т* в сутки, что характеризует весьма высокую продуктивность месторождения. Средняя глубина скважин 1600 *м*.

Попутно с нефтью добываются растворенные в ней углеводородные газы. Количество выделяющегося из нефти газа в различных скважинах значительно варьирует и зависит от степени разработанности данного горизонта. Газовые факторы по горизонтам приведены в табл. 2. Количество добываемого газа, подсчитанное по газовым факторам, составляет 300—350 тыс. $м^3$ в сутки.

В ряде скважин, пробуренных в сводовой части складки на Западном Небит-Даге, из различных горизонтов красноцветной толщи и акчагыльского яруса получен чистый газ с высоким давлением, достигающим 150 *ат*.

Это обстоятельство указывает на наличие газовых шапок, распространяющихся на сравнительно узкой площади, вытянутой вдоль широтного разлома.

Сведения о запасах нефти и газа приведены в табл. 3 и 4.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТИ И ГАЗА

Исследование нефтей месторождения Небит-Даг показало, что они разделяются на две группы: нафтеново-метановую и метаново-нафтеновую. Нефти Центрального Небит-Дага относятся к нафтеново-метановой группе и весьма близки по групповому составу. К той же группе отно-

Таблица 2

Геолого-эксплуатационные данные по Небитдагскому месторождению на 1/I 1952 г.

Участок	Пачка горизонтов	Год ввода в эксплуатацию	Количество скважин, переданных в эксплуатацию	Начальный среднесуточный дебит нефти в одной скважине в *т*			Количество скважин, находящихся в эксплуатации на 1/VI 1952 г.	Средний дебит одной скважины в сутки в *т*		Период фонтанной эксплуатации, в сутках			Газовый фактор в $м^3/т$			Добыто нефти с начала эксплуатации в тыс. *т*			
																на одну скважину			всего
				от	до	средн.		нефти	воды	от	до	средн.	от	до	средн.	от	до	средн.	
Центральный Небит-Даг	I	1882	49	0,7	41	11	14	1,6	2,4	2	82	40	12	44	22	0,2	13,2	7	341
	II	1931	42	0,5	63	18	18	2,0	16	103	408	299	15	76	44	0,7	49	9	363
	III	1932	156	0,5	985	50	32	6,9	57,8	1	2 729	420	3	29	15	0,1	246	14	220
	IV	1935	74	1,1	450	60	13	2,3	20,5	1	2 542	490	5	35	19	0,04	139	17	1 298
	V	1936	99	0,5	244	40	19	3,0	29,0	10	1 980	342	3	57	23	0,1	85	11	1 090
	VI	1937	29	0,6	188	49	9	3,6	21,8	12	818	160				0,4	36	12	347
	VII	1938	32	1,0	194	60	7	4,1	54,2	35	564	305	12	25	23	0,3	58	14	452
	VIII	1941	8	4,8	99	32	—	—	—	39	290	191	—	—	—	3,8	29	6	51
	IX	1942	8				1	0,2	1,5	20	301	160	—	—	—	0,4	15	3	27
	X	1941	8	10,7	154	49	—	—	—	26	441	174	—	—	—	2,6	23	6	47
	XI	1941	4	52,4	106	82	1	4	72,2	—	—	—	—	—	—	0,2	23	17	68
	XII	1944	16	2,0	58	16	3	3,8	26,5	70	641	354	—	—	—	0,1	5	1	10
Западный Небит-Даг	Ia	1944	51	3,1	52,8	33	27	4,1	69,6	—	—	—	—	—	—	0,7	34	8	351
	II	1944	95	1,0	53	22	40	13,8	5,6	6	412	108	88	655	258	0,2	10	4	387
	III	1944	64	1,5	165	31	25	21,8	33,4	7	1 180	277	40,7	655	125	1,5	79	24,6	1 579
	IV	1944	58	0,7	155	38	11	27,5	10,5	7	936	206	84,3	234	134	0,6	74	7	369
	V	1944	16	2,0	172	54	1	14,4	4,5	14	1 257	415	90	138	112	0,2	59	23	364
	VI	1944	27	3,5	115	34		14,2	6,0	7	615	113	52	—	52	0,4	8	7,3	184
	VII	1944	41	8,7	412	60	14	13,5	18	4	891	210	23	306	155	1,2	16	13	529
	VIII	1946	7	8,2	54	32	2	11,1	0,2	74	136	105	150	190	170	0,7	5	2	13
	IX	1947	20	2,3	84	22	5	15,4	16,4	16	580	142	72	—	72	1,5	6	6,5	131
	X	1946	37	2,3	145	46	6	8,4	10,7	4	543	132	116	441	204	0,3	16	15	567
	XI	1947	12	6,5	135	52	5	13,8	57,9	151	997	444	230	260	254	0,0	96	17	203
	XII	1947	41	3,1	194	53	6	19,0	20,5	3	885	155	66	370	221	1,4	42	17	706
	XIII	1947	6	18	31	24	5	17,3	32,6	—	82	82	230	240	238	—	1	0,2	1
	XIV	1947	20	5,11	30	37	3	20,5	15,8	15	407	199	80	232	115	3,0	20	10,7	217
	XV	1947	26	3,5	135	61	4	19,2	72	8	513	373	62	137	120	1,2	36	12,6	328
	XVI	1948	22	12,0	148	61	8	22,7	186	2	557	133	68	170	161	4,1	17	7,6	168
	XVII	1949	13	3,9	142	49	3	21,8	18,1	11	309	156	104	310	220	0,0	31	5,5	72
	XVIII	1947	20	0,5	119	50	5	21,9	13,5	14	227	127	210	478	235	0,1	12	6,6	133
	XIX	1949	18	20,1	116	65	7	24,0	16,2	31	456	215	61	320	216	1,0	22	7,6	138

Таблица 3

Запасы нефти месторождения Небит-Даг (в тыс. *т*)

Участок	Категория запасов	Первоначальные запасы		Запасы на 1/I 1952 г. (по форме 8-Г)
		утвержденные ВКЗ по состоянию изученности на 1/I 1942 г.	подсчитанные по состоянию изученности на 1/I 1949 г.	
Центральный Небит-Даг	A_1	1 217,4	6 208,0	939,0
	A_2	3 676,7		824,0
	B	1 178,7	422,0	7 118,0
	A+B	6 072,8	6 630,0	8 881,0
	C_1	3 108,3	3 200,0	3 011,0
Западный Небит-Даг	A_1	517,7	13 432,0	7 574,0
	A_2	3 053,1		4 002,0
	B	11 663,6	2 801,0	2 954,0
	A+B	15 234,4	16 233,0	14 530,0
	C_1	48 588,7	78 511,0	20 216,0
Всего по Небит-Дагу	A_1	1 735,1	19 640,0	8 513,0
	A_2	6 729,8		4 826,0
	B	12 842,3	3 223,0	10 072,0
	A+B	21 307,2	22 863,0	23 411,0
	C_1	51 697,0	81 711,0	23 227,0

Таблица 4

Запасы газа месторождения Небит-Дага (в тыс. *м*³)

Участок	Категория запасов	Запасы, утвержденные ВКЗ по состоянию изученности на 1/I 1942 г.	Запасы на 1/I 1952 г. (по форме 8-Г)
Центральный Небит-Даг	A_1	38,69	
	A_2	133,64	
	B	34,97	
	A+B	207,30	
	C_1	142,39	
Западный Небит-Даг	A_1	39,40	
	A_2	234,90	
	B	898,70	
	A+B	1 173,00	
	C_1	3 879,20	
Всего по Небит-Дагу	A_1	78,09	1 256,12
	A_2	368,54	687,896
	B	933,67	909,546
	A+B	1 380,30	2 853,563
	C_1	4 021,59	2 653,546

сится большинство нефтей Западного Небит-Дага. В этом районе от верхних горизонтов к нижним проявляется увеличение содержания в нефти метановых углеводородов, соответствующее уменьшение количества нафтеновых и в меньшей степени ароматических.

Результаты анализов нефтей по горизонтам и пачкам приведены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Характеристика нефтей по горизонтам Западного Небит-Дага (данные Туркменского филиала ВНИИ, 1951—1952 гг.)

Горизонт	Глубина в *м*	Уд. вес	Содержание			Отгон до 300° по Энглеру в объемн. %
			парафинов в вес. %	смол силикагелевых в вес. %	смол акцизных в объемн. %	
II	1209—1447	0,8664	3,9	9,6	33	42
II′	1298—1386	0,8614	3,5	9,2	28	44
IIа	1325—1327	0,8720	—	13,5	52	43
IIб	1374—1377	0,8707	3,1	9,5	36	42
IIв	1311—1315	0,870	—	—	—	43
IIв′	1374—1377	0,863	—	—	—	43
IIс	1122—1431	0,872	—	—	24	43
IIс′	1279—1498	0,8729	3,8	9,6	32	42
III	1403—1471	0,8729	3,8	9,8	33	41
IIIа	1302—1444	0,8692	2,8	10,4	40	42
IIIа+в	1490—1518	0,8776	1,9	10,2	38	37
IIIв	1498—1500	0,877	—	—	—	41
IV	1542,8—1607	0,8741	4,5	10,2	36	36,5
Vc	1724—1728	0,8664	—	8,4	20	45
VI	1921—1992	0,8615	—	—	27	39
VII	1999—2003	0,8547	—	—	30	40
VIIа	1969—1975	0,8508	—	—	28	40
IX	1873—1878	0,8710	11,1	7,4	20	40,5
X	2072—2166	0,8650	—	—	23	40
XI	1974—1977	0,8460	—	—	23	49
XII	1998—1997	0,8610	11,9	8,1	18	39,5
XIII	1967—1970	0,8560	—	—	28	37
XIV	2180—2183	0,8770	12,5	9,9	36	29,5
XVI	2151—2239	0,871	—	—	—	36,5
XIX	2427,5—2430,4	0,884	—	—	—	38,.

Таблица 6

Характеристика нефтей по горизонтам Центрального Небит-Дага (данные ВНИГРИ, 1949 г.)

Горизонт	Глубина	Уд. вес	Содержание		Отгон до 300° по Энглеру в объемн. %
			парафинов в вес. %	смол акцизных в объемн. %	
I	206—243	0,885	1,1	39	38
II	402—509	0,880	1,5	36	37
III	396—438	0,880	1,3	37	39
IIIв	324—327	0,875	0,9	36	37
IV	941—945	0,877	1,3	36	40
Vc	493—525	0,878	1,8	35	36,5
Va	948—950	0,884	1,1	39	40,5
V	470—471	0,878	2,6	40	36
VI	669—671	0,878	1,6	36	36,5
VII	667—1113	0,879	1,5	34	40,5
XII	1228—1230	0,876	0,2	38	38,5

Не наблюдается ясно выраженной зависимости содержания акцизных и силикагелевых смол и величины удельного веса нефти от глубины залегания нефтеносного горизонта; однако в большинстве случаев смолис-

Таблица 7

Состав газов Центрального и Западного Небит-Дага (данные Туркменского филиала ВНИИ, 1951—1952 гг.)

Участок	Ярус или толща	Способ эксплуатации	Удельный вес	Состав газа в объемн. %						Ориентировочное содержание газолина в $г/м^3$
				CO_2	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12} и высшие	
Центральный Небит-Даг	Ашперонский ярус		0,912—0,990	До 7,8	66,3—73,9	3,1—9,5	5,6—9,5	6,2—9,5	3,3—5,4	125—200
	Красноцветная цветная толща		0,610—0,738	0,3—2,1	85,6—96	1,7—4,0	0,4—3,3	0,5—3,4	0,4—3,0	50—100
Западный Небит-Даг	Красноцветная толща	Фонтанные скважины	0,607—0,639	0,20—1,7	91,4—94,2	2,2—3,6	0,9—1,8	0,6—1,7	0,7—1,5	30—60
		Глубоконасосные скважины	0,622—0,807	0,20—1,4	81,5—93,5	2,3—7,1	1,3—4,2	1,1—4,0	1,0—5,6	50—180

тость нефти увеличивается по мере приближения к периферическим участкам залежи. Содержание парафина в нефтях колеблется от 0,9 до 12,5%, увеличиваясь к низам разреза красноцветной толщи. Содержание серы незначительно и изменяется в пределах от 0,19 до 0,32%, что позволяет отнести нефти Небитдагского месторождения к малосернистым.

Нефтяные газы, сопровождающие нефть при ее добыче, относятся к сухим углеводородным газам. Содержание углекислоты весьма низкое и в основном не превышает 1%, свободный азот не обнаружен. Содержание гелия в промысловых газах составляет доли процента. Фракционный состав газов показан в табл. 7.

Исследования углеводородного состава газов позволяют сделать следующие выводы:

1. Соотношения компонентов газового состава меняются в процессе разработки пласта в зависимости от способа его эксплуатации. При понижении давления в газовую фазу переходят более растворимые газы. Так, например, газы фонтанирующих скважин содержат меньше гомологов метана, чем газы из глубоконасосных скважин. На Западном Небит-Даге гомологов метана меньше по сравнению с Центральным.

2. Газы, приуроченные к отложениям красноцветной толщи, на Центральном Небит-Даге являются более тяжелыми, чем газы соответствующих пластов Западного Небит-Дага.

3. В основном газы — метанового состава с небольшим содержанием гомологов метана, сухие, с содержанием бензинов до 120 $г/м^3$.

ВОДОНОСНОСТЬ

Большинство скважин на месторождении Небит-Дага начинает эксплуатироваться с большим или меньшим содержанием воды, образующей с нефтью стойкую эмульсию. Процентное содержание воды с тече-

нием времени возрастает. В настоящее время суточная добыча воды по месторождению составляет 10 335 $м^3$, или 74% к общему количеству извлекаемой из скважины жидкости. 87% из скважин, дающих нефть, вместе с ней дают также и воду.

По химическому составу воды, заключенные во вскрытой части красноцветной толщи, делятся на два типа:

1) хлор-кальциевые воды (по классификации В. А. Сулина) или жесткие воды третьего класса по классификации Пальмера, различной степени минерализации;

2) слабощелочные гидрокарбонатно-натриевые воды по классификации В. А. Сулина или воды первого класса по классификации Пальмера, менее минерализованные, чем воды первого типа.

Воды первого типа распространены на восточной периклинали структуры. Воды второго типа наряду с первым типом сосредоточены в пределах западной периклинали складки (Западный Небит-Даг). На Центральном Небит-Даге наблюдается постепенное уменьшение степени минерализации, изменение характера минерализации как сверху вниз, так и в одних и тех же стратиграфических горизонтах от хлор-кальциевого на востоке до гидрокарбонатно-натриевого на западе.

Характеристика солевого состава пластовых вод приведена в табл. 8. и 9.

Распространенные на Западном Небит-Даге почти бессульфатные воды разделяются на несколько подтипов, по-видимому, в зависимости от изменения условий застойности вследствие изменения глинистости разреза. В песчаных линзах среди мощных глин апшеронского яруса (горизонт Ia) залегают сильно соленые хлор-кальциевые воды с S_2=14—23%. Ниже, в значительно более песчаном разрезе акчагыла, залегают менее минерализованные и менее жесткие, но также хлор-кальциевые воды (S_2=1—7%).

Горизонты красноцветной толщи характеризуются водами, присущими зонам менее затрудненного водообмена с поверхностью. Здесь верхняя и средняя части красноцвета, от III до XI горизонта, содержат воды переходного типа от жестких к щелочным (S_2=2,6—6,0%, A_1=0,2—7,3%) при значительно сниженной минерализации. Наконец, увеличение глинистости разреза, начиная с XII горизонта, вызывает усиление явлений застойности; вновь появляются жесткие воды (S_2=0,16—10,4%). О характере вод, залегающих ниже XVIII горизонта, данных мало; по-видимому, здесь вновь появляются переходные воды меньшей минерализации (S_2=1,32—0; A_1=0—2,08%; величина отношения Ca к Mg всегда больше единицы).

Отсутствие четко выраженных глинистых водоупорных прослоев между водоносными горизонтами приводит к смешению вод, чем объясняются сходство солевого состава вод смежных горизонтов и выравнивание состава в пределах мощных (иногда в несколько сот метров) песчано-глинистых пачек красноцветной толщи.

Вследствие однообразия солевого состава на больших интервалах разреза практически не удается установить, к какому горизонту принадлежит вода. Для определения характера поступающих в скважины вод приходится пользоваться косвенными признаками: наблюдением за темпом обводнения, термометрическими исследованиями и пр.

Вместе с тем по ряду пластов обнаружено вполне определенное увеличение степени минерализации по мере удаления от свода к периферическим, более погруженным участкам. Так, минерализация увеличивается

Таблица 8

Солевой состав вод Центрального и Западного Небит-Дага по пластам (по А. Я. Гаврилову, Туркменский филиал ВНИИ)

Участок	Горизонт	Содержание в *мг-экв/л*[1]						Характеристика вод по классификации Пальмера			
		Cl'	SO_4''	$HCO'_3+CO''_3+$ +наф. кисл.	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	S_1	S_2	A_1	A_2
Центральный Небит-Даг	I	4 010—902	11—0	22—4	802—74	139—26	3 020—806	91,50—80,02	19,94—10,74	—	1,64—0,04
	II	4 097—655	7—0	16—1	871—35	194—17	3 087—603	89,98—75,34	24,34—10,94	—	1,60—0,02
	III	3 982—595	3—0	20—1	745—31	178—12	3 027—547	91,20—80,80	18,30—4,40	—	4,08—0,02
	IIIa	4 007—563	2—0	16—4	802—22	168—12	3 030—530	91,40—73,70	26,36—8,06	—	1,60—0,08
	IIIв	1 540—809	—	12—4	273—60	58—11	1 215—740	92,10—82,94	16,56—6,38	—	2,60—0,14
	IV	2 189—564	—	9—5	350—28	76—10	1 832—528	92,52—85,75	13,36—6,56	—	2,90—0,16
	IVc	2 562—933	2—0	8—3	478—34	112—15	1 996—886	93,48—73,12	26,88—5,53	—	2,84—0,08
	V	3 768—629	2—0	13—2	482—37	98—12	3 186—580	91,60—76,08	23,94—7,22	—	1,82—0,04
	Va	2 365—573	—	13—2	402—28	92—13	1 870—537	94,14—88,26	8,40—3,34	—	2,23—0,06
	V	4 137—494	2—0	11—2	883—19	166—10	3 121—468	93,49—77,04	22,90—4,76	—	2,28—0,02
	V	3 911—869	—	18—1	841—23	210—8	2 876—830	90,60—77,28	24,44—10,62	—	1,38—0,02
	VI	2 489—508	—	15—1	626—26	161—9	1 704—474	93,80—77,92	21,90—8,24	—	2,82—0,06
	VII	2 704—1 187	—	7—1	507—183	122—49	2 074—855	89,14—76,44	23,44—9,62	—	0,80—0,04
	VIIa	1 236—909	—	10—4	135—82	34—20	1 086—810	89,58—83,50	15,76—10,04	—	1,24—0,36
	VIII	1 047—893	—	5—3	124—73	28—15	898—808	90,16—87,70	11,58—9,62	—	0,60—0,20
	IX	1 084—682	—	7—3	112—62	41—17	931—606	89,96—85,98	13,82—9,44	—	1,52—0,30
	X	984—722	—	9—6	102—42	26—17	856—670	91,90—80,90	12,34—7,00	—	1,10—0,60
Западный Небит-Даг	Ia	2 100—1 061	2—0	16—1	355—100	120—50	1 717—847	84,94—74,96	23,94—14,72	—	0,90—0,04
	C	715—593	—	35—18	38—20	28—20	676—576	93,68—91,28	5,22—2,62	—	5,14—2,78
	II	881—496	2—0	16—2	48—21	22—9	820—474	95,22—91,30	7,38—3,58	—	2,72—0,60
	IIв	609—356	4—0	20—7	37—11	21—6	570—366	96,54—91,04	7,36—2,02	—	4,58—1,40
	IIc	587—363	—	25—8	26—11	17—8	522—357	96,48—94,10	3,92—1,24	—	4,40—2,00
	III	666—327	2—0	28—7	33—6	23—2	637—325	97,92—91,78	5,44—0	0—2,62	5,96—1,60
	IV	481—317	—	48—8	15—4	14—2	515—330	98,18—88,48	3,64—0	0—7,28	7,98—2,84
	V	625—343	—	49—14	23—4	18—2	621—353	96,64—91,62	2,64—0	0—2,74	9,38—3,24
	VI	481—357	1—0	26—6	24—4	20—3	478—350	95,22—92,02	5,00—2,84	—	2,98—1,34
	VII	512—349	2—0	49—5	18—3	8—2	507—351	98,64—88,94	3,18—0	0—7,32	5,08—1,24
	IX	544—355	—	31—4	20—6	12—3	507—361	98,92—92,32	6,06—0	0—3,18	6,12—0,56
	X	546—322	2—0	20—5	28—2	18—2	524—329	97,98—92,00	6,06—0	0—1,82	3,32—0,66
	XI	557—381	2—0	15—2	44—6	11—2	526—378	97,68—92,34	6,02—0	0—0,24	3,66—1,02
	XII	509—355	—	14—5	30—7	11—2	491—349	97,62—92,24	6,84—0,92	—	3,06—0,72
	XIII	566—411	2—0	14—2	50—14	14—3	526—389	97,14—91,24	6,28—1,76	—	3,42—0,44
	XIV	516—411	1—0	5—3	37—17	21—9	462—385	93,10—88,84	10,40—6,28	—	0,88—0,72
	XV	605—358	2—0	15—5	31—13	17—3	576—337	96,06—92,00	7,14—2,34	—	2,50—0,78
	XVI	602—375	1—0	13—3	40—7	7—2	562—369	97,66—92,28	6,50—0,24	—	2,78—0,82
	XVII	459—375	3—2	6—4	28—6	4—2	434—375	97,92—92,12	6,98—0,52	—	1,56—0,86
	XVIII	584—364	—	21—3	20—10	14—3	586—360	97,02—93,20	5,00—0,16	—	4,46—0,92
	XIX	513—358	1—0	19—7	13—3	7—1	524—360	98,40—95,98	1,32—0	0—2,03	4,02—0,58

[1] Максимальные и минимальные значения.

Таблица 9

Солевой состав вод Восточного Небит-Дага (по А. Я. Гаврилову)

№ скважины	Глубина в *м*	Содержание в *мг-экв/л*								Характеристика вод по классификации Пальмера			
		Cl'	SO_4''	CO_3''	HCO_3'	наф. кисл.	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	S_1	S_2	A_1	A_2
532	2 574—2 578	2,222	2	—	1	—	239	69	1 917	36,16	13,70	—	0,04
543	2 674—2 675	2,257	2	—	1	—	265	60	1 935	85,64	14,32	—	0,04
543	2 671—2 672	3,077	2	—	1	—	572	122	2 386	77,48	22,48	—	0,04
543	2 538—2 542	2,943	3	—	1	—	590	133	2 224	75,46	24,50	—	0,04
543	2 451—2 463	2,902	3	—	—	1	543	138	2 225	76,56	23,40	—	0,04
646	1 750—1 755	3,705	—	—	—	2	779	112	2 816	75,96	23,98	—	0,06

почти вдвое при переходе от сводовых участков к контурным; кроме того, как правило (в 75—80% случаев), она увеличивается также в процессе эксплуатации, что может быть объяснено подтоком воды из периферических участков пластов.

Усилением застойности вод объясняется и увеличение степени их минерализации в тектонически ограниченных участках складки, особенно Центрального Небит-Дага.

На Центральном Небит-Даге три выделяющихся тектонически обособленных участка (блока) различны по качеству вод.

1. Западный участок, наиболее опущенный, характеризуется относительно слабо минерализованными хлор-кальциевыми жесткими водами в верхних горизонтах красноцветной толщи (S_2=0,2—1,6%); ниже V горизонта наряду с жесткими присутствуют также слабо щелочные воды (A_1=0,8—2,1%).

2. Средний участок характеризуется преобладанием вод средней минерализации с резко меняющейся степенью минерализации, уменьшающейся по разрезу с глубиной. В наиболее сильно минерализованных водах Ca резко преобладает над Mg (отношение Ca к Mg изменяется в пределах от 3 до 6 при S_2=20—25%).

3. Восточный, наиболее приподнятый участок характеризуется преобладанием жестких высокоминерализованных хлор-кальциевых вод (S_2=13—26%), почти не изменяющихся по разрезу.

В пределах восточной периклинали складки в ряде разведочных скважин на глубинах от 800 до 1300 *м* и более, считая от кровли красноцветной толщи, опробованием выявлены хлор-кальциевые воды. Минерализация этих вод несколько уменьшается с глубиной. Значительно возрастает отношение Ca : Mg; оно достигает здесь 9,6, тогда как среднее значение его по Центральному Небит-Дагу 5,5 и по Западному Небит-Дагу — 4,06.

В наиболее повышенной сводовой части складки в ряде разведочных скважин из верхней части красноцветной толщи получены притоки воды, переливающейся с большим напором (дебит до 6000 $м^3$ в сутки). По солевому составу и степени минерализации они аналогичны водам восточной периклинали складки.

Содержание брома в высокоминерализованных водах Центрального Небит-Дага составляет в среднем 400 *мг/л*, тогда как в остальных водах

оно не превышает 70 *мг/л*. Пластовые воды являются ценным сырьем для иодо-бромной промышленности.

ПЕРСПЕКТИВЫ И НАПРАВЛЕНИЕ ДАЛЬНЕЙШИХ РАБОТ

Небитдагская складка до настоящего времени разведана по площади весьма неравномерно и не на всю мощность красноцветной толщи.

Результаты геофизических исследований указывают на большую протяженность западной периклинали складки, уходящей за пределы разведанной к настоящему времени ее части (Западный Небит-Даг) на расстояние более 10 *км*. Прослеживающееся плавное погружение складки, литологическая изменчивость отложений и наличие нескольких сбросов, выявленных сейсморазведкой и разбивающих этот участок на ряд самостоятельных тектонических блоков, позволяют строить благоприятные прогнозы в отношении продолжения нефтеносности в западном направлении. К этому следует добавить, что ни одна разведочная скважина, расположенная в западной части Западного Небит-Дага, не вышла за пределы контуров нефтеносности.

Сводовая часть складки на Западном Небит-Даге, прилегающая с юга к разведанному участку, расположенному на северном крыле складки, вследствие резкой литологической изменчивости разреза, недостаточно изучена. В ряде разведочных скважин на этой площади получены высокодебитные притоки нефти из различных горизонтов верхней части красноцветной толщи.

Весьма слабо освещены разведочным бурением сводовая часть и все южное крыло складки на площади Центрального Небит-Дага. На этой площади были проведены незначительные по объему работы, тем не менее в двух скважинах обнаружены нефтегазонасыщенные пески.

Восточное периклинальное окончание складки освещено восемью скважинами, вскрывшими красноцветную толщу максимально на 1600 *м* по мощности. В трех скважинах обнаружены признаки нефтегазоносности, но при опробовании промышленных притоков нефти не было получено. Северное крыло этой площади еще не затронуто бурением.

Высокая промышленная нефтегазоносность нижней части красноцветной толщи в настоящее время доказана единственной скважиной № 554, пробуренной на глубину 3512 *м*. Это обстоятельство имеет первостепенное значение для будущего развития добычи нефти на Небитдагском месторождении. Нефтеносность нижней части, по-видимому, носит более выдержанный характер и распространяется далеко за пределы нефтеносности верхней части красноцветной толщи. Это положение находит подтверждение на Челекенском месторождении (см. ниже), а также на всех структурах Апшеронского полуострова.

Резкая литологическая изменчивость отложений акчагыльского и апшеронского ярусов стимулирует поиски литологически экранированных залежей нефти на далеких погружениях складки. Можно предполагать наличие стратиграфически экранированных залежей в низах красноцветной толщи на погружениях крыльев складки, подобных залежам калинской свиты Апшеронского полуострова.

Из изложенного видно, что Небитдагское месторождение обладает большими перспективами в отношении значительного расширения площади нефтеносности и открытия новых высокопродуктивных залежей нефти. Основными задачами разведочных работ на Небитдагском месторождении являются следующие:

1) прослеживание залежей нефти в западном направлении с охватом всего западного периклинального окончания складки;

2) дальнейшее оконтуривание залежей нефти в пределах присводовой части Западного Небит-Дага;

3) продолжение поисковых работ на южном крыле центральной площади и на северном крыле восточного периклинального окончания складки;

4) прослеживание залежей нефти, приуроченных к нижней части красноцветной толщи, на Западном Небит-Даге и поиски их на всем остальном протяжении складки;

5) поиски стратиграфических залежей нефти в основании разреза красноцветной толщи, а также литологически экранированных залежей в акчагыльских и апшеронских отложениях на погруженных участках складки.

Месторождение Кум-Даг

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ

Нефтяное месторождение Кум-Даг (см. рис. 2, № 10) расположено в 27 *км* к югу от станции Бала-Ишем, Ашхабадской ж. д., и в 40 *км* от г. Небит-Даг. Промыслы связаны с последней шоссейной дорогой.

Центральная часть складки выражена на поверхности небольшой возвышенностью с наивысшей отметкой 49,3 *м*, расчлененной на ряд гривок. Между гривками располагаются пониженные участки, осложненные небольшими котловинами и замкнутыми впадинами. Остальная часть складки совершенно снивелирована и сливается с окружающей ее равниной. Значительным распространением пользуются современные эоловые накопления в виде барханных песков, от чего эта возвышенность и получила свое наименование («Кум-Даг» — песчаная гора).

Первая геологическая карта этой площади была составлена в 1935 г. Г. К. Орьевым в масштабе 1 : 10 000. В 1936 г. А. И. Смолко уточнил разрез отложений, слагающих складку. Результаты вариометрической (в 1935 г.) и гравиметрической (в 1942—1943 гг.) съемок подтверждают данные геологических наблюдений и устанавливают наличие крупной складки в более глубоких горизонтах. Сейсморазведка, проведенная в 1948—1949 гг., детализировала глубинное строение складки и выявила истинные размеры этой структуры.

Глубокое разведочное бурение на Кум-Даге было начато 4 июня 1947 гг., в апреле 1948 г. первая же разведочная скважина № 1 выявила промышленную нефтеносность. Скважина эта вскрыла несколько песчаных нефтенасыщенных пластов, приуроченных к акчагыльским отложениям. При опробовании пласта, залегающего на глубине 1070—1095 *м*, был получен фонтанный приток нефти с дебитом 90 *т*.

В результате дальнейшего разведочного бурения установлены два тектонически обособленных участка — восточный и западный, которым присвоено наименование соответственно Восточный и Западный Кум-Даг. Разработка Восточного Кум-Дага начата в начале 1949 г., эксплуатационное бурение прекращено в 1952 г. Разработка Западного Кум-Дага начата с конца 1951 г.

Залежи нефти на Восточном Кум-Даге приурочены в основном к отложениям акчагыльского яруса и верхам красноцветной толщи; на Западном Кум-Даге богатейшие залежи нефти выявлены также в отло-

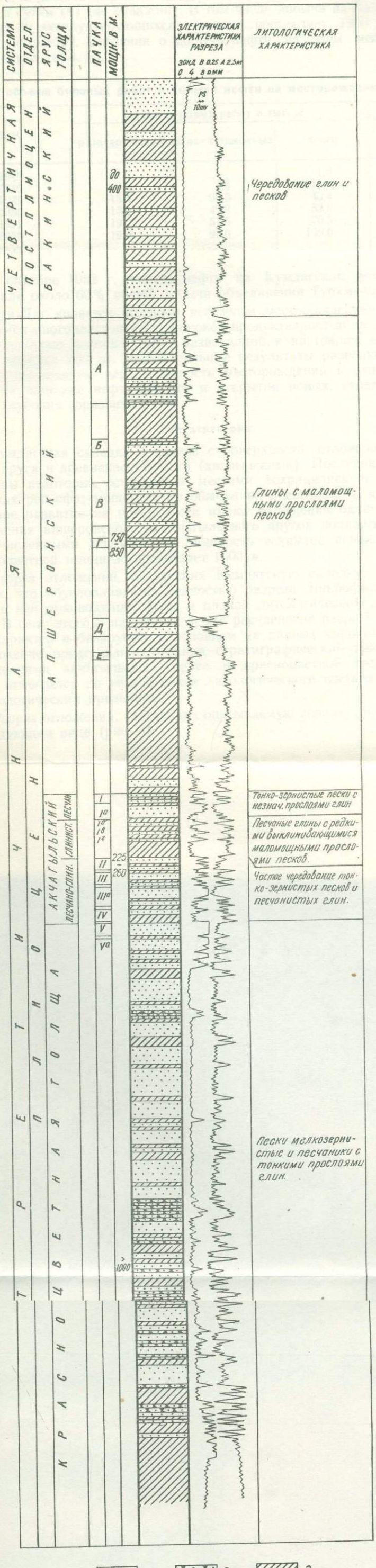


Рис. 8. Сводный стратиграфический разрез Кум-Дага. Составлен А. Л. Юревич
1—песок; *2*—песчаник; *3*—глины

жениях апшеронского яруса. По количеству горизонтов и площади нефтеносности, а следовательно, и запасов нефти Западный Кум-Даг значительно превосходит Восточный.

Общая добыча нефти на месторождении достигла в сентябре 1952 г. 4100 *т* в сутки (из 144 скважин). В том числе добыча на Западном Кум-Даге из 39 эксплуатирующихся скважин составляет 1900 *т* в сутки и неуклонно растет. Сведения о добыче нефти на этом месторождении приведены в табл. 10.

Таблица 10

Рост объема буровых работ и добычи нефти на месторождении Кум-Даг

Годы	Объем буровых работ в тыс. *м*			Добыча нефти тыс. *т*
	разведочных	эксплуатационных	всего	
1947	1,6	—	1,6	—
1948	7,6	3,8	11,4	—
1949	13,4	30,0	43,4	217,5
1950	13,0	40,8	53,8	588,7
1951	19,0	51,5	70,5	1 004,2
1952 (план)	19,0	90,0	109,0	1 335,5

В октябре 1952 г. добыча нефти на Кумдагском месторождении составила около 60% общей добычи объединения Туркменнефть.

Кум-Даг является крупным нефтяным месторождением, характеризующимся многопластовостью, высокой продуктивностью залежей и большой площадью нефтеносности, разведанной в настоящее время в пределах порядка 700 *га*. Положительные результаты разведки указывают на исключительную перспективность месторождения в отношении расширения площади нефтеносности и открытия новых, стратиграфически более глубоких горизонтов.

СТРАТИГРАФИЯ

Кумдагская складка сложена с поверхности отложениями бакинского яруса и древнекаспийскими (хвалынскими). Последние покрывают вершины некоторых останцов и местами сохранились в пониженных участках рельефа; мощность их обычно не превышает 1 *м*. Преимущественное развитие на поверхности имеют отложения бакинского яруса. Отложения апшеронского и акчагыльского ярусов полностью пройдены многочисленными скважинами. Мощность вскрытой скважинами части красноцветной толщи не превышает 1000 *м*.

Разрез отложений, слагающих Кумдагскую складку, недостаточно изучен, что обусловливается бедностью разреза микрофауной, отсутствием в ней руководящих форм и плохой литологической дифференциацией. В силу этого в настоящее время расчленение разреза носит условный характер и базируется в основном на данных кароттажа скважин. Исключение представляет отбивка стратиграфической границы между отложениями акчагыльского яруса и красноцветной толщи, которая четко отмечается по резкой смене литологического состава пород и палеонтологическим признакам.

Разрез отложений, слагающих описываемую складку, представляется в следующем виде (рис. 8).

Бакинский ярус. Отложения бакинского яруса подразделяются на верхний и нижний подъярусы[1].

Отложения верхнего подъяруса залегают на нижнебакинских трансгрессивно с незначительным угловым несогласием (2—3°) и представлены серыми мелко- и среднезернистыми кварцевыми песками и песчаниками, чередующимися с серыми и бурыми вязкими и песчанистыми глинами, общая мощность осадков 25—30 *м*.

В обнажающейся на поверхности части нижнего подъяруса выделяются две пачки, разделенные стратиграфическим несогласием: а) пачка полосчатых глин, чередующихся с песками, мощностью до 17 *м*; б) нижележащая пачка коричневых глин, содержащая также прослои песков, мощностью 30—35 *м*. Более глубокие горизонты отложений бакинского яруса вскрыты скважинами и представлены в нижней части разреза рыхлыми среднезернистыми кварцевыми песками, переслаивающимися с прослоями серых и известковистых глин.

Переход бакинских отложений к апшеронским палеонтологически не охарактеризован, и поэтому мощность бакинского яруса точно не установлена. На основании общих соображений и сопоставления обнажений на соседних структурах считается, что суммарная мощность бакинских отложений в наиболее приподнятой, северо-восточной части структуры составляет 350—400 *м*.

Апшеронский ярус. Верхняя и нижняя границы отложений апшеронского яруса отбиваются условно, на основании только каротажной характеристики и экстраполяции с соседним районом Монжуклы, где апшеронские слои полностью обнажены и детально исследованы. По данным интерпретации кароттажных диаграмм, литологическая характеристика разреза апшеронских отложений может быть дана в следующем виде.

За верхнюю границу яруса условно принимается кровля первой мощной глинистой пачки, сменяющей песчано-глинистые (в основном) отложения бакинского яруса, за нижнюю границу — кровля мощного песчаного пласта, подстилающего стометровую однообразную глинисто-песчаную толщу, которая рассматривается как низы апшеронского яруса. Общая мощность апшеронских отложений при таком проведении границ колеблется в пределах 750—850 *м*, увеличиваясь с востока на запад.

Разрез представлен мощными пластами глин, чередующимися с менее мощными слоями песков. Мощность отдельных глинистых толщ достигает 100 *м*, песчано-глинистых 60 *м*, причем последние содержат глинистые прослои. Разрез характеризуется значительным непостоянством. Мощность песчано-глинистых пачек изменяется от 60 *м* до полного их выклинивания. Выделяются 6 подобных песчано-глинистых пачек. Общее содержание песков в разрезе колеблется в пределах 25—35%. Отмечается увеличение песчанистости разреза в юго-западном направлении. В нижней части разреза залегает глинистая толща с редкими прослоями песков; мощность ее достигает 100 *м*.

Акчагыльский ярус. За верхнюю границу акчагыльского яруса условно принимается кровля первой песчаной пачки, начиная с которой кароттажная характеристика разреза резко меняется по сравнению с характеристикой вышезалегающих слоев. Для верхней части

[1] См. примечание к стратиграфическому описанию отложений бакинского яруса на месторождении Небит-Даг (стр. 40).

акчагыльских отложений характерно также присутствие очень большого количества остракод вида *Cytherissa articulata* L i v e n t a l.

Нижняя граница акчагыльских отложений четко отбивается по подошве пласта тонкослоистых серых песчаных глин с обломками гастропод, растительными остатками и остатками рыб, а также с большим количеством тонкостенных остракод. В нижней части акчагыльского яруса также появляются фораминиферы из рода *Cassidulina,* приуроченные и в других районах к этому стратиграфическому интервалу.

По литологическому составу отложения акчагыльского яруса подразделяются на три части:

1) песчаная толща, представленная тонкозернистыми песками с незначительными прослоями глин; общая мощность от 25 до 50 *м*;

2) глинистая толща, состоящая из песчаных глин с редкими выклинивающимися и незначительными по мощности прослоями песков; общая мощность от 80 до 110 *м*;

3) песчано-глинистая толща[1], сложенная часто чередующимися тонкозернистыми песчаными пластами и песчанистыми глинами; преобладают пески, составляющие по суммарной мощности 60—65% всей толщи; общая мощность достигает 120 *м*.

Суммарная мощность отложений, относимых к акчагыльскому ярусу, составляет 225—270 *м*.

Пористость песков, залегающих в акчагыльском ярусе, составляет в среднем 24,2%, изменяясь в пределах от 21,2 до 39,2%. Карбонатность песков в среднем составляет 16,8%, колеблясь в пределах от 11,0 до 28,5%.

К р а с н о ц в е т н а я т о л щ а. Отложения красноцветной толщи освещены бурением на максимальную мощность 1000 *м*. Они представлены в основном мелкозернистыми песками различной степени цементации, переходящими часто в плотные песчаники и содержащими прослои песчанистых глин. Глины играют подчиненную роль и составляют по мощности не более 10% всего разреза. Мощность глинистых прослоев обычно изменяется в пределах 1—5 *м* и в редких случаях достигает 10 *м*.

Исключение представляет нижняя часть разреза, вскрытая наиболее глубокой скважиной (№ 53) глубиной 1450 *м*. Эта скважина на глубине 900 *м* ниже кровли красноцветной толщи вошла в мергелистые плотные, иногда слабо слоистые глины и прошла по ним 120 *м*, но не достигла их подошвы.

Резкая смена литологического состава пород позволяет высказать предположение, что эти глины относятся к более древним отложениям, подстилающим красноцветную толщу. Вследствие отсутствия палеонтологических данных вопрос о возрасте их остался открытым. Петрографические особенности пород также не дают четких указаний в этом отношении.

ТЕКТОНИКА

Кумдагская складка является закрытой брахиантиклинальной структурой, вытянутой в широтном направлении. Протяженность ее, по данным сейсморазведки, составляет 20 *км*, ширина 8 *км* (рис. 9). Складка несимметричная, с более крутым северным крылом. Углы падения в отложениях акчагыльского яруса на северном крыле достигают 15—20°

[1] А. А. Али-Заде относит эту толщу к красноцвету. — *Прим. ред.*

и на южном 10—12°; в бакинских отложениях углы падения не превышают 3—5°.

Складка разбита многочисленными разломами. Основными являются зоны разломов, секущие складку в северо-западном и в почти широтном направлениях. Общая амплитуда смещения по ним в пределах акчагыльских отложений составляет около 400 *м*. Плоскости сбрасывателей падают в юго-западном и южном направлениях. Эти нарушения разбивают складку на четыре основных тектонических блока, обособленные один от другого: северо-восточный, юго-восточный, северо-западный и юго-западный. Сводовая часть складки расположена в наиболее опущенном, юго-западном тектоническом блоке, тогда как северное крыло складки занимает гипсометрически наиболее высокое положение.

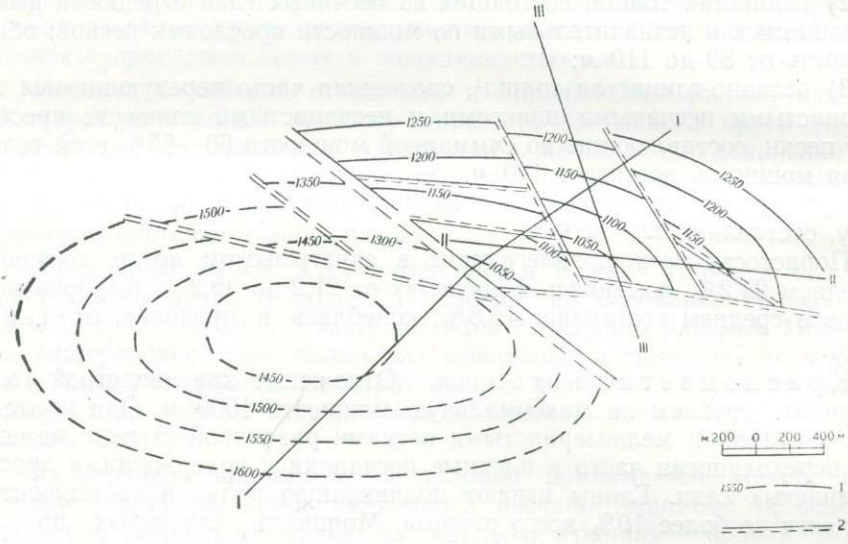


Рис. 9. Схематическая структурная карта месторождения Кум-Даг (по кровле красноцветной толщи). Составлена А. Л. Юревич

1—изогипсы кровли красноцветной толщи; *2*—сбросы

Кровля красноцветной толщи на своде складки залегает на глубине 1450 *м*, на северо-восточном тектоническом блоке, представляющем северное крыло складки, — на глубине 1050 *м*.

Выявленные бурением крупные разломы отмечаются на поверхности незначительным (10—50 *м*) вертикальным смещением бакинских отложений, что указывает на добакинское время образования этих разломов.

Вероятно, разломы образовались в фазу складкообразования, приуроченную к границе нижне- и среднеапшеронского времени. Эти крупные разломы имеют региональный характер и прослеживаются за пределами Кумдагской складки. В бакинское время также происходило образование сбросов, которые, по-видимому, связаны с более древними разломами и носят унаследованный характер.

Остальные многочисленные нарушения имеют незначительные амплитуды, обычно изменяющиеся в пределах 10—15 *м*, редко достигая 50 *м*; они протягиваются в основном в северо-западном направлении.

Эти нарушения, по-видимому, сопутствуют основным разломам. Северо-восточная часть складки (Восточный Кум-Даг) в свою очередь разбита системой нарушений (сбросов) на три тектонических блока, осложненных более мелкими нарушениями почти широтного простирания.

Юго-западный опущенный блок (Западный Кум-Даг) отличается более спокойным залеганием, здесь не обнаруживаются существенные нарушения. Юго-восточная и северо-западная части складки еще мало изучены, и поэтому нет данных для выявления здесь дизъюнктивных дислокаций.

НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

На Кум-Даге поверхностные признаки нефтеносности приурочены к зоне разлома. Они представлены жилами темно-коричневых озокеритоподобных битумов, заполняющих трещины в песчаниках, а также образующих покровы коричневато-бурых сероносных и битуминозных песков. Содержание битумов, относящихся к асфальтовым или озокеритовым типам, доходит до 10%.

В настоящее время установлена промышленная нефтеносность семнадцати горизонтов, залегающих в отложениях апшеронского, акчагыльского ярусов и верхней части красноцветной толщи.

Залежи нефти в апшеронских отложениях приурочены в основном к юго-западной, опущенной по главному сбросу, части складки (Западный Кум-Даг). Здесь они прослеживаются по всему разрезу этих отложений, распространяясь на южное крыло и свод складки. На Западном Кум-Даге выделяется шесть нефтеносных пачек, получивших наименование (сверху вниз): А, Б, В, Г, Д и Е (см. рис. 8).

Пачки А, Б, В и Г залегают в верхней части разреза апшеронского яруса и отделены одна от другой глинисто-песчаными отложениями, имеющими 30—50 *м* мощности. Наибольшим нефтенасыщением обладает пачка А, достигающая 100 *м* мощности и отделенная от вышезалегающих нижнебакинских отложений 50-метровой толщей глин. Максимальная мощность пачек Б и В не превышает 50 *м*, а пачки Г — 30 *м*.

Пачки Д и Е приурочены к нижней части разреза апшеронского яруса и отделяются от пачки Г 120-метровой глинистой толщей. Мощность пачек Д и Е достигает 25—30 *м*; мощности разделяющих их глинисто-песчаных отложений не превышает 20 *м*, иногда уменьшаясь до нескольких метров. Все указанные пачки являются высокодебитными объектами.

Ниже пачки Е залегает 220-метровая глинистая (в основном) толща, отделяющая ее от акчагыльских отложений. В 30 *м* ниже кровли акчагыла, на западной периклинали складки, выявлен еще один горизонт (Ж) мощностью порядка 5 *м*; он содержит нефть, по качеству отличающуюся от всех остальных нефтей низким содержанием парафина.

Контуры нефтеносности указанных пачек на южном крыле установлены по данным кароттажа; по восстанию они контролируются пределом распространения песчаных фаций.

По всем пачкам, за исключением пачек Г и Д, песчаные фации распространяются на свод структуры, ухудшая коллекторские свойства, или совершенно выклиниваются при переходе на северное крыло.

В глинисто-песчаных отложениях, залегающих между нефтеносными пачками, также содержится большое количество песчаных нефтенасыщенных пропластков, промышленная нефтеносность которых еще

не доказана. Общее количество нефтеносных горизонтов в разрезе апшеронского яруса достигает 20.

С востока нефтеносный участок ограничивается южной ветвью главного сброса северо-западного простирания. Размеры разведанных площадей нефтеносности в перечисленных горизонтах изменяются в пределах от 250 до 400 *га*. Нефтеносные горизонты апшеронского яруса на Западном Кум-Даге залегают на глубинах от 600 до 1150 *м*.

На Восточном Кум-Даге спорадическая нефтенасыщенность указанных коллекторов приурочена к сравнительно узкой полосе, прилегающей к зоне главного разлома. При опробовании одного из пластов получен промышленный, но малодебитный приток нефти.

В акчагыльских отложениях нефтеносны все песчаные коллекторы; залежи нефти в них имеются как на Западном, так и на Восточном Кум-Даге.

На Восточном Кум-Даге в акчагыле выделяются 8 пачек и горизонтов, получивших наименование I, Ia, Iб, Iв, Iг, II, III, IV. Первая пачка, состоящая из двух горизонтов — I и Ia, разделенных пятиметровым пластом глин, залегает в кровле акчагыльских отложений. Мощность нефтенасыщенных пород колеблется в пределах 25—30 *м*.

Горизонты Iб, Iв и Iг приурочены к глинам, разделяющим I и II пачки. Нефтеносность этих горизонтов прослеживается на северном крыле складки, где они достигают максимальной мощности 10 *м* и быстро выклиниваются по восстанию.

Пачки II, III и IV залегают в нижней части разреза акчагыльских отложений. Мощности нефтенасыщенных пород в этих пачках изменяются сравнительно незначительно, в пределах 30—40 *м*. Глинистые пласты в этих пачках имеют мощности от 1 до 3 *м*. Песчаные и глинистые пласты не выдерживаются по простиранию и иногда выклиниваются; это не позволяет выделить в пачках отдельные нефтеносные горизонты. Между пачками также содержатся многочисленные пропластки нефтенасыщенных песков. Площадь нефтеносности по отдельным пачкам уменьшается сверху вниз, составляя для первой и второй пачек 185 *га*, третьей — 140 *га* и четвертой — 30 *га*.

На Восточном Кум-Даге во всех горизонтах акчагыльского яруса контуры нефтеносности совпадают с горизонталью кровли пластов, проходящей на глубине 1100 *м*, что указывает на горизонтальную поверхность водонефтяного контакта для всех залежей данного тектонического блока в целом. С юга и запада площадь нефтеносности ограничивается нарушениями.

На Западном Кум-Даге разведочными скважинами выявлена высокая промышленная нефтеносность II, III и IV пачек акчагыльского яруса. Начальные среднесуточные дебиты скважин колеблются в пределах от 30 до 1400 *т* нефти. Разведанная площадь нефтеносности для II пачки составляет 220 *га*; в стратиграфически более низких пачках она уменьшается, как и на Восточном Кум-Даге.

Залежи нефти в отложениях красноцветной толщи приурочены к верхней ее части, охватывающей первые 50 *м* разреза. Здесь выделены два горизонта — V и Va, разделенные незначительным по мощности (3—5 *м*) глинистым пластом. Как на Восточном, так и на Западном Кум-Даге они отличаются высокой продуктивностью. Начальные среднесуточные дебиты нефти достигают 100 *т*. На Восточном Кум-Даге общая площадь нефтеносности составляет 50 *га* для горизонта V и 13 *га* для горизонта Va, распределяясь равномерно по обоим полям.

На Западном Кум-Даге, где залежь V горизонта приурочена к своду складки, разведанная нефтеносная площадь составляет 21 *га*.

В нижней части разреза красноцветной толщи, освещенной разведочным бурением на 900 *м* по мощности, промышленная нефтеносность

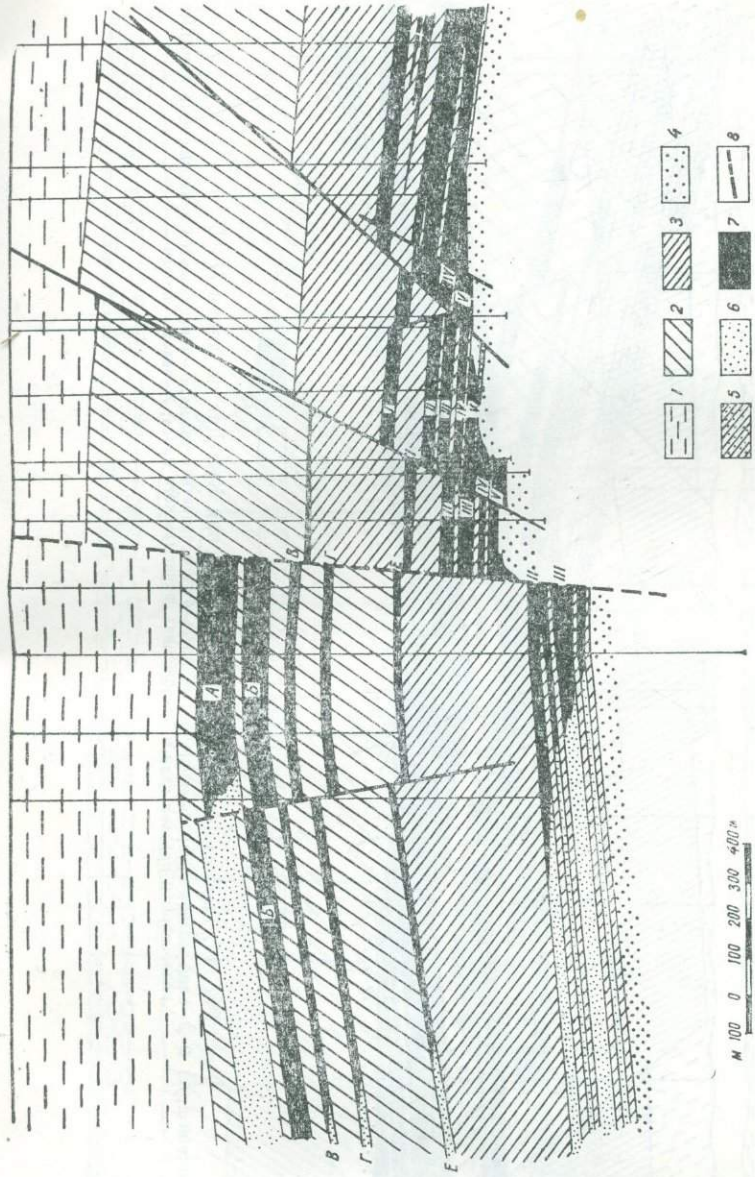


Рис. 10. Геологический разрез месторождения Кум-Даг по линии *I—I*. Составлен К. К. Бабенко

1—бакинский ярус; *2*—апшеронский ярус; *3*—акчагыльский ярус; *4*—красноцветная толща; *5*—прослой глин в красноцветной толще; *6*—чередование ненасыщенных песчаных коллекторов с прослоями глин в отложениях акчагыльского и апшеронского ярусов; *7*—залежь нефти в песчаных коллекторах с прослоями глин; *А, Б,..., Е*—нефтеносные пачки в апшероне; *I*..... *V*—нефтеносные пачки в акчагыле и красноцветной толще; *8*—сбросы

не установлена. В ряде скважин на различных глубинах встречены битуминозные пески, опробование которых не дало положительных результатов.

Геологические разрезы, иллюстрирующие распределение нефтеносности на Кумдагском месторождении, приведены на рис. 10, 11 и 12.

Залежи Кумдагского месторождения относятся в большей своей части к типу пластовых сводовых. На общем фоне выявляется некоторое непостоянство нефтенасыщения, вызванное литологической изменчивостью вмещающих пород. Развитие дизъюнктивных дислокаций (сбросов)

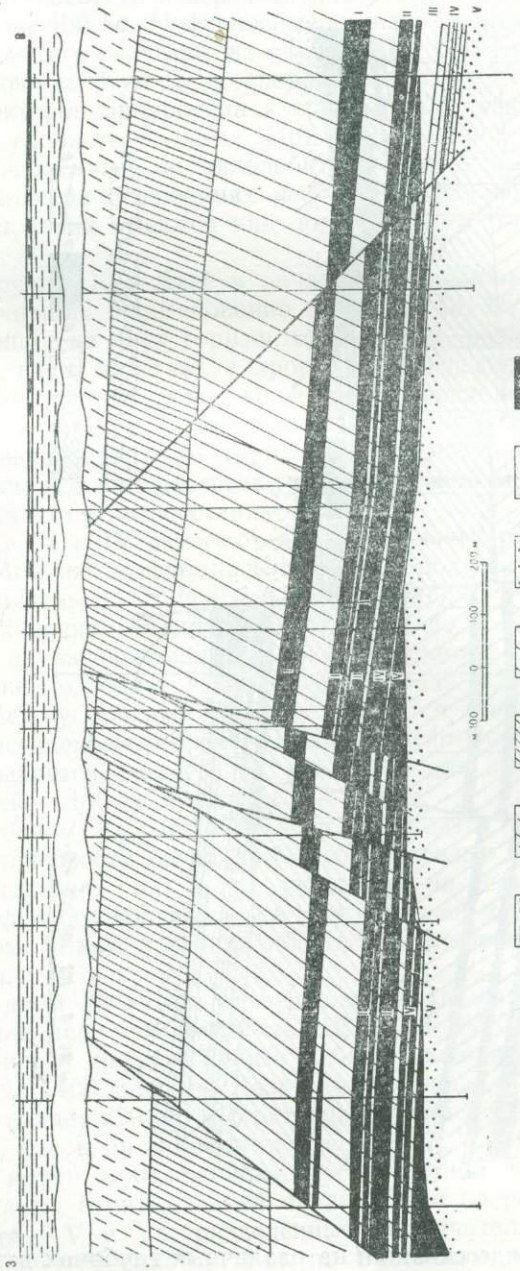


Рис. 11. Геологический разрез месторождения Кум-Даг по линии *II—II*

1—бакинский ярус; *2—3*—апшеронский ярус; *4*—акчагыльский ярус; *5*—красноцветная толща; *6*—чередующиеся неасыщенные песчаные коллекторы и прослои глин в отложениях акчагыльского яруса; *7*—залежь нефти

также оказало большое влияние на перераспределение нефти. Вследствие указанных особенностей образуются различные модификации основного типа залежей, а именно:

1. Слабо нарушенные сводовые пластовые залежи, не разбитые на самостоятельные блоки. К таким на Западном Кум-Даге относятся залежи, приуроченные к отложениям акчагыльского яруса и красноцветной толщи, и большая часть залежей апшеронского яруса.

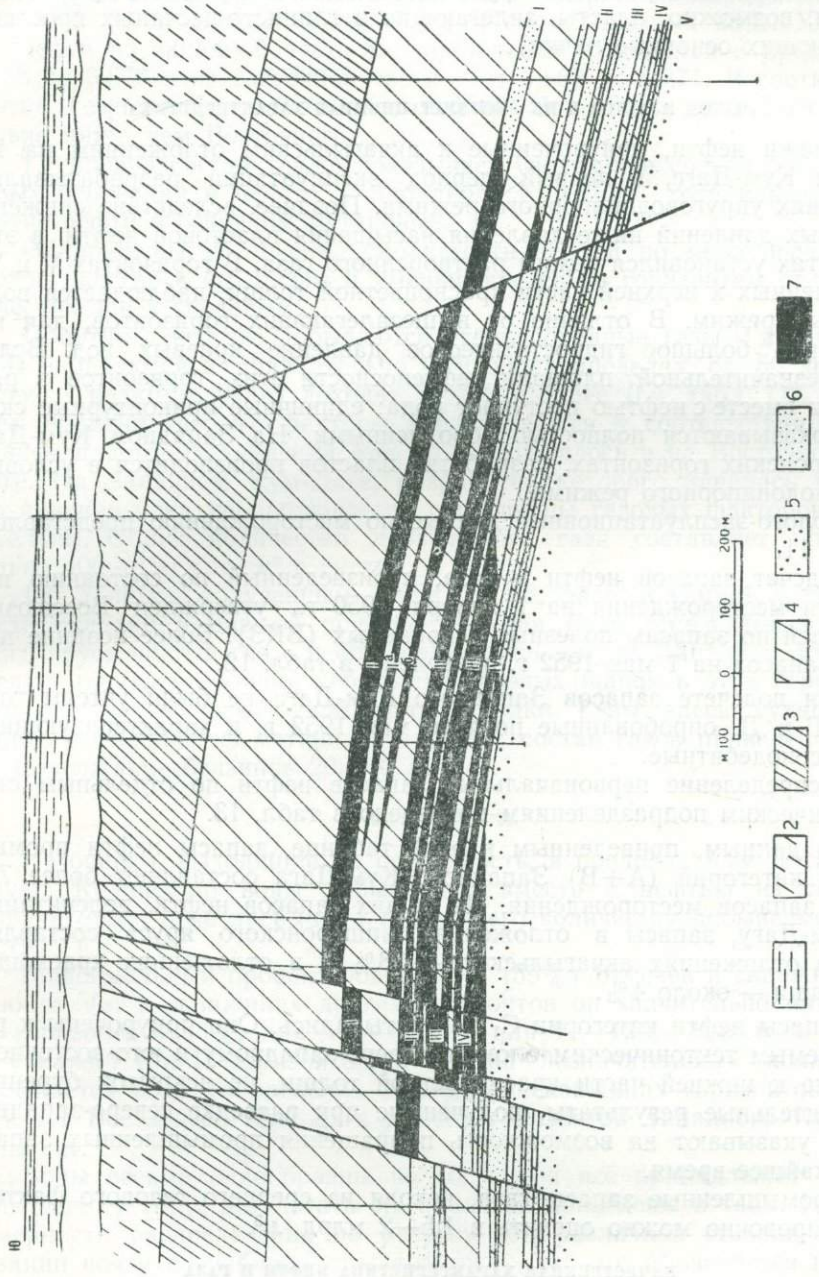


Рис. 12. Геологический разрез месторождения Кум-Даг по линии *III—III*
Условные обозначения те же, что и на рис. 11

2. Залежи, тектонически экранированные плоскостями разрывов. К этому типу относятся залежи отложений акчагыльского яруса и красноцветной толщи Восточного Кум-Дага.

3. Залежи литологически экранированные, наблюдающиеся в отложениях акчагыльского яруса на северном крыле складки в пределах Восточного Кум-Дага, где они приурочены к глинистой толще, находящейся между I и II пачками (горизонты Iб, Iв и Iг), и встреченные также в отложениях апшеронского яруса на Западном Кум-Даге (горизонты Д, Ж и, возможно, пласты, залегающие в глинисто-песчаных прослоях, разделяющих основные пачки)..

РЕЖИМ ПЛАСТОВ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Залежи нефти, приуроченные к акчагыльским отложениям на Восточном Кум-Даге, в первый период эксплуатации разрабатывались в условиях упруговодонапорного режима. Позднее, вследствие снижения пластовых давлений ниже давления насыщения пластовой нефти, в этих горизонтах установился режим растворенного газа. В горизонтах V и Va, приуроченных к верхней части красноцветной толщи, наблюдается водонапорный режим. В отличие от вышезалегающих горизонтов, для них характерно большое гидростатическое давление краевых вод. Вследствие незначительной площади нефтеносности этих горизонтов в ряде скважин вместе с нефтью поступает вода; единичные приконтурные скважины оказываются полностью обводненными. На Западном Кум-Даге, в апшеронских горизонтах, разработка пластов производится в условиях упруговодонапорного режима.

Геолого-эксплуатационные данные по месторождению представлены в табл. 11.

Подсчет запасов нефти и газа, произведенный по состоянию изученности месторождения на 1 января 1950 г., утвержден Всесоюзной комиссией по запасам полезных ископаемых (ВКЗ). Более поздние подсчеты запасов на 1 мая 1952 г. приведены в табл. 12.

При подсчете запасов Западного Кум-Дага не были учтены горизонты Г и Д, опробованные позднее мая 1952 г. и характеризующиеся как высокодебитные.

Распределение первоначальных запасов нефти по отдельным стратиграфическим подразделениям приведено в табл. 13.

По данным, приведенным в этой таблице, запасы нефти промышленных категорий (А+В) Западного Кум-Дага составляют более 70% общих запасов месторождения. Из общих запасов нефти, подсчитанных по Кум-Дагу, запасы в отложениях апшеронского яруса составляют 58%, в отложениях акчагыльского — 38% и в отложениях красноцветной толщи — около 4%.

Запасы нефти категории C_1 не учитывались. Они приурочены к разведываемым тектоническим блокам, северо-западному и юго-восточному, а также к нижней части красноцветной толщи, не вскрытой бурением. Положительные результаты, полученные при разведке северо-западного блока, указывают на возможность приращения промышленных запасов в ближайшее время.

Промышленные запасы газа, исходя из среднего газового фактора, ориентировочно можно оценить в 1,5—2 млрд. $м^3$.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТИ И ГАЗА

Нефти Кум-Дага, по данным Туркменского филиала ВНИИ, различны в двух основных тектонических блоках — западном и восточном; состав их приведен в табл. 14.

Нефти Западного Кум-Дага более легкие, менее парафинистые и значительно менее смолистые, чем нефти Восточного. В то время как в нефти Западного Кум-Дага содержится парафина не более 17,7%, смол акцизных не более 22% (в среднем 15%) и смол силикагелевых не более 6,9%, в нефти Восточного Кум-Дага содержание парафинов достигает 21%, смол силикагелевых 7,3% и смол акцизных 28%. Удельный вес нефти из западной части месторождения изменяется в пределах от 0,823 до 0,870 и из восточной части — от 0,862 до 0,871. В соответствии с этим температура застывания нефтей Западного Кум-Дага значительно ниже, чем Восточного.

Групповой состав также показывает увеличение содержания нафтеновых оснований в нефтях с Западного Кум-Дага, хотя как те, так и другие нефти в основном метановые.

Обнаружены увеличение смолистости нефтей по мере перехода от верхов разреза к его низам и уменьшение ее по горизонтам от периферических зон к сводовым.

Попутно с нефтью добываются углеводородные газы. Газовые факторы изменяются в сравнительно небольших пределах, от 50 до 100, и только в редких случаях доходят до 200 и более (см. табл. 11). С течением времени газовые факторы увеличиваются в соответствии со снижением пластовых давлений, как это наблюдалось и на Восточном Кум-Даге. На Западном Кум-Даге, разработка которого началась позднее, это явление пока не наблюдается и величины газовых факторов незначительны. Общее количество добываемого газа составляет приблизительно 400—450 тыс. $м^3$ в сутки.

По данным, полученным в скв. № 46, расположенной в сводовой части складки и давшей при опробовании ряда горизонтов апшеронского яруса чистый газ с небольшим давлением, на Западном Кум-Даге следует ожидать наличия небольших газовых шапок в этих горизонтах, приуроченных к повышенной части складки. Газы здесь сухие, почти нацело состоящие из метана (94—98%); состав газов приведен в табл. 15. Содержание бензинов 20—40 $г/м^3$.

ВОДОНОСНОСТЬ

Источники, выходящие на поверхность, в пределах Кум-Дага отсутствуют. Количество воды, добываемой вместе с нефтью из скважин, незначительно и не превышает 8% общего количества добываемой жидкости.

Максимальный процент обводнения (59%) отмечен в скважинах горизонта Va; в скважинах других горизонтов он значительно ниже: для IV горизонта — 35%, для V — 15% и для I — 12%. Вместе с нефтью из скважин I и II горизонтов в весьма незначительных количествах извлекается вода (в пределах 3—5%), в скважинах горизонтов Iб, Iв, Iг и III Восточного Кум-Дага и всех горизонтов Западного Кум-Дага воды нет.

Воды весьма однообразны по составу и все принадлежат к хлоркальциевому типу; результаты их анализов приведены в табл. 16. Закономерности распределения по разрезу вод различной степени минерализации почти не наблюдается; возможно, что это объясняется недостаточностью фактических данных. Жесткость вод меняется в довольно широких пределах (S_2=10—21%) при ничтожной величине A_2 (0,07—1,12%).

Таблица 11

Геолого-эксплуатационные данные по Кумдагскому месторождению по состоянию на 1/VI 1952 г.

Участок	Ярус или толща	Пачка и горизонт	Дата ввода в разработку	Количество скважин бывших в эксплуатации	Начальный среднесуточный дебит нефти в *т* по одной скважине			Количество скважин, находившихся в эксплуатации	Среднесуточный дебит за май 1952 г. *скв/т*	Период фонтанной эксплуатации по скважинам, прекратившим фонтанирование, в днях			Газовый фактор в $м^3/т$			Общее количество скв.-суток эксплуатации	Добыто нефти с начала эксплуатации в тыс. *т*			
					от	до	средн.			от	до	средн.	от	до	средн.		на одну скважину			Всего
																	от	до	средн.	
Западный Кум-Даг	Апшеронский ярус	Б	26/XII 1951	3	24	78	52	3	52	Продолжает фонтанировать			66	87	72	295	1,52	10,99	0,57	17,13
		В	25/XII 1951	2	55	69	62	2	67	То	же		75	98	86	195	1,99	11,51	6,75	13,50
		Д	30/XII 1951	1	—	—	73	1	92	„	„		—	—	91	154	—	—	13,16	13,16
		Е	11/V 1951	6	52	88	65	6	70	„	„		66	255	132	973	1,34	19,30	9,11	62,44
	Акчагыльский ярус	II	1/IX 1950	3	20	62	31	1	74	„	„		153	400	270	1 216	2,68	46,02	14,88	54,64
		III	1/XI 1950	2	21	39	30	1	39	„	„		—	—	105	85	0,73	0,95	0,84	1,68
		IV	25/I 1951	1	—	—	38	—	—	„	„		—	—	81	449	—	—	26,63	26,63
	Красноцв. толща	V	26/III 1951	1	—	—	95	1	131	„	„		—	—	100	402	—	—	47,50	47,50
Восточный Кум-Даг	Акчагыльский ярус	I	12/IX 1950	21	9	50	35	17	31	31	390	155	63	375	194,3	3 252	0,50	29,65	4,97	104,36
		Iа	9/VII 1950	22	28	50	44	19	34	166	194	180	40	416	359,8	4 741	1,30	31,28	8,01	176,27
		Iб	24/II 1949	4	12	90	48	3	23	154	842	439,7	222	391	275,4	2 694	1,84	68,59	28,19	112,77
		Iв	22/XI 1949	4	20	82	42	3	12	160	823	428,5	—	—	—	2 415	2,88	30,62	16,53	66,14
		II	22/II 1949	42	11	73	32	33	16	80	766	265,2	81	468	167,3	14 243	1,11	33,01	9,36	392,28
		III	24/II 1949	36	11	102	49	19	18	63	843	437,7	21	602	345,9	17 498	0,44	47,73	1,62	583,67
		IIIа	12/VII 1949	7	10	88	41	4	9	191	510	350,5	101	378	176,8	3 309	0,52	41,31	12,44	87,12
		IV	10/X 1950	5	35	87	55	4	13	264	546	361,6	36	110	89,3	2 124	7,31	18,74	11,35	56,77
	Красноцв. толща	V	21/III 1950	15	15	95	54	12	51	38	451	244,3	36	241	93,8	6 174	0,93	51,58	24,14	362,18
		Vа	19/II 1950	4	45	89	74	3	29	237	237	237	24	331	152,2	2 493	9,38	54,75	37,90	151,60

Таблица 12

Запасы нефти Кумдагского месторождения по категориям А+В (данные Туркменского филиала ВНИИ)

Участок	Горизонт	Первоначальные запасы нефти в тыс. *т*	Добыто нефти на 1/V 1952 г. в тыс. *т*
Восточный Кум-Даг	I	1 261,0	98,0
	Iа	905,0	152,2
	Iб	92,0	110,8
	Iв	71,7	56,8
	Iг	38,2	9,2
	II	1 658,0	486,0
Восточный Кум-Даг	III	1 284,0	617,0
	IIIа	1 117,0	79,0
	IV	287,0	54,8
	V	430,5	305,7
	Va	194,3	153,6
	Всего	7 338,7	2 123,1
Западный Кум-Даг	Б	6 749,0	12,2
	В	5 207,0	41,4
	Г	3 431,0	58,7
	II	2 778,0	48,6
	III	234,0	2,7
	IV	379,0	26,6
	V	383,0	47,4
	Всего	19 161,0	237,6

Таблица 13

Распределение запасов нефти Кумдагского месторождения в стратиграфическом разрезе

Ярусы и толщи	Запасы в тыс. *т*		
	Восточный Кум-Даг	Западный Кум-Даг	Всего
Апшеронский ярус	—	15 387	15 387
Акчагыльский ярус	6 714	3 391	10 105
Красноцветная толща	625	383	1 008
Итого	7 339	19 161	26 500

ПЕРСПЕКТИВЫ И НАПРАВЛЕНИЕ ДАЛЬНЕЙШИХ РАБОТ

Кумдагское месторождение разведано частично как по площади, так и на глубину. На северо-западном тектоническом блоке единичными скважинами обнаружены промышленные притоки нефти в акчагыльских и апшеронских отложениях.

Обнаруженные в пределах западного периклинального окончания складки новые высокопродуктивные пласты, залегающие в нижней части отложений апшеронского яруса (ниже горизонта Е), указывают на реальную возможность выявления новых залежей на восточном погружении складки.

Таблица 14

Характеристика нефтей по горизонтам месторождения Кум-Даг (данные Туркменского филиала ВНИИ за 1951—1952 г.)

Участок	Горизонт	Глубина в *м*	Уд. вес	Содержание			Отгон до 300° по Энглеру в объемн. %
				парафинов в вес. %	смол силикагелевых в вес. %	смол акцизных в объемн. %	
Западный Кум-Даг	Б	680—1 395	0,8263	13,3	4,8	14	53
	В	801— 821	0,8233	16,3	4,6	12	53
	Г	839— 883	0,8363	—	—	11	48
	Д	1 047—1 051	0,8456	—	—	13	—
	Е	994—1 165	0,8422	13,4	4,4	17	40
	Iг	787— 802	0,8372	—	—	11	40
	С	1 310—1 325	0,869	—	—	22	33
	II	1 054—1 405	0,8502	16,7	4,9	18	38
	IV	1 490—1 493	0,870	17,7	6,9	16	35
	V	1 470—1 483	0,8436	14	4,0	16	38
Восточный Кум-Даг	А	955—1 044	0,863	15,5	8,3	24	33
	Iа	870— 951	0.8605	16,1	7,5	23	33
	I	952— 981	0,8668	15,3	7,9	21	30
	II	974—1 106	0,8679	18,5	7,8	23	31
	IIIа	1 012—1 074	0,871	18	7,6	28	32
	III	965—1 090	0,867	21	8,5	24	32
	IV	1 058—1 106	0,862	13	8,5	26	32
	Va	1 057—1 082	0,863	14,2	8,6	23	32
	V	1 026—1 120	0,8706	17,6	7,3	23	33

Нерешенным остается вопрос о нефтеносности нижней части красноцветной толщи, вскрытой на Кум-Даге только на глубину 1000 *м*. Между тем на Небит-Даге и Челекене, на глубине соответственно 2000 и 1800 *м* от кровли красноцветной толщи, открыты высокопродуктивные залежи.

На основании изложенного можно наметить следующие первоочередные задачи дальнейших разведочных работ на Кумдагском месторождении:

1) прослеживание нефтеносности в отложениях апшеронского и акчагыльского ярусов на северо-западном тектоническом блоке;

2) поиски нефтеносности по всему разрезу на юго-восточном тектоническом блоке;

3) прослеживание, оконтуривание и поиски новых литологически экранированных залежей на продолжении западного и восточного погружений складки;

4) поиски нефти в нижней части красноцветной толщи во всех тектонически обособленных частях структуры;

5) поиски стратиграфических залежей нефти на границе красноцветной толщи и подстилающих ее отложений в зоне погружений крыльев складки;

6) изучение строения складки с целью детализации дизъюнктивной тектоники, выполняемое попутно с перечисленными выше задачами.

Таблица 15

Состав газов месторождения Кум-Даг (по данным Туркменского филиала ВНИИ, 1952 г.)

Участок	Способ эксплуатации	Удельный вес	Состав газа в объемн. %						
			H_2S	CO_2	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12} и высшие гомологи
Восточный Кум-Даг	Глубоконасосные скважины	0,597—0,624	0,001	0,3—0,4	94—96	1,9—2,1	0,5—1,2	0,3—0,8	1,1—1,4
	Фонтанные скважины	0,569—0,593	Следы	0,2—0,7	95,6—97,7	0,9—1,5	0,2—0,8	0,2—0,7	0,5—0,9
Западный Кум-Даг	Фонтанные скважины	0,598—0,635	Следы	0,3—0,6	92—95	2,3—3,4	0,6—1,6	0,4—1,1	0,5—1,5

Таблица 16

Солевой состав вод Восточного Кум-Дага (данные А. Я. Гаврилова, Туркменский филиал ВНИИ)

Горизонт	Содержание в *мг-экв/л*					Характеристика вод по классификации Пальмера			
	Cl'	$HCO_3' + CO_3'' +$ + наф. кисл.	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot} + K^{\cdot}$	S_1	S_2	A_1	A_2
I	2 013—1 670	5—1	27,7—16,0	11,7—6,1	173,5—143,8	86,14—79,02	20,96—13,82	—	0,12—1,02
II	1 593—1 277	5—1	19,0—19,6	7,9—2,6	138,8—121,0	88,32—83,72	16,26—11,54	—	0,34—0,07
III	1 451—1 165	5—2	16,0—12,7	5,0—2,3	127,6—101,7	87,82—85,20	14,02—12,02	—	0,44—0,08
IV	1 400—1 307	6—2	16,5—15,5	4,6—2,8	121,5—111,2	86,62—84,70	14,58—13,06	—	0,48—0,20
V	1 410—1 003	12—2	16,0—8,0	5,7—2,3	126,0—99,0	87,90—85,12	14,82—10,62	—	1,12—0,14

Месторождение Челекен

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ И СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ

Полуостров Челекен (рис. 2, № 1) расположен на восточном побережье Каспийского моря в 65 *км* к юго-востоку от г. Красноводска. Длина полуострова 32 *км*, ширина 16 *км*. К северу и к югу от него отходят две косы протяженностью 18 и 14 *км*, отделяющие бухты Кертяха на севере и Огомане на юге. Южная бухта служит удобной стоянкой для мелко сидящих судов. Берега полуострова пологие и низменные, за исключением части западного берега, образующего обрыв высотой до 25 *м*, отстоящий от кромки воды на 50—70 *м*.

Северная часть полуострова вдоль побережья покрыта в основном барханами, достигающими значительной высоты. Начиная от западного берега, на протяжении более 20 *км* к востоку по средней части полуострова протягивается широкая полоса выходов резко дислоцированных отложений, которые слагают вытянутую в широтном направлении возвышенность Чохрак с максимальной абсолютной отметкой 93 *м*. Южная и восточная части полуострова в основном заняты крупными площадями солончаков, чередующихся с барханными песками.

На Челекене, кроме многочисленных мелких источников высокоминерализованных вод, имеется два озера: Западный Порсугель, расположенный в западной части полуострова, и Розовый Порсугель — в центральной его части, вблизи пос. Дагаджик. Озера находятся в кратерах потухших вулканов.

Челекен с давних времен известен как нефтяное месторождение. Еще в первой половине XVIII в. путешественники упоминали о колодезной добыче нефти, уже в то время проводившейся здесь в значительных размерах.

Бурение на нефть было начато в 1876 г. в северо-западной части полуострова, прилегающей к берегу. В первых же скважинах с глубины 30—40 *м* из самой верхней части красноцветной толщи были получены фонтанные притоки нефти с дебитами от 5 до 100 *т* в сутки. Общее число скважин, пробуренных на Челекене до революции, очень велико и не поддается точному учету; по данным Ю. А. Косыгина (1933а), оно близко к цифрам 600—700.

Общая добыча с 1876 до 1917 г. составила около 1200 тыс. *т*; из них 70% приходится на период 1909—1915 гг., когда был получен ряд открытых фонтанов с дебитами до 15 000 *т* в сутки. Максимальная добыча была получена в 1911 г. и составляла 217 тыс. *т*.

В 1913 г. началось обводнение нефтяного горизонта. В скважинах, вскрывших водоносные пески, залегающие ниже нефтяного горизонта, никакие изоляционные мероприятия не проводились, и эти скважины становились проводниками воды. Хищническая разработка пласта, жестокая конкуренция отдельных владельцев смежных участков, полное игнорирование опасности обводнения и дегазации месторождения привели к преждевременной гибели залежей нефти верхнего горизонта красноцветной толщи в пределах указанного участка. К 1918 г. добыча упала до 5 тыс. *т* в год.

1923—1924 гг. началось восстановление промысла. Были очищены и переданы в эксплуатацию некоторые старые скважины. Однако вследствие того, что в течение длительного периода вода свободно проникала в нефтяной пласт и промывала нефтяные пески, вновь вводимые в эксплуатацию скважины давали нефти не более 2—3% по отношению ко всей откачиваемой жидкости.

В период 1927—1931 гг. за пределами эксплуатационной площади были пробурены 12 разведочных скважин глубиной от 270 до 319 *м*, но промышленных притоков нефти из них получено не было. Несколько позже (1935—1939 гг.) трест Туркменнефть безрезультатно пробурил еще три скважины, из которых наиболее глубокая (скважина № 2), заложенная на северном крыле складки, вскрыла красноцветную толщу на глубину 750 *м* от кровли. С 1940—1941 гг. трест Туркменнефть пробурил еще 4 скважины в пределах старого эксплуатационного участка. Наиболее глубокая из скважин вскрыла красноцветную толщу на глубину 655 *м*. Все эти скважины также не дали положительных результатов.

В 1949 г. разведочное бурение было возобновлено объединением Туркменнефть. В первой же скважине (№ 10), пробуренной до глубины 1240 *м*, заданной на старой промысловой площади в северо-западной части структуры, был получен промышленный приток нефти с глубины 950 *м*, причем кровля красноцветной толщи здесь находится на глубине 170 *м*. 12 апреля 1950 г. скв. № 10 вступила в эксплуатацию фонтанированием; ее начальный дебит достигал 60 *т* нефти в сутки.

В ряде пробуренных затем скважин, расположенных на той же площади, также были получены промышленные притоки нефти из различных стратиграфических горизонтов средней части красноцветной толщи с дебитом от 20 до 80 *т* нефти в сутки. Кроме того, в ряде бурящихся скважин на этом же интервале красноцветной толщи в процессе бурения были отмечены нефтегазопроявления и вскрыты многочисленные нефтенасыщенные пласты.

Наиболее глубокой части разреза красноцветной толщи достигла скв. № 24, расположенная на северном крыле западной части Челекенской структуры (забой 2412 *м*). При опробовании одного из горизонтов нижней части красноцветной толщи, залегающего на глубине 2320—2330 *м*, был получен фонтанный приток нефти с дебитом 200 *т*. Этой скважиной была открыта богатейшая залежь нефти на Челекене.

В 1952 г. было начато разведочное бурение к северо-востоку от сводовой части структуры (в районе озокеритового промысла Дагаджик) и в ее центральной части (к северу от грязевого вулкана Алигул).

Первая геологическая карта Челекена в масштабе 1 : 21 000 была составлена В. Н. Вебером и К. П. Калицким (1911).

В 1927—1928 гг. В. Б. Порфирьев (1930, 1931а—б) составил геологические и структурные карты отдельных участков в масштабе 1 : 10 000 и 1 : 5000.

В течение 1941—1945 гг. на Челекене работала комплексная нефтяная экспедиция Всесоюзного нефтяного научно-исследовательского геолого-разведочного института; целью работы было разрешение ряда вопросов стратиграфии и тектоники, а также выявление характера нефтяных и озокеритовых залежей (В. А. Атанасян, Н. К. Трифонов, Г. В. Шведов и др.).

В 1949 г. была проведена аэрофотосъемка острова в масштабе 1 : 25 000 и в 1952 г. — в масштабе 1 : 10 000.

За последние годы на Челекене проведены также комплексные геофизические исследования и в большом объеме структурно-картировочное бурение. Ценные сведения об истинных размерах и форме складки дала сейсморазведка методом отраженных волн.

СТРАТИГРАФИЯ

Разрез отложений Челекена представлен следующим комплексом пород (рис. 13).

Современные отложения представлены песками с *Cardium edule* L. и наземными образованиями — чередованием песков и глин.

Древнекаспийские (хвалынские) отложения представлены песками с линзами глин, в основании с маломощным слоем конгломерата.

На подстилающих отложениях они залегают с угловым несогласием, мощность их порядка 15 *м*. Ниже залегают слои с *Corbicula fluminalis* Müll., состоящие из глинистых песков, чередующихся с мергелями; мощность их 35 *м*[1]. Эти отложения слабо дислоцированы и несогласно покрывают различные горизонты бакинского яруса.

Бакинский ярус. Верхнебакинские отложения[2] представлены серыми с красноватым оттенком глинами, переслаивающимися с песками. На нижнебакинских эти осадки залегают несогласно. Обнажающаяся мощность достигает 120 *м*.

Нижнебакинские отложения представлены красноватыми, черными и зелеными глинами с прослоями песков. Они лежат с резким несогласием на подстилающих породах, иногда непосредственно на отложениях красноцветной толщи. В подошве их залегает мшанковый известняк, переходящий по простиранию в прослой, состоящий из скоплений мелких гастропод. Мощность нижнебакинских отложений колеблется от 7 *м* в районе оз. Розовый Порсугель до 140 *м* на западном берегу Челекена.

Апшеронский ярус. Отложения апшеронского яруса на Челекене делятся на три подъяруса: верхний, средний и нижний.

Верхний апшерон сложен коричневатыми глинами, подстилающимися ракушником. Эти отложения залегают несогласно на породах среднего апшерона. Максимальная их мощность 25 *м*.

Средний апшерон сложен в верхней части коричневатыми глинами мощностью 80 *м*. Под ними залегают черные глины мощностью от 35 до 69 *м*. Ниже следует слой песка мощностью 1—2 *м*, подстилающийся коричневой глиной. В основании залегает изменчивый по простиранию горизонт, представленный песчаниками или известняками. Максимальная мощность отложений среднего апшерона 190 *м*.

Нижний апшерон сложен однообразной толщей серых и красноватых глин. Здесь выделяются характерные горизонты: вулканического пепла, черных глин и тонкозернистых песков с фауной *Streptocerella sokolovi* Andrus. и др. В подошве яруса залегает темная плотная глина. Нижний апшерон залегает несогласно на акчагыле. Мощность осадков 275—300 *м*.

Акчагыльский ярус выражен светло-серыми глинами, среди которых выделяются два характерных горизонта: пласт черных глин и прослой вулканического пепла. Кроме характерной ассоциации остракод, в глинах встречаются отпечатки рыб, обломки костей птиц и млекопитающих. Общая мощность акчагыла колеблется от 1 до 50 *м*.

---

[1] По мнению П. В. Федорова (1946), слои с *Corbicula fluminalis* должны быть разделены на две части, из которых нижняя соответствует верхам хазарского яруса, а верхняя представляет собой аллювиальную фацию верхней части хвалынского яруса. — *Прим. ред.*

[2] По П. В. Федорову, эти отложения относятся к хазарскому ярусу. — *Прим. ред.*

Суммарная мощность бакинского, апшеронского и акчагыльского ярусов достигает 850—900 *м*. Однако многочисленные трансгрессии и интенсивные тектонические процессы привели к тому, что общая мощность этих комплексов в обнажениях, приуроченных к наиболее поднятым частям складки, обычно выражается цифрами 150—200 *м*, а в скважинах нередко достигает 500 *м*.

Красноцветная толща. Отложения красноцветной толщи в центральной части полуострова обнажаются на протяжении более чем 10 *км*. Вскрытая часть толщи представляет собой комплекс песчано-глинистых пород с резко меняющимся литологическим составом. Проследить отдельные пласты в большинстве случаев не представляется возможным.

Мощность обнажающейся части красноцветной толщи по В. Н. Веберу и К. П. Калицкому, не превышает 250—300 *м*.

Разведочными скважинами разрез красноцветной толщи вскрыт на максимальную мощность 2300 *м*. Представление о литологическом характере этой части разреза дают каротажные диаграммы и керновый материал.

Верхняя часть разреза, имеющая мощность 600—650 *м*, представлена чередующимися песками и глинами, с преобладанием песков. Большинство песчаных пластов обладает мощностью 20—25 *м* и хорошо прослеживается по площади.

Вторая часть разреза, мощностью 300 *м*, содержит почти одинаковое количество чередующихся пластов глин и песков, мощности которых не превышают 10 *м*.

Третья часть разреза, мощностью 850 *м*, представлена в основном тонко чередующимися пластами глин и песков, с преобладанием в разрезе глинистых песков и глин. Здесь выделяется несколько пластов песка с мощностями, достигающими 5—10 *м*.

Самая нижняя часть разреза, вскрытая двумя скважинами (№ 43 и 24) на 400 *м* по мощности, представлена песчано-глинистой толщей, в которой выделяется до десяти песчаных пластов с мощностями от 8 до 15 *м*. В нижней половине толщи пески преобладают над глинами.

Наиболее древние породы известны на Челекене в Алигульском массиве; они представлены сланцеватыми глинами оливкового цвета, очень твердыми известковистыми песчаниками и ярко-зелеными мергелями. Все они разбиты трещинами и распадаются на остроугольные обломки. К. П. Калицкий относит эти породы к палеогену, считая их аналогами коунской свиты Юго-Восточного Кавказа. Они являются отторженцами, вынесенными грязевым вулканом.

ТЕКТОНИКА

В тектоническом отношении Челекен представляет собой крупную антиклинальную складку запад-юго-западного простирания, имеющую, по данным сейсморазведки, длину 35 *км* и ширину 16 *км*. Вдоль всего полуострова в центральной его части протягивается полоса обнаженных пород плиоцена и постплиоцена длиной 25 *км* и шириной около 6 *км*. Обнажающееся здесь кольцо бакинских пород ясно подчеркивает антиклинальный характер структуры. Западная периклиналь почти полностью уходит в море. Восточная периклиналь складки в основном закрыта современными отложениями, но четко прослеживается по данным сейсморазведки. Она образует широкий и пологий заворот пластов, протягивающийся далеко на восток и выходящий за пределы полуострова. Челекен-

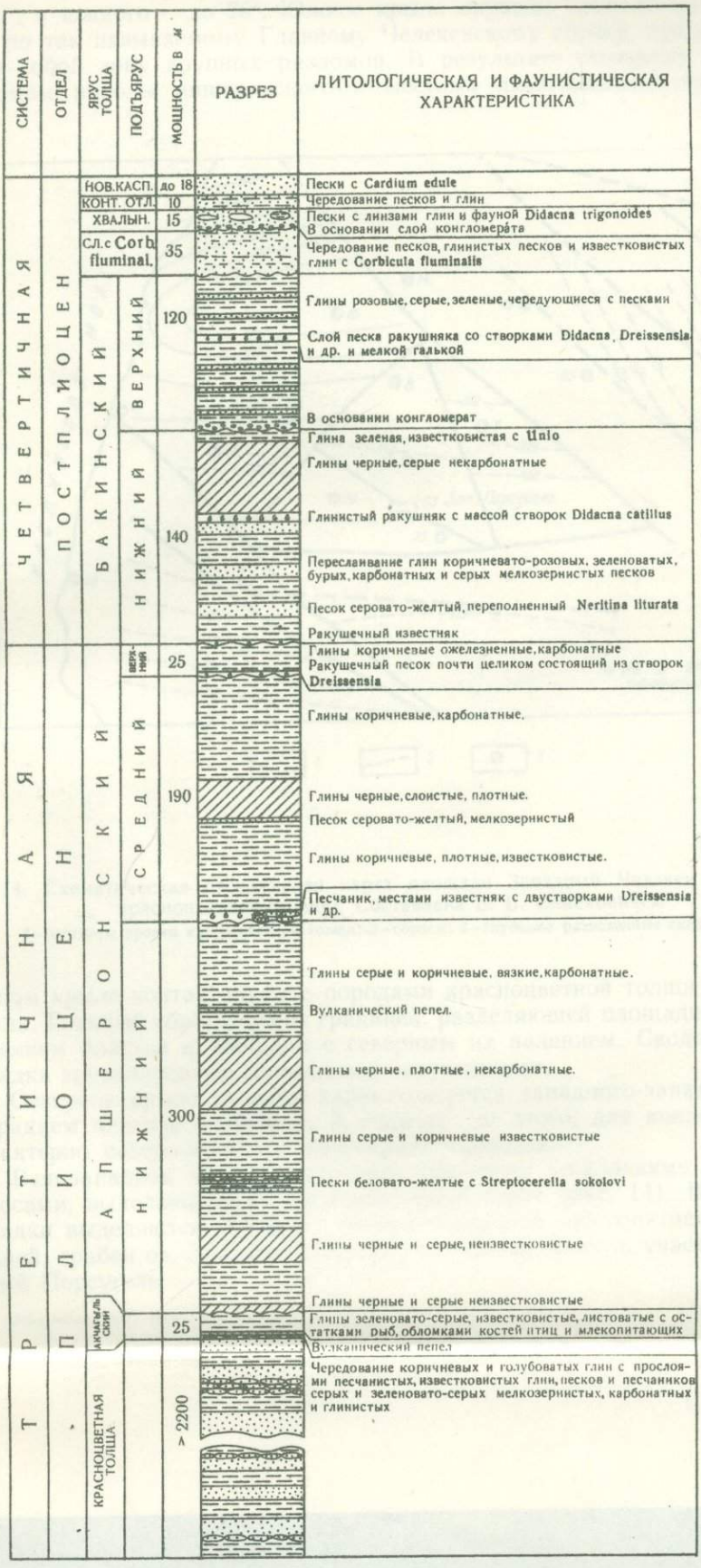


Рис. 13. Сводный стратиграфический разрез месторождения Челекен. По В. Н. Веберу, К. П. Калицкому и С. Колядному

1—пески; *2*—песчаники; *3*—глинистые пески; *4*—глины; *5*—черные глины; *6*—ракушечники; *7*—вулканический пепел; *8*—галька

ская складка кулисообразно сочленяется с соседней к востоку Котуртепинской структурой.

Складка асимметрична. Углы падения северного крыла составляют 7—10°, а южного — до 20°. Южное крыло опущено относительно северного по так называемому Главному Челекенскому сбросу, представляющему собой зону крупных разломов. В результате смещения по этим разломам породы апшеронского и местами акчагыльского ярусов на

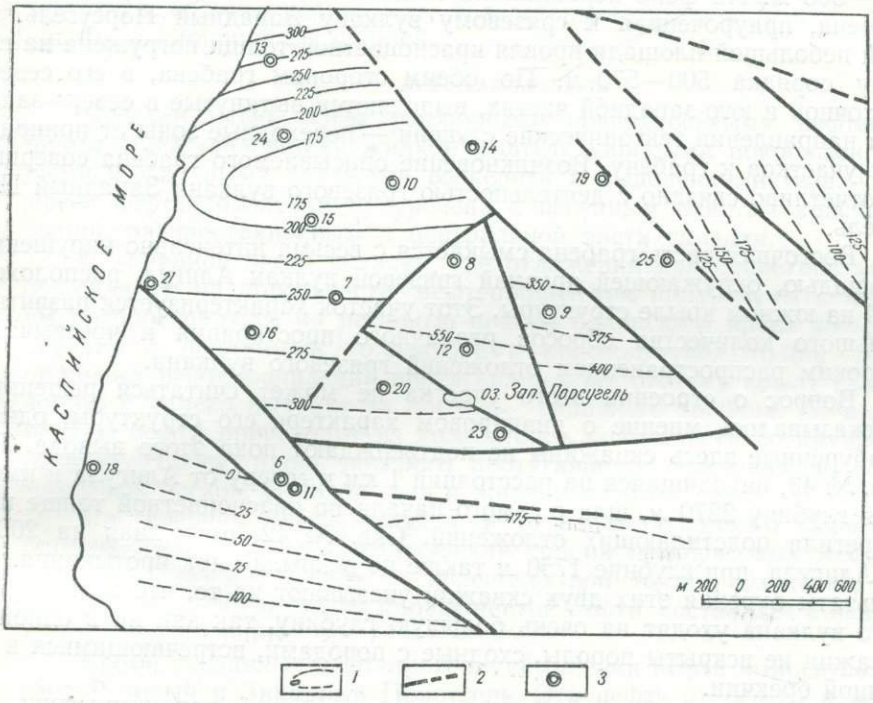


Рис. 14. Схематическая структурная карта площади Западный Челекен (по кровле красноцветной толщи). Составлена В. В. Семеновичем

1—изогипсы кровли красноцветной толщи; *2*—сбросы; *3*—глубокие разведочные скважины

южном крыле контактируют с породами красноцветной толщи северного крыла. Главный сброс служит границей, разделяющей площади с южным падением пластов и площади с северным их падением. Сводовая часть складки завуалирована сбросовыми нарушениями.

Северное крыло складки характеризуется запад-юго-западным простиранием пластов и сбросов. В отличие от этого, для южного крыла характерно северо-западное простирание сбросов.

Вся западная часть полуострова рассечена несколькими крупными сбросами, выделяющимися на структурной карте (рис. 14). В пределах складки выделяются участки с особенно сильной дизъюнктивной дислокацией: грабен оз. Западный Порсугель, участок Алигул, участок оз. Розовый Порсугель.

Грабен оз. Западный Порсугель заключен между Алигул-Куртепинским сбросом на северо-востоке и системой сбросов урочищ Мирзабек и Сарыкая на юго-западе. С северо-востока грабен ограничен северным крылом складки, отсеченным сбросом, с юго-запада — частью южного крыла.

Как показало глубокое и структурное бурение, грабен представляет собой периклиналь складки, погружающуюся в сторону моря. Абсолютные отметки кровли красноцветной толщи здесь колеблются в пределах 180—300 *м*. На фоне периклинали выделяется наиболее глубокая часть грабена, приуроченная к грязевому вулкану Западный Порсугель. На этой небольшой площади кровля красноцветной толщи погружена на глубину порядка 500—570 *м*. По обеим сторонам грабена, в его северо-восточной и юго-западной частях, выделяются вытянутые в северо-западном направлении тектонические ступени — переходные зоны от приподнятых участков к грабену. Возникновение описываемого грабена совершенно отчетливо связано с деятельностью грязевого вулкана Западный Порсугель.

Восточная часть грабена смыкается с весьма интенсивно нарушенной площадью, окружающей древний грязевой вулкан Алигул, расположенный на южном крыле структуры. Этот участок характеризуется развитием большого количества сбросов различного простирания и чрезвычайно широким распространением отложений грязевого вулкана.

Вопрос о строении этого участка не может считаться решенным. Высказывалось мнение о диапировом характере его структуры, однако пробуренные здесь скважины не подтверждают пока этого вывода. Так, скв. № 43, находящаяся на расстоянии 1 *км* к северу от Алигула и имеющая глубину 2270 *м*, шла с самого начала по красноцветной толще и не встретила подстилающих отложений. Скв. № 42, отстоящая на 200 *м* от Алигула, при глубине 1750 *м* также не вскрыла ядра протыкания. Результаты бурения этих двух скважин указывают на то, что корни грязевого вулкана уходят на очень большую глубину, так как ни в одной из скважин не вскрыты породы, сходные с породами, встречающимися в сопочной брекчии.

Третьим участком, заслуживающим отдельной характеристики, является район грязевого вулкана Розовый Порсугель в центральной части Челекена. Здесь на фоне северного крыла складки, рассеченного продольными сбросами, выделяется район, особенно интенсивно нарушенный. Кроме продольных сбросов, выделяются сбросы поперечные, огибающие оз. Розовый Порсугель. Сбросы делят площадь на ряд изолированных тектонических блоков, причем амплитуды сбросов достигают десятков метров. Нередко апшеронские отложения одного крыла сброса контактируют с красноцветной толщей другого крыла. Вокруг озера расположена воронка-грабен; здесь наблюдается падение пластов в сторону озера.

Корни грязевого вулкана Розовый Порсугель, так же как и корни Алигула, уходят на значительную глубину. Об этом свидетельствует резкое отличие солевого состава воды озера (гидрокарбонатно-натриевой слабо минерализованной) от вод красноцветной толщи из источников (хлор-кальциевых высокоминерализованных).

Характерные особенности Челекена — исключительно широкое развитие дизъюнктивных дислокаций и связанная с этим деятельность грязевых вулканов — определили современный облик Челекенской складки и, по-видимому, явились весьма важным фактором в формировании и разрушении нефтяных залежей.

Наиболее крупные несогласия в разрезе наблюдаются между отложениями апшеронского и бакинского ярусов, после отложения бакинских слоев и слоев с *Corbicula fluminalis* Müll. Кроме того, несогласия наблюдаются внутри апшеронского яруса.

Эти несогласия четко видны в разрезе, проявляясь как в виде поверхностей размыва, так и в различиях углов и азимутов падения.

В целом тектоника Челекенской структуры чрезвычайно сложна и, несмотря на многочисленные исследования, требует еще больших работ для своей расшифровки. Можно предполагать, что глубинное строение структуры значительно проще, вследствие затухания многих дизъюнктивных дислокаций с глубиной.

НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

Челекен очень богат различными поверхностными нефтепроявлениями, представленными жидкой нефтью, кировыми покровами, пластовыми и жильными залежами озокерита и выделениями газа. Основная масса нефтепроявлений приурочена к песчаным пластам красноцветной толщи, распространенным в центральной части складки.

В западной части складки, где отложения красноцветной толщи не обнажаются на поверхности, нефтепроявления приурочены к нарушениям, распространяясь на песчаные пласты бакинского яруса, и несомненно связаны с нефтяными коллекторами красноцветной толщи. Эта зона обильных нефтепроявлений протягивается по южному крылу складки на восток и далеко выходит за пределы западного грабена. По-видимому, подъем нефти происходит из коллекторов красноцвета по крупному широтному сбросу, вдоль которого протягивается сплошная полоса битуминозных песков, выходов газа и жидкой нефти.

На северном крыле складки, в 18 *км* от западного берега полуострова, расположена Дагаджикская группа озокеритовых месторождений, приуроченных к верхам красноцветной толщи. Озокерит, являясь продуктом преобразования парафинистой нефти, составляет с ней единую генетическую группу.

Кроме указанных нефтепроявлений, пленки нефти выносятся с водой озер Розовый и Западный Порсугель. Эта нефть относится к асфальтовому типу и отлична от нефти парафинистого типа, содержащейся в залежах западной части структуры. Это обстоятельство указывает на возможное наличие еще не обнаруженных бурением залежей нефти с асфальтовым основанием.

Незначительная по запасам, порядка 1,5 млн *т*, залежь нефти, находящаяся в самых верхах красноцветной толщи, была открыта в 1876 г. в северо-западной части полуострова, прилегающей к берегу. В 1950 г. была выявлена промышленная нефтеносность, приуроченная к средней части разреза красноцветной толщи на западном грабене, в пределах северного крыла складки. В 1952 г. на том же участке скв. № 24 установлена исключительно высокая промышленная нефтеносность в нижней части красноцветной толщи.

В средней части красноцветной толщи отдельными скважинами вскрыто от одного до десяти нефтяных песчаных пластов, приуроченных к интервалу глубины от 550 до 1100 *м* от кровли красноцветной толщи. При сопоставлении разрезов скважин выявились непостоянство этих пластов и ограниченность контуров их нефтеносности. Непостоянство разреза вследствие резкой фациальной изменчивости пород дополняется перебитостью пластов многочисленными сбросами.

Из общего количества 16 скважин, вскрывших к настоящему времени в пределах указанного участка среднюю часть красноцветной толщи, в восьми скважинах промышленная нефтеносность отсутствует. В пяти из остальных скважин было произведено опробование различных горизонтов. Начальные среднесуточные дебиты изменялись от 12 до 40 *т* нефти. В процессе фонтанирования дебит постепенно уменьшался при одновременном увеличении газового фактора или прогрессирующем обводнении.

За 1500 скважино-суток эксплуатации до 1 августа 1952 г. из этих скважин было добыто около 30 тыс. *т* нефти, что в среднем составляет 20 *т* в сутки. Газовые факторы колеблются в пределах от 100 до 500 $м^3$ на 1 *т* нефти. Давление в начальный период эксплуатации составляло от 20 до 40 *ат* и постепенно снижалось в процессе эксплуатации.

В следующем интервале разреза, на глубине от 1100 до 1770 *м* от кровли красноцветной толщи, вскрытом полностью только скв. № 24, нефтеносность отсутствует. Ниже, с глубины 1770 *м* (1980 *м* от поверхности), скв. № 24 вскрыла четырехсотметровую песчано-глинистую толщу, в которой все песчаные слои нефтеносны.

При опробовании песчаного пласта, залегающего на глубине 2107 *м* от кровли красноцветной толщи, 5 июня 1952 г. был получен фонтанный приток нефти с дебитом более 200 *т* в сутки. Давление на буферной головке составляло 96 *ат*, а в затрубном пространстве 145 *ат*. Газовый фактор изменялся в пределах 250—300. В течение четырех месяцев эксплуатации дебит скважины и давление оставались без изменения.

Скв. № 43 Алигульского участка, заложенная на размытой поверхности красноцветной толщи, на глубине 1650 *м* вошла в ту же нефтеносную пачку, которая вскрыта и опробована в скв. № 24. По данным каротажа и результатам анализа образцов пород, нефтеносность этой пачки аналогична таковой в скв. № 24.

Выдерживающаяся на большом протяжении (расстояние между этими скважинами 5 *км*) и в различных тектонических условиях нефтеносность нижней части красноцветной толщи, кроме наличия высокой продуктивности и многопластовости, указывает также на большую площадь распространения этих залежей.

В теснейшей связи с нефтью находятся углеводородные газы и озокерит. Газ добывается попутно с нефтью во всех эксплуатирующихся в настоящее время скважинах. Количество газа, растворенного в нефти, в нижней части красноцветной толщи весьма велико. Об этом свидетельствуют данные, полученные по скв. № 24, в которой добывается до 60 тыс. $м^3$ газа в сутки (350 $м^3$ на 1 *т* нефти). Можно предполагать наличие газовых шапок в наиболее повышенных частях этой огромной по размерам складки.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕЙ И ГАЗОВ

На Челекенском месторождении известно два типа нефтей: метаново-нафтеновый и нафтеново-метановый.

К первому, метаново-нафтеновому типу относятся все нефти, связанные с многочисленными проявлениями ее на поверхности. Исключение представляют выделения озер Розового и Западного Порсугелей, где вместе со щелочными гидрокарбонатно-натриевыми водами выносится незначительное количество нефти нафтеново-метанового основания.

Во всех скважинах, расположенных в западной части полуострова, при опробовании различных частей разреза красноцветной толщи, от

самых верхних горизонтов до горизонтов, залегающих на глубине свыше 2000 *м* (скв. № 24) от кровли красноцвета, получены метаново-нафтеновые нефти. В скв. № 31, расположенной на северном крыле центральной

Таблица 17

Характеристика нефтей месторождения Челекен (по данным Туркменского филиала ВНИИ, 1951—1952 гг.)

№ скважины	Глубина, с которой взята проба, в *м*	Удельный вес	Содержание в вес. %			Отгон по Энглеру до 300° в объемн. %	Температура застывания °С
			парафинов	смол силикагелевых	смол ацизных		
21	840,5— 843,5	0,872	—	—	20	51	—10°
15	1099,5—1100,5	0,8427	11,8	6,3	22	48	+17°
7	1163—1167	0,8470	—	—	20	48	—
9	1316—1304	0,8835	—	—	18	33	—
9	1164—1166	0,8611	11,8	7,25	22	40	+15°
23	1414—1420	0,875	—	—	—	34	+14°
24	2321—2330	0,8336	13,5	3,49	12	46	+12°
31	880	0,846	0,65	—	26	52	—17°

Таблица 18

Состав углеводородных газов из буровых скважин Челекена (по данным Туркменского филиала ВНИИ, 1952 г.)

№ скважины	Удельный вес	Состав газа в объемн. %						
		CO_2	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12} и высшие гомологи	N_2 и редкие газы
24	0,655	0,36	89,5	5,8	1,9	1,8	1,1	—
15	0,673	0,46	89,2	4,8	1,8	2,0	1,7	—
15/40	0,657	0,91	88,7	2,2	0,8	0,6	1,0	5,8
7	0,610	0,20	92,8	2,9	1,2	1,4	1,1	0,4
9	0,694	0,38	88,7	4,4	3,0	2,2	1,7	—
19	0,672	0,10	88,7	4,9	3,0	1,9	1,4	—

Таблица 19

Состав газов из естественных выходов на Челекене (по литературным данным)

Место взятия пробы	Год взятия пробы	Состав газа в объемн. %						Чьи данные
		CO_2	CH_4	C_2H_6 и высшие гомологи	N_2	Ar	He	
Урочище Сарыкая . . .	1930	0,4	53,8	12,7	32,5	—	0,0083	Порфирьева
Грифон на Алигуле . .	1930	1,6	83,7	6,6	8,0	—	—	Косыгина
Урочище Хораз . . .	1930	0,6	5,1	1,7	92,4	—	0,1014	Порфирьева
Оз. Западный Порсугель	1932	4,4	94,1	1,4	—	—	—	Карконаса и Голубева
Оз. Розовый Порсугель	1932	1,15	96,0	1,0	0,9	—	—	То же

части складки в районе Дагаджик, впервые обнаружены нефти с ничтожным содержанием парафина (0,65%), приуроченные к средней части разреза красноцветной толщи. Забой скважины во время выбросов нефти находился на глубине 880 *м*, что примерно соответствует положению

кровли красноцветной толщи. Содержание серы в нефтях весьма незначительное, порядка 0,2—0,3%. Свойства нефтей Челекена сведены в табл. 17.

В источниках подземных вод вместе с водой выделяется незначительное количество газа. Газовый состав вод источников весьма различен; главными составными частями являются метан и азот.

Источники, содержащие значительное количество азота, в основном приурочены к южному крылу складки; например, содержание азота в источнике, расположенном в урочище Хораз, достигает 92%. Азотно-метановый газ был получен в старой скважине в урочище Кишмишли. В нем содержание N_2 и редких газов в сумме достигает 19,5%; CH_4 составляет 77,7%; Ar+Kr+Xe 0,199%; Ne+He 0,007%; O_2 2,4%; высшие углеводороды 0,4%. Остальные источники, а также нефтяные скважины выделяют углеводородные газы, в которых преобладает метан (88—93%).

Состав газов, добываемых попутно с нефтью из скважин, а также из некоторых наиболее характерных источников, приведен в табл. 18 и 19.

ВОДОНОСНОСТЬ

Породы, слагающие п-ов Челекен, исключительно водообильны. На его территории зарегистрировано около 400 естественных минеральных источников, приуроченных к зонам дизъюнктивных нарушений. Источники располагаются обычно по линиям сбросов или локализуются отдельными группами на участках с наибольшей раздробленностью. Все источники восходящие, питаются водой, двигающейся по водопроводящим трещинам из красноцветной толщи. Температура воды источников достигает 70°.

Минеральные источники располагаются главным образом на трех участках полуострова: западном — к востоку от оз. Западный Порсугель, восточном — к востоку от оз. Розовый Порсугель и южном — приуроченном к южному склону возвышенности Чохрак.

Озера Западный и Розовый Порсугель, находящиеся в жерлах прекративших свою деятельность грязевых вулканов, питаются глубинной водой, отличной по своему составу от вод источников.

Воды источников представляют собой характерные хлор-кальциевые рассолы [1]. В водах источников характерно отсутствие сероводорода.

Количество иода составляет 30—40 *мг*, брома 300—400 *мг* на 1 *л* воды. Кроме того, Н. В. Тагеева (1934а) констатировала присутствие в водах небольших количеств Li, Sr, B, Mn, Ba. Во многих водах обнаружено закисное железо. Существенной особенностью является также наличие в водах радия. Содержание его достигает $6{,}75 \cdot 10^{-11}$% по весу воды.

Воды озер Западного и Розового Порсугелей, в противоположность водам источников, щелочные гидрокарбонатно-натриевого типа. Минерализация их значительно меньше, чем вод источников. Основное отличие вод озер от вод источников заключается в том, что в первых встречаются заметные количества HCO_3' и SO_4''.

На южном крыле складки к выходам отложений апшеронского и бакинского ярусов приурочены, кроме того, малодебитные источники, отличающиеся незначительной минерализацией воды. Отличительной особенностью этих источников является пониженная по сравнению с другими источниками Челекена температура воды, изменяющаяся от 17 до 23° при температуре воздуха 16—25°.

[1] Характеристика вод источников и озер дана по В. А. Сулину (1935).

Ранее пробуренные в западной части полуострова скважины, вскрывшие красноцветную толщу на глубину до 200 *м*, на различных участках имели различный дебит воды, от незначительных переливов до 1000 $м^3$ в сутки и более. Некоторые из них фонтанируют по нескольку десятков лет. Вода из этих источников используется в иодо-бромной промышленности.

Бурение скважин на большую глубину часто сопровождается обильными водопроявлениями, нередко с большим напором, обычно с газом, что вызывает большие осложнения при бурении. Дебит воды достигает 5—10 тыс. $м^3$ в сутки. Нередки случаи, когда вода проходит за колонной труб по многочисленным трещинам, образуя вблизи скважин грифоны.

Минерализация пластовых вод красноцветной толщи изменяется в широких пределах, причем наблюдается тенденция к скачкообразному уменьшению концентрации солей при увеличении стратиграфической глубины. К верхним 500 *м* красноцветной толщи приурочены наиболее минерализованные воды. На глубине от 600 до 700 *м* ниже кровли красноцветной толщи минерализация резко снижается, на глубине порядка 800—900 *м* впервые (скв. № 9) хлор-кальциевый тип вод изменяется на гидрокарбонатно-натриевый ($A_2 = 4{,}40—4{,}86$).

Содержание иода в водах не меняется с глубиной и составляет в среднем 24 *мг/л*; количество брома, достигающее в водах верхней части красноцветной толщи 500 *мг/л*, наоборот, резко падает и уже на глубине 200—500 *м* от кровли красноцветной толщи уменьшается до 150 *мг/л*, а еще ниже составляет всего 30—40 *мг/л*.

Состав вод более глубоких горизонтов не известен, так как единственная глубокая скв. № 24 оказалась практически безводной. Наиболее характерные анализы воды из источников, озер и скважин приведены в табл. 20.

Таблица 20

Солевой состав подземных и поверхностных вод Челекена (по данным В. А. Сулина и Туркменского филиала ВНИИ, 1935)

№ скважины или источник	Содержание в *мг-экв/л*							Характеристика вод по классификации Пальмера			
	Cl'	SO_4''	CO_3''	HCO_3'	Ca''	Mg''	$Na'+K'$	S_1	S_2	A_1	A_2
Скв. № 9	300	—	—	17	2	1	314	94,64	—	4,40	0,96
Скв. № 9	320	—	1	17	2	1,5	334	94,68	—	4,86	0,46
Скв. № 19	1 010	—	—	14	135	22	867	84,66	13,96	—	1,38
Источник Алигул . .	3 909	—	—	—	882	234	2 793	71,60	28,36	—	0,04
Горячий источник Хораз	4 655	7	—	—	986	209	3 467	74,54	25,46	—	—
Оз. Западный Порсугель	369,2	1,1	—	39,2	1,4	3,0	402,6	90,04	—	8,88	1,08
Оз. Розовый Порсугель	645,4	12,7	8,9	49,6	1,5	2,6	725,9	91,44	—	7,98	0,58

ПЕРСПЕКТИВЫ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАБОТ

Результаты разведочного бурения на п-ове Челекен со всей очевидностью указывают на исключительную перспективность этой структуры в отношении нефтеносности. Особенно перспективна нижняя часть красноцветной толщи.

Первые же скважины — № 24 в западной части полуострова и № 43

в районе Алигул — вскрыли нефтеносность пород нижней части разреза красноцветной толщи на протяжении 400 *м*. Наличие нефтеносности на двух различных тектонических участках при расстоянии между скважинами более 5 *км* свидетельствует о широких контурах нефтеносности, приуроченной к нижней части красноцветной толщи.

Контуры нефтеносности нижней части продуктивной толщи на месторождениях Апшеронского полуострова, как известно, выходят далеко за пределы контуров нефтеносности верхней ее части. Подобная же закономерность установлена в самое последнее время и на Небитдагском месторождении. На основании изложенного разведка залежей нефти в нижней части красноцветной толщи на п-ове Челекен весьма актуальна.

Основными задачами разведки являются следующие:

1. Дальнейшее прослеживание залежей нефти в пределах западного грабена, на котором скв. № 24 выявила промышленную нефтеносность. Этот участок не ограничивается сушей и продолжается в северо-западном направлении в море.

2. Поиски нефти на всем остальном протяжении Челекенской складки. В первую очередь необходимо изучить присводовую часть северного крыла складки, где имеются наиболее интенсивные поверхностные нефтепроявления, а именно: а) район Алигул, б) район Дагаджик, в) площадь, заключенную между этими двумя районами.

Наряду с этим необходимо производить поиски нефти на восточном погружении складки, где отсутствие поверхностных признаков нефтеносности следует объяснить лучшей запечатанностью залежей глинистой покрышкой постплиоценовых и верхнеплиоценовых отложений, а также на южном крыле складки.

3. Поиски нефтеносности в более глубоких горизонтах нижней части красноцветной толщи на всех перечисленных выше участках.

4. Прослеживание и поиски залежей нефти в средней части красноцветной толщи, где также выявлена спорадическая промышленная нефтеносность в пределах западного грабена; здесь можно рассчитывать на наличие залежей типа тектонических ловушек.

5. Поиски стратиграфических залежей нефти, однотипных с приуроченными к калинской свите продуктивной толщи на месторождениях Апшеронского полуострова.

6. Поиски залежей нефти в отложениях, подстилающих красноцветную толщу, поскольку в выбросах ископаемого вулкана Алигул имеются песчаники, относящиеся к палеогеновому возрасту и несущие признаки нефтеносности.

7. Поиски литологически экранированных залежей в апшеронских и акчагыльских отложениях на погружениях крыльев структуры.

Большие размеры Челекенской структуры, где только выходы коренных отложений протягиваются на расстоянии более 25 *км* и распространяются на площади более 150 *км*^{2}, а также разнообразное, вследствие развития дизъюнктивной тектоники, геологическое строение отдельных участков складки и весьма благоприятные результаты, полученные при бурении первых же разведочных скважин, выдвигают п-ов Челекен в ряд наиболее перспективных месторождений.

РАЗВЕДОЧНЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПЛОЩАДИ

Котуртепе

В западной части Прибалханского района, между нефтяными месторождениями Челекен и Небит-Даг, соответственно в 25 и 50 *км* от них,

расположена крупная антиклинальная структура Котуртепе (см. рис. 2, № 2). Район представляет собой типичную пустыню, покрытую барханными песками, перемежающимися с солончаками. В районе обнажаются породы не древнее бакинских. А. И. Смолко (1938ф, 1939ф) выделил здесь следующие толщи:

1) слои с *Cardium edule* L.;
2) древнекаспийские (хвалынские) отложения;
3) верхний подъярус бакинского яруса[1], представленный вверху

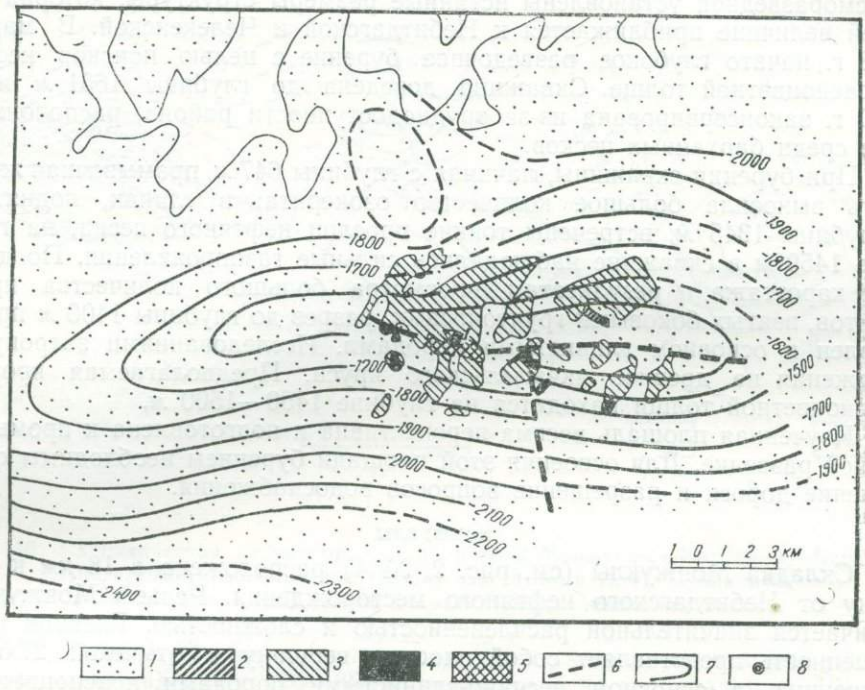


Рис. 15. Структурная карта месторождения Котур-Тепе (по условному сейсмическому горизонту). Составлена Ю. Н. Годиным по данным работ 1947—1948 гг. с использованием геологической карты А. И. Смолко

1—эоловые пески: *2*—осерненные пески; *3*—слои с *Cardium edule* L.; *4*—хвалынские отложения; *5*—бакинский ярус;
6—линии нарушений; *7*—изогипсы условного сейсмического горизонта; *8*—роторная скважина

серыми глинами (мощностью 15 *м*), ниже — красно-серыми глинами (мощностью 14 *м*) и внизу — малиново-красными глинами со слоем песков (мощностью 20 *м*).

Общая мощность обнаженных на поверхности частей бакинских отложений составляет 50 *м*.

В тектоническом отношении, как показали геофизические исследования, структура представляет собой крупную антиклиналь (рис. 15), кулисообразно сочленяющуюся с Челекенской складкой на западе и Небитдагской на востоке. Она протягивается в широтном направлении на расстоянии 40 *км*, причем западная ее часть опущена по сбросу по отношению к восточной. Углы падения слоев на крыльях достигают 12—15°.

[1] Хазарский ярус, по П. В. Федорову (см. примечания при описании стратиграфии районов Небит-Дага и Челекена, стр. 40, 79).

Котуртепинская складка принадлежит к числу закрытых структур. В связи с этим признаки нефтеносности весьма ограничены и выражаются выходами кристаллической серы, осерненных песков и примазками озокеритоподобного битума в трещинах разломов. Перечисленные признаки приурочены к породам бакинского яруса.

В период с 1927 по 1947 г. здесь были проведены следующие работы: геологическая съемка в масштабах 1 : 25 000 и 1 : 5000; вариометрическая, гравиметрическая, сейсмическая съемки и электроразведка. Сейсморазведкой установлены истинные размеры структуры, которая по своей величине приближается к Небитдагской и Челекенской. В марте 1948 г. начато глубокое разведочное бурение с целью поисков нефти в красноцветной толще. Скважина доведена до глубины 1651 *м* и в 1950 г. законсервирована из-за труднодоступности района, расположенного среди барханных песков.

При бурении скважины, начиная с глубины 647 *м*, промывочная жидкость выносила большое количество озокерита; в глинах, поднятых с глубины 1345 *м*, встречены тонкие прослои нефтяного песка, на глубине 1459 *м* в скважине наблюдались сильные газопроявления. По данным кароттажа и результатам просмотра большого количества проб грунтов, взятых боковыми грунтоносами, разрез до глубины 1400 *м* представлен в основном глинистыми породами. Исследованиями затронуты отложения не древнее акчагыльского яруса. Предполагаемая кровля красноцветной толщи находится на глубине 1450—1500 *м*.

Изученная площадь весьма перспективна и подготовлена к промышленной разведке. Для освоения этой площади бурением необходимы сооружение дороги и разрешение вопросов водоснабжения.

МОНЖУКЛЫ

Складка Монжуклы (см. рис. 2, № 4) расположена в 18 *км* к востоку от Небитдагского нефтяного месторождения. Рельеф Монжуклы отличается значительной расчлененностью и сложностью. Главная возвышенность представляет собой плоскую вершину с отметкой 27,5 *м*, сложенную в основном песчано-глинистыми породами красноцветной толщи. К многочисленным сбросовым трещинам приурочены источники минерализованных вод.

На северном крыле складки обнажается весь комплекс постплиоценовых и плиоценовых отложений, вплоть до верхов красноцветной толщи, размытой здесь на 100 *м* по мощности. Спокойное залегание северного крыла складки обусловило непрерывность разреза, который является здесь наиболее полным из всех разрезов, обнажающихся в пределах Прибалханского района. Разрез этот изучали многие геологи: К. П. Калицкий в 1913 г., С. А. Ковалевский в 1930 г., В. А. Киров в 1934 г., А. И. Смолко в 1936 г., С. И. Зеленский в 1948 г., А. А. Али-Заде в 1949 г. и М. К. Мирзаханов в 1952 г.

В тектоническом отношении Монжуклы является ярко выраженной антиклинальной складкой протяженностью около 10 *км*, вытянутой в широтном направлении. Складка разбита несколькими крупными разломами, выходящими за ее пределы (рис. 16). Главный разлом пересекает складку в северо-западном направлении и представляет собой полосу раздробленных пород апшеронского и акчагыльского ярусов шириной 100—250 *м*. От него отходит западная ветвь, прослеживаемая по оси складки. Амплитуды смещений по этим разломам достигают нескольких сот метров.

Этими разломами складка разбита на три основных тектонических блока: северо-восточный, западный и южный. Северо-восточный, наиболее приподнятый блок охватывает большую часть северного крыла складки, западный — периклинальное ее окончание, а южный — южное крыло. Оба последних блока значительно опущены по отношению к северо-восточному и на поверхности представлены отложениями среднего апшерона. Наиболее интенсивно дислоцированы юго-восточная часть складки

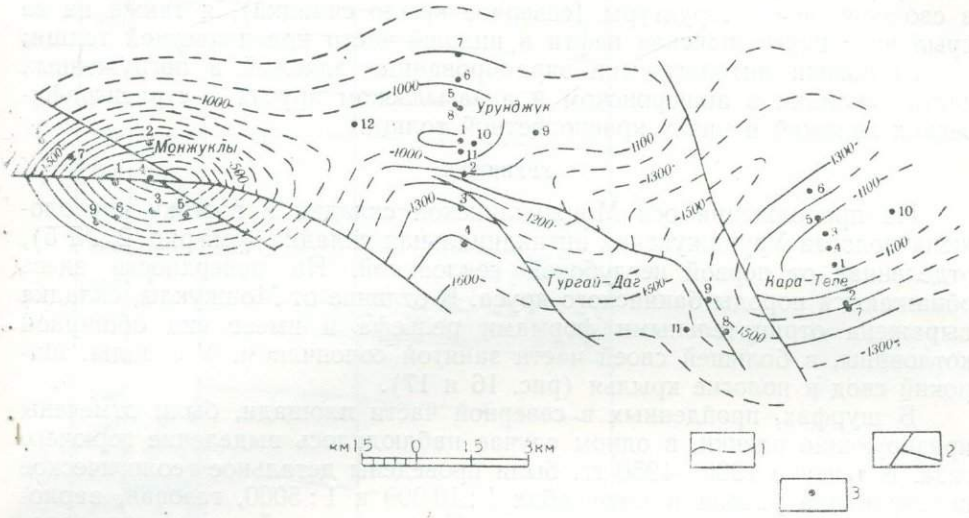


Рис. 16. Схематическая структурная карта района Монжуклы—Урунджук—Каратепе (по кровле красноцветной толщи). Составлена И. И. Цукановым
1—изогипсы кровли красноцветной толщи; *2*—сбросы; *3*—разведочные скважины

и южное крыло. По мере удаления от свода складки происходит уменьшение углов падения от 20—30° в присводовой части складки до 10—12° на крыльях.

Поверхностные нефтепроявления на Монжуклы весьма незначительны и представлены выходами углеводородных газов с содержанием метана 98,2%, связанными с источниками высокоминерализованных вод. К зонам разломов приурочены закированные пески и сера.

В 1949 г. было начато глубокое разведочное бурение. Одна из скважин, расположенных на северном крыле складки, вскрыла разрез красноцветной толщи на 1700 *м* по мощности. В западной части складки красноцветная толща вскрыта скважинами на глубине от 500 до 1300 *м* по мощности.

Признаки нефтеносности обнаружены только в одной скважине (№ 7), расположенной в западной части складки. Они приурочены к нижним 40 *м* разреза акчагыльского яруса и верхним 20 *м* красноцветной толщи. Все пески в этой части разреза (глубина от 1355 до 1415 *м*) отличаются повышенными сопротивлениями на кароттажной диаграмме и интенсивно окрашивают бензин. При их опробовании был получен кратковременный выброс нефтяной эмульсии и нефти, общее количество которых составило около 15 *т*. Бурение большинства остальных скважин сопровождалось газопроявлениями, наблюдавшимися начиная с отложений апшеронского яруса.

Небольшой объем проведенных здесь разведочных работ при чрезвычайно сложном геологическом строении площади не позволил до настоящего времени дать оценку ее промышленной нефтеносности. Для решения этой задачи необходимо произвести:

1) разведку крупных самостоятельных тектонических блоков, не освещенных бурением (южного крыла и юго-восточного блока), с целью поисков нефти в красноцветной толще;

2) разведку красноцветной толщи до ее подошвы прежде всего в сводовой части структуры (северное крыло складки), а также на ее крыльях с целью поисков нефти в нижней части красноцветной толщи;

3) поиски литологически экранированных залежей в погруженных частях складки в апшеронском и акчагыльском ярусах и стратиграфических залежей в низах красноцветной толщи.

УРУНДЖУК

На продолжении оси Монжуклинской складки к востоку расположена пологая Урунджукская антиклинальная складка (см. рис. 2, № 5), отделенная от первой неглубокой седловиной. На поверхности здесь обнажаются породы бакинского яруса. В отличие от Монжуклы, складка выражена отрицательными формами рельефа и имеет вид обширной котловины, в большей своей части занятой солончаком. У складки широкий свод и пологие крылья (рис. 16 и 17).

В шурфах, пройденных в северной части площади, были отмечены иризирующие пленки, в одном случае наблюдалось выделение горючего газа. В течение 1935—1950 гг. были проведены детальное геологическое картирование района в масштабах 1 : 10 000 и 1 : 5000, газовая, вариометрическая и сейсмическая съемки. По данным сейсморазведки, протяженность складки достигает 12 *км*.

В 1950 г. начато разведочное бурение. Максимальная глубина вскрытия красноцветной толщи достигает 1540 *м*. В процессе бурения в скв. № 1 и 5, расположенных в сводовой части и на северном крыле складки, были получены газопроявления и газовый фонтан из отложений апшеронского яруса. Состав газа, полученного из скв. № 5, приведен в табл. 21.

Таблица 21

Состав газа из скв. № 5 Урунджукской складки

Дата взятия пробы	Удельный вес	Состав газа в объемн. %				Сумма предельных углеводородов
		CO_2	O_2	H_2S	N_2	
2/IX 1950 г.	0,620	0,87	0,7	0,08	2,7	95,6

Промышленных нефтеносных объектов не установлено. Дать оценку перспектив Урунджукской структуры можно только после дальнейших разведочных работ на ней, так как большая часть структуры еще не освещена разведочным бурением. Очередными задачами в этом районе являются:

1) разведка западной и восточной периклиналей складки;

2) изучение разреза красноцветной толщи на всю ее мощность.

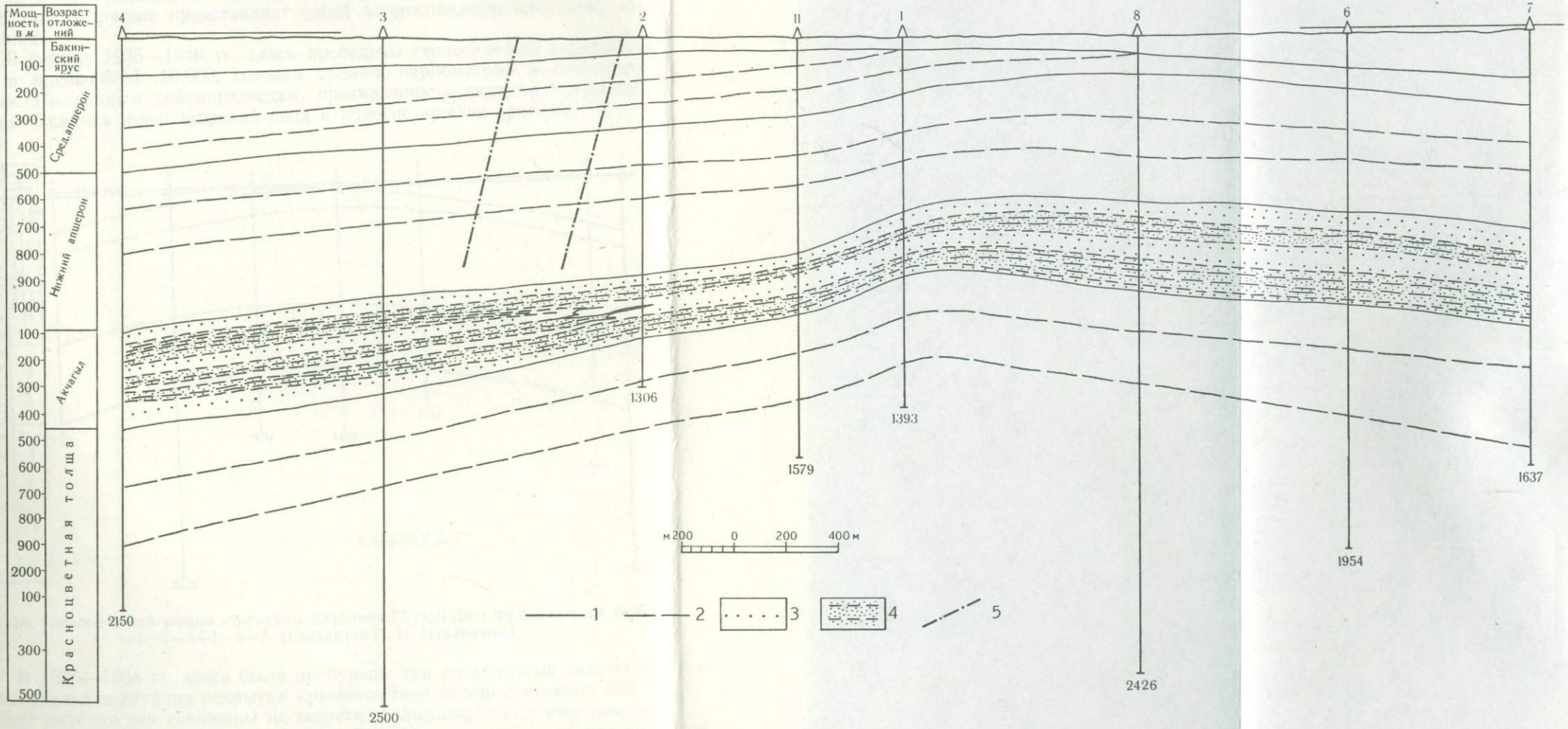


Рис. 17. Геологический разрез структуры Урунджук по скважинам № 4—3—2—11—1—9—6—7. Составлен И. И. Цукановым

1—границы основных стратиграфических подразделений; *2*—линии, соединяющие стратиграфические реперы; *3*—песок; *4*—глинистая пачка с пропластками песка; *5*—сбросы, предполагаемые по сейсмическим данным

КАРАТЕПЕ (ХУДАЙ-ДАГ)

Каратепинская антиклинальная складка (см. рис. 2, № 7), сложенная на поверхности верхнебакинскими отложениями, расположена в 8 *км* к северо-востоку от Кумдагского нефтяного месторождения и вытянута в направлении юго-запад — северо-восток. В орографическом отношении Каратепе представляет собой эллипсовидную котловину выдувания.

В период 1935—1949 гг. здесь проведены геологическое картирование в масштабе 1 : 10 000, газовая съемка, вариометрия и сейсморазведка. По данным сейсморазведки, протяженность складки превышает 10 *км*. Складка имеет широкий свод и пологие крылья (рис. 16, 18).

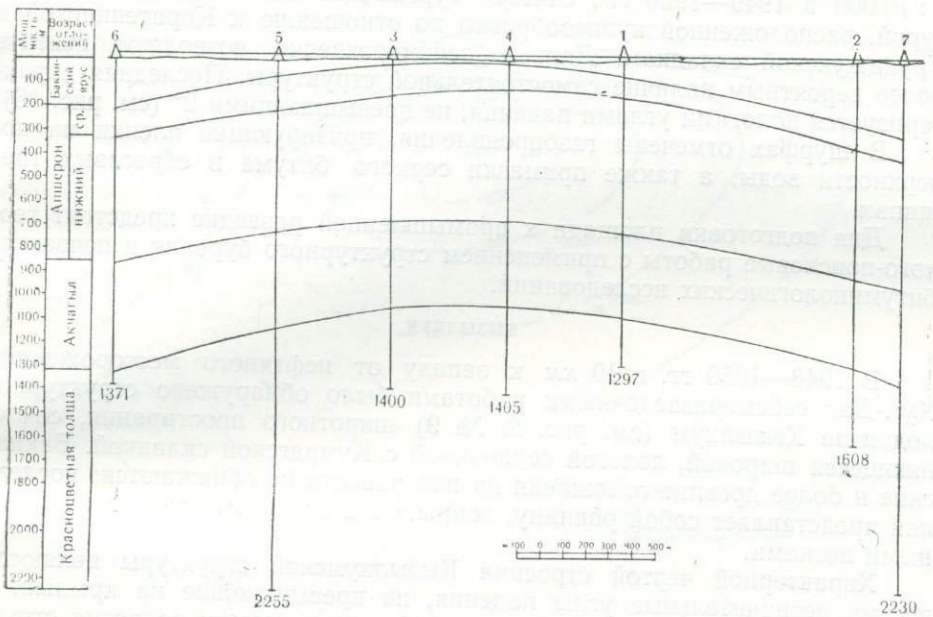


Рис. 18. Геологический разрез структуры Каратепе (Худай-Даг) по скважинам № 6—5—3—4—1—2—7. (Составлен И. И. Цукановым)

В 1936—1938 гг. здесь были пробурены три разведочные скважины. Максимальная глубина вскрытия красноцветной толщи составила 500 *м*. Ввиду того что эти скважины не встретили промышленных нефтеносных объектов, район был законсервирован. В 1949 г., в связи с получением положительных результатов на Кум-Даге, разведочные работы на Каратепе были возобновлены.

Красноцветная толща была исследована бурением до глубины 1500 *м* по мощности, однако промышленная нефтеносность пока не установлена. Окончательная оценка перспектив Каратепе может быть установлена только после проведения следующих разведочных работ:

1) изучения разрезов красноцветной толщи до ее подошвы с целью поисков нефти в нижней ее части, а также стратиграфических залежей типа калинской свиты Апшеронского полуострова;

2) поисков залежей типа литологических ловушек на крыльях структуры в апшеронском и акчагыльском ярусах, по аналогии с кумдагскими залежами нефти.

ТУРГАЙ-ДАГ

Тургай-Даг (см. рис. 2, № 6) расположен в 7 *км* к северо-западу от нефтяного месторождения Кум-Даг. В орографическом отношении он представляет собой небольшую возвышенность, расположенную среди солончаковой котловины, протягивающейся между Урунджуком и Каратепе. На поверхности обнажаются на небольшой площади верхнебакинские отложения.

Характер строения площади не совсем ясен. А. И. Смолко, проводивший здесь геологическую съемку в 1935 г., считает, что Тургай-Даг является продолжением Южно-Урунджукской антиклинальной складки. С. И. Зеленский, проводивший геологическую съемку в масштабе 1 : 10 000 в 1949—1950 гг., считает Тургай-Даг самостоятельной структурой, расположенной кулисообразно по отношению к Каратепинской и Урунджукской складкам. Данные сейсморазведки позволяют считать более вероятным наличие самостоятельной структуры. Последняя характеризуется пологими углами падения, не превышающими 2° (см. рис. 16).

В шурфах отмечены газопроявления, иризирующие пленки на поверхности воды, а также примазки серного битума в сбросовых трещинах.

Для подготовки площади к промышленной разведке предстоят геолого-поисковые работы с применением структурного бурения и почвенно-битуминологических исследований.

КЫЗЫЛКУМ

В 1948—1950 гг. в 10 *км* к западу от нефтяного месторождения Кум-Даг сейсморазведочными работами было обнаружено структурное поднятие Кызылкум (см. рис. 2, № 9) широтного простирания, сочленяющееся широкой, пологой седловиной с Кумдагской складкой. Бакинские и более древние отложения на поверхности не обнажаются; последняя представляет собой равнину, покрытую в основном слабо закрепленными песками.

Характерной чертой строения Кызылкумской структуры являются весьма незначительные углы падения, не превышающие на крыльях и периклиналях 2—3°. Это обусловило небольшую высоту поднятия структуры (не превышающую 100 *м*) и образование широкого свода складки (рис. 19). По отношению к Кумдагской складке кровля красноцветной толщи на своде Кызылкумской складки погружена на 400 *м*.

В 1951 г. на площади Кызылкумской структуры было начато разведочное бурение. В скважинах, расположенных в своде (№ 201), на южном крыле (№ 202), на западном (№ 204) и восточном (№ 205) погружениях складки, кароттажем обнаружены повышенные сопротивления в песчаных пластах, приуроченных к песчано-глинистым отложениям нижней части акчагыльского яруса, отмечавшиеся на протяжении 80—100 *м* по мощности.

Породы, поднятые из этих пластов, представлены глинистыми мелкозернистыми песками, в верхней части этого интервала сохраняющими сильный запах газа. Пески из нижней части толщи при обработке бензином дают вытяжку светложелтого цвета. Признаки нефтегазоносности в верхней части отложений акчагыльского яруса и в апшеронском ярусе не обнаружены. Вскрытая часть разреза красноцветной толщи (до глубины 500 *м* ниже кровли, залегающей в различных скважинах на глубинах 1880—1900 *м*), представлена водоносными песками.

При опробовании скв. № 201 с глубины 1957 *м* получен открытый фонтан газа. Высота газового столба достигала 160 *м*. В скв. № 202, расположенной на южном крыле складки в расстоянии 1 *км* от скв. № 201, при опробовании пласта, залегающего на глубине 1850 *м*, получен газовый фонтан с давлением до 140 *ат*.

Таким образом, в результате предварительной разведки площади Кызылкум в нижней части отложений акчагыльского яруса выявлена пачка газоносных пластов, мощность которой увеличивается в западном направлении, тогда как на несколько более крутом северном крыле складки газоносность отсутствует. Является ли залежь чисто газовой или она представляет широкую «газовую шапку» нефтяной залежи, не

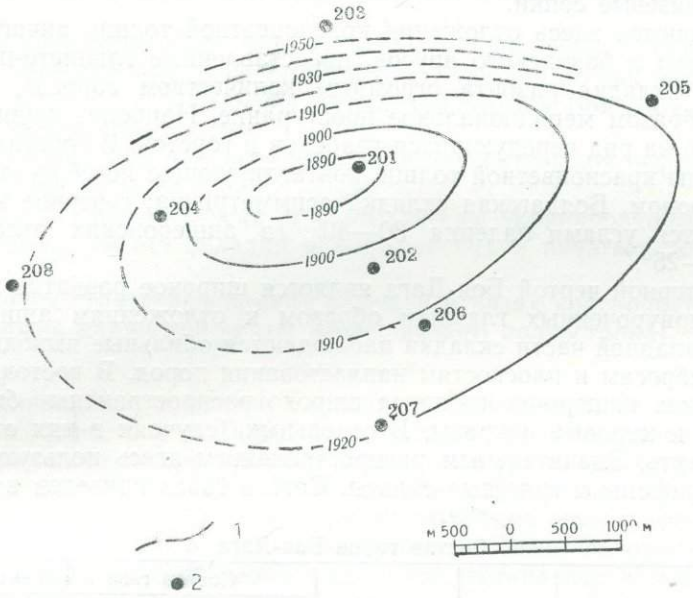


Рис. 19. Структурная карта месторождения Кызылкум (по кровле красноцветной толщи). Составлена И. Н. Алифаном

1—изогипсы кровли красноцветной толщи; *2*—скважины

выяснено. Помимо разрешения этого вопроса, первоочередными задачами являются:

1) поиски залежей в нижней части красноцветной толщи, потребующие заложения скважин глубиной порядка 4500—5000 *м;*

2) поиски литологически экранированных залежей нефти в отложениях апшеронского яруса на погруженных участках складки.

УЗУНАДА И КОБЕК

Складки Узунадинская (см. рис. 2, № 8), расположенная к западу юго-западу от Кызылкума, и Кобекская (см. рис. 2, № 11), находящаяся к востоку от Кум-Дага, еще мало изучены. Узунадинская складка отмечается по предварительным данным сейсморазведки, показывающим, что характер структуры аналогичен Кызылкумской; она требует проведения более детальных работ.

На Кобекской складке проведены геолого-поисковые работы с применением структурного бурения и сейсморазведки. Наличие складки под-

тверждается, и она подготовлена к глубокому разведочному бурению. В районе бугра Кобек наблюдаются выходы газа, приуроченные к источникам, выходящим у сбросовых трещин в верхнебакинских отложениях.

БОЯ-ДАГ

Боядагская антиклинальная складка (см. рис. 2, № 14) имеет широтное простирание и расположена в 15 *км* к юго-востоку от Кум-Дага. Орографически площадь представляет собой вытянутую возвышенность, весьма сильно изрезанную оврагами. В западной ее части резко выделяется пик Карабурун, в восточной — Восточная вершина. В оврагах и на склонах Боя-Дага много источников минерализованных вод и небольшие грязевые сопки.

Обнажаются здесь отложения красноцветной толщи, акчагыльского, апшеронского и бакинского ярусов, представленные глинисто-песчаными породами. Складка разбита огромным количеством сбросов, имеющих главным образом меридиональное простирание. Наиболее крупные сбросы делят ее на ряд чередующихся грабенов и горстов. В горстах обнажаются породы красноцветной толщи, контактирующие по сбросам со средним апшероном. Боядагская складка асимметрична; северное крыло характеризуется углами падения 30—40° (в апшеронских отложениях), южнее 20—25°.

Характерной чертой Боя-Дага является широкое развитие нефтепроявлений, приуроченных главным образом к отложениям апшеронского яруса. В западной части складки наблюдаются обильные выходы жидкой нефти по сбросам и плоскостям напластования пород. В восточной части в отложениях апшеронского яруса широко распространены битуминозные пески и кировые покровы. В отдельных случаях в них отмечается жидкая нефть. Значительным распространением здесь пользуются газоводяные грифоны и грязевые сальзы. Состав газов приведен в табл. 22.

Таблица 22

Состав газов Боя-Дага

Место взятия пробы	Время взятия пробы	Чьи данные	Состав газа в объемн. %					
			CO_2	CH_4	C_2H_6 и высшие гомологи	N_2	Ar	He
Южный горячий грифон	Октябрь 1930 г.	Карконаса и Голубева	0,59	94,7	0,48	4,1	—	—
Озеро Карабурун . . .	То же	То же	0,38	97,5	0,68	1,3	—	—
Восточный нефтяной грифон	„ „	„ „	0,64	95,64	1,55	2,1	—	—
Источник к юго-западу от Карабуруна . . .	1932 г.	Порфирьева	0,7	94,0	1,6	3,7	0,003	0,001
Источники по большому сбросу	„	„	1,2	96,4	—	2,4	0,041	0,007
Восточная сторона главного сброса	„	„	—	98.6	—	1,4	0,012	0,005
Западные выходы . . .	„	„	1,4	98,0	—	0,6	0,019	—
Выходы в зоне разлома	„	„	0,2	97,8	—	2,0	0,009	—
Скважина у восточной вершины	Июнь 1952 г.	Туркменского филиала ВНИИ	0,78	96,1	1,9	1,2	—	—
Горячий источник к юго-востоку от Карабуруна	То же	То же	1,1	95,1	2,0	1,8	—	—

Широкое развитие нефте- и газопроявлений привлекло внимание исследователей к Боя-Дагу. Структура была открыта в 1913 г. К. П. Калицким (1914а) при маршрутной съемке. В 1929—1930 гг. здесь проводил геологическую съемку масштаба 1 : 10 000 В. Б. Порфирьев (1932б). Карта В. Б. Порфирьева была уточнена и дополнена в 1932—1936 гг. А. И. Смолко. Позднее съемка масштаба 1 : 10 000 была повторена (в 1941 г.) М. Эсеновым и (в 1951 г.) А. С. Архипченко.

В 1938—1941 гг. были пробурены три роторные скважины на северном крыле восточной части площади и одна в западной ее части. В 1951 г. глубокое бурение на Боя-Даге было возобновлено на западной периклинали. Максимальная глубина вскрытия красноцветной толщи не превышает 1000 *м*. Признаки нефтеносности в скважинах пока не обнаружены.

Отсутствие признаков нефтеносности в пробуренных скважинах не снимает с повестки дня разведку Боя-Дага, так как до сих пор разведкой была охвачена лишь небольшая часть складки. На Боя-Даге в первую очередь следует произвести:

1) разведку всей площади складки с целью поисков нефти в красноцветной толще до ее подошвы;

2) поиски литологически и тектонически экранированных залежей в погруженных частях складки в апшеронских и акчагыльских отложениях;

3) поиски стратиграфических залежей в низах красноцветной толщи (типа залежей калинской свиты Апшеронского полуострова).

СЫРТЛАНЛИ

Антиклинальное поднятие Сыртланли (см. рис. 2, № 15) расположено в 4 *км* к востоку от Боя-Дага и отделено от него седловиной. Орографически площадь представляет собой пологую невысокую возвышенность, изрезанную оврагами. Геологическое строение ее сходно с Боя-Дагом. Большая площадь здесь занята выходами пород красноцветной толщи. Отличительной особенностью красноцветных отложений в этом районе являются их грубозернистость и отсутствие глинистых прослоев.

На Сыртланли к породам акчагыльского и апшеронского ярусов в присбросовых зонах приурочены источники высокоминерализованной воды, сопровождающейся незначительным выделением углеводородных газов (табл. 23).

Таблица 23

Состав газа из источников Сыртланли (по данным В. Б. Порфирьева)

Источник	Состав газа в объемн. %			
	CO_2	CH_4	C_2H_6	N_2+редкие газы
I	0,5	91,1	3,7	4,7
II	0,3	80,0	4,5	15,2

Площадь Сыртланли представляет интерес с точки зрения возможной нефтеносности. Ввиду тесной связи с Боя-Дагом к разведке ее целесообразно приступить только после более полного изучения последнего.

КАРАЧЕРНЕК И ЭРДЕКЛИ

Обе эти площади, располагающиеся к западу от Боя-Дага, еще мало изучены. В районе Кара-Чернек (см. рис. 2, № 13) маршрутной съемкой зафиксированы закированные пески и осернение, приуроченные к дисло-

цированным отложениям, по-видимому бакинского яруса. Эрдеклинская структура (см. рис. 2, № 12), западная часть которой уходит в море, обнаружена сейсморазведкой. Для характеристики этих площадей требуется проведение дальнейших более детальных геолого-поисковых и геофизических работ. Следует отметить, что обе площади расположены среди барханных песков и труднодоступны, в связи с чем их промышленное освоение будет крайне затруднено.

Кроме перечисленных выше разведочных площадей Прибалханского района, приуроченных к тектоническим линиям, перспективной в отношении нефтеносности является зона, протягивающаяся по северному борту депрессии. По данным сейсморазведки, к этой зоне приурочены структурные террасы в красноцветной толще.

На двух террасах, расположенных на расстоянии 8—15 *км* от хр. Большой Балхан, у ст. Бала-Ишем, в 1949—1950 гг. были пробурены две скважины с целью поисков стратиграфических залежей нефти в нижней части красноцветной толщи. Красноцветная толща вскрыта на северной Балаишемской структурной террасе начиная с глубины 771 до 1322 *м*, на южной — от 900 до 1900 *м*. Ниже обе скважины вошли в мезозойские отложения. Красноцветная толща представлена в основном мелкозернистыми песками. Признаки нефтеносности в скважинах отсутствовали, и дальнейшая разведка была прекращена. Отсутствие признаков нефти в первых двух скважинах не снижает перспективности всей зоны северного борта Прибалханской депрессии.

Все наиболее перспективные структуры Прибалханского района находятся на той или иной стадии промышленной разведки, за исключением площадей, расположенных в труднодоступных местах, покрытых барханными песками, и поэтому еще полностью не подготовленных к разведке. Большую площадь в пределах Прибалханского района занимают синклинальные зоны, также перспективные для поисков литологически экранированных залежей нефти. Для подготовки здесь площадей под промышленную разведку требуется постановка более детальных почвенно-битуминологических и геохимических исследований.

Первоочередной, но наиболее трудной задачей является подготовка к промышленной разведке морских участков, прилегающих к Прибалханскому нефтеносному району, являющихся, несомненно, весьма перспективными. Изучение морского дна аэрогеологическим методом, начатое в 1952 г., выявило новые подводные сопки (банки) на продолжении основных тектонических линий Прибалханского района.

КЕЙМИРО-ЧИКИШЛЯРСКИЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ РАЙОН

Кеймиро-Чикишлярский район расположен в юго-западной части Прикаспийской низменности и протягивается на 180 *км* от государственной границы СССР с Ираном вдоль восточного берега Каспийского моря. Эта территория, сплошь покрытая солончаками и такырами, характеризуется широким распространением грязевых вулканов. Некоторые из них заняты озерами, в которых выделяется газ, другие представляют собой грязевые сопки, действующие или потухшие.

Необходимо отметить следующие грязевые вулканы, располагающиеся цепочкой в меридиональном направлении к северу от Гасан-Кули (расстояния указаны от Гасан-Кули): Кайнах (Кипящий Бугор) — в 4 *км*, Чикишлярская сопка — в 15 *км*, вулкан Калицкого — в 25 *км*, Акпатлаух — в 30 *км*, Тюлюкли — в 34 *км*, Кеймир — в 40 *км*, Гекпатлаух —

в 72 *км*, Камышлджа — в 88 *км*, Большой Гогран-Даг — в 150 *км*, Малый Гогран-Даг — в 180 *км* и другие, более мелкие. Всего здесь обнаружено более 30 групп грязевых сопок. Кроме того, известен ряд подводных грязевых вулканов, расположенных в море недалеко от берега, а также на большом удалении от него (банка Ульского).

Характерной особенностью этой обширной территории является ее значительная газоносность. Газы углеводородные и содержат большое количество метана (табл. 24).

Таблица 24

Состав газов Кеймиро-Чикишлярского района

Место взятия пробы	Год взятия пробы	Чьи данные	Состав газа в объемн. %					
			CO_2	Метан CH_4	C_2H_6 и высшие гомологи	N_2	Ar	He
Кипящий бугор	1926	Никшича и Косыгина	4,0	92,0	—	2,8	0,008	0,0042
„ „	1926	То же	2,4	93,9	—	3,5	0,012	0,004
„ „	1926	„ „	8,8	88,5	—	2,5	0,007	0,004
Кеймир	1926	„ „	6,0	90,6	—	3,6	0,034	0,0016
Вулкан Гекпатлаух . . .	1926	„ „	3,1	94,3	—	2,0	0,028	0,005
Кипящий бугор	1930	Карконаса и Голубева, а также Косыгина	6,16	73,45	0,07	20,2	—	—
Кипящий Бугор, главный грифон	1930	То же	4,95	93,7	0,11	1,1	—	—
Западный вулкан	1930	Косыгина	10,8	87,55	0,06	1,5	—	0,0013
Чикишлярский подводный вулкан	1930	„	2,4	88,34	5,36	3,5	—	—
Кеймир, озеро № 3 . . .	1930	„	10,71	88,06	1,18	—	—	—
Кеймир, озеро № 4 . . .	1930	„	1,9	96,6	0,05	1,2	—	—
Кеймир, скв. № 11, глубина 1062 *м*	1952	Туркм. фил. ВНИИ	0,65	88,7	6,5	4,1	—	—
Кеймир, скв. № 11, глубина 1545 *м*	1951	То же	0,62	97,7	1,7	—	—	—

Геологическое строение площади скрыто мощным покровом слабодислоцированных верхнечетвертичных осадков. Проведенные здесь в большом объеме геофизические работы показали, что под покровом слабо дислоцированных пород на глубине 800—1000 *м* скрыт ряд крупных вытянутых в меридиональном направлении пологих структур, представляющих интерес с точки зрения нефтеносности.

Наиболее крупной является Западно-Кеймирская (Окаремская) структура, протягивающаяся вдоль берега моря более чем на 50 *км* при ширине 8 *км*. Кроме того, здесь открыты структуры Порсинская, Акэсерская, Миасерская, Тоголокская, Гасанкулийская и другие (см. рис. 2). Все эти структуры расположены обычно кулисообразно и могут быть объединены в тектонические зоны. Геологический разрез этой территории изучен весьма слабо.

Первым исследователем Кеймиро-Чикишлярского района был К. П. Калицкий (1914д), производивший здесь в 1913 г. рекогносцировочные исследования. Позже район изучал А. И. Косыгин (1931, 1932, 1934а,

1935а—в). В 1936 г. рекогносцировочные работы были здесь проведены Б. Б. Лерманом.

С 1934 г. начались геофизические исследования района (А. А. Дородницын, А. М. Ивонин, Н. М. Фуфаев). Особенно широко геофизические (главным образом сейсмические) исследования были поставлены в последние годы (1949—1952 гг.) и проводились под руководством Ю. Н. Година (1952ф). Именно эти работы создали современное представление о геологическом строении Кеймиро-Чикишлярского района. Разведочное бурение проводилось главным образом на Кеймире.

Кеймир выделяется в виде очень пологой и невысокой возвышенности на фоне прибрежной равнины. Возвышенность эта образовалась за счет отложения сопочной грязи, выброшенной грязевым вулканом. Как показали геофизические работы, грязевой вулкан расположен на вытянутой в меридиональном направлении пологой антиклинали, имеющей протяженность около 50 *км*.

На площади в 1935—1936 гг. была пробурена одна разведочная скважина, в которой наблюдались незначительные притоки нефти. В 1942 г. бурение было возобновлено. С 1942 по 1951 г. было пробурено семь разведочных скважин глубиной от 1600 до 2500 *м*. В четырех из них отмечены признаки нефти в красноцветной толще. Опробование ряда пластов нефтеносных песков в одной скважине (№ 11) в пределах верхней части красноцветной толщи, акчагыльского и апшеронского ярусов не дало пока положительных результатов.

Помимо Кеймира, одна скважина была пробурена в Чикишляре в 1935 г. и одна скважина (опорная) — в Миасере в 1948—1950 гг. При бурении опорной скважины в сводовой части Миасерской сейсмической структуры наблюдались обильные газопроявления. Скважина пробурена до глубины 2250 *м*, и в ней детально изучен разрез красноцветных отложений, акчагыльского и апшеронского ярусов. Отложения акчагыльского яруса вскрыты на глубине 1059 *м* и красноцветной толщи — на глубине 1380 *м*.

Разрез красноцветной толщи как в данной скважине, так и в скважинах, пробуренных на Кеймире, характеризуется преобладанием глин в тонком чередовании с песками. Промышленно-нефтеносные горизонты не установлены.

Наличие благоприятных структур, а также пленки нефти в выделениях грязевых вулканов и массовые газопроявления заставляют отнести район к числу весьма перспективных.

Кеймир-Чикишлярский район изучен еще несовершенно недостаточно, и его несомненная перспективность требует форсирования разведки района. Обширность района и большое количество выявленных геофизическими методами структур заслуживают постановки широкого комплекса разведочных и научно-исследовательских работ с целью выбора и подготовки площадей для промышленной разведки.

РАЙОН ПЕРСПЕКТИВНЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ СТРУКТУР ЗАПАДНОГО ПОГРУЖЕНИЯ КОПЕТ-ДАГА

Большое количество антиклинальных структур с относительно спокойной тектоникой, сложенных верхнемеловыми, палеогеновыми и неогеновыми отложениями, и наличие хороших коллекторов в разрезе этих отложений, а также признаки битуминозных пород и газов (альб, акча-

гыл), связанные с тектоническими разломами, указывают, что район западного погружения Копет-Дага является перспективным в отношении возможного открытия залежей нефти (структуры Ялминская, Тузлучайская, Зирикская, Аладагская и др.). Исследование этого района проводилось начиная с 1913 г. Н. И. Андрусовым, А. Д. Нацким, В. Н. Огневым, М. П. Сукачевой и другими. Наиболее обстоятельные нефтегеологические исследования были проведены в 1937 г. Туркменской экспедицией Академии наук СССР под руководством М. И. Варенцова и П. Г. Суворова (1939, 1940).

По ряду структур в последние годы составлены геологические карты в масштабе 1 : 10 000—1 : 25 000 (Катаев, Эссенов), проведены газовая съемка, в результате которой открыты газовые аномалии, и электроразведка (в 1941 г.), а также проведено в небольшом объеме крелиусное бурение (Тузлучай). В 1952 г. на структурах Ала-Даг и Зирик М. К. Мирзахановым была проведена геологическая съемка в масштабе 1 : 100 000.

Район пока еще мало изучен и требует продолжения геолого-съемочных работ в масштабе 1 : 25 000, детальных битумнологических, геохимических и геофизических исследований, а также проведения в большом объеме структурного бурения для подготовки наиболее перспективных структур к промышленной разведке.

Антиклинальные складки к западу погружаются под покров современных отложений. Сейсморазведкой, проведенной в 1950—1951 гг., они прослежены в юго-западном направлении. Кроме того, выявлены самостоятельные крупные погребенные структуры северо-восточного — юго-западного простирания. По данным сейсморазведки (Годин, 1952ф), этот район в тектоническом отношении подразделяется на две зоны: Мессерианскую зону погребенных антиклинальных структур и Кизылатрекскую депрессию (см. рис. 2).

В Мессерианской зоне под мощным (1000—2000 *м*) покровом почти горизонтально залегающих четвертичных и верхнетретичных отложений выявлены весьма резко выраженные погребенные структуры высотой до 1000—1500 *м* и более, протяженностью до 50 *км*. По-видимому, они сложены палеогеном и мелом (Мессерианская, Рустамкалинская, Изаткулийская, Невчайтагская, Гекчинская, Делилийская и др.).

К Кизылатрекской депрессии приурочена более спокойная складчатость; длина складок не превышает 10 *км*, ширина 4 *км*, высота 200 *м* (Даяндыкская, Мадаусская, Бунгуванская и др.).

Основными для описываемого района задачами дальнейшего изучения перспектив нефтеносности являются:

1) проведение дальнейших геофизических исследований, преимущественно сейсморазведки методом отраженных и преломленных волн, с целью более детального исследования глубинного строения структур;

2) проведение большого объема структурного бурения с целью стратиграфической расшифровки сейсмических данных;

3) бурение опорных скважин.

Проведение комплекса этих исследований даст возможность подготовить наиболее перспективные структуры к постановке промышленного разведочного бурения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выдающийся ученый академик И. М. Губкин еще в 1933 г. на первой конференции по изучению производственных сил Туркмении указал, что возможности Туркмении в отношении нефтеносности огромны и что на

восточном берегу Каспия «мы имеем большой перспективный район, который, может быть, по своим богатствам не уступит нефтеносным районам, расположенным на противоположном берегу Каспийского моря».

Широко развернувшиеся разведочные работы подтвердили прогноз И. М. Губкина; они дали возможность открыть новые крупные месторождения в Прибалханском районе и выдвинули его в число крупнейших нефтеносных районов Союза. Эти достижения являются лишь первым этапом освоения нефтяных ресурсов Туркменской ССР.

Как видно из приведенного обзора перспективных площадей, в пределах Западно-Туркменской нефтеносной области возможности открытия новых нефтяных месторождений весьма обширны. Вся площадь Прикаспийской низменности Западного Туркменистана и прилегающие к ней участки территории, покрытой водами Каспийского моря, весьма перспективны в отношении нефтеносности.

Первоочередными задачами геолого-разведочных работ в Западно-Туркменской нефтеносной области на ближайшее время являются:

1. Продолжение геолого-разведочных работ на антиклинальных структурах, а именно:

а) доразведка эксплуатационных месторождений Небит-Дага и Кум-Дага;

б) подготовка к промышленной разработке месторождений п-ова Челекен;

в) выявление промышленной нефтеносности разведочных площадей Котуртепе, Монжуклы, Боя-Даг, Кызылкум и др);

г) подготовка к промышленной разведке многочисленных перспективных площадей в Прибалханском, Кеймиро-Чикишлярском, Мессерианском и других районах.

Особое значение приобретает разведка нижней части красноцветной толщи, характеризующейся, по данным первых же скважин, пробуренных на Челекене и Небит-Даге, исключительно высокой продуктивностью.

Проведение комплекса геолого-поисковых работ в зоне западного погружения Копет-Дага и на Мессерианской равнине, несомненно, позволит выделить и здесь новые весьма перспективные площади.

2. Разведка синклинальных частей Прибалханской депрессии, заключенных между тектоническими линиями (Небитдагской, Кумдагской и Боядагской), и на погружении северного борта депрессии, где можно предполагать наличие литологически экранированных и стратиграфических залежей нефти.

3. Одной из важнейших и вместе с тем весьма сложных задач является освоение разведкой морских нефтеносных участков, примыкающих к Западно-Туркменской области. О вероятной нефтеносности этих участков свидетельствуют наличие богатого нефтяного месторождения на п-ове Челекен, западная часть которого погружается в море, многочисленные и бурные выделения газа из подводных сопок вдоль всей прибрежной полосы и наличие подводных грязевых вулканов (банки Ливанова, Безымянная и др.), выделяющих газ и нефть. Несомненно перспективной в отношении поисков новых месторождений является вся морская полоса, окаймляющая полуострова Челекен и Дарджа и о. Огурчинский и протягивающаяся к югу до границы с Ираном. Ширина этой полосы исчисляется десятками километров, судя по наличию банок, расположенных на расстоянии 40 *км* от берега и дальше.

Наряду с несомненными успехами в деле разведки нефтяных месторождений до последнего времени наблюдается отставание теоретического обобщения результатов геологических исследований Западно-Туркменской нефтеносной области. Перед научно-исследовательскими организациями стоят серьезнейшие задачи, связанные с решением общей проблемы — выяснения условий залегания нефти и формирования нефтяных месторождений Туркменской ССР.

Должны быть освещены структурные особенности нефтяных месторождений, выяснены фациальные особенности разреза с точки зрения возможности нефтеобразования и нефтенакопления, изучена геохимия нефтей, битумов, газов и вод, освещена роль подземных вод в процессе формирования залежей нефти и т. д.

Актуальной задачей является также внедрение вторичных методов эксплуатации (интенсификация добычи и поддержание пластовых давлений) на эксплуатационных площадях. Применение этих методов даст возможность получить значительный экономический эффект, сократив до минимума объем бурения на тонну добытой нефти, и увеличить нефтеотдачу пластов.

Прикопетдагская перспективно-нефтегазоносная область

Продолжением Западно-Туркменской нефтегазоносной области на восток является перспективно-нефтегазоносная область Прикопетдагской депрессии, включающая предгорную полосу Копет-Дага вместе с прилегающей южной частью Низменных Каракумов. На западе Прикопетдагская депрессия примыкает к Прикаспийской низменности и к зоне западного погружения Копет-Дага, с которыми она тесно связана как в отношении стратиграфического и фациального состава слагающих ее отложений, так и в тектоническом отношении.

Границы депрессии на востоке и юго-востоке в настоящее время не вполне выяснены. Анализ палеогеографических данных предшествующих эпох показывает, что Прикопетдагская депрессия имеет в достаточной мере сложное строение, ее очертания и характер подвергались закономерным изменениям в зависимости от палеогеографической и тектонической обстановки.

Рассматриваемая область начиная с юрского и вплоть до верхнесенонского времени представляла собой краевую северную часть Копетдагской геосинклинальной зоны. С верхнесенонского времени эта геосинклинальная зона продолжала существовать в виде двух почти разобщенных подводной перемычкой впадин — Западно-Копетдагской и Восточно-Копетдагской. Перемычка, разобщавшая впадины, располагалась в палеогеновое время примерно на участке Геоктепе — Ашхабад.

Возникновение Прикопетдагской депрессии в современных ее очертаниях является результатом последовательных проявлений альпийских фаз тектогенеза, обусловивших формирование Туркмено-Хорасанской горной системы. Начальные моменты формирования Прикопетдагской депрессии связаны с мощными тектоническими движениями, происходившими в конце палеогеновой — начале неогеновой эпох. Формирование депрессии продолжалось в миоценовое и плиоценовое время, а также в четвертичное время. Вероятно, в послеакчагыльское или даже в послеапшеронское время окончательно сформировалась зона дизъюнктивных

разрывов (Копетдагская надвиговая зона), по которой Прикопетдагская депрессия граничит в настоящее время на юге с Копет-Дагом.

Наличие к северу от указанной надвиговой зоны складчатых структур, образованных меловыми, палеогеновыми и неогеновыми отложениями, а также пока еще очень неполные и схематичные результаты геофизических исследований, проведенных в Низменных Кара-Кумах, свидетельствуют о том, что структурные условия в области Прикопетдагской депрессии благоприятны для образования нефтяных залежей. Широкий стратиграфический диапазон нефтепроявлений и газопроявлений в смежных с Прикопетдагской депрессией восточных периферических частях Прикаспийской низменности, в Западном Копет-Даге и вдоль южных склонов Большого Балхана наряду с наблюдаемым широким распространением антраксолитовых (битуминозных) фаций в серии верхнеюрских и нижнемеловых отложений Копет-Дага также свидетельствует о перспективности Прикопетдагской депрессии.

Таким образом, Прикопетдагская депрессия, как перспективно-нефтеносная и газоносная область, заслуживает постановки здесь детальных геофизических исследований и разведочного бурения (в первую очередь структурного) для расшифровки ее строения, а также для выявления и конкретной оценки перспектив нефтеносности и газоносности. Постановка таких работ наиболее целесообразна в первую очередь в западной части Прикопетдагской депрессии, расположенной в непосредственной близости к Прикаспийской нефтеносной области и, возможно, обладающей более благоприятными структурными условиями, чем восточная ее часть.

Перспективно-нефтегазоносная область Юго-Восточной Туркмении

ГАУРДАК-КУГИТАНГСКИЙ ПЕРСПЕКТИВНО-НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ РАЙОН

Гаурдак-Кугитангский район, расположенный на восточной окраине Туркмении (Чаршангинский район Чарджоуской области), составляет в геолого-тектоническом отношении крайнее юго-западное ответвление системы складчатых сооружений Гиссарского хребта. В строении района принимают участие отложения палеозойского, верхнетриасового, юрского, мелового, третичного и четвертичного возраста.

Главнейшие складкообразовательные движения, создавшие современный тектонический облик Гаурдак-Кугитанского района, были связаны с альпийским циклом тектогенеза.

Присутствие битуминозных пород среди верхнеюрских отложений, слагающих Гаурдакское антиклинальное поднятие, впервые констатировал в 1927 г. А. В. Данов (1928). Позднее, в 1932 г. В. Б. Порфирьев, основываясь на результатах рекогносцировочного осмотра имеющихся в Гаурдаке проявлений битуминозности, предложил пройти в осевой части Гаурдакского антиклинального поднятия глубокую разведочную скважину до отложений средней и нижней юры, с которыми, по его представлениям, связаны породы, продуцирующие нефть (Порфирьев, 1938, 1941).

В 1933 г. при специальных исследованиях, проводившихся в пределах рассматриваемого района под руководством П. И. Калугина, была обнаружена жидкая нефть (Калугин, 1934). Она была встречена в шурфе, пройденном со дна провальной воронки в зоне крупных тектонических

разрывов, проходящей с юго-западной стороны Гаурдакского антиклинального свода.

В 1938 г. А. В. Дановым (1939ф) были проведены геолого-геохимические исследования, целью которых являлись выяснение основных закономерностей, обусловивших присутствие нефти, антраксолитовых образований, серы, соляного комплекса и других полезных ископаемых в пределах Гаурдак-Кугитангского района, а также оценка перспектив его нефтеносности и характеристика структур, наиболее перспективных для постановки дальнейших разведочных работ.

В 1939 г. Туркменским геологическим управлением было начато разведочное бурение на нефть в присводовой части западного крыла Гаурдакского антиклинального поднятия. В 1939—1942 гг. здесь было пройдено несколько мелких скважин на участке, прилегающем к нефтяному шурфу, а также пробурена скважина глубиной 972 *м* в ущелье Узун-Хайрачек, доведенная до палеозойских пород. Позднее была пройдена еще одна скважина глубиной 284 *м* в зоне тектонического разлома, в юго-западной части Гаурдака.

Одновременно с этими работами Туркменским геологическим управлением в 1939—1940 гг. была проведена топографическая и геологическая съемка (в масштабе 1 : 5000) участка, прилегающего к зоне тектонического разлома, где зафиксированы наиболее отчетливые признаки нефтеносности. В 1940—1942 гг. производилась геологическая съемка Гаурдак-Кугитангского района на площади 600 *км*^{2} в масштабе 1 : 25 000 (Данов, Воинов и др. 1941ф).

В юрской осадочной серии Гаурдака и частично в нижнемеловых отложениях, контактирующих с юрскими в зоне дизъюнктивного нарушения, встречены следующие типы углеводородов: 1) углеводородные газы, 2) легкая светлая нефть (уд. вес 0,85), 3) гуминокериты, 4) антраксолитовые образования (антракериты).

Известные выходы жидкой нефти находятся в присводовой части западного крыла Гаурдакского антиклинального поднятия на участке, прилегающем к соленому источнику Шуар-Кярыз. Выходы нефти приурочены к зоне проходящего здесь тектонического разлома. Таким образом, нефть находится во вторичном залегании и поступает из раздробленных и трещиноватых пород в зоне тектонического контакта, по которому породы гаурдакской свиты соприкасаются с титон-неокомской красноцветной толщей. Нефть выходит в шурфе, имеющем глубину 24 *м*[1], и появляется приблизительно с 19 *м*. Шурфом пройдены частью пролювиальные образования, частью же, по-видимому, сильно разрушенные и измененные выветриванием коренные породы (нижнемеловые).

Встреченная шурфом нефть имеет в проходящем свете светло-коричневый цвет (близкий к цвету крепкого чая), весьма характерный запах и уд. вес. 0,851—0,865, т. е. принадлежит к легким светлым нефтям. Исследования, произведенные в лаборатории технической химии Химического института при Ленинградском университете химиком Э. К. Канэп, дают представления о составе гаурдакской нефти (табл. 25). Гаурдакская нефть должна быть отнесена, в соответствии с принятой классификацией, к типу метаново-нафтеново-ароматических нефтей.

Выделение углеводородных газов (совместное с сероводородом) впервые было констатировано в 1931 г. при прохождении разведочной сква-

[1] Шурф был пройден в 1933 г. партией П. И. Калугина до глубины 21,5 *м*. Позднее, в 1939 г., при исследованиях А. В. Данова он был восстановлен и углублен до 24 *м*.

жины на 1-м сероносном участке Гаурдака. Скважина была пройдена до глубины 80 *м* в зоне тектонического нарушения, протягивающегося вдоль юго-западных склонов Гаурдака. Приток газа, по данным В. П Мирошниченко, в первые месяцы существования скважины был довольно значительным: высота пламени газа, подожженного у устья скважины, доходила до 2 *м*. Однако весной 1932 г. А. В. Данов констатировал значительное уменьшение выделения газа.

Таблица 25

Результаты анализа гаурдакской нефти (пробы из нефтяного шурфа)

Показатели	Проба № 1	Проба № 2
Физические свойства		
Удельный вес	0,8555	0,8534
Вязкость E_0	0,0742	0,0742
Температура застывания	—6°	—6°
Кислотность (в %)	0,0052	0,0052
Содержание компонентов		
Сера (в вес. %)	2,54	2,51
Азот (в вес. %)	0,08	0,07
Твердые асфальты (в вес. %)	Нет	Нет
Зола и остатки (в вес. %)	0,017	0,013
Акцизные смолы (в объемн %)	5,0	3,0
Силикагелевые смолы (в вес. %)	1,4	1,0
Содержание углеводородов (в объемн. %)		
Ароматические	22,9	24,2
Нафтеновые	25,8	23,2
Метановые	34,9	37,6

Представление о составе газа дают результаты анализа, произведенного в лаборатории Азербайджанского нефтяного исследовательского института в Баку. Анализировалась проба газа, отобранная С. А. Ковалевским весной 1932 г. Анализ показал следующий состав газа (в процентах): CO_2 — следы; H_2S 7,1%; C_nH_{2n+2} 81,05%; N_2 и благородные газы — 11,05%; содержание сероводорода, растворенного в воде, равно 0,0161 $м^3$ на 1 *л*.

Газопроявления, помимо 1-го сероносного участка, известны в той же зоне дизъюнктивных нарушений и на участке, прилегающем к нефтяному шурфу, где выделение газов было констатировано в ряде шурфов и скважин, пройденных здесь в конце 1939 — начале 1940 гг.

В 1946 г. при бурении разведочной скважины на калийные соли в западном крыле Гаурдакского антиклинального поднятия, на участке, прилегающем к руслу Кансая, с глубины 336 *м* был получен газовый фонтан из пласта, залегающего на контакте толщи каменной соли с подстилающими ее ангидритами (гаурдакская свита). Начальное давление газа в скважине достигло приблизительно 40—50 *ат*. Выделение газа продолжалось 10 дней (с 5 до 15 сентября 1946 г.). Представление о составе газа, выделявшегося из указанной скважины, дает анализ, произведенный в лаборатории Всесоюзного нефтяного института и показавший следующие содержания компонентов (в процентах): CO_2+H_2S 1,77%; CO 0,80%; H_2 1,97%; C_nH_{2n+2} 79,52%; N_2 15,94%.

Помимо рассматриваемой зоны нарушений, газопроявления констатированы также в зоне дизъюнктивных нарушений, отделяющих восточное крыло Гаурдакской складки от антиклинального свода. По своему характеру эти газопроявления сходны с описанными для 1-го сероносного участка. Аналитических данных о составе этих газов, так же как и о составе газов, выходящих на участке, прилегающем к нефтяному шурфу, не имеется.

Связь рассматриваемых газопроявлений с зонами тектонических разломов, к которым приурочены также имеющиеся в пределах Гаурдака нефтепроявления (жидкая нефть, гуминокериты), позволяет предполагать тесную зависимость между газопроявлениями и присутствием нефти. На существование такой зависимости указывает отчасти и приведенный выше состав газов, выделявшихся в скважине на 1-м сероносном и на Кариканском участках.

Как показывают имеющиеся данные, газопроявления приурочены к тем участкам Гаурдакской сладки (северо-восточная часть свода и присводовые части крыльев), где мальмский антраксолитовый комплекс, а также нижезалегающие юрские отложения сохранились под гипсами гаурдакской свиты.

В южной части Гаурдакского антиклинального свода, где мальмский антраксолитовый комплекс выходит на поверхность и сильно размыт, отчетливо выраженных газопроявлений ни в зонах проходящих здесь тектонических разрывов, ни в более глубоких частях складки, вскрытых пробуренной в 1939—1941 гг. глубокой скважиной, не зафиксировано. Можно предполагать, таким образом, что мощная толща отложений гаурдакской свиты играет в известной степени роль газонепроницаемой покрышки.

Особенности геологического строения Гаурдак-Кугитангского нефтеносного района и сведения об имеющихся в нем нефтепроявлениях позволяют сделать следующие выводы:

1. Зафиксированные до настоящего времени нефтепроявления в виде выходов жидкой нефти и генетически связанных с ней гуминокеритов, а также выходы углеводородных газов приурочены к присводовой части западного крыла Гаурдакского антиклинального поднятия и связаны с проходящей здесь зоной крупных дизъюнктивных нарушений. Помимо указанной зоны, присутствие аналогичных газопроявлений констатировано в зоне дизъюнктивных нарушений, отделяющей северо-восточную часть Гаурдакского антиклинального свода от его восточного крыла.

2. Присутствие газопроявлений, по своей химической природе связанных с нефтью, в зонах дизъюнктивных нарушений, окаймляющих Гаурдакский антиклинальный свод с юго-запада и с востока (а в зоне дизъюнктивного нарушения, проходящего с юго-западной стороны свода, — также выходов жидкой нефти и гуминокеритов), свидетельствует о том, что северо-восточная часть Гаурдакского антиклинального свода, образованная гипсами гаурдакской свиты, вместе с прилегающими присводовыми частями западного и восточного крыльев входит в пределы контура газоносности и, по-видимому, нефтеносности.

3. Структуры восточного крыла Гаурдакского антиклинального поднятия, образованного крутопадающими (55—85°), местами поставленными вертикально породами нижнего мела, не благоприятны для постановки здесь разведочного бурения на нефть (исключая, быть может, лишь самую зону дизъюнктивных разрывов).

Более благоприятны в структурном отношении условия в северо-

восточной части Гаурдакского антиклинального свода, где сохранилась мощная толща гипсов и ангидритов гаурдакской свиты, предохраняющая от непосредственного воздействия денудационных процессов нижезалегающий антраксолитовый комплекс мальма. Необходимо отметить, однако, что возможность некоторого воздействия денудационных процессов на мальмскую известняковую свиту все же не исключена, так как здесь местами довольно значительно развиты в гипсах карстовые явления.

Юго-западная часть Гаурдакского антиклинального свода характеризуется значительной сложностью в структурном отношении. Кроме того, здесь затронуты размыванием более глубокие горизонты юрских отложений, чем в северо-восточной части свода; почти нацело размыты гипсы гаурдакской свиты и вскрыты верхние горизонты свиты мальмских антраксолитовых известняков. Последнее обстоятельство заставляет исключить юго-западную часть Гаурдакского антиклинального свода из числа районов, заслуживающих постановки разведочного бурения на нефть, если принять, что продуцирующие нефть породы, а также нефтяные коллекторы связаны с антраксолитовым комплексом мальма. Наоборот, если ориентировать разведочное бурение на среднеюрские отложения, то эта часть свода окажется не лишенной некоторого интереса, так как глубина залегания среднеюрских отложений здесь на 300—400 *м* меньше, чем в северо-восточной части свода. Этот вопрос должен решаться в зависимости от результатов предварительного бурения на породы атраксолитового комплекса мальма на более благоприятных по структуре участках.

Значительной сложностью характеризуются также структурные условия на западном крыле Гаурдакского антиклинального поднятия, особенно в полосе распространения гаурдакской соленосной толщи и покрывающих ее отложений, где моноклинальное строение крыла осложнено широко развитыми надвигами. Наибольший интерес в отношении постановки разведочного бурения на нефть представляет присводовая часть этого крыла в пределах распространения отложений гаурдакской свиты, а также полоса, прилегающая к зоне дизъюнктивных нарушений, проходящей с юго-западной стороны антиклинального свода, где сконцентрированы известные в настоящее время нефтепроявления.

4. Наблюдения А. В. Данова, а также результаты бурения глубокой разведочной скважины, пройденной в ущелье Узунхайрачек, показывают, что наиболее отчетливо выраженные признаки битуминозности в пределах Гаурдак-Кугитангского нефтеносного района приурочены к антраксолитовому комплексу мальма, т. е. к толще верхнеюрских известняков, подстилающих сероносные отложения. Эти данные совместно с соображениями стратиграфического, структурного и геохимического порядка дают основание предполагать существование тесной связи между имеющимися в пределах Гаурдакского района нефтепроявлениями и антраксолитовым комплексом мальма.

С другой стороны, в нижезалегающих отложениях доггера при бурении указанной скважины не было встречено признаков, которые могли бы дать основание с достаточной уверенностью говорить о наличии здесь нефтепроявлений. Не наблюдаются такие признаки и в других близких к Гаурдаку тектонических сооружениях. Например, в горах Кетмен-Чапты отложения лейаса и доггера выражены в угленосной фации и, независимо от этого, проявления битуминозности связаны с антраксолитовым комплексом мальма, залегающим на этих отложениях. Учитывая это,

приходится считать маловероятным предположение о существовании связи между имеющимися в пределах Гаурдакского района нефтепроявлениями и отложениями доггера и, тем более, лейаса. Окончательное решение вопроса о возможности указанной связи осложняется из-за того, что в разрезе глубокой Гаурдакской скважины отложения байоса — бата представлены лишь частично, а отложения лейаса вообще не представлены, причем причины, обусловившие отсутствие этих отложений, остаются не вполне ясными (тектонические или условия седиментации?).

Таким образом, глубокая разведочная скважина, пройденная в юго-западной части Гаурдакского антиклинального свода, не дала исчерпывающего ответа на вопрос, являются ли отложения доггера и лейаса отложениями, продуцирующими нефть. Учитывая это, а также значительно более вероятную связь имеющихся на Гаурдаке нефтепроявлений с мальмским антраксолитовым комплексом, целесообразно наметить следующую очередность дальнейших разведочных работ на нефть в Гаурдак-Кугитангском нефтеносном районе.

1. Первоочередными объектами для постановки разведочного бурения на нефть и углеводородные газы следует считать закрытые антиклинальные структуры, в сводовых частях которых представлены отложения титона — валанжина, верхней и средней юры. Лучше других отвечает указанным условиям Айнабулакская антиклинальная структура, расположенная в 12 *км* к востоку от пос. Гаурдак. В несколько меньшей степени им соответствуют северо-восточная часть Гаурдакского антиклинального свода и присводовая часть его западного крыла (включая и зону надвигов в западном крыле). Этим требованиям отчасти удовлетворяют также антиклинальные складки Каттаурская и Альмурадская. Тюбегатанская антиклинальная складка нуждается в более детальном геолого-тектоническом и геохимическом изучении и поэтому едва ли может рассматриваться как объект для постановки разведочного бурения до проведения этих исследований.

2. Как показывает разрез, полученный в упоминавшейся выше глубокой скважине, песчаники келловея и бата, которые могли бы служить коллекторами среднеюрской нефти, не обладают высокой эффективной пористостью; следовательно, их нельзя рассматривать как хорошие нефтяные коллекторы. Таким образом, если даже исходить из маловероятного предположения о существовании связи между нефтепроявлениями и отложениями доггера, то и при этих условиях бурение на нефтесодержащие коллекторы пришлось бы ориентировать на отложения, залегающие выше келловея и бата.

В этом отношении более благоприятные условия наблюдаются в трещиноватых и кавернозных известняках верхней части мальмской известняковой серии, а также в титон-валанжинских бурых песчаниках (карабильская свита Н. П. Хераскова), залегающих выше соленосной толщи и бурых аргиллитов. В песчаниках, однако, присутствие битумов не обнаружено, хотя в зоне дизъюнктивных нарушений, расположенной с юго-западной стороны Гаурдакского антиклинального свода, признаки нефти в виде гуминокеритов сохранились в вышезалегающих готеривских породах, образующих здесь надвиговые чешуи.

Исходя из приведенных выше соображений, проектирование разведочных скважин на нефть в Гаурдак-Кугитангском нефтеносном районе следует вести с таким расчетом, чтобы:

1) вскрыть ближайшие возможные коллекторы нефти в толще красноцветных отложений титона — неокома;

2) вскрыть верхние горизонты мальмской известняковой свиты (антраксолитовый комплекс);

3) для исчерпывающего разрешения весьма важного вопроса об отложениях, продуцирующих нефть, целесообразно пройти одну-две скважины на Айнабулакской структуре, а также одну-две скважины в сводовой части Гаурдакского антиклинального поднятия, до отложений средней и нижней юры, т. е. до глубины порядка 1200—1500 *м*.

Для выяснения характера, условий залегания и мощности нефтяных и газовых коллекторов, а также для уточнения структурных данных по западному крылу Гаурдакского антиклинального поднятия и установления контура нефтеносности и газоносности необходимо провести разведочное (крелиусное) бурение в зоне тектонического нарушения, проходящей с юго-западной стороны Гаурдакского антиклинального свода, где уже в настоящее время известны бесспорные признаки присутствия нефти и углеводородных газов.

Решение указанных вопросов имеет чрезвычайно важное значение для постановки дальнейших разведочных работ (бурения) на нефть в пределах Гаурдакского антиклинального поднятия и в соседних структурах и для оценки перспектив нефтеносности Гаурдак-Кугитанского района в целом.

ПЕРСПЕКТИВНО-НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ РАЙОН БАДХЫЗА И КАРАБИЛЯ

К числу перспективно-нефтегазоносных районов Юго-Восточной Туркмении следует отнести также район предгорий Зюльфагарского хребта (Бадхыз), расположенный между рр. Гери-Рудом и Кушкой—Мургабом, и смежный с ним район северных предгорий Паропамиза (горы Карабиль) вместе с прилегающей южной полосой Юго-Восточных Кара-Кумов.

Установленное исследованиями В. Н. Огнева (1932), В. В. Александрова (1934), А. В. Данова и А. В. Сидоренко широкое распространение здесь битуминозных образований, сопровождающихся характерным геохимическим комплексом (гуминокериты, сера и т. д.) и приуроченных к палеоценовым (бухарским) гипсоносным доломитизированным известнякам, наряду с имеющимися сведениями о наличии выходов нефти в прилегающем районе Северного Афганистана свидетельствует о том, что рассматриваемый район несомненно заслуживает внимания для выяснения перспектив его возможной нефтеносности.

Учитывая широкое развитие покровных четвертичных и неогеновых образований в пределах рассматриваемой территории, особенно в северной ее части, где с наибольшей вероятностью можно рассчитывать на присутствие погребенных структур, обладающих благоприятными условиями для скопления нефти и газов, следует рекомендовать в качестве основного метода изучения этого района детальные геофизические исследования (вариометрические, сейсмометрические) и на их основе — глубокое разведочное бурение. Для более южных участков рассматриваемой территории (Карабиль, Зюльфагарский хребет) целесообразна постановка детальных геолого-съемочных и поисковых работ и геолого-геохимических исследований.

Амударьинская перспективно-нефтегазоносная область

Амударьинская перспективно-нефтегазоносная область протягивается неширокой полосой на северо-восточной окраине Туркменской ССР

вдоль среднего и отчасти нижнего течения Аму-Дарьи. В геологическом отношении она не представляет собой обособленной структурной единицы. В восточной части она является краевой зоной так называемой Бухарской депрессии, расположенной на территории Узбекской ССР, а на северо-западе переходит в платформенную область, занимающую обширные пространства Северных Каракумов и Юго-Западных Кызылкумов. На юго-востоке она непосредственно примыкает к Гаурдак-Кугитангскому нефтеносному району, характеристика нефтеносности которого дана в отдельном очерке.

Установленные разведочным бурением нефте- и газопроявления в мезозойских отложениях Бухарской депрессии, сходство геологического строения этой депрессии и прилегающих к ней участков Туркменской ССР, известные признаки газонефтеносности в Питнякском районе и в некоторых других пунктах и наличие значительного количества брахиантиклинальных складок — все это позволяет рассматривать приамударьинскую полосу Туркменской ССР как перспективную в отношении нефтеносности и газоносности.

Детальные и региональные геологические исследования, связанные с проблемой газонефтеносности мезозойских отложений среднего течения и низовий Аму-Дарьи, были начаты в 1929 г., когда С. А. Ковалевский (1930а), обследовавший Питнякский район, обнаружил выходы горючих газов с запахом керосина. В связи с этой находкой он высказал мнение, что встреченные газы, видимо, приурочены к толще нижнемеловых песчаных отложений континентального происхождения и поднимаются на поверхность по трещине огромного сброса. Данная им резко отрицательная характеристика району в смысле перспектив нефте- и газоносности впоследствии (в 1934 г.) была им пересмотрена.

В 1932 г. П. П. Русанов и И. А. Кузнецов (1934), а в 1933—1935 гг. А. И. Смолко (1934а—б, 1936б) проводили геологические исследования в Питнякском районе, наиболее интересном в отношении нефтеносности. В результате этих работ в крупном масштабе была закартирована группа брахиантиклинальных структур, впервые для этого района дано описание тектонических форм и обоснованы возможности нахождения залежей нефти и газа.

В 1935 г. работами треста Средазнефть, проводившимися с целью выяснения перспектив нефтеносности западной части Южного Узбекистана, была затронута часть приамударьинской полосы Туркмении, расположенная между Керки и Чарджоу. В опубликованной в 1937 г. статье руководителя этих работ С. И. Ильина (1937) была дана положительная оценка в смысле возможной нефтеносности огромной территории, простирающейся от Зеравшанского и Гиссарского хребтов до Аральского моря, на которой «несомненно будет обнаружено много площадей с промышленными залежами нефти в отложениях нижнего мела, верхнего мела, а также верхней юры».

В 1936 г. И. П. Зубов и Н. Г. Суворов закартировали на правобережье Аму-Дарьи антиклинальные структуры Керкитагскую и Пулизинданскую и дали положительную оценку району в смысле перспектив нефтеносности.

В 1938 г. вдоль Аму-Дарьи на участке от Чарджоу до Турткуля производили исследования Е. Я. Старобинец и Я. С. Эвентов (1939ф, 1948), описавшие новые выходы газов в Питнякском районе и отметившие структуры, заслуживающие внимания в отношении нефтегазоносности.

В 1941—1942 гг. в южной части Питнякского района производили детальные геологические исследования Г. Я. Крымгольц, Е. А. Худобина и Е. А. Зендрикова (1942ф; Крымгольц, 1946) с целью подготовки структур к разведочному бурению на нефть.

В 1943 г., в связи с проблемой нефтеносности Кара-Калпакии, Питнякский район посетили О. С. Вялов, А. М. Габрильян, Д. С. Халтурин и Г. С. Чикрызов. Они опубликовали статью (1946), в которой высказали соображения о перспективах нефтеносности района и выдвинули в качестве первоочередного объекта для разведочного бурения на нефть Тюямуюнскую структуру.

В 1943—1945 гг. В. В. Воинов и Р. И. Фрейберг (1947ф) производили детальную геологическую съемку и поисковое бурение на структуре Наразымской (правобережье Аму-Дарьи, выше Чарджоу) с целью выяснения нефтеносности палеогеновых отложений. В результате этих работ дана отрицательная характеристика известняков бухарского яруса в смысле их нефтеносности.

В 1946 г. приамударьинская полоса ниже Чарджоу и прилегающие к ней участки Каракумов и Кызылкумов были охвачены исследованиями П. П. Чуенко и А. И. Смолко (1951) На основании произведенных исследований и обобщения всех предыдущих работ эти геологи дали общую оценку территории в отношении перспектив нефтегазоносности, выделили перспективные участки и дали рекомендации о порядке очередности разбуривания структур.

С 1946 г. большие работы, связанные с разрешением проблемы нефтегазоносности приамударьинской полосы, проводили геологи треста Средазнефтеразведка К. А. Сотириади, Ф. Р. Бенш, Ким Бен Чан, С. Нуртаев. Названные геологи изучали структуры, находящиеся у оз. Денгиз-Куль (Сотириади в 1946 г.), а также структуры Керкинской, Кабаклинской (Сотириади и Бенш в 1947—1948 гг.) и Дарганатинской групп (Ким Бен Чан в 1952 г.) и закартировали в крупном масштабе Султансанджарскую и Кошабулакскую структуры (Ким Бен Чан в 1951—1952 гг.). С 1951 г. К. А. Сотириади и С. Нуртаевым, а также научными сотрудниками Института геологии Академии наук Узб. ССР. Н. Е. Минаковой, Р. Ю. Музафаровой и А. Г. Бабаевым производилось детальное литолого-стратиграфическое изучение мезозойских и кайнозойских отложений Приамударьинской области.

В конце того же года трестом Средазнефтеразведка начаты бурение глубокой опорной скважины на Султан-Санджаре и разведочное бурение на Тюя-Муюне с целью выяснения газонефтеносности мезозойских и палеозойских отложений.

В 1951—1952 гг. трестом Термезнефть проводилось структурно-картировочное бурение на Керкитагской антиклинальной складке с целью подготовки ее к глубокому разведочному бурению.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

На рассматриваемой территории развиты отложения верхнемелового, третичного и четвертичного возраста. Более древние отложения нижнемелового и юрского возраста вскрыты бурением в районе Питнякского поднятия.

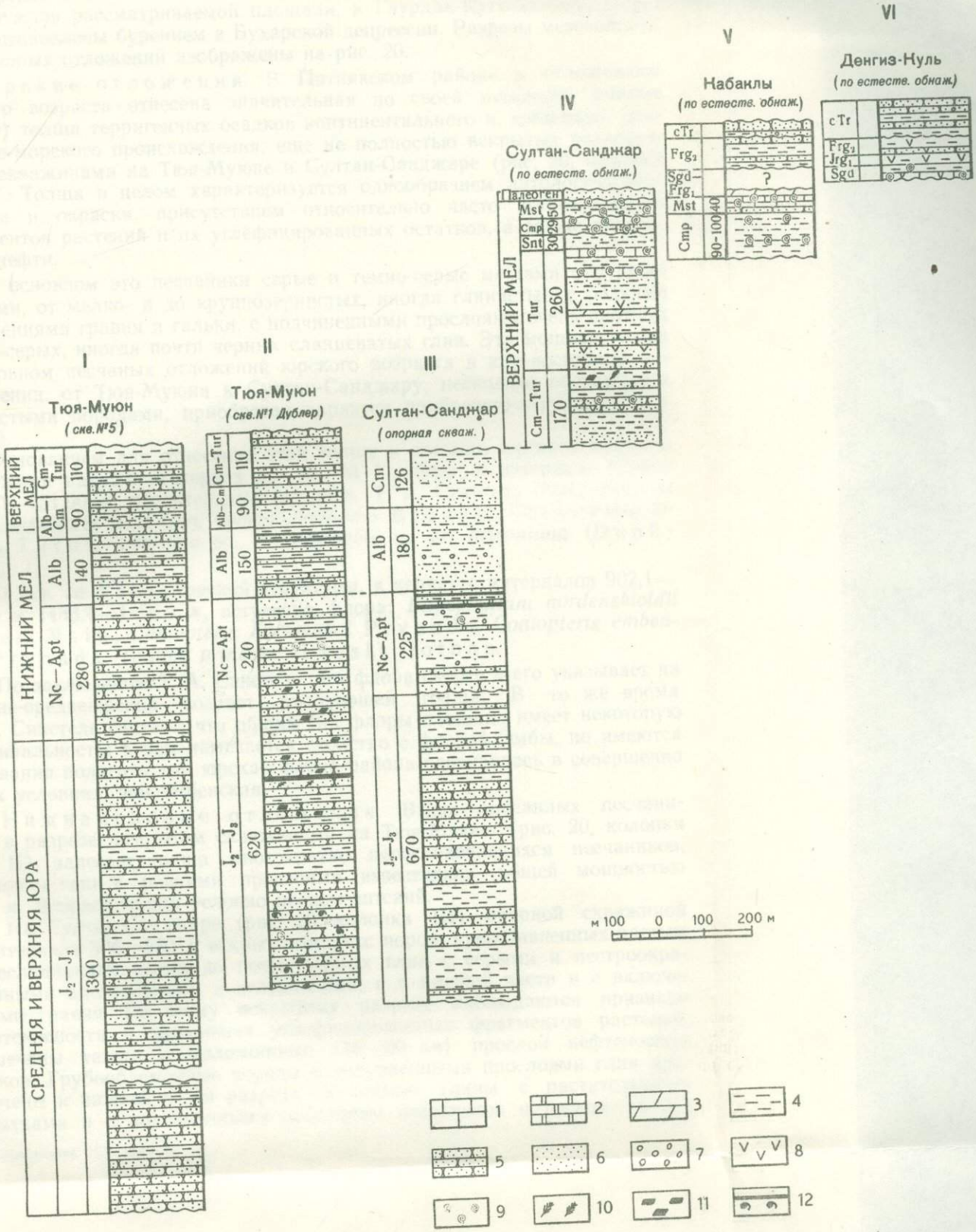


Рис. 20. Стратиграфические разрезы мезозойских и третичных отложений среднего течения Аму-Дарьи (по материалам треста Средазнефтеразведка)

1—известняк; *2*—доломит; *3*—мергель; *4*—глина; *5*—песчаник; *6*—песок; *7*—конгломерат; *8*—гипсоносность; *9*—фауна; *10*—флора; *11*—углефицированная древесина; *12*—битуминозность

Юрские и нижнемеловые отложения имеют значительное развитие вне пределов рассматриваемой площади, в Гаурдак-Кугитангском районе и установлены бурением в Бухарской депрессии. Разрезы мезозойских и третичных отложений изображены на рис. 20.

Юрские отложения. В Питнякском районе к отложениям юрского возраста отнесена значительная по своей мощности (свыше 1300 *м*) толща терригенных осадков континентального и, возможно, прибрежно-морского происхождения, еще не полностью вскрытых разведочными скважинами на Тюя-Муюне и Султан-Санджаре (рис. 20, колонки I—III). Толща в целом характеризуется однообразием литологического состава и окраски, присутствием относительно часто встречающихся фрагментов растений и их углефицированных остатков, а также признаками нефти.

В основном это песчаники серые и темно-серые местами с бурыми пятнами; от мелко- и до крупнозернистых, иногда глинистые, с редкими включениями гравия и гальки, с подчиненными прослоями очень плотных темно-серых, иногда почти черных сланцеватых глин. Эта мощная толща в основном песчаных отложений юрского возраста в юго-восточном направлении, от Тюя-Муюна к Султан-Санджару, несколько обогащается глинистыми породами, приобретая характер прибрежно-лагунных отложений.

Основанием для отнесения этой толщи к осадкам юрского возраста послужили находки в кернах из скв. № 1-дублер, в интервале глубин 750,50—751,90 *м*, растительных остатков. Т. А. Сикстель определяет их как *Coniopteris* типа *Con. hymenophylloides* Brongn., *Czecanowskia latifolia* Turut., *Eboracia* sp., *Cladophlebis* ex gr. *browniana* (Dunk.) Sew.

В скв. № 5 Тюямуюнской структуры, в кернах с интервалов 902,1—905,1 и 1483,4—1496,9 *м*, встречена флора: *Pityophyllum nordenskioldii* (Heer) Nath., *Coniopteris Furssenkoi* Prynada, *Coniopteris embensis* Prynada, *Todites princeps* (Presl.) Gothan.

По заключению Т. А. Сикстель, эта флора скорее всего указывает на верхне-среднеюрский возраст вмещающей толщи. В то же время Т. А. Сикстель считает, что общий тип флоры площади имеет некоторую оригинальность: в нем намечается сходство с флорой Эмбы, но имеются основания полагать, что юрская флора района развивалась в совершенно иных условиях, чем эмбенская.

Нижнемеловые отложения. Выше описанных песчаников в разрезе, вскрытом скважинами на Тюя-Муюне (рис. 20, колонки I и II), залегает толща многократно переслаивающихся песчаников, песков и глин с редкими прослоями известняков, общей мощностью 240 *м*. Возраст толщи условно неоком-аптский.

На Султан-Санджаре (рис. 20, колонка III) опорной скважиной в интервале 306—530 *м* вскрыт комплекс пород, представленных частым переслаиванием серых до почти черных глин с серыми и пестроокрашенными алевролитами и песчаниками, а в нижней части и с включениями гравия. По всему вскрытому разрезу наблюдаются признаки нефтеносности и включения углефицированных фрагментов растений. Отмечены также и маломощные (10—30 *см*) прослои нефтеносных песков. Грубообломочные породы с подчиненными прослоями глин приурочены к нижней части разреза, а темные глины с растительными остатками и с подчиненными прослоями песчаников и песков — к его

верхней части. Толща условно отнесена к неоком-апту (по материалам А. Г. Бабаева).

Выше, в интервале глубин 126—306 *м*, в той же скважине вскрыта толща, состоящая главным образом из мелко- и среднезернистых песков и песчаников с подчиненными им прослоями глин от светло- до темно-серой окраски. К толще часто приурочены признаки нефти. По составу макрофауны отложения отнесены к альбу (Р. Ю. Музафарова, А. Г. Бабаев), однако этот вопрос пока нельзя считать окончательно решенным, так как обнаруженная микрофауна, по заключению Н. Е. Минаковой, характеризует отложения сеномана юго-востока Средней Азии.

На Тюя-Муюне к альбским отложениям отнесена 150-метровая толща глин, алевролитов и песчаников с подчиненными прослоями ракушечников (рис. 20, колонка II). В глинах Е. А. Жуковой обнаружена микрофауна фораминифер, указывающая на альбский возраст вмещающих ее слоев. Там же к альб-сеноману условно отнесена толща пород, представленная в своей нижней части темными глинами с прослоями песков и песчаников, общей мощностью до 90 *м*.

Верхнемеловые отложения. К сеноман-турону отнесены породы, вскрытые в скв. № 1 на Тюя-Муюне (рис. 20, колонка II) в интервале от 1 до 110 *м* и представленные серыми и желтовато-серыми среднезернистыми песками и песчаниками с редкими маломощными прослоями глин и ракушечников.

На Султан-Санджаре опорной скважиной, на интервале от 0 до 126 *м*, вскрыт комплекс пород, представленных зелеными и светло-серыми глинами с прослоями алевролитов, песчаников и редко небольшими по мощности пластами известняков с фауной, отнесенной А. Г. Бабаевым и Р. Ю. Музафаровой к сеноману (рис. 20, колонка III). К этому же возрасту отнесена и нижняя часть (170 *м*) обнажающейся в Султансанджарской складке песчано-глинистой толщи (рис. 20, колонка IV), хотя для этой части разреза допускается и туронский возраст.

Выше залегают фаунистически охарактеризованные отложения турона, сантона, кампана и маастрихта общей мощностью около 360 *м* (рис. 20, колонка IV), представленные глинами, песками и песчаниками, а в верхней части (маастрихт) также известняками.

В районе Кабаклинских структур (рис. 20, колонка V) обнажается лишь верхняя часть верхнемеловой толщи, представленная внизу глинами кампанского яруса мощностью 90—100 *м*, а вверху — песчаниками и известняками маастрихтского яруса мощностью 35—40 *м*. Отложения кампана фаунистически охарактеризованы новым для Средней Азии комплексом аммонитовой фауны.

Сенонские глины с подчиненными им пластами известняков установлены бурением в Наразымской структуре и обнажаются в некоторых складках Керкинской и Аляудинской групп.

Третичные отложения представлены в нижней части морскими осадками палеогена, а в верхней — континентальными. Морские отложения палеогена на юго-востоке начинаются известняками и доломитами бухарского яруса мощностью от 115 до 140 *м*. Выше залегают зеленые глины сузакского яруса, а еще выше — глины с прослоями мергелей, известняков-ракушечников и песчаников ферганского отдела, подразделяемого на ряд ярусов (по стратиграфической схеме О. С. Вялова). Суммарная мощность глинистой части морских отложений палеогена составляет около 300 *м*.

К северо-западу мощность палеогеновых отложений уменьшается,

и в районе оз. Денгизкуль и Наразыма она не превышает 150—200 *м* (рис. 20, колонка VI). На северо-запад от Чарджоу известняки бухарского яруса отсутствуют и на верхнемеловых отложениях залегают более высокие слои палеогена, представленные глинами с подчиненными им пластами мергелей и песчаников (рис. 20, колонка V).

На морских палеогеновых отложениях залегает серия континентальных третичных отложений молассовой формации. На юго-востоке описываемого района, где эта серия имеет более мощное развитие, в ней выделяется нижняя часть, которая залегает без видимого углового несогласия на морском палеогене и датируется как Pg_3—N_1, и верхняя часть, относимая к неогену. В северо-западной части района развиты лишь неогеновые континентальные отложения, залегающие на размытой поверхности палеогена и верхнего мела.

Комплекс мезозойских и третичных отложений рассматриваемой области смят в брахиантиклинальные складки, часто нарушенные разрывными дислокациями, секущими складки как вкрест, так и по простиранию.

Наиболее интенсивно смятые складки расположены вне пределов рассматриваемой территории, в юго-западных отрогах Гиссарского хребта (Гаурдак-Тюбегатанское поднятие). Там же мы наблюдаем и разломы с большими амплитудами перемещения слоев, достигающими 1500 *м* (Балаханский разлом).

В западном и северо-западном направлениях наблюдается постепенное затухание интенсивности смятия слоев. В пределах рассматриваемой территории брахиантиклинальные структуры имеют меньшую амплитуду поднятия и пологое залегание крыльев, их контуры не столь отчетливы, а разрывные дислокации, хотя и довольно широко развитые, характеризуются крутыми падениями и небольшими амплитудами перемещения слоев.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ БРАХИАНТИКЛИНАЛЬНЫХ СТРУКТУР

Описываемые здесь структуры объединяются по своему географическому положению в ряд групп. Расположение этих групп и составляющих их структур показано на рис. 21. С целью более полного представления о перспективах нефтеносности описываемой области, в числе перспективных структур описаны некоторые брахиантиклинальные складки, расположенные в пограничных с Туркменией участках Узбекистана.

I. КЕРКИНСКАЯ ГРУППА СТРУКТУР

Эта группа структур расположена в юго-восточной части рассматриваемого района, на правом берегу Аму-Дарьи.

1. Кашмирская складка — вытянутое в северо-восточном направлении брахиантиклинальное поднятие, сложенное на поверхности известняками бухарского яруса. Обнажено только северо-западное крыло складки, характеризующееся углами падения до 10°.

2. Куватагская (Пулизинданская) складка — антиклинальное поднятие, длинная ось которого вытянута в северо-восточном направлении. Углы падения изменяются в пределах 2—5° (юго-восточное) и 15—20° (северо-западное крыло). Структура на поверхности сложена известня-

ками бухарского яруса; вследствие воздымания оси складки, в ее северо-восточной половине в ядре обнажены и верхние горизонты сенона. Расположена на продолжении Кашмирской складки, к юго-западу от нее.

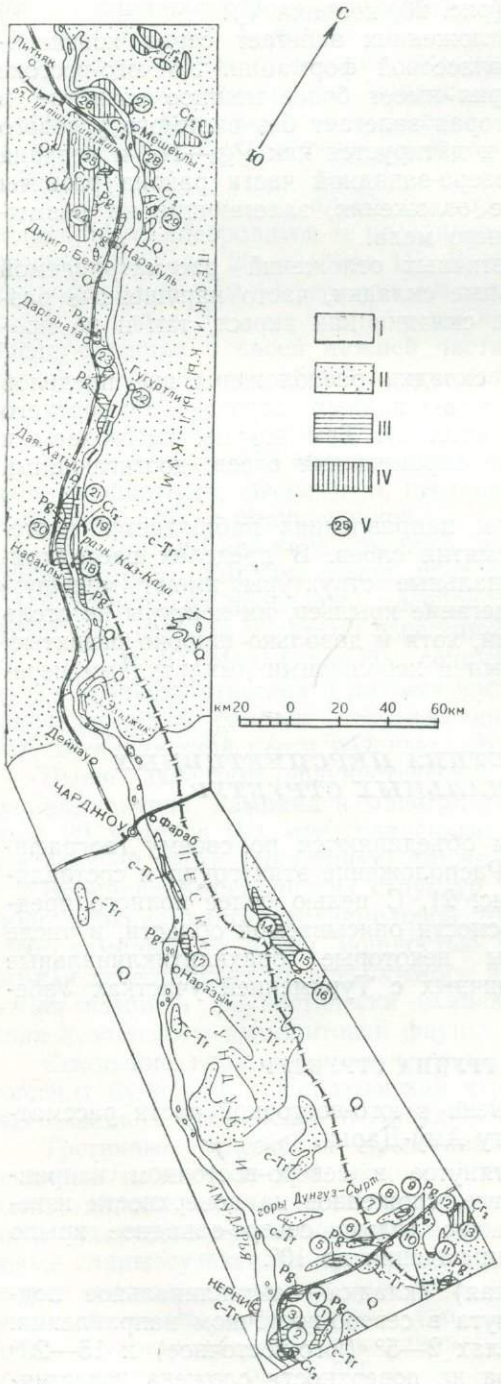


Рис. 21. Схема расположения (тектонических структур в Амударьинской области (по данным А. И. Смолко, С. Н. Симакова и материалам треста Средазнефтеразведка)

I—четвертичные отложения; *II*—третичные континентальные отложения; *III*—палеоген; *IV*—верхний мел; *V*—перспективные структуры.

Керкинская группа структур: *1*—Кашмирская; *2*—Куватагская (Пулизинданская); *3*—Керкитагская; *4*—Самсоновская. Аляудинская группа структур: *5*—Дугобинская; *6*—Талимарджанская; *7*—Западная Аляудинтауская; *8*—Центральная Аляудинтауская; *9*—Восточная Аляудинтауская; *10*—Юго-Западная Дульталинская; *11*—Северо-Восточная Дульталинская; *12*—Каракырская; *13*—Саксандеринская. Денгизкульская группа структур. *14*—Денгизкульская; *15*—Уртабулакская; *16*—Карабулакская; *17*—Наразымская. Кабаклинская группа структур: *18*—Южная Кызкалинская; *19*—Северная Кызкалинская; *20*—Учкырсенская. Дарганатинская группа структур: *21*—Даяхатынская; *22*—Гугуртлинская; *23*—Дарганатинская. Питнякская группа структур: *24*—Кошабулакская; *25*—Султансанджарская; *26*—Тюямуюнская; *27*—Мешеклинская; *28*—Ичкеджарская; *29*—Учиджакская

3. Керкитагская складка—вытянутое в северо-восточном направлении антиклинальное поднятие, сложенное на поверхности известняками бухарского яруса. Углы падения на крыльях варьируют в пределах 6—8° (юго-восточное крыло) и достигают 10° (северо-западное крыло). Оба погружения складки выражены ясно, причем юго-западное устанавливается на левом берегу Аму-Дарьи. Расположена к северо-западу от Куватагской складки.

4. Самсоновская складка—небольшая брахиантиклиналь, расположенная на продолжении предыдущей складки, несколько кулисообразно заходя за нее. Сложена она на поверхности известняками бухарского яруса и характеризуется такими же углами падения, что и Керкитагская складка.

На перечисленных структурах проведена геологическая

съемка в масштабе 1 : 50 000, на Керкитагской складке также и структурно-картировочное бурение.

II. АЛЯУДИНСКАЯ ГРУППА СТРУКТУР

Группа структур, расположенных на расстоянии 40—50 *км* к северу от Керкинской группы.

5. Дугобинская складка. Представляет собой вытянутую в северо-восточном направлении антиклиналь, характеризующуюся углами падения на крыльях до 10—12°. На поверхности сложена плохо обнаженными известняками бухарского яруса.

6. Талимарджанская складка — антиклиналь, длинная ось которой ориентирована в северо-восточном направлении. На поверхности сложена плохо обнаженными известняками бухарского яруса, обрамляющимися третичными красноцветами. Углы падения на крыльях варьируют в пределах 10—12°. Складка расположена севернее Дугобинской складки и отделяется от нее довольно четко выраженным синклинальным прогибом.

7. Западная Аляудинтауская складка. Представляет собой вытянутое в северо-восточном направлении брахиантиклинальное поднятие, сложенное на поверхности континентальными красноцветными отложениями. Углы падения на крыльях колеблются в пределах 4—6°, местами доходят до 10°. Расположена севернее предыдущей структуры и отделяется от нее хорошо выраженным синклинальным прогибом.

8. Центральная Аляудинтауская складка. Расположена к северо-востоку от предыдущей, на одной с ней тектонической линии. По своему строению представляет вытянутую в северо-восточном направлении брахиантиклиналь, сложенную на поверхности известняками бухарского яруса. Углы падения на крыльях 12—15° на юго-восточном крыле и до 10° на северо-западном. Юго-восточное крыло складки осложнено сбросом незначительной амплитуды.

9. Восточная Аляудинтауская складка. Расположена на той же тектонической линии, что и предыдущая, к северо-востоку от нее. По своему геологическому строению аналогична предыдущей, но отличается от нее своими незначительными размерами. Складка отделена от Центральной Аляудинтауской брахиантиклинали слабо выраженной седловиной. Углы падения пластов на северо-западном крыле 7—8° и на юго-восточном 5—7°.

10. Юго-Западная Дульталинская складка. Расположена к востоку от предыдущей, кулисообразно смещаясь к югу. Ориентирована почти в широтном направлении. Сложена на поверхности известняками бухарского яруса, погружающимися на периферии под четвертичные отложения. Углы падения на северном крыле колеблются в пределах 10—16°, а на южном 6—10°.

11. Северо-Восточная Дульталинская складка. Морфологически выражена на поверхности грядами крепких карбонатных пород бухарского яруса. Структура ориентирована в направлении северо-восток — юго-запад, приближающемся к широтному, и располагается кулисообразно к северо-востоку от предыдущей. В размытом своде структуры обнажаются осадочные породы верхнего сенона, обрамленные по периферии отложениями бухарского яруса, которые полого погружаются под континентальные третичные и четвертичные отложения. Складка имеет симметричное строение. Углы падения пластов на крыльях не превышают 8—10°.

12. Каракырская складка. Расположена кулисообразно к северо-востоку от предыдущей. Представляет собой антиклиналь симметричного строения, протягивающуюся с северо-востока на юго-запад. Углы падения пластов на крыльях не превышают 35—40°. В своде обнажаются отложения сенона. По периферии складка обрамляется четвертичными образованиями, и лишь на северо-восточной периклинали и юго-восточном крыле структуры выступают разрозненные гривки карбонатных пород бухарского яруса.

13. Саксандеринская складка. Расположена кулисообразно к юго-востоку от предыдущей. Представляет собой вытянутую в направлении северо-восток — юго-запад асимметричную антиклиналь с крутым юго-восточным (до 50—80°) и пологим северо-западным (до 10—30°) крыльями. В сводовой части складка сложена отложениями верхнего мела (турон, сенон), по периферии обрамлена известняками бухарского яруса и четвертичными отложениями. Юго-восточное крыло складки осложнено разломом северо-восточного простирания с амплитудой перемещения пластов 150—160 *м*. Плоскость надвига падает на юго-восток под углом 75—80°.

Складки Аляудинской группы структур закартированы в масштабе 1 : 50 000, но вследствие плохой обнаженности района в нем следует провести структурно-картировочное бурение.

III. ДЕНГИЗКУЛЬСКАЯ ГРУППА СТРУКТУР

Эта группа структур расположена на расстоянии 100—110 *км* к северо-западу от Аляудинской группы.

14. Денгизкульская складка — почти широтно вытянутая антиклиналь, сложенная на поверхности осадками третичного возраста. В ядре и на северном крыле обнажены отложения сузакского яруса и нижнеферганского подотдела, на которых со следами размыва залегают третичные континентальные отложения. Западная часть складки размыта и закрыта чехлом современных образований. Восточное погружение ясное. Углы падения на крыльях не превышают 10—12°.

15. Уртабулакская складка — почти широтно вытянутая брахиантиклиналь, расположенная на продолжении предыдущей, несколько кулисообразно заходит за нее к северо-востоку. В ядре складки обнажены верхи бухарского яруса, сменяющиеся далее песчано-глинистым комплексом пород морского палеогена и третичными континентальными отложениями. По данным К. А. Сотириади, в районе оз. Денгиз-Куль развиты не только отложения сузакского яруса, как это ранее считалось, но и более верхние горизонты морского палеогена — до ханабадского яруса включительно. Углы падения на крыльях не превышают 6° и лишь в районе юго-восточного погружения складки достигают 10—12°.

16. Карабулакская складка — почти широтно вытянутое (ВСВ) брахиантиклинальное поднятие, сложенное континентальными третичными отложениями и характеризующееся углами падения на крыльях в пределах 4—6°. К сводовой части складки, морфологически представленной эрозионной впадиной, приурочено соленое озеро. Складка расположена к востоку от предыдущей, на одной с ней тектонической линии.

Описанные выше структуры закартированы в масштабе 1 : 100 000. Разведочному бурению должны предшествовать крупномасштабная геологическая съемка и структурно-картировочное бурение.

17. Наразымская складка, детально изученная В. В. Воиновым и Р. И. Фрейберг (1947ф)—пологая, несколько асимметричная брахиантиклиналь северо-западного простирания. В ядре обнажаются отложения нижнеферганского подотдела палеогена, несогласно перекрытые третичной континентальной толщей. Бурением обнаружено присутствие более древних отложений палеогена (сузакский и бухарский ярусы) и сенона. Падение слоев на юго-западном крыле складки 3—5°, на северо-восточном — до 14—20°.

Складка закартирована в масштабе 1: 50 000 и подвергалась разведочному бурению (5 колонковых скважин глубиной от 195 до 240 *м*), которым установлено отсутствие нефтепроявлений в бухарских известняках.

IV. КАБАКЛИНСКАЯ ГРУППА СТРУКТУР

Эта группа расположена на расстоянии 170 *км* к северо-западу от Денгизкульской группы структур.

18. Южная Кызкалинская складка — слегка асимметричная брахиантиклиналь северо-западного простирания с пологим (3—4°) северо-восточным и несколько более крутым (6—8°) юго-западным крыльями. Структура сложена на поверхности породами верхнего сенона. Обрамляется глинистыми (кампан) и песчано-карбонатными (маастрихт) породами, а в юго-восточной части юго-западного крыла и отложениями палеогена. В сводовой части складка размыта, по-видимому, до верхних горизонтов турона и закрыта чехлом древнеаллювиальных и эоловых образований. Юго-восточная периклиналь осложнена тремя продольными сбросами небольшой амплитуды, ориентированными в северо-западном направлении.

19. Северная Кызкалинская складка — слегка асимметричная антиклиналь северо-западного простирания с пологим (до 4°) северо-восточным и несколько более крутым (до 6°) юго-западным крыльями. В сводовой части обнажены глинистые породы верхнего сенона, обрамляющиеся по периферии песчано-карбонатными отложениями маастрихта, а местами мергелями и глинами палеоцена. Структура кулисообразно смещена к северо-востоку относительно предыдущей. Северо-западное замыкание складки выражено отчетливо, а юго-восточное, представляя узел сочленения с предыдущей структурой, несколько затушевано. Складку сечет сброс северо-западного простирания с амплитудой перемещения слоев до 40 *м*. Азимут падения плоскости сбрасывателя 230—240°, угол 65—70°.

Кроме этих двух складок, к той же группе отнесена небольшая Учкырсенская антиклиналь, находящаяся на левом берегу Аму-Дарьи (№ 20), сложенная на поверхности глинами верхнеферганского подотдела морского палеогена, сменяющимися по периферии трансгрессивно налегающей континентальной серией пород неогена. Здесь более или менее отчетливо наблюдаются северо-восточное крыло и северо-западное замыкание структуры, а также незначительная часть юго-западного крыла. Складка характеризуется углами падения в пределах 6—12°.

Перечисленные структуры закартированы в масштабе 1 : 25 000, но глубокому разведочному бурению должно предшествовать структурно-картировочное бурение.

V. ДАРГАНАТИНСКАЯ ГРУППА СТРУКТУР

Расположена к северо-западу от предыдущей группы структур на расстоянии 40—50 *км* от последней. На фоне большого антиклинального поднятия северо-западного простирания, сложенного на поверхности отложениями морского палеогена и более молодыми осадками континентального неогена, выделяются три очень пологие брахиантиклинальные складки: Даяхатынская (№ 21), Гугуртлинская (№ 22) и Дарганатинская (№ 23). Они характеризуются углами падения от 40′ до 2—3°. Иногда наблюдаются крутопадающие сбросы небольшой амплитуды (Даяхатын, Гугуртли). Эти складки изучены еще недостаточно полно, геологическая съемка здесь проведена лишь в масштабе 1 : 100 000. Разведочному бурению должны предшествовать детальная съемка и структурно-картировочное бурение.

VI. ПИТНЯКСКАЯ ГРУППА СТРУКТУР

Расположена на расстоянии 40—50 *км* к северо-западу от Дарганатинской группы структур.

В тектоническом отношении Питнякский район представляет собой огромных размеров антиклинальное поднятие северо-западного простирания (длиной около 70 *км*), на фоне которого отчетливо выделяются шесть брахиантиклинальных складок, сложенных на поверхности верхнемеловыми и более молодыми отложениями. Широкий и пологий свод поднятия осложнен прогибом, расширяющимся к юго-востоку и разделяющим поднятие на две ветви складок: юго-западную и северо-восточную.

На юго-западной ветви расположены три слегка асимметричные брахиантиклинальные складки северо-западного простирания: Кошабулакская, Султансанджарская и Тюямуюнская, с широкими сводами, пологими северо-восточными и несколько более крутыми юго-западными крыльями. Складки в значительной мере нарушены системой крутопадающих сбросов небольшой амплитуды; все они расположены на левом берегу Аму-Дарьи.

Северо-восточная ветвь также состоит из трех слегка асимметричных брахиантиклинальных складок: двух северо-западного простирания и одной почти меридионального, с пологими юго-западными и несколько более крутыми северо-восточными крыльями. Складки эти носят названия Мешеклинской, Ичекджарской и Учиджакской. Складки северо-восточной ветви также нарушены сбросами небольшой амплитуды, но в меньшей степени, чем складки юго-западной. Последняя складка расположена на правом берегу, первые две частично переходят на левобережье Аму-Дарьи.

24. Кошабулакская складка — вытянутая в северо-западном направлении брахиантиклиналь. Расположена на юго-восточном погружении юго-западной ветви складок. Она характеризуется, в общем, пологими углами падения, не превышающими 2—16°. Юго-западное крыло несколько круче северо-восточного, что обусловливает небольшую асимметрию. К юго-западу от осевой линии к складке приурочено большое количество крутопадающих продольных сбросов с амплитудой перемещения слоев по сместителю от 10 до 180 *м*. В ядре структура сложена породами туронского яруса, сменяющимися по периферии более молодыми отложениями. К родникам, имеющим широкое распространение на структуре, приурочены выходы газов. В одной пробе воды из родника обнаружено содержание иода и брома.

Здесь проведена инструментальная геологическая съемка в масштабе 1 : 25 000. Складка подготовлена к разведке глубоким бурением.

25. Султансанджарская складка — вытянутая в северо-западном направлении брахиантиклиналь, расположенная на той же ветви структур, что и предыдущая, и отделенная от нее небольшой седловиной. Складка характеризуется пологими углами падения, не превышающими 3—12°. Юго-западное крыло круче северо-восточного. Складка нарушена многочисленными продольными, иногда взаимно пересекающимися крутопадающими сбросами с амплитудой перемещения слоев от нескольких десятков метров до 150 *м*. Некоторые сбросы имеют большую амплитуду и, по-видимому, являются продолжением разломов Кошабулакской складки. В ядре складки обнажены верхние горизонты сеномана, сменяющиеся по периферии более молодыми отложениями верхнего мела, обрамляющимися по периферии осадками третичного возраста. В тектоническом отношении Султансанджарская складка является наиболее приподнятой по отношению ко всем остальным складкам Питнякской группы структур.

К сводовой части складки, в морфологическом отношении представляющей эрозионную впадину (дно высохшего соленого озера Султан-Санджар), приурочено большое количество сильно и слабо минерализованных родников с грифонами и струями горючего газа.

С конца 1950 г. трест Средазнефтеразведка ведет бурение глубокой опорной скважины с целью выяснения перспектив нефтеносности мезозойских и палеозойских отложений Питнякского поднятия, а также решения других вопросов. В 1953 г. начато и разведочное на нефть бурение.

26. Тюямуюнская складка — вытянутая в северо-западном направлении, слегка асимметричная брахиантиклиналь. Является крайней северо-западной складкой юго-западной ветви Питнякского поднятия. Она характеризуется очень широким, почти горизонтально залегающим сводом и пологими крыльями с углами падения до 12° на юго-западном и 3—5° на северо-восточном крыле. Юго-западная часть складки нарушена незначительными по своей амплитуде сбросами, являющимися продолжением некоторых сбросов Султансанджарской складки, здесь затухающих. Структура на поверхности представлена отложениями турона и более молодыми осадками верхнего мела, палеогена и неогена.

С 1951 г. трест Средазнефтеразведка ведет здесь глубокое разведочное бурение с целью выяснения промышленной газонефтеносности мезозойских отложений.

27. Мешеклинская складка — вытянутая в северо-западном направлении, слегка асимметричная, пологая брахиантиклиналь, расположенная на северо-восточной ветви. Юго-западное крыло пологое (2—3°), северо-восточное несколько более крутое (3—5°). Сводовая часть нарушена сбросами, амплитуда перемещения слоев по сместителю достигает 10 *м*. В ядре обнажены нижние горизонты турона, возможно верхи сеномана, сменяющиеся по периферии более молодыми отложениями верхнего мела, палеогена и неогена.

Структура закартирована в масштабе 1 : 25 000, однако ввиду плохой обнаженности глубокому разведочному бурению должно предшествовать структурно-картировочное.

28. Ичкеджарская складка. Расположена на продолжении той же ветви и находится к юго-востоку от предыдущей складки. Она сложена на поверхности породами турона (возможно, верхи сеномана) и более

молодыми отложениями. Свод широкий и очень пологий, местами нарушен сбросами с амплитудой до 20 *м*. Углы падения на юго-западном крыле 2—3°, на северо-восточном 3—5°. Изученность структуры такая же, что и предыдущей.

29. Учиджакская складка — вытянутая в почти меридиональном направлении, слабо асимметричная брахиантиклиналь. Она расположена на той же тектонической линии, что и предыдущая, но значительно уступает ей по своим размерам. В своде складки обнажены отложения турона, сменяющиеся на крыльях более молодыми осадками. Углы падения на крыльях варьируют в пределах 12° (восточное), 18° (западное). Степень изученности та же, что и ранее описанных складок.

НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

Прямые признаки нефтегазоносности на описываемой территории известны только на Питнякском поднятии. Это поднятие представляет собой громадную антиклинальную складку, осложненную рядом более мелких брахиантиклинальных структур. Оно характеризуется своими выходами горючих газов.

Наибольшее количество газовых источников отмечается на Султансанджарской и Кошабулакской брахиантиклиналях, сводовые части которых осложнены большим количеством сбросов. Все известные здесь поверхностные газопроявления (около 35) связаны обычно с источниками воды, в которых они хорошо заметны по выделяющимся пузырькам газа.

Состав газов Питнякского района

№ п/п	Место выхода газа	Кто и когда провел опробование	Учреждение, в лаборатории которого произведен анализ
1	Родник Агарбулак	С. А. Ковалевский, 1929 г.	Азнефть
2	То же	А. И. Смолко 18/X 1934 г.	Гелиогазразведка
3	„ „	Е. Я. Старобинец, 9/XI 1938 г.	„
4	„ „	Г. Я. Крымгольц, 30/XI 1941 г.	Азнефть
5	Родник Мынбулак	Г. Я. Крымгольц, 30/X 1941 г.	„
6	Родник Кошабулак	С. А. Ковалевский, 1929 г.	„
7	Родник Кошабулак северный	А. И. Смолко, 17/X 1934 г.	Гелиогазразведка
8	То же	Г. Я. Крымгольц, 31/I 1942 г.	Азнефть
9	Родник Кошабулак южный	Е. Я. Старобинец, 19/XI 1938 г.	Гелиогазразведка
10	То же	А. И. Смолко, 17/X 1934 г.	„
11	Русло Аму-Дарьи (Учиджак)	Е. Я. Старобинец, 1938 г.	

Произведенные рядом исследователей анализы газов из источников Питнякского поднятия (сводка этих анализов дана в работе Чуенко и Смолко, 1951) показывают, что почти во всех пробах главнейшими компонентами оказываются метан и азот, ряд проб содержит небольшое количество тяжелых углеводородов. Содержание метана варьирует в пределах от 1,1 до 98,97%, а азота — от следов до 95,4% (табл. 26).

Результаты анализов дали основание А. Г. Бабаеву (1951ф) выделить среди газов Питнякского района газы биохимического происхождения (с преобладанием CH_4) и газы воздушного происхождения (с преобладанием N_2) с двумя промежуточными их дериватами: газами биохимического происхождения, обогащенными воздушными газами, и газами воздушного происхождения, обогащенными биохимическими газами.

Полученные за последнее время новые данные, подтверждающие явную битуминозность ряда образцов керна из бурящихся на Султан-Санджаре и Тюя-Муюне скважин, дают основание считать, что газы с большим содержанием метана (биохимические) нужно отнести к нефтяным газам.

Нефтяной газ, поднимаясь по трещинам, в некоторых случаях попадает в сильно дренированные зоны, насыщенные газом воздушного происхождения, и смешивается с ними. Так получаются газы смешанного типа. В других случаях нефтяной газ проходит через менее дренируемые зоны и образуется газ с преобладающим содержанием метана и углекислого газа.

Таблица 2

(по данным Чуенко и Смолко)

Состав газа в объемн. %							
H_2S	CO_2	O_2	CH_4	C_2H_6, C_3H_8 и высшие гомологи	Сумма N_2 и редких газов	Редкие газы: тяжелые (Ar, Kr, Xe)	Редкие газы: легкие (He, Ne)
—	1,04	—	98,77	0,17	Не анализировались		
—	1,1	—	73,7	—	25,2	0,253	Повыш.
	1,21	—	68,4	Следы	30,4	0,241	„
—	1,4	—	63,62	0,18	34,8	—	Следы
—	2,0	1,0	74,7	—	22,3	—	„
—	1,11	—	98,75	0,13	Не анализировались		
—	0,8	0,2	60,8	0,9	37,3	0,380	Повыш.
—	1,00	—	98,97	0,03	Не анализировались		
	1,01	—	41,9	0,2	56,9	0,58	0,002
—	1,1	—	49,4	0,1	49,4	0,420	Повыш.
	6,01	2,7	81,7	Следы	10,6	0,193	0,002

[1] Сумма CO_2 и H_2S.

Перспективность Питнякского района в отношении газонефтеносности связывалась главным образом с указанными выше газопроявлениями и известными нефтепроявлениями в мезозойских отложениях в ряде пунктов Бухарской депрессии (Караиз, Пролетарабад, Сукайты и др.). Эти данные, а также палеогеографические условия и расположение района между известными промышленно-нефтеносными областями Эмбенской, Закаспийской, Южно-Таджикской, Ферганской дали основание А. И. Смолко и П. П. Чуенко (1951) выдвинуть Питнякский район в число наиболее перспективных в смысле промышленной нефтеносности. Эти же соображения дали основание тресту Средазнефтеразведка начать здесь в 1951 г. опорное и разведочное бурение.

К 1 января 1954 г. опорная скважина (№ 1-дублер), имеющая проектную глубину 3500 *м*, была доведена до глубины 1500 *м*. На Тюямуюнской структуре закончено бурение скв. № 1, 3 и 4 с проектной глубиной 1250—1300 *м*, скв. № 5 с проектной глубиной 1900 *м* доведена до глубины 1174 *м* (находится в бурении).

В опорной скважине от устья до глубины 126 *м* пройдены фаунистически охарактеризованные отложения сеномана (определения Р. Ю. Музафаровой), ниже до глубины 530 *м* идут отложения альба, пестроцветные осадки апта и неокома; на глубине 530 *м* начинаются юрские отложения. В толще пестроцветных осадков апта в большом количестве встречаются небольшие линзочки, отдельные включения и тонкие прослойки угля, а также зерна и включения пирита.

В опорной скв. № 1 газопроявления непосредственно в процессе бурения не наблюдались, но во время длительных остановок, когда уровень глинистого раствора в скважине падал до глубины 4,8—5 *м* от устья (ниже башмака направления), наблюдалось слабое выделение газа с запахом сероводорода. Взять пробы газа не удалось из-за недостаточного его количества и необорудованности устья скважины. Вероятнее всего, этот газ приурочен к верхним горизонтам сеномана, из которых вблизи скважины выходят источники минерализованной воды с выделением газа, но возможно, что газ приурочен к более нижним горизонтам (альб).

В разведочной скв. № 2, заложенной на северо-восточном крыле Султансанджарской складки, из межтрубного пространства колонн происходит самоизливание воды (до 0,4 *л/сек*) с небольшим содержанием горючего газа. Вода изливается из пласта, залегающего на интервале 358—373 *м* (нижний мел).

Аналогичные слабые газопроявления наблюдались и на Тюямуюнской скв. № 1 во время длительных остановок.

Признаки нефти в опорной скважине частично встречены в низах сеномана, но больше всего их в отложениях альба и апта. Главнейшие нефтепроявления приведены в таблице на 125 стр.

В Тюямуюнской скв. № 1 также отмечены признаки нефтеносности в виде примазок нефти в отложениях сеномана на интервале 199,5—200,5 *м*; в отложениях альба и юры на интервалах 327,4—328,0 и 827—828 *м* в песчаных породах отмечена слабая пропитанность нефтью. Нужно отметить, что в этой скважине могли быть пропущены битуминозные породы, так как отбор керна производился через 50 *м* и зачастую буром Амброза, который дает мало керна и нередко плохого качества.

При опробовании Тюямуюнской скв. № 3, произведенном в марте 1953 г., из юрских отложений с интервала 837—840 *м* получена вода с небольшим количеством нефти, а с интервала 749—753 *м* получено 15 *л* нефти.

Интервал глубины	Характеристика породы
193,90—194,10 *м*	Песчаник серый, среднезернистый с тонкими (до 0,05—0,10 *м*) прослойками песка серого, мелкозернистого, слегка глинистого, местами нефтеносного
228,00—228,20 „	Песчаник серый, среднезернистый, глинистый с тонкими прослойками песчаника серого, мелкозернистого, слегка пропитанного нефтью
275,25—275,50 „	Песчаник серый, среднезернистый, глинистый с тонкими (до 0,01 *м*) прослойками песчаника темно-серого, мелкозернистого с примазками нефти. Один прослой мощностью 0,05 *м* полностью пропитан нефтью
281,00—281,10 „	Песчаник серый, мелкозернистый с примазками нефти
282,25—282,35 „	Песчаник серый, среднезернистый, неотсортированный с нефтяными пятнами
346,30—346,60 „	Песчаник темно-бурый, среднезернистый, крепкий нефтеносный; особенно сильно пропитаны нефтью нижние 10 *см* прослоя
398,50—398,60 „	Ракушечник серый, крепкий, местами пиритизированный. Пиритизированные участки местами покрыты бурым налетом
410,00—410,20 „	Песчаник зеленовато-серый, мелкозернистый с редкими бурыми нефтяными пятнами
421,00—421,10 „	Песок светло-серый, мелкозернистый и среднезернистый с редкими бурыми нефтяными пятнами
430,00—430,15 „	Песок зеленовато-серый, мелкозернистый с бурыми нефтяными пятнами
453,00—453,35 „	Песчаник среднезернистый, светло-зеленый, неравномерно пропитанный нефтью
454,90—455,00 „	Песчаник среднезернистый, бурый, местами пропитанный нефтью
576,00—577,00 „	Песчаник мелкозернистый, серый, частично пропитанный нефтью, местами с примазками последней. Свежеизвлеченный из скважины керн издавал запах бензина, на солнце нефть переходила в капельно-жидкое состояние
581,00—582,30 „	Песчаник разнозернистый, серого цвета, включающий пропластки песчаника, пропитанные нефтью, мощностью 10 и 15 *см*; в остальных частях керна наблюдались пятна нефти
585,73—586,93 „	Песчаник разнозернистый, серый с редкими прожилками угля. Отдельные пропластки мощностью 15—20 *см* сплошь пропитаны нефтью, в остальных интервалах наблюдаются пятна нефти
604,43—609,73 „	Песчаник мелкозернистый, темно-серый, слабо пропитанный нефтью
609,73—611,23 „	Песчаник крупнозернистый, серый с редкими обуглившимися остатками растений; на отдельных участках (5—10 *см*) наблюдалась слабая пропитанность нефтью, на остальных — примазки нефти

По данным люминесцентного анализа образцов керна из опорной скважины, произведенного Н. И. Величко, установлено, что большинство образцов содержит то или иное количество битума, причем более 50% всех образцов люминесцирует под ультрафиолетовыми лучами без предварительной обработки химическими реагентами. Наиболее богаты нефтяным битумом (1%) образцы из интервала 342,20—477,45 *м*, относящиеся к отложениям апт-альба.

Среди обнаруженных люминесцентным анализом типов битумов наиболее часто встречаются битум А, а также «смолы и асфальтены»; битум С встречается редко.

Таблица 27

Химический состав органической вытяжки образцов из Султансанджарской опорной и Тюямуюнской скважин

№ п/п	Место взятия образца и интервал	Отношение извлеченной органической части к весу взятой породы в %	Вид извлеченной органической части	Анализ извлеченной органической части							Примечание
				удельный вес	элементарный анализ (в %)						
					N_2	S	H_2	C	N_2+S+H_2+C	O_2	
1	Султансанджарская опорная скважина, 188,45—194,1 *м*	1,40	Подвижная темно-коричневая масса, по виду напоминающая нефть	0,9317	0,90	1,14	11,99	85,96	99,99	0,01	Образцы, близкие по составу органической части
2	Там же, 342,2—347,6 *м*	1,13	Подвижная темно-коричневая масса, напоминающая вязкий мазут	0,9347	1,01	1,89	12,13	84,69	99,72	0,28	
3	Там же, 406,45—410,45 *м*	1,73	Подвижная темно-коричневая масса, напоминающая мазут	0,9121	0,48	0,14	11,98	86,48	99,03	0,97	Образцы, резко отличные от первых двух по малому содержанию серы, меньшему количеству азота (№ 3) и большому количеству кислорода (№ 4)
4	Тюя-Муюн, скв. № 1, 825—830 *м*	1,68	Застывающая темно-коричневая масса с запахом нефти	Не определен (вследствие малого колич. породы)	1,14	0,58	6,78	72,24	80,74	19,26	

Битуминозные текстуры наблюдаются нескольких типов: равномерно насыщенные, селективно насыщенные, пятнистые и другие; наиболее распространена пятнистая текстура.

Путем экстрагирования спирто-бензолом в аппарате Сокслета наиболее насыщенных битумом образцов керна из Султансанджарской опорной и Тюямуюнской скв. № 1 химику Л. В. Веденеевой удалось получить маслянистые вытяжки темнокоричневого цвета, напоминающие мазут. Анализы полученных органических вытяжек приводятся в табл. 27.

По количественному содержанию углерода и водорода полученные органические вытяжки можно считать нефтяными. По своим химическим свойствам эта нефть относится к типу слабосернистых тяжелых.

В скв. № 1 на Тюя-Муюне опробование 8 высокопроницаемых пластов с повышенным омическим сопротивлением в отложениях, относимых к юрским, дало отрицательные результаты. Все пласты оказались водоносными. Воды по своему химическому составу близки к водам нефтяных месторождений.

Полученные отрицательные результаты по Тюя-Муюну еще не могут дать отрицательной оценки описываемому Пятникскому поднятию, так как опробованная часть юрских отложений представлена однообразной мощной песчаниковой толщей континентальных осадков почти без глинистых прослоев, что должно было отрицательно сказаться на образовании в ней залежей нефти и газа. Нижележащие отложения мезозоя, которые могут быть представлены в фациях, более благоприятных для образования нефтяных залежей, полностью бурением еще не вскрыты и не подвергались испытаниям.

Полученные сведения о нефтепроявлениях в меловых отложениях и слабые признаки нефти в континентальных отложениях юрского возраста дают основание относить данный район к числу перспективных в смысле его нефтегазоносности. Спорадическое распространение нефтепроявлений и частая приуроченность наиболее насыщенных битумом пород к трещинам дают основание предполагать, что нефть поступает по трещинам из нижележащих отложений мезозоя, возможно из средне- и нижнеюрских, или даже триасовых, наличие которых можно предполагать в данном районе. Не исключена также возможность, что она поднимается из палеозойских образований. Эти же трещины, по-видимому, являются каналами для движения газа из глубоко залегающих нефте- и газонасыщенных горизонтов.

Кроме описанных в данном очерке нефтегазопроявлений и нефтегазопроявлений в Гаурдакском районе, имеется целый ряд нефтепроявлений на сопредельной территории Узбекской ССР, геологически представляющей единое целое с приамударьинской частью Туркменской ССР. Ниже приводится краткий перечень этих нефтепроявлений, собранных в работе О. С. Вялова, С. И. Ильина, Г. Я. Мейера и П. И. Михайлицкого (1947).

1. Шур-Гассан. Выходы жидкой нефти в туркестанском ярусе палеогена (В. А. Обручев 1887 г.).

2. Яккабаг-Гузарский район. Вытяжки из бухарских известняков (Н. А. Швембергер, 1931 г.).

3. Кишлак Сукайты. Примазки в керне скважины, нижняя — средняя юра или нижний мел (Г. С. Чикрызов, 1933 г.).

4. Гажды. Сильное закирование бухарских известняков и выходы горючего газа (А. В. Швец, 1931 г.).

Таблица 28

Состав газа из скв. № 1 на Ташкудукской структуре (по данным В. Е. Нарижной)

№ образца	Горизонт	Дата отбора пробы	Состав в объемн. %							Удельный вес по воздуху	Средн. молекулярный вес углеводородной части	Теплотворная способность	
			CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12} и высшие гомологи	H_2S	CO_2	N_2 + редкие			высшая	низшая
1	Турон	17/IV 1953 г.	77,7			88,0		Нет	0,695	11,3	0,675	16,9	8200	7420
2	„	10/V 1953 г.				20,3		„	—	2,03	0,648	16,4	7460	6650

5. Каганский район. Вытяжки из известняков бухарского яруса (Г. И. Шатов, 1931 г.).

6. Саобинская складка. Вытяжка из песчаников сенона (Н. А. Билалов, 1935 г.).

7. Карагиз. Закирование альбских песчаников, выходы жидкой нефти и выделение газа (Н. А. Билалов, 1935 г.). Небольшое количество тяжелой нефти и газовый фонтан с давлением на устье до 8 *ат* из песчаников альба (скв. № 4 и 7, 1941 г.).

8. Пролетарабад. При испытании скв. № 3 в 1940 г. были встречены:

а) сильно газированная вода; давление газа до 4 *ат;* редкие пленки нефти вблизи контакта пород нижней юры и палеозоя;

б) сильно газированная вода; давление газа до 4 *ат;* редкие нефтяные капли, вынесенные из песчаников нижней и средней юры;

в) слабо газированная вода из песчаников неокома;

г) очень слабо газированная вода из песчаников апт-альба.

Весной 1953 г. при структурно-картировочном бурении, проводившемся на Тушкудукской структуре (к югу от Гажды), из скв. № 1, заложенной в сводовой части складки, с глубины 490,5 *м* из отложений нижнего турона был получен довольно мощный газоводяной фонтан с начальным дебитом газа около 30 000 $м^3$ в сутки. Газ бесцветный с запахом бензина и сероводорода, горит желтоватым пламенем. Результаты анализа газа, произведенного В. Е. Нарижной в ЦНИЛ объединения Средазнефть, приведены в табл. 28.

Результаты анализа показывают, что газ по своему составу является типичным для нефтяных месторождений. Отсутствие в газе сероводорода при наличии запаха H_2S во время фонтанирования объясняется окислением его кислородом воздуха, захваченным сильной струей фонтана при взятии пробы.

На собственно Гаждинской структуре во время бурения структурных скважин № 16-бис, 14 и 14-бис, расположенных вдоль свода структуры, были получены газовые фонтаны из отложений верхнего мела при глубине скважин соответственно 319,71 и 232 *м*. Местоположение газоносных пластов в разрезе не установлено, так как выбросы были почти внезапными и каротаж скважин произвести не удалось. Не исключена возможность, что газ здесь поступает из более глубоких горизонтов по разлому, проходящему в широтном направлении через свод структуры,

который мог быть встречен этими скважинами. Отобранный газ имеет запах бензина и сероводорода.

Весьма существенным фактом, подтверждающим высокую перспективность меловых и юрских отложений рассматриваемой нами области, является получение газовых фонтанов из нижнемеловых и юрских отложений на Сеталантепинской брахиантиклинальной структуре, расположенной в 70 *км* к восток-юго-востоку от г. Бухары. Здесь при бурении скв. № 1, заданной в сводовой части складки (во время остановки), с глубины 688 *м* из отложений нижнего альба был получен газовый выброс. Давление на устье скважины, заполненной глинистым раствором до глубины около 100 *м* от устья, доходило до 20 *ат*.

Анализ газа из скв. № 1, произведенный в ЦНИЛ объединения Средазнефть В. Е. Нарижной, показал, что он является «углеводородным горючим газом» (табл. 29).

Таблица 29

Состав газа, полученного в скв. № 1 на Сеталантепинской брахиантиклинали из нижнеальбских отложений (по данным В. Е. Нарижной)

Состав газа	H_2S	CO_2	O_2	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12} и высшие гомологи	N_2+редкие
В объемн. %	Не обнаружены			88,4	5,7				5,9
В вес. %	То же			83,9	11,3				4,88
Состав углеводородной части	„	„		93,45	6,05				—

Удельный вес газа:
а) пикнометрический 0,610
б) вычисленный по составу 0,608
Средний молекулярный вес углеводородной части 17,0
Теплотворная способность в *кал/м*³ (вычисленная по среднему молекулярному весу углеводородной части):
высшая 10 050
низшая 9 300
Удельный вес углеводородной части газа 0,586

В той же скважине в феврале — апреле 1954 г. при опробовании горизонта, расположенного на интервале 1084—1089 *м* (средняя — нижняя юра), был отмечен приток воды, содержавшей небольшое количество углеводородного газа; при опробовании следующего горизонта, в интервале 1020—1024 *м* (верхняя юра), был получен газовый фонтан. Результаты предварительного анализа газа, произведенного в ЦНИЛ объединения Средазнефть В. Е. Нарижной, приведены в табл. 30.

Таблица 30

Состав газа из скв. № 1 на Сеталантепинской брахиантиклинали из юрских отложений (по данными В. Е. Нарижной)

Компоненты	H_2S	CO_2	O_2	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	N_2+редкие (вычисленн.)
Содержание в объемн. %	0,01	0,25	—	95,55					4,19

Удельный вес пикнометрический—0,608
Средний молекулярный вес углеводородной части—18,75

При произведенном определении притока газа установлено, что его оптимальный дебит составляет около 102 000 $м^3$ в сутки.

Из скв. № 3, заложенной на северо-западном крыле складки, с глубины 1079 *м* (верхняя юра) поднят керн, представленный песчанистым мергелем, пропитанным нефтью. Это дает основание предполагать, что верхнеюрские отложения на данной площади окажутся не только газоносными, но и нефтеносными.

Таким образом, разведочными работами, проведенными трестом Средазнефтеразведка в 1953—1954 гг., выявлены два новых газоносных района в пределах Бухарской депрессии, что значительно повышает перспективы газонефтеносности также и примыкающей к этим районам с юга приамударьинской полосы Туркмении.

ВЫВОДЫ

Описанная территория расположена между промышленно-нефтеносными областями: Эмбенской, Прикаспийской, Южно-Таджикской и, вероятно (на основании новых данных, полученных при бурении на Гажды и Сеталантепе), — Бухарской. Слагается район морскими и континентальными отложениями юрского, мелового и третичного возраста, промышленная нефтеносность которых уже установлена в ряде окружающих областей.

Наличие в этих отложениях пластов с хорошими коллекторскими свойствами, большое количество благоприятных структурных форм брахиантиклинального типа и особенно данные о нефтегазоносности, полученные при бурении в последние годы, выдвигают Приамударьинскую территорию в число высокоперспективных с точки зрения ее промышленной нефтегазоносности.

Эти же результаты разведочного и структурного бурения и особенно испытания скважин, проведенные на Тюя-Муюне и Сеталантепе, а также газовые фонтаны на Гажды и Ташкудуке указывают, что наиболее перспективными являются морские отложения нижнего мела (апта, альба), верхней и средней юры, по-видимому являющиеся регионально нефтегазоносными на описываемой территории и прилегающих к ней районах. Однако не исключена возможность наличия залежей нефти и газа и в верхнемеловых отложениях, на что указывают газовые фонтаны на Гаждинской и Ташкудукской структурах, полученные из отложений сенона и нижнего турона. Вопросы эти требуют дальнейшего разрешения путем более широко поставленного разведочного и опорного бурения и геофизических исследований.

Сравнивая литологический состав разрезов континентальных юрских отложений на Тюя-Муюне и Султан-Санджаре, мы видим, что в юго-восточном направлении характер их несколько меняется, приобретая облик лагунно-континентальных осадков. Это является благоприятным фактором, указывающим на приближение к береговой линии юрского моря, т. е. к области, наиболее благоприятной с точки зрения накопления органических осадков и последующего их захоронения и преобразования в углеводородные соединения.

Таким образом, территории Султансанджарской и, тем более, Кошабулакской и Дарганатинской площадей, с нашей точки зрения, в средне- и верхнеюрское время находились в наиболее благоприятной зоне накопления и захоронения органики. На этих площадях и следует вести дальнейшее разведочное бурение. Целесообразно также поставить опорное бурение в районе Кабаклинской группы структур. Кроме того, с целью

изучения разреза и выяснения нефтегазоносности мезозойских отложений юго-восточной части Бухарской депрессии желательно поставить разведочное бурение в районе Керкинской группы структур, на Самсоновской брахиантиклинали.

Наряду с этим считаем необходимым поставить в ближайшие 5—6 лет региональные гравиметрические и электроразведочные исследования всей описываемой территории, связав их с работами, проводимыми в более северных районах, между Гажды и Кассаном. Провести эти работы следует с целью выяснения глубины залегания и рельефа палеозойского фундамента для более правильных выводов о палеогеографической обстановке, существовавшей в послепалеозойское время, для выяснения мощностей, слагающих изучаемую территорию мезокайнозойских осадков, и более правильного планирования дальнейших разведочных работ. В период проведения этих работ и опорного бурения следует вести подготовку структурным бурением площадей, выявленных на данной территории геологической съемкой, под глубокое разведочное бурение.

Сравнительная оценка нефтегазоносных и перспективно-нефтегазоносных областей Туркмении

Приведенные выше материалы по нефтеносности различных районов Туркмении не оставляют сомнений в том, что по степени перспективности Западно-Туркменская нефтеносная область, в особенности Прибалханский ее район, стоит несравненно выше остальных выделенных в Туркмении перспективно-нефтеносных областей. Наличие уже установленных трех богатых промышленно-нефтеносных площадей, огромная мощность нефтеносных отложений, очень большое число уже известных на Небит-Даге горизонтов, высокая продуктивность многих из них, присутствие нефтяных песков в отложениях, вскрытых опорной скважиной на Небит-Даге ниже красноцветной толщи, основной нефтеносной свиты района, аналогичное строение ряда других, уже изученных сейсмикой и отчасти глубоким бурением площадей — все это позволяет чрезвычайно высоко оценивать перспективы Прибалханского района.

Ни одно из трех разрабатывающихся в этом районе месторождений окончательно еще не разведано ни в глубину, ни по площади, и для каждого из них можно рассчитывать на открытие новых высокопродуктивных горизонтов и новых промышленно-нефтеносных участков. Особенно это относится к глубоким горизонтам, которые, как выяснилось на примерах разведки Небит-Дага и Челекена, обладают гораздо большим постоянством и более широкими контурами нефтеносности, чем верхние горизонты. Поэтому и на Кум-Даге, где на протяжении вскрытых 1000 *м* разреза красноцветной толщи не обнаружено нефтепроявлений, за исключением песка, залегающего в кровле, следует ожидать открытия новых высокопродуктивных горизонтов с более широкими контурами нефтеносности, чем в апшероне. Как показало бурение на Небит-Даге, и ниже красноцветной толщи, в подстилающих ее отложениях, имеются хорошо насыщенные нефтяные пески.

Следует подчеркнуть, что, независимо от этого, на основании общих теоретических соображений, основанных на опыте, накопленном мировой нефтяной промышленностью, бурение вглубь всегда перспективно на антиклинальных структурах с доказанной нефтеносностью верхних гори-

зонтов, если можно рассчитывать, что ниже имеются пористые и проницаемые горизонты и сохраняются благоприятные структурные условия. На любой из промысловых площадей Прибалханского района, в том числе и на Небит-Даге, задачи разведки месторождения на глубину еще далеко не исчерпаны и практически ограничиваются технически достижимой глубиной бурения.

Для Челекена, после обнаружения богатых нефтяных залежей на Алигульском участке за пределами старой промысловой площади и интенсивных нефтепроявлений на Дагаджике, вполне оправданы самые оптимистические предположения о нефтеносности и других частей огромной по протяжению Челекенской антиклинали. С таким же оптимизмом можно расценивать и перспективы разведки на глубину, несмотря на то, что красноцветная толща на Челекене уже вскрыта более чем на 2000 *м*.

В нижних горизонтах этой толщи и ниже ее подошвы, несомненно, еще будут открыты новые продуктивные пласты и новые нефтеносные свиты, быть может еще более богатые. Челекенская структура, как и ее продолжение в море, представляет собой едва ли не самую перспективную площадь Туркмении.

Чрезвычайно перспективными можно считать и не разведанные еще площади, в первую очередь Котуртепе [1], очень большой интерес для разведки представляют также Боя-Даг, Кызылкум, Эрдекли. Вполне вероятно обнаружение сейсмикой новых, пока неизвестных структур в районе грязевого вулкана Гогран-Даг и южнее. Разведка многих из этих площадей, как и разведка нижних горизонтов красноцветной толщи и подстилающих ее отложений, как уже отмечалось, потребует очень глубокого бурения, до технически предельной глубины. Однако это не должно служить препятствием, так как возможные результаты оправдывают высокую стоимость такого бурения.

Перед разведкой стоят и другие задачи, указанные в заключительной части соответствующего очерка, в частности поиски стратиграфических залежей, поиски и разведка нефтеносных площадей в море. Но это задачи более отдаленного будущего, поскольку разведка уже открытых месторождений на глубину и разбуривание новых антиклинальных поднятий на суше гораздо перспективнее и, к тому же, несравненно проще и легче, чем поиски стратиграфических залежей, а разведка и разработка морских площадей обходится много дороже, чем работы на суше.

В остальных районах Западно-Туркменской нефтеносной области промышленная нефть пока не выявлена, хотя на некоторых площадях Кеймиро-Чикишлярского района и было пробурено несколько глубоких скважин. Поэтому говорить о перспективах дальнейшей разведки этих районов нельзя с той же уверенностью, с какой говорилось выше о Прибалханском районе. Разрез известной части красноцветной толщи здесь меняется, становится неблагоприятным: в нем преобладают глины, тонко чередующиеся с песками, наличие мощных коллекторов не установлено. Однако красноцветная толща здесь вскрыта не полностью. Разбурена по существу лишь одна площадь (Кеймир), представляющая собой небольшой участок очень обширной антиклинали. В то же время признаки и даже незначительные притоки нефти установлены бурением по всему вскрытому разрезу, глубокое бурение особых затруднений не встречает и перспективность дальнейшей разведки не вызывает никаких сомнений.

[1] В 1956 г. на Котуртепе получен фонтан нефти.

Обнаружение промышленно-нефтеносных горизонтов хотя бы на одной структуре откроет очень широкие перспективы для разведки, так как геофизическими методами обнаружено в этой части Западной Туркмении большое количество антиклинальных структур. Наиболее перспективными необходимо признать ее западные зоны (см. рис. 2), в первую очередь Кеймиро-Чикишлярскую, к которой относятся все установленные признаки нефтеносности и где мощно развиты верхнетретичные отложения. Перспективна и Бугдайлинская зона, для которой можно ожидать аналогичный геологический разрез, но, быть может, в лучших фациях, чем в Кеймиро-Чикишлярской зоне.

Для района погружения складок Копет-Дага необходимо считаться с полным или частичным отсутствием третичных отложений под покровом четвертичных отложений и верхов плиоцена, по крайней мере для ближайших к горам складок. Следовательно, перспективы нефтеносности здесь можно связывать только с мезозоем; их приходится считать поэтому совершенно неясными, так как материалы для их оценки, по существу, отсутствуют.

На более южных структурах должны быть развиты и третичные отложения, что увеличивает их перспективность, но и здесь их разрез не изучен, а признаки нефти не установлены. Для получения дополнительных данных, необходимых для более определенной оценки этой части района, следует провести бурение опорных скважин на одной из южных структур Мессерианской или Кызылатрекской зон.

Среди остальных выделяемых в Туркмении перспективно-нефтеносных областей и районов на первое место следует поставить Амударьинскую область, в которой наблюдается благоприятный геологический разрез, многочисленные антиклинальные структуры простого строения и признаки нефти, установленные в пределах самого перспективного района (Питнякский район) или в соседних районах Узбекистана. Гаурдакский район, в котором также известны признаки нефти, по мнению автора, должен быть поставлен на второе место из-за сложности его тектоники, в создании которой можно предполагать активное участие соли.

Перспективы поисков нефти в Бадхыз-Карабильском районе и Прикопетдагской депрессии, правильно получившие в соответствующих очерках общую положительную оценку, пока не могут быть уточнены из-за отсутствия соответствующих данных. Можно лишь утверждать, что западная часть Прикопетдагской депрессии более перспективна, чем восточная, по своей близости к весьма перспективной Западно-Туркменской области и по вероятному наличию общих с ней черт в геологическом строении.

Несмотря на меньшую свою перспективность по сравнению с Прибалханской депрессией, все рассмотренные выше районы Туркмении заслуживают дальнейшего изучения и разведки, хотя и в меньших масштабах. С получением новых важных данных сравнительная оценка отдельных районов может измениться, но, несомненно, останется неизменной общая высокая оценка перспектив нефтеносности Туркмении, на территории которой дальнейшее изучение может выделить и новые перспективные районы, например в Каракумах, где давно известны признаки нефти в районе Серных бугров. Можно полагать, что дальнейшие поиски и разведки приведут к открытию новых нефтеносных и газоносных районов не только в Западно-Туркменской области, в чем автор не сомневается, но и в других кратко рассмотренных выше областях Туркмении.

УГОЛЬ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

На территории Туркменской ССР углепроявления связаны с отложениями нижнего и среднего отделов юрской системы и известны во всех районах, где эти отложения обнажаются на поверхности в размытых антиклинальных структурах. К таким районам относятся Большой Балхан и Туаркыр на западе республики и Кугитангтау у ее восточной окраины. На остальной территории Туркмении отложения нижне- и среднеюрского возраста погребены под толщей более молодых осадочных пород, и фактических данных о приуроченности к ним проявлений угленосности не имеется.

Образование угольных пластов в толще отложений нижней и средней юры на территории Туркмении было обусловлено двумя факторами. С одной стороны, оно определялось общей палеогеографической обстановкой территории, а именно существованием здесь в начале и в середине юрского периода обширных равнинных пространств, не покрывавшихся морем и являвшихся ареной аккумуляции континентальных осадков. С другой стороны, этому благоприятствовали климатические условия — теплый и влажный климат, который способствовал произрастанию на континенте обильной растительности и обусловливал возможность накопления в озерах и болотах растительных остатков, давших материал для образования угольных пластов.

Последний фактор (климатический) резко отличал начальную и среднюю эпохи юрского периода от последующего геологического времени, характеризовавшегося более сухим климатом, при котором накопление угленосных толщ не происходило.

Палеогеографические условия в различных частях территории Туркмении в нижне- и среднеюрское время не были одинаковы, и это обусловливало существенные различия в условиях накопления растительного вещества.

Большой Балхан, который входил в область мезозойской геосинклинали, затопленной по крайней мере с конца нижнеюрского времени морем, являлся областью накопления мощной толщи морских осадков, в которых распылялся сносимый с континента растительный материал. Лишь на северо-западе, где располагалась пограничная зона моря и суши, временами создавались условия, благоприятные для накопления растительного вещества, в основном в прибрежно-дельтовых условиях. В результате образовались немногие непостоянные по составу и мощности угольные пласты, имеющие весьма ограниченное площадное распространение.

Наоборот, в районе Туаркыра, который располагался в платформенной области и в течение значительной части нижне- и среднеюрского времени представлял равнину, не покрывавшуюся морем, происходило накопление континентальных угленосных осадков. Общая физико-географическая обстановка, благоприятствовавшая накоплению растительного вещества, распространялась на обширную площадь и сохранялась в течение длительного времени. Благодаря этому образовались многочисленные пласты угля, приуроченные к различным частям стратиграфического разреза, некоторые из которых характеризуются выдержанностью на значительном протяжении. Частая изменчивость фациальных условий, связанных с непостоянством заболоченных участков и водоемов

и менявшимися направлениями речных русел, была причиной значительных местных различий в условиях накопления и захоронения растительного вещества, а также малой мощности большей части образующихся угольных пластов.

Специфические условия были на крайнем востоке Туркмении — в Гаурдак-Кугитангском районе. В этом районе накопление юрских осадков началось при расчлененном рельефе, созданном интенсивным варисцийским горообразованием, и происходило в условиях постепенного погружения, осложненного колебательными движениями. Последние хотя и не отличались большой амплитудой, но вызывали значительные изменения палеогеографической обстановки. При этих условиях накопление осадков вначале было приурочено к пониженным участкам рельефа и лишь позднее распространилось на обширную площадь. Передвижки береговой линии вызывали накопление то континентальных, то морских отложений.

В результате этих процессов в Кугитангтау образовались две угленосные толщи, разделенные отложениями морского происхождения, причем нижняя (главная) угленосная толща, судя по данным бурения, не распространяется на район Гаурдака.

Современные выходы на поверхность юрских угленосных отложений не определяют их действительного более широкого распространения на территории Туркменской ССР под мощной толщей более молодых осадочных пород. Однако в настоящее время они на большей части площади республики залегают на большой глубине, делающей пласты угля недоступными для эксплуатации.

Возможность выявления новых угленосных площадей определяется в основном тектоническим фактором. Угленосные площади могут быть выявлены в зонах антиклинальных поднятий, где юрские отложения приближены к поверхности, а покрывающие их меловые и палеогеновые отложения целиком или в значительной степени уничтожены размывом.

Из числа известных антиклинальных структур наличие на сравнительно небольшой глубине юрских угленосных отложений можно ожидать в северо-западной, размытой части Балхано-Кубадагской антиклинальной структуры, а также в антиклинальных поднятиях Туаркыра, вне контуров известной угленосной площади, и, с меньшей долей вероятности, в зоне западного погружения Султануиз-Дага.

Не исключена возможность наличия и неизвестных ныне антиклинальных поднятий с высоким залеганием юрских отложений, скрытых под неогеновым и четвертичным покровом. В настоящее время такое поднятие установлено лишь в районе Серных бугров, где, однако, размывом затронута лишь сравнительно небольшая часть толщи меловых отложений.

Область Копет-Дага не может рассматриваться как перспективная в отношении угленосности. Сопоставление с разрезом Большого Балхана, где наблюдается значительное увеличение мощности юрских осадков по сравнению с Туаркыром и переход отложений нижней и средней юры в морские фации, позволяет сделать вывод, что в Копет-Даге, располагавшемся в осевой части мезозойской геосинклинали, мощность юрских отложений еще больше возрастает, отложения средней и значительной части нижней юры здесь представлены морскими осадками. Наличие угленосных отложений в этом районе можно ожидать лишь в

более низких стратиграфических горизонтах лейаса, которые, несомненно, залегают на практически недоступной глубине.

Также неперспективной является вся площадь Гаурдак-Кугитангского района (кроме вскрытого ядра Кугитангской антиклинали), где глубина залегания нижне- и среднеюрских отложений очень велика.

УГОЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНОГО ТУРКМЕНИСТАНА

ЯГМАНСКАЯ ГРУППА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ягманская группа угольных месторождений располагается в полосе развития юрских угленосных отложений, обнажающихся в западной части северного крыла Большебалханской антиклинали, к востоку и северо-востоку от ст. Ягман (рис. 22).

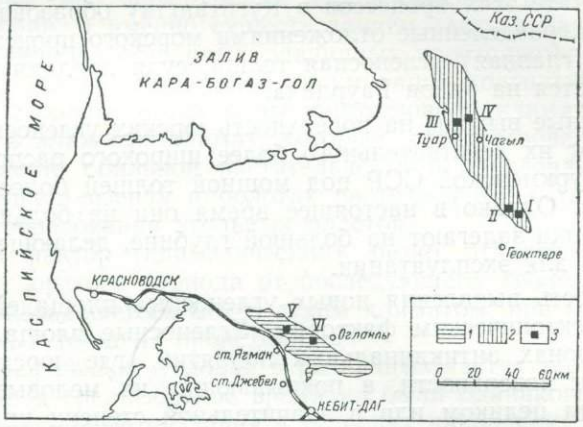


Рис. 22. Обзорная карта, показывающая местоположение туаркырских и ягманских угольных месторождений

1—площадь распространения отложений нижней и средней юры в Большом Балхане; *2*—площадь распространения отложений нижней и средней юры в Туаркыре; *3*—месторождения угля: *I*—Восточный Аманбулак, *II*—Западный Аманбулак, *III*—Чаирли, *IV*—Кафаклы, *V*—Шорли, *VI*—Ягман

Месторождения отстоят к северу от линии Ашхабадской ж. д. на расстоянии 20—34 *км*. По административному делению месторождения находятся в Небитдагском районе Ашхабадской области. Площади месторождений соединяются грунтовой дорогой с железнодорожными станциями Джебел и Ягман. Местное промышленное значение установлено для Ягманского месторождения. Источниками водоснабжения в районе месторождения служат колодцы: Кяриз, Огланлы, Чалой, Карачагыл, Порсайман, Карайман и ряд других. Расстояние между колодцами 5—7 *км*. Районный центр г. Небит-Даг находится в 52 *км* от копей Ягман и соединяется с ними грунтовой дорогой.

Ягманское угольное месторождение было открыто в 1912 г. В литературе оно впервые упоминается Н. И. Андрусовым (1919). В 1915 г. началась эксплуатация месторождения (Никшич, 1926д.). Геологические исследования месторождения начались после Октябрьской революю-

ции [1]. В 1924—1925 гг. И. И. Никшич (1926д) посетил месторождение и дал первую схему его геологического строения и краткие сведения об угленосности. И. И. Никшич произвел первый подсчет запасов угля эксплуатационного участка Ягманской площади и указал на выходы угленосной свиты еще в ряде других точек.

Более подробные сведения об угленосности района были получены в результате поисково-разведочных работ, проведенных в 1932—1934 гг. Е. А. Репман (1934, 1934ф, 1935ф). Этими работами были выявлены 6 угленосных площадей (с востока на запад): Кизылджабаир, Огланлы, Восточная, Ягман, Шорли и Карайман. Было установлено присутствие среди юрских угленосных отложений от одного до трех угленосных горизонтов с одним или двумя угольными пластами. В результате выполненных геолого-поисковых и разведочных работ Е. А. Репман дала отрицательное заключение о месторождении, и в 1934 г. работы на нем были прекращены.

Эксплуатация Ягманского месторождения возобновилась в 1942 г. в годы Великой Отечественной войны и продолжалась до мая 1948 г.

В конце 1944 г. К. Машрыковым и А. М. Гаврилиным по заданию Туркменского геологического управления были проведены дополнительные исследования, в результате которых было установлено, что месторождение недостаточно разведано.

В 1946—1948 гг. К. Машрыков составил геологическую карту Ягманского месторождения в масштабе 1 : 2000 и произвел геологическую съемку в масштабе 1 : 100 000 части Большебалханской структуры, включающей угленосные площади Огланлы, Восточную, Ягман и Шорли и Карайман (Машрыков, 1950ф). При этом было установлено наличие в юрских отложениях четырех угленосных горизонтов.

Характеристика Ягманского угленосного месторождения содержится также в статьях В. В. Мокринского (1933, 1934, 1937, 1939), которым, в частности, обращено внимание на крупную роль тектонических нарушений, вызывающих раздробление и выжимание угольных пластов. Некоторые данные об углях Ягманского месторождения опубликованы в работе Г. Л. Стадникова (1937), в заметках Ю. А. Жемчужникова и З. В. Ергольской (1936), Н. В. Кошкина и В. П. Токарева (1936).

Из работ, не имеющих непосредственного отношения к проблеме угленосности, следует указать на работы И. И. Никшича и В. Н. Огнева (1928), П. М. Васильевского (1932), В. Ф. Пчелинцева и Г. Я. Крымгольца (1934) и Е. Я. Старобинца и Н. П. Луппова (1938ф); Старобинец (1940), в которых дается описание стратиграфии и тектоники юрских отложений Большого Балхана.

Юрские отложения являются наиболее древними из осадочных толщ, слагающих Большой Балхан. По литологическим признакам они подразделяются на несколько толщ.

Нижним членом разреза, обнажающимся в Большом Балхане, является толща «нижних черных глинистых сланцев» свыше 1000 *м* мощностью. Самые низы толщи по возрасту относятся к верхам лейаса [2]. Большая часть толщи нижних черных сланцев относится к байосу. В самой верхней части сланцы переслаиваются с пластами мелкозернистых, иногда плитчатых песчаников. На западе к верхам этой толщи

[1] Если не считать исследований Н. А. Кулика в 1916 г., оставшихся незаконченными, материалы которых были позднее использованы И. И. Никшичем, — *Прим. ред.*

[2] Более низкие горизонты лейаса вскрыты буровой скважиной в Карачагыле.

приурочен первый угленосный горизонт, содержащий прослой угля мощностью 5—10 *см*.

На байосских отложениях залегает песчано-сланцевая толща батского яруса. Мощность ее колеблется в пределах от 1200 до 2100 *м*. Эта толща является основной продуктивной толщей Ягманской группы месторождений и содержит от одного на востоке до трех на западе угленосных горизонтов с одним или двумя пластами угля, достигающими местами рабочей мощности. Толща подразделяется на четыре свиты.

Первая снизу свита в нижней части представлена мелко- и крупнозернистыми песчаниками, содержащими кварцевые гальки. Местами в песчаниках отмечаются диагональная слоистость и волноприобойные знаки на поверхности слоев. Песчаники очень плотные и образуют на поверхности выдержанную по простиранию гряду. Верхняя часть свиты представлена зелеными глинистыми сланцами, содержащими прослои сидеритовых стяжений. На границе песчаников и сланцев находится второй (снизу) угленосный горизонт. В песчаниках и сланцах встречаются отпечатки растений, мелкий обуглившийся растительный детритус и остатки фауны (пелециподы). Мощность свиты от 66 до 86 *м*.

Вышележащая свита представлена песчано-глинистыми и глинистыми сланцами зеленовато-серого цвета с подчиненными прослоями мелкозернистых, иногда тонкоплитчатых песчаников с фауной и отпечатками растений. Мощность свиты от 288 *м* на востоке до 508 *м* на западе.

Следующая свита состоит из светло-серых и зеленовато-серых песчаников, кверху переслаивающихся с прослоями глинистого сланца. Среди песчаников встречаются грубозернистые разности, местами переходящие в мелкогалечный конгломерат, мощностью до 1 *м*. Песчаники содержат остатки фауны (пелециподы) и отпечатки или обуглившиеся остатки растений. Мощность свиты от 107 до 352 *м*. На площади Шорли в средней части свиты содержится третий угленосный горизонт.

Самая верхняя свита представлена переслаиванием песчано-глинистых сланцев и мелкозернистых плотных, часто плитчатых песчаников, содержащих кварцевый гравий. Свита содержит фауну и мелкий растительный детритус. Почти в основании свиты на площади Шорли залегает четвертый угленосный горизонт. Мощность свиты от 339 до 628 *м*. Этой свитой заканчивается разрез среднеюрских отложений.

Батские отложения без видимого углового несогласия перекрываются верхнеюрскими отложениями, представленными известковистыми песчаниками и алевролитами келловейского и известняками оксфордского возраста. Мощность келловея от 74 до 240 *м*, оксфорда — до 145 *м*. На размытой поверхности разных горизонтов юрских отложений залегают осадки нижнего мела, представленные в нижней части известняками.

В тектоническом отношении Большой Балхан представляет собой крупную антиклинальную складку, на северном крыле которой местами наблюдается опрокинутое залегание пород. Длинная ось Большебалханской антиклинали проходит в направлении ЗСЗ—ВЮВ, близком к широтному. В размытой сводовой части складки обнажаются наиболее древние сланцевые толщи верхнего лейаса и байоса. Крылья антиклинали сложены отложениями средней и верхней юры, нижнего и верхнего мела.

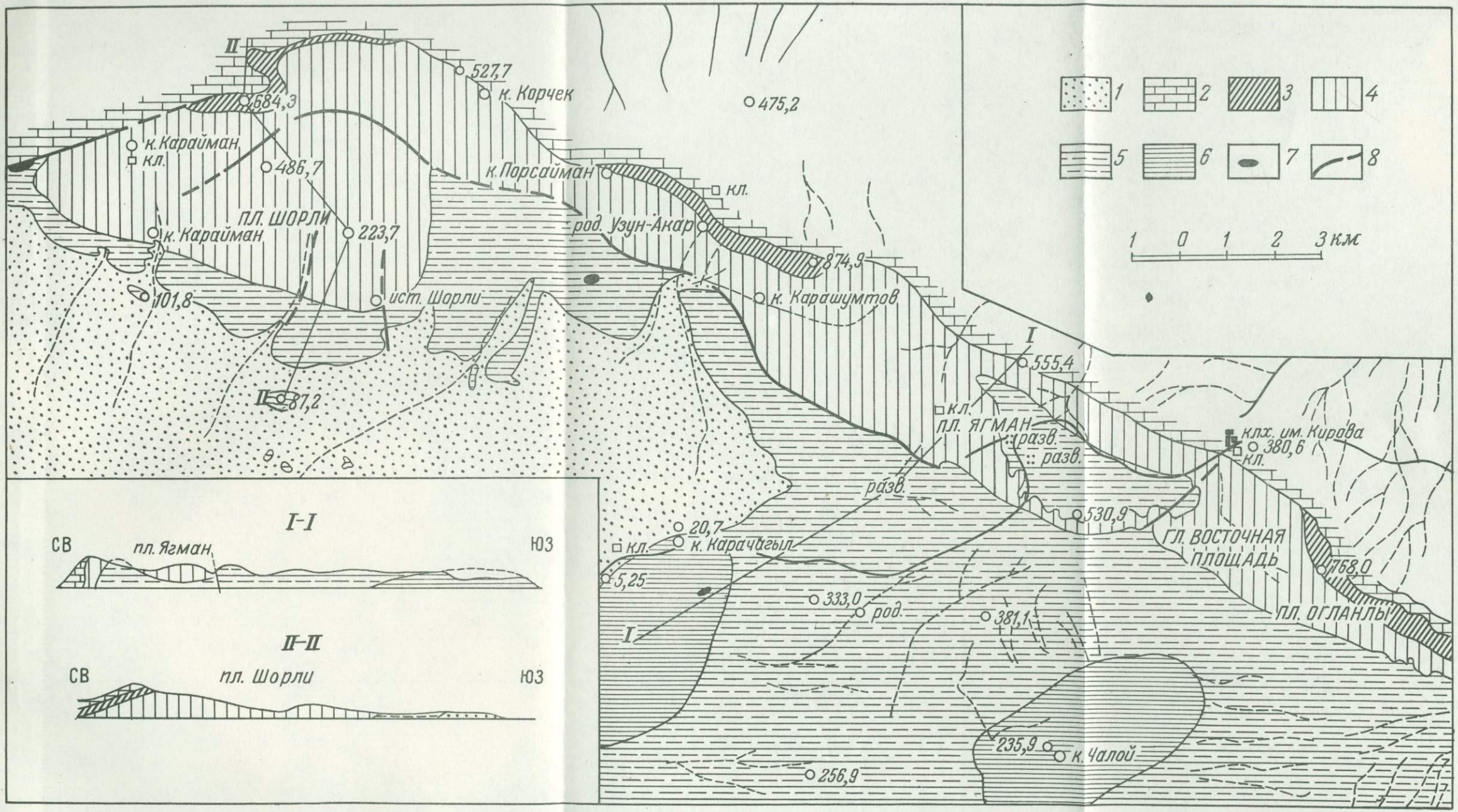


Рис. 23. Геологическая карта района Ягманской группы угольных месторождений. Составлена К. Машрыковым

1—четвертичные отложения; *2*—неоком; *3*—верхняя юра; *4—5*—средняя юра: *4*—бат, *5*—байос; *6*—нижняя юра; *7*—магматические породы; *8*—тектонические нарушения

Ягманская группа каменноугольных месторождений расположена на северном крыле Большебалханской антиклинали, от меридиана восточнее горы Кяриз на востоке до меридиана горы Карайман на западе (рис. 23). В районе месторождений развиты небольшие антиклинальные поднятия, разделенные соответственно слабо выраженными синклинальными прогибами. Возникновение этих складок, по-видимому, относится еще к домеловому времени.

Перспективными в отношении угленосности являются площади Ягман и Шорли.

Площадь Ягман расположена в юго-восточной части небольшой Ягманской синклинали, лежащей между двумя относительно небольшими поднятиями — Ягманской и Порсайманской антиклиналями.

На участке месторождения существенную роль играет дизъюнктивная тектоника. Исследованиями К. Машрыкова установлен продольный взбросо-надвиг, проходящий по границе угленосного горизонта и подстилающих песчаников. Вследствие наличия этого надвига угленосный горизонт по простиранию на запад на выходе выпадает из разреза, что прежними исследователями было принято ошибочно как фациальное выклинивание.

Кроме взбросо-надвига, имеется ряд поперечных сбросов, достигающих значительной амплитуды и разбивающих синклиналь на ряд ступенчатых блоков. Из них наибольшее значение имеет так называемый «Северный» сброс, который разбивает Ягманскую площадь на две части и прослежен Е. А. Репман на протяжении около 300 *м*. Сброшенная часть опущена на 150 *м* (рис. 24).

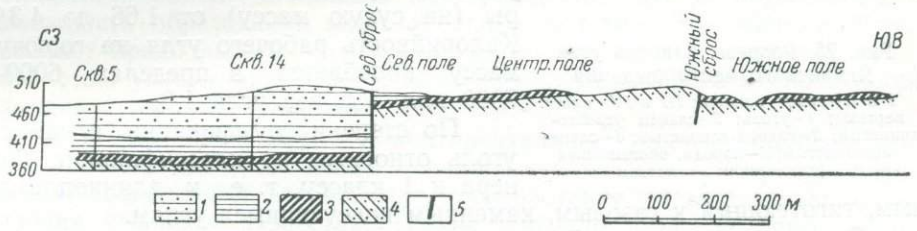


Рис. 24. Геологический разрез Ягманского угольного месторождения (по материалам Е. А. Репман)

1—чередование песчаников и сланцев; *2*—зеленые надугольные сланцы; *3*—угленосный горизонт; *4*—песчаники, подстилающие угленосный горизонт; *5*—сброс

Угленосный горизонт (второй снизу) залегает в основании песчано-сланцевой толщи бата. Горизонт содержит два пласта угля рабочей мощности. Нижний пласт прослежен по выходам на протяжении 1 *км*, а верхний на 850 *м*. Оба пласта сохраняются лишь в северо-западном направлении от копи Ягман в сторону центральной части синклинали.

Верхний пласт угля имеет простое строение (рис. 25, III и IV); мощность его колеблется в пределах 0,25—0,4 *м*. Нижний пласт имеет общую мощность 0,6 *м* и характеризуется более сложным строением (рис. 25, I и II); он содержит (на выходах) три пропластки угля мощностью от 0,05 до 0,36 *м*, при мощности разделяющих эти пропластки прослоев пустой породы от 0,10 до 0,70 *м*. Нижний пласт отделяется от верхнего песчано-глинистой пачкой мощностью от 2,5 до 8 *м*. Общая мощность угленосного горизонта изменяется от 8 до 16 *м*.

Все прежние эксплуатационные работы велись в юго-восточной части месторождения, которая в настоящее время уже выработана.

Северо-западная, опущенная по сбросу (засбросовая) часть месторождения разведывалась в 1932—1934 гг. пятью буровыми скважинами, которые вскрыли угленосный горизонт на глубинах от 92 до 213 *м*. Данные скважин показывают улучшение здесь качества угленосного горизонта. Возрастает мощность угля и, наоборот, уменьшается мощность пропластков пустой породы, разделяющих угольные прослои: происходит сближение верхнего и нижнего пластов. Мощность чистого угля нижнего пласта достигает 0,8 *м*, а верхнего пласта — 0,25 *м*. Все разведочные скважины были пробурены в краевой части синклинали, центральная ее часть не разведана.

По петрографическому составу ягманский уголь представляет собой блестящий, однородный кларен, состоящий из гелефицированной основной массы и незначительного количества оболочек микро- и макроспор, фрагментов кутикулы и смоляных тел.

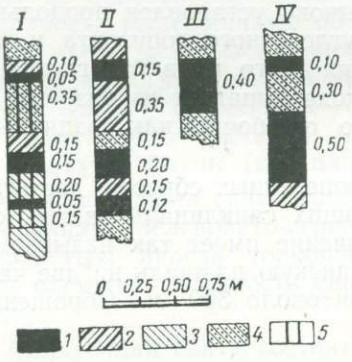


Рис. 25. Разрезы пластов угля Ягманского месторождения

I и *II*—пласт нижний; *III* и *IV*—пласт верхний; *1*—уголь; *2*—сланец углисто-глинистый; *3*—сланец глинистый; *4*—сланец песчанистый; *5*—порода, обогащенная органическим веществом

Качество ягманских углей характеризуется следующими данными: зольность от 3,5 до 13,2% на сухой уголь; выход летучих газов от 31,5 до 48,7%. Содержание беззольного кокса изменяется в пределах от 38 до 52%. Кокс чаще спекающийся, блестящий, плотный, реже—в виде черного порошка. Содержание углерода (на горючую массу) колеблется в пределах от 66,8 до 83,6%, водорода—от 5,14 до 6,30%. Содержание серы (на сухую массу) от 1,66 до 4,3%. Калорийность рабочего угля на горючую массу колеблется в пределах 6000—7000 *кал*. Уд. вес угля 1,3.

По степени углефикации ягманский уголь относится по классификации Грюнера к 1 классу, т. е. к длиннопламенным, тяготеющим к газовым, каменным коксующимся углям.

Оценку угленосности Ягманской площади нельзя дать, пока не будет разведана центральная часть синклинали. Улучшение угленосного горизонта в направлении к центру синклинали дает основание предполагать, что основное угленакопление происходило именно там. Поэтому заключение Е. А. Репман о бесперспективности месторождения преждевременно.

Структура площади Шорли аналогична структуре района площади Ягман. Синклиналь здесь более крупная, чем на Ягмане, с осложненной центральной частью, которая приподнята и образует вершину горы Карайман.

Угленосная площадь располагается в юго-восточной части синклинали. Западная часть синклинали не исследована. В северной части проходит с востока на запад крупный продольный взбросо-надвиг, являющийся продолжением Ягманского взбросо-надвига (см. рис. 23). По этому разрыву северное крыло надвинуто на опущенное южное крыло. Кроме взбросо-надвига, имеются поперечные сбросы с различными амплитудами смещения, которыми синклиналь, как и Ягманская, разбита на ряд ступенчатых блоков.

В продуктивной толще на площади Шорли установлено три угленосных горизонта. Эти горизонты в 1932—1934 гг. разведывались кана-

вами и наклонными шурфами по падению пластов. Однако все горные выработки, заложенные при разведке площади, не вышли из зоны тектонических нарушений и не дошли до угольных пластов. При разведке не были учтены особенности строения площади и не приняты во внимание послойные подвижки, что привело Е. А. Репман к отрицательным выводам при оценке угленосности площади. Площадь Шорли, так же как и Ягманская площадь, требует более детальной разведки путем проходки скважин глубиной 200—300 *м*.

Кроме указанных двух площадей, перспективными для поисково-разведочных работ являются участки, расположенные к западу от Шорли, а именно участки гряд Борджоклы и Иртыкбурун и дальше на запад, в сторону Красноводска.

Геофизическими исследованиями установлена к западу от Иртыкбуруна крупная антиклинальная структура, прикрытая сверху небольшой мощности (200—300 *м*) плащом четвертичных отложений. В то же время изучение разреза среднеюрских отложений северо-западного окончания антиклинали Большого Балхана показывает, что в западном направлении увеличивается мощность юрских осадков, грубеет материал и появляются новые угленосные горизонты, которые отсутствуют в более восточных участках. Это обстоятельство указывает, что суша в среднеюрское время располагалась где-то на западе или северо-западе, а береговая линия морского бассейна, вероятно, простиралась с юго-запада на северо-восток.

Положение береговой линии в течение среднеюрского времени не было неизменным. Временами береговая линия среднеюрского моря проходила в районе Ягманских месторождений, что и обусловливало возможность образования здесь угольных пластов. Это обстоятельство позволяет предполагать, что Ягманские месторождения являются краевой частью угленосного района, основная часть которого располагается западнее и севернее месторождения.

На западе, где прибрежно-континентальные условия, по-видимому, были более постоянны, можно предполагать наличие в среднеюрское время благоприятных условий для произрастания растительности и накопления угольного вещества. Тонкие прослои угля, которые встречаются в разрезе площади Шорли и других месторождений, могут оказаться промышленными на западных площадях. На это указывает сравнение угленосности двух соседних площадей, Ягман и Восточной: один и тот же угленосный горизонт на более западной площади (Ягман) содержит пласты угля рабочей мощности, а на более восточной площади (Восточная) содержит лишь тонкие линзочки угля.

Следовательно, необходимо проведение поисковых работ на уголь к западу от Ягманского месторождения [1].

ТУАРКЫРСКАЯ ГРУППА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Общая характеристика

Туаркырская группа месторождений бурого угля расположена в северо-западной части Туркменской ССР, к востоку от юго-восточной оконечности залива Кара-Богаз-Гол (см. рис. 22), в пределах Туаркырского складчатого района. Расположенные почти в центре угленосной

[1] Увеличение угленосности можно предполагать также к северу от Ягманского месторождения, однако в этом направлении среднеюрские отложения уходят на большую глубину и являются практически недоступными.

площади колодцы Чагыл находятся под координатами 73° в. д. и 40°46′ с. ш. Здесь расположен один из крупнейших в Средней Азии верблюдоводческих совхозов. От совхоза до Красноводска и ст. Джебел, Ашхабадской ж. д., имеются грунтовые дороги. Расстояние от колодцев Чагыл до Красноводска около 280 *км*, а до ст. Джебел 220—230 *км*. По административному делению месторождения находятся в Красноводском районе Ашхабадской области Туркменской ССР.

Первые сведения об юрских отложениях района приводятся в работе Н. И. Андрусова (1889), а первый анализ угля помещен в работе Маевского (1897). Более подробные сведения об юрских отложениях и их угленосности получены в результате работ Н. П. Луппова (1932), проводившего здесь исследования в 1929—1930 гг. Им составлена первая схематическая геологическая карта этого района в масштабе 1 : 400 000 и указаны выходы ископаемого угля у колодцев Чаирли, в Учтагане, близ Туара и Аманбулака.

В 1932 г. трестом Карабогазхим в Туаркырском районе были начаты небольшие кустарные работы по добыче угля.

В 1933 г. В. А. Захаревич (1934, 1934ф) проводил здесь поисково-разведочные работы. В результате этих работ была установлена промышленная угленосность площадей Чаирли, Кафаклы, Восточный и Западный Аманбулак и по ним был произведен предварительный подсчет запасов угля (Захаревич, 1934ф; Мокринский, 1934).

В 1935 году Е. А. Репман (1936ф) проводила детальную разведку месторождения Восточный Аманбулак, в результате которой были уточнены запасы угля. Однако месторождение полностью разведано не было.

Планомерное комплексное геологическое изучение района началось с 1949 г. Туркменским геологическим управлением. В 1949—1950 гг. составлена геологическая карта в масштабе 1 : 200 000 всей площади Туаркырской и Бейнеуской антиклиналей (Курбатов, Сукачева, Неронова и др., 1951ф). Попутно с геологической съемкой проводились поисковые работы, сопровождавшиеся разведочным бурением. В результате этих работ выявлены новые угленосные площади. С 1952 г. проводились геологическая съемка угленосной площади в масштабе 1 : 50 000 и разведочное бурение в ряде пунктов района.

С 1951 г. Институтом геологии Академии наук Туркменской ССР проводятся исследовательские работы по изучению строения угленосной толщи и формирования угольных залежей (К. Машрыков).

Центральная часть Туаркырского района, на площади которой развиты юрские угленосные отложения, представляет собой лишенную стока пониженную область с небольшими моноклинальными грядами и столовыми возвышенностями до 50—60 *м* относительной высоты, нередко с крутыми склонами. Угленосная площадь окаймлена с северо-востока и юго-запада моноклинальными грядами, сложенными верхнеюрскими отложениями, за которыми расположены гряды, сложенные меловыми отложениями. Высотные отметки в области развития угленосных отложений колеблются в пределах от 100 до 300 *м*, а в окружающих грядах поднимаются до 350—400 *м* и более. Дренажная сеть развита очень слабо и выражена небольшими и неглубокими саями, заканчивающимися в замкнутых низинах, занятых такырами и шорами. На отдельных участках развиты эоловые пески.

В строении района участвуют палеозойские, триасовые, юрские и меловые отложения. Основной структурой района является крупная широкая антиклинальная складка северо-западного простирания — Туаркырская антиклиналь. Денудацией центральной части этой антиклинали

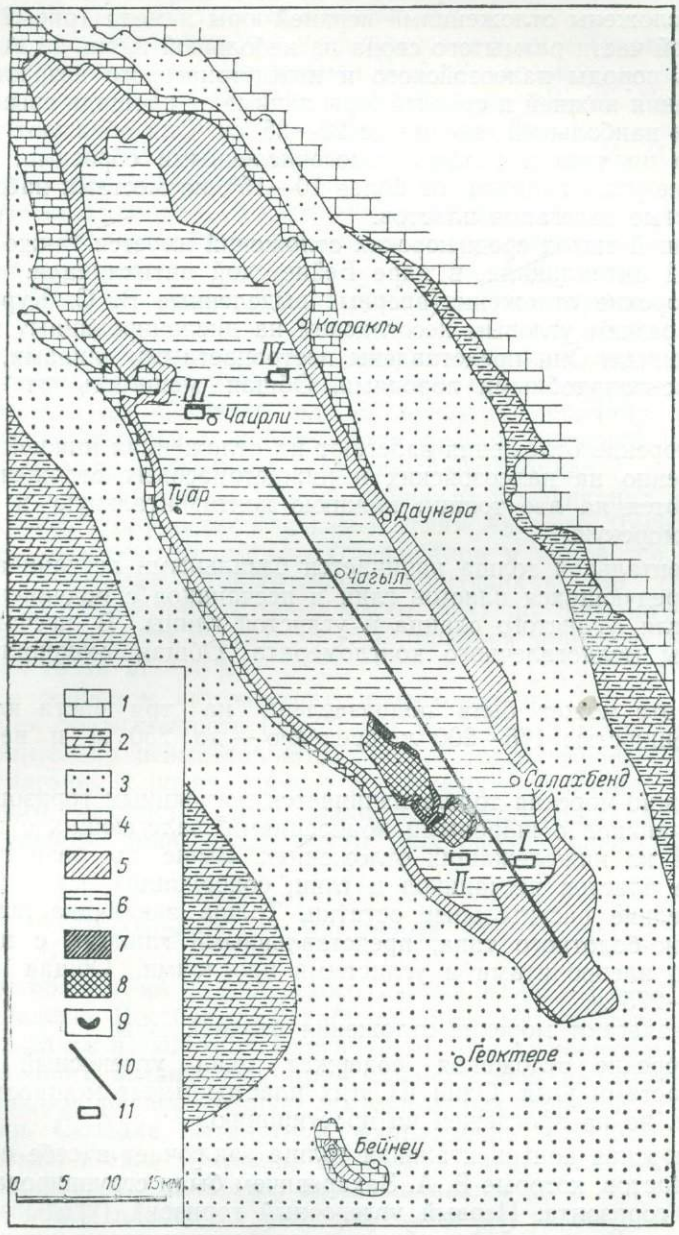


Рис. 26. Геологическая карта района Туаркырских угольных месторождений (по В. С. Курбатову и М. П. Сукачевой)

1—неоген; *2*—верхний мел; *3*—нижний мел; *4*—верхняя юра; *5*—средняя юра, морская толща; *6*—средняя юра, континентальная толща; *7*—нижняя юра; *8*—доюрские отложения; *9*—магматические породы; *10*—тектонические разломы; *11*—угольные месторождения: *I*—Восточный Аманбулак, *II*—Западный Аманбулак, *III*—Чаирли, *IV*—Кафаклы

вскрыты угленосные среднеюрские и отчасти нижнеюрские отложения. Крылья ее сложены отложениями верхней юры и мела (рис. 26).

В южной части размытого свода на небольшой площади выходят на поверхность породы палеозойского и нижнетриасового возраста.

Отложения нижней и средней юры занимают площадь свыше 100 *км* в длину при наибольшей ширине до 20—25 *км*. Они образуют ряд складок второго порядка и разбиты многочисленными сбросами. Преобладают пологие углы падения, не более 10—15°, но местами наблюдаются и более крутые залегания пластов.

Небольшой выход среднеюрских отложений имеется также к югу от Туаркырской антиклинали, в ядре Бейнеуской антиклинали.

Нижнеюрские отложения (впервые выделенные В. С. Курбатовым) залегают с резким угловым несогласием на дислоцированных палеозойских отложениях. Они представлены пестроцветными глинами, песчаниками и бокситоподобными породами. Общая мощность их достигает 30—40 *м*.

Среднеюрские отложения залегают на отложениях нижней юры или непосредственно на палеозойских и нижнетриасовых отложениях. Они подразделяются на две толщи: нижнюю континентальную и верхнюю прибрежно-морскую.

Континентальная толща начинается базальными песчаниками и состоит из чередующихся пластов глин и песчаников с подчиненными им пластами угля, углистого сланца и углистой глины. В песчаниках нередки линзы мелкогалечного конгломерата. Общая мощность толщи 400—550 *м*.

Толща эта может быть подразделена на три части или свиты: нижнюю мощностью 175—200 *м*, среднюю — до 250 *м* и верхнюю — 100—120 *м*.

Прибрежно-морская толща начинается постоянным горизонтом массивных песчаников с шаровыми конкрециями, залегающих с признаками размыва на нижележащих отложениях. Выше по разрезу следует чередование пластов песчаников и глин, содержащих остатки морской фауны и редкие растительные остатки. Толща заканчивается отложениями озерно-болотного типа, представленными глинами с пресноводной фауной, алевролитами и углистыми прослоями. Общая мощность толщи 250—275 *м*.

Выше залегают морские отложения верхней юры.

Нижнеюрские отложения содержат один угленосный горизонт с двумя пластами угля. Один из этих пластов имеет мощность на выходах 0,3 *м*, но не прослежен по простиранию.

Среднеюрская континентальная толща заключает в себе целый ряд угольных пластов, которые В. А. Захаревичем были сгруппированы в три угленосных горизонта. Первый угленосный горизонт (угольные пласты месторождения Западный Аманбулак) приурочен к низам нижней свиты. Второй угленосный горизонт (угольные пласты месторождения Восточный Аманбулак), по-видимому, приурочен к средней свите и залегает в ее верхней половине. Третий угленосный горизонт (угольные пласты месторождений Чаирли и Кафаклы) приурочен к верхней свите.

По мнению В. С. Курбатова, средняя свита («промежуточный горизонт» Курбатова) не угленосна, а угольные пласты Восточного Аманбулака отвечают углепроявлениям верхнего угленосного горизонта. Этот вопрос требует дальнейшего уточнения.

В кровле прибрежно-морской толщи залегает угленосный горизонт, заключающий прослой угля мощностью 0,2 *м*.

Общее количество пластов и пропластков угля в Туаркырском районе точно не установлено. По данным В. А. Захаревича, их число 16—18, по В. С. Курбатову 11—12, а по К. Машрыкову 18—19. Число пластов, приближающихся по мощности к рабочим пластам, по данным В. А. Захаревича и В. С. Курбатова, достигает шести, а по К. Машрыкову — в северо-западной части района (площади Чаирли, Учтаган) — 1—2, на юго-восточных площадях (Восточный и Западный Аманбулак) известны 4—5 пластов, но число их может оказаться больше, если будут разведаны нижние горизонты.

Среди пластов углей Туаркырского района имеются простые и сложные.

Простые пласты угля присущи главным образом верхнему угленосному горизонту развитому на северо-западных участках площади Чаирли, Кафаклы и др. Сложные пласты присущи среднему и нижнему угленосным горизонтам и наблюдаются преимущественно на юго-востоке, на площадях Восточный и Западный Аманбулак.

Угли района обладают низкой степенью углефикации и относятся к углям бурым, по качеству близким к углям Ангрена. Лишь один пласт (C_2) имеет повышенную степень углефикации и находится на границе с углями каменными. Теплотворная способность его (по данным Е. А. Репман) колеблется в пределах от 4000 до 5000 *кал*, уд. вес от 1,35 до 1,44, влажность от 10,6 до 15,43, средняя зольность до 10%, выход летучих газов 27—28%.

Угли в основном автохтонного происхождения. На это указывают значительная протяженность (до 20 *км*) угольных пластов по простиранию, сравнительно невысокая зольность и тонкоотмученный характер осадков, слагающих почву, кровлю и промежуточные слои. Накопление растительного материала шло, видимо, в небольших лагунах и озерах, занимавших пониженные части береговой полосы юрского бассейна.

Месторождение Восточный Аманбулак

Из месторождений Туаркырского района наиболее детально изучено месторождение Восточный Аманбулак (рис. 27). Месторождение расположено в 35 *км* на юг от колодцев Чагыл. В тектоническом отношении район Восточного Аманбулака представляет собой небольшую куполовидную складку, расположенную восточнее оси главной Туаркырской антиклинали. Складка вытянута в направлении СЗ—ЮВ 310—320°. Свод ее размыт и занят большим такыром. Падение пластов в западном крыле доходит до 25° и быстро выполаживается до 5—6°. На северо-восточном крыле пласты падают в среднем под углом 3—5°. Складка разбита рядом довольно крупных сбросов. Максимальный из них (по данным Е. А. Репман) имеет амплитуду порядка 125—145 *м*. По простиранию сбросы быстро затухают. В подавляющем большинстве они секут складку их перпендикулярно простиранию пород (см. рис. 27).

В районе месторождения обнажается песчано-глинистая толща среднеюрского возраста. Вскрытые разведочными работами угольные пласты (E_1, E_2, E_3) относятся к средней свите континентальной толщи. Помимо пластов E_1, E_2 и E_3, одной из скважин на глубине в интервале 290—295 *м* вскрыт, но не прослежен по простиранию пласт угля мощ-

ностью около 0,7 *м*, который, видимо, отвечает пластам нижней свиты. На Восточном Аманбулаке два из трех отмеченных угольных пластов (E_1 и E_2) имеют рабочую мощность.

Пласт E_1 [1] по простиранию прослежен на протяжении 8 *км*, причем мощность его изменяется в пределах от 0,50 до 0,83 *м*. Пласт загрязнен мелкими линзами песчаника (рис. 28, разрезы I и II). Иногда пласт

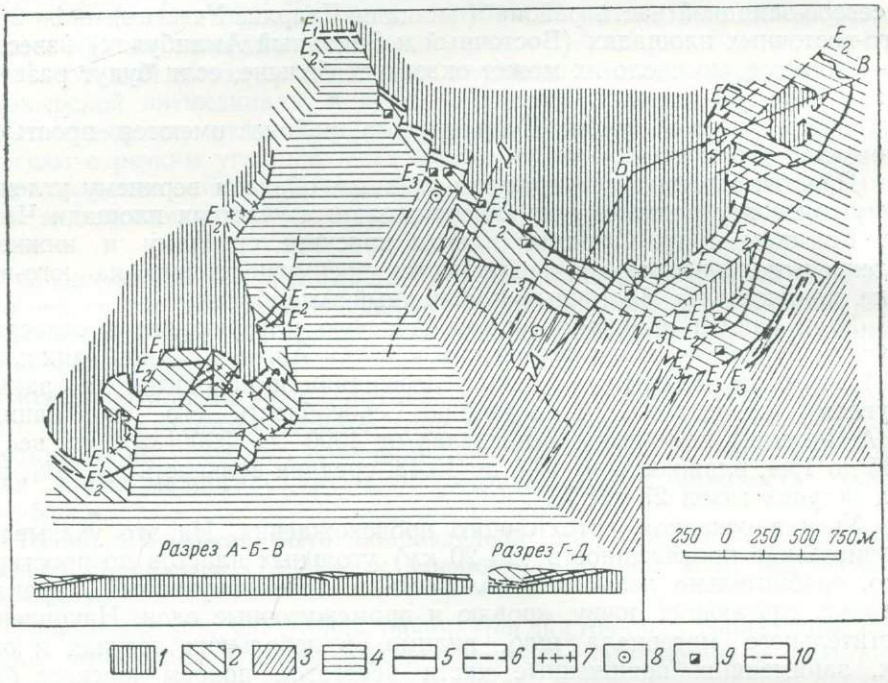


Рис. 27. Геологическая карта и разрезы месторождения Восточный Аманбулак (по Е. А. Репман)

1—отложения, подстилающие угленосную свиту; *2*—угленосная свита (средняя); *3*—отложения, покрывающие угленосную свиту; *4*—нерасчлененная толща, включающая угленосную свиту и покрывающие ее отложения; *5*—прослеженный пласт угля; *6*—непрослеженный пласт угля; *7*—выгоревший пласт угля; *8*—буровые скважины; *9*—шурфы; *10*—тектонические нарушения; E_1, E_2, E_3—наименования угольных пластов

разделен на две пачки прослоем опоки. Вмещающими пласт угля породами являются тонкозернистые слабо сцементированные песчаники.

Пласт E_2 залегает на 20 *м* выше пласта E_1. Он прослежен по выходам на расстояние почти 20 *км*, а горными выработками на 8 *км*. Пласт имеет сложное строение. Он разделен на 2, 3 или 4 пачки прослоями кремнистой породы (опоки) (рис. 28, разрезы III и IV). Мощность пачек обычно не превышает 0,37 *м*. Мощность прослоев чистого угля в пласте E_2 колеблется от 0,72 до 1,26 *м*, уменьшаясь в западной части месторождения до 0,33 *м*. Вмещающими пласт породами являются песчаники и песчанистые глины, реже опоки. В западной и восточной части месторождения отмечены небольшие участки, где пласт E_2 выгорел; глубина зоны выгорания не установлена.

---

[1] Характеристика угольных пластов месторождений сделана в основном по данным Е. А. Репман (1936ф).

Пласт E_3 прослежен на 4,5 *км*. Мощность его изменяется от 0,16 до 0,73 *м*. Рабочую мощность в 0,73 *м* пласт имеет только в восточной части месторождения. Здесь пласт разделен прослоем опоки на две пачки. Возможно, пласт на глубине окажется выдержанным и будет иметь промышленное значение.

Пласты угля Восточного Аманбулака представлены в основном двумя петрографическими разновидностями — фюзено-ксиленовой и клареновой, с преобладанием первой. Химическая характеристика угля приведена в табл. 31.

Угли могут быть использованы как энергетическое топливо.

Месторождение по выявленным запасам значительно превосходит другие месторождения Туаркырской группы. По данным В. А. Захаревича (1934ф), предварительно подсчитанные запасы по категории А+В+С определяются в 42 035 тыс. *т*.

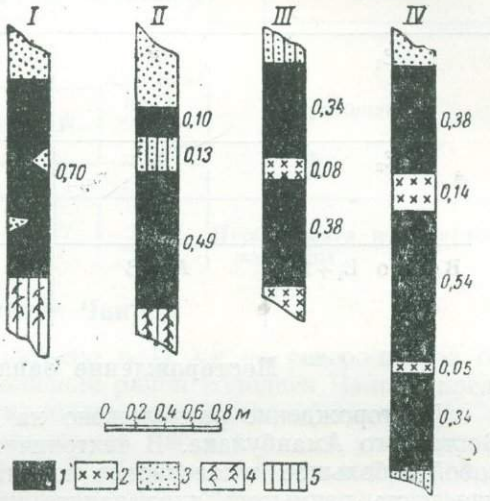


Рис. 28. Разрезы пластов угля месторождения Восточный Аманбулак, (по Е. А. Репман)

I и *II*—пласт E_1; *III* и *IV*—пласт E_2; *1*—уголь; *2*—опока; *3*—песчаник; *4*—корневые системы; *5*—порода, обогащенная органическим веществом

Е. А. Репман (1936ф), производившая в 1935 г. разведку угленосной площади Восточный Аманбулак, по двум пластам (E_1 и E_2) дает следующие запасы угля (табл. 32).

В 1951 г. на площади были пробурены три скважины с максимальной глубиной 320 *м*. Скважины подсекли пласты угля, однако из-за плохого выхода керна трудно было установить их истинную мощность.

Таблица 31

Химическая характеристика угля месторождения Восточный Аманбулак (по Е. А. Репман)

	Влага	На сухое вещество		На горючую массу				Характер кокса	Калорийность
		зола	сера общ.	летучие вещества	C	H	O+N		
	В процентах								
Минимум . . .	8,43	5,45	0,37	27,64	66,65	3,33	2,28	Порошок	4 400
Максимум . .	21,85	31,88	3,52	42,85	82,11	4,82	30,80		6 123
Среднее . . .	13,90	10,48	1,41	32,68	77,95	4,02	18,03		5 500

Месторождение в целом детально не разведано. Все скважины, пробуренные как ранее, так и за последние годы, вскрыли пласты угля средней свиты, пласты же нижней угленосной свиты и пласты угля нижней юры не разведаны.

Таблица 32

Запасы угля месторождения Восточный Аманбулак

Наименование пласта	Категория	Запасы в тыс. *т*	
		авторские	утвержденные Сред.-Аз. РКЗ
E_1	A_2	978	319
	B	614	558
	C_1	1 861	2 692
	C_2	7 854	—
E_2	A_2	965	424
	B	966	916
	C_1	2 495	3 250
	C_2	11 731	—
Всего E_1+E_2	A_2+B	3 523	2 217
	C_1	4 356	5 942
	C_2	19 585	—

Месторождение Западный Аманбулак

Месторождение расположено на расстоянии 6—7 *км* на запад от Восточного Аманбулака. В тектоническом отношении оно представляет собой небольшое куполовидное поднятие с размытым ядром. Центральная часть размытого ядра занята небольшим такыром. Отмечены небольшие по амплитуде крутопадающие сбросы.

Пласты угля обнажаются на северо-восточном крыле складки и представлены тремя сближенными пластами (C_1, C_2 и C_3). По стратиграфическому положению они залегают ниже пластов E_1, E_2 и E_3 и относятся к пластам нижней свиты. Строение и мощность пластов непостоянны.

Нижний пласт (C_1) представлен сильно загрязненным углем, переходящим по простиранию в углистый сланец. Общая мощность пласта не превышает 0,30 *м*.

Пласт C_2 имеет колеблющуюся мощность в пределах 0,3—0,7 *м* на выходе. В штольне на глубине 20 *м* по падению мощность достигает 1,10 *м*. В нижней части пласта в некоторых участках появляются 1—2 глинистых прослоя. В кровле и в подошве пласта залегают глинисто-углистые сланцы. Пласт прослежен по простиранию на 2 *км*, на глубину (по падению пласта) на 20 *м*. Уголь пласта C_2 в основном состоит из матового или полуматового с прослоями и линзами полублестящего и волокнистого угля.

Пласт C_3 представлен углисто-глинистым сланцем. При прослеживании по простиранию в нем встречаются линзы угля мощностью до 0,44 *м*.

Угленосный горизонт к северо-востоку от месторождения Западный Аманбулак погружается на глубину и снова обнажается на дневной поверхности у юго-восточного окончания возвышенности Кизылкия. Здесь горизонт содержит шесть сближенных пластов, причем пласты C_1, C_2 и C_3 представлены сажистым углем незначительной мощности (0,10—0,15 *м*), а один из трех нижних пластов представлен крепким матовым углем мощностью 0,4—0,5 *м*. Возможно, что последний пласт окажется выдержанным по простиранию и его мощность будет возрастать в направлении к площади Западного Аманбулака, как это наблюдается

здесь в отношении пластов C_1, C_2 и C_3. Химическая характеристика угля приводится в табл. 33.

Таблица 33

Химическая характеристика угля месторождения Западный Аманбулак, пласт C_2 (по В. А. Захаревичу)

Влага	На сухое вещество		На горючую массу				Калорийность	Примечание
	Зола	Сера общ.	Летучие вещества	C	H	O+N		
В процентах								
7,28	16,79	0,54	66,27	67,69	3,64	28,77	5872	Проба взята из окисленной зоны

Месторождение Чаирли

Месторождение Чаирли расположено в 12 *км* на северо-восток от колодцев Туар. В структурном отношении район колодцев Чаирли представляет собой слабо выпуклую куполовидную складку, вытянутую в северо-западном направлении. Центральная часть складки уничтожена современой эрозией и занята шором. В обрывках, окружающих шор, выходят пласты угля, принадлежащие верхней свите континентальной толщи.

На месторождении установлено 5—6 пластов и пропластков угля, из которых 2 пласта (G_2 и G_5) имеют мощность, приближающуюся к рабочей. Пласт G_2 прослежен по простиранию на протяжении 1,7 *км*; мощность его меняется от 0,28 до 0,41 *м*. Пласт G_5 залегает на 27 *м* выше пласта G_2. Он прослежен по простиранию на 2 *км*; мощность его изменяется на этом протяжении от 0,40 до 0,55 *м*.

Пласты угля характеризуются простым строением и представлены в нижней части клареновым, а в верхней фюзеновым углем. Химическая характеристика приводится в табл. 34.

Таблица 34

Химическая характеристика угля месторождения Чаирли (по В. А. Захаревичу)

	Влага	На сухое вещество		На горючую массу				Примечание
		Зола	Сера общ.	Летучие вещества	C	H	O+N	
	В процентах							
Минимум	9,34	9,34	2,61	53,92	63,24	3,00	23,17	Пробы взяты из окисленной зоны
Максимум . . .	11,75	10,37	3,91	68,23	72,45	4,02	33,05	
Среднее из 4 проб	10,28	9,51	3,33	61,74	69,42	3,52	26,80	

В 1952 г. на площади Чаирли пробурена одна скважина глубиной 474 *м*. Скважина заложена в размытом ядре складки, у подошвы верхнего угленосного горизонта. На глубине 48,12 и 83,02 *м* скважина подсекла два маломощных прослоя угля, а в интервале 430—434 *м* — еще несколько прослоев углистой глины и угля, также незначительной мощности. Скважина не дошла до подстилающих юрскую толщу пород и

остановлена где-то в нижней свите среднеюрской континентальной толщи или в нижней юре.

Месторождение Кафаклы

Месторождение расположено на расстоянии около 8 *км* к северо-востоку от колодцев Чаирли и 8 *км* к югу от колодца Кафаклы.

Угленосность здесь, так же как и на месторождении Чаирли, приурочена к верхней свите континентальной толщи.

В структурном отношении район месторождения представляет небольшое антиклинальное поднятие, погружающееся на северо-запад. Углы падения пород колеблются в пределах 3—5°, а в юго-восточной части месторождения увеличиваются до 25—34°. Южная часть складки вскрыта эрозией. На месторождении Кафаклы установлено шесть пластов угля, мощность и протяжение которых приводятся в табл. 35.

Таблица 35

Характеристика угольных пластов месторождения Кафаклы (по В. А. Захаревичу)

Индекс пласта угля	Изменение мощности пласта угля в *м*	Средняя мощность в *м*	Расстояние, на которое прослежен пласт по простиранию, в *м*	Расстояние между пластами по вертикали в *м*
C_1	0,12—0,39	0,21	1 000	
C_2	0,32—0,42	0,37	1 150	1,70
C_3	0,30—0,45	0,34	2 500	10,0
C_4	0,25—0,30	0,28	1 200	10,25
C_5	0,14	0,14	1 400	15,50
C_6	0,15—0,35	0,25	1 530	3,0

Большинство указанных пластов не прослежены на более или менее значительные расстояния из-за сложности рельефа.

Пласты углей Кафаклы соответствуют, видимо, пластам месторождения Чаирли. Они также состоят из двух частей: нижней, представленной блестящим углем, и верхней — матовым углем.

Химическая характеристика углей приводится в табл. 36.

Таблица 36

Химическая характеристика угля месторождения Кафаклы (по В. А. Захаревичу)

	Влага	На сухое вещество		На горючую массу				Примечание
		Зола	Сера общ.	Летучие вещества	C	H	O+N	
	В процентах							
Минимум	9,59	12,51	0,30	47,68	54,64	2,15	34,30	Пробы угля взяты из окисленной зоны
Максимум . . .	12,5	21,28	1,86	59,16	63,23	2,69	42,67	
Среднее из 3 проб	10,63	16,53	0,85	21,07	58,97	2,42	38,59	

Описанными месторождениями не исчерпывается угленосность Туаркырского района. Как прежними работами, так и геолого-поисковыми работами Туркменского геологического управления, проведенными

в 1950—1951 гг. (Курбатов), установлено наличие еще ряда угленосных участков. На одном из них (Восточный Кизылкия) в 1952 г. была разбурена линия разведочных скважин, расположенных вкрест простирания пластов. Скважины вскрыли породы средней юры (средней и нижней свит) и осадки нижней юры. Большая часть из них достигла подстилающих юрскую толщу пород. До глубины 60 *м* западными скважинами разведочной линии были подсечены два, местами три пласта угля мощностью от 0,25 до 0,7 *м*. Наиболее глубокая восточная скважина (близ колодца Салахбент), при глубине 422,8 *м* не достигшая подошвы юры, подсекла в интервале 389,95—391,10 *м* сложный пласт с общей мощностью угольной массы 1,10 *м*. В. С. Курбатов считает, что этот пласт тот же, что и более мощный пласт в западных скважинах, но здесь он опущен по сбросу на значительную глубину. Не исключена возможность при постановке более детального изучения, обнаружения промышленных площадей как здесь, так и на других участках.

Район заслуживает проведения дальнейших разведочных работ для окончательной промышленной оценки месторождений. Сравнительно простое геологическое строение, условия залегания угольных пластов, многочисленные выходы их на дневную поверхность, незначительная обводненность несомненно облегчат условия разработки месторождений.

Существенными недостатками всего Туаркырского района в целом являются малая мощность разведанных здесь рабочих пластов угля и, видимо, глубокая зона выветривания вследствие их пологого падения. В большинстве случаев мощность пластов находится у предельной и ниже предельной величины, допускаемой для рабочих пластов угля. Неблагоприятным являются также наличие многочисленных разрывов, секущих угленосные отложения на всей площади их распространения, а также необеспеченность месторождений питьевой и технической водой.

Перспективы угленосности Западного Туркменистана не ограничиваются одними Туаркырскими месторождениями бурых углей. Работами Туркменского геологического управления последних лет выходы угля найдены в Бейнеуской антиклинали, расположенной южнее Туаркырской. Стратиграфически угольные прослои, обнаруженные здесь, отвечают горизонту, залегающему в кровле прибрежно-морской толщи Туаркырского района. Бейнеуские углепроявления пока еще не обследованы и являются объектом для дальнейших поисковых работ с целью выяснения угленосности нижележащих горизонтов юрской угленосной толщи.

Наличие выходов угля на Бейнеуской антиклинали показывает, что проявление угленосности не ограничивается площадью Туаркырской антиклинали. Это расширяет перспективы Западного Туркменистана в указанном отношении. Как известно, далее на юге находится Ягманское каменноугольное месторождение. На севере, за пределами территории Туркменистана, имеются Мангышлакские месторождения бурых углей и месторождения Урало-Эмбенские. Широкое распространение юрских углей на этой громадной площади свидетельствует о региональном характере угленосности юрских отложений. Очевидно, здесь мы имеем обширную угленосную провинцию, расположенную к востоку от Каспия, южная часть которой лежит в пределах Западного Туркменистана. Территория северо-западной части Туркменистана поэтому должна рассматриваться как объект для постановки в широком масштабе поисковых работ на уголь.

В этом отношении интерес представляют закрытые структуры, расположенные к юго-востоку и югу от Туаркырской антиклинали (Кельд-

жинская, Бейнеуская). В этих структурах юрские угленосные отложения лежат на сравнительно небольшой глубине; они прикрыты сверху верхнеюрскими и меловыми породами, защищающими их от процессов выветривания.

Помимо рассмотренных районов, не исключена возможность наличия углей на северо-востоке, в пограничных участках Туркменской и Узбекской ССР, в районе Куня-Ургенч и Ходжейли, где можно предполагать залегание юрских отложений под меловыми на сравнительно небольшой глубине.

УГОЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ТУРКМЕНИСТАНА

Кугитангское угольное месторождение

Кугитангское каменноугольное месторождение находится в восточной части Гаурдак-Кугитангского района. Оно расположено на восточном склоне хр. Кугитангтау, входящего в состав юго-западных отрогов Гиссарского хребта и являющегося их южной оконечностью. По вершине хребта проходит граница Туркменской и Узбекской ССР. Выходы угля на поверхность и прилегающая к ним краевая часть месторождения находятся на территории Узбекистана, а вся глубокая часть месторождения расположена на территории Туркмении. Месторождение расположено в 38 *км* на север от ст. Болдыр, Сталинабадской ветки Ашхабадской ж. д. (рис. 29). К месторождению ведут автомобильные дороги, связывающие его с железной дорогой и с районным центром — Ширабадом (Узбекская ССР) и кишлаком Карлюком (Туркменская ССР). Ширабад отстоит от месторождения в 52 *км*, а Карлюк в 70 *км*. В пределах месторождения существуют только тропы, пригодные для вьючного транспорта.

Хребет Кугитангтау хорошо выражен в рельефе на 60 *км* в длину и на 25 *км* в ширину. Наибольшая высота его 3137 *м* (у вершины Айрыбаба). Наиболее высокая часть хребта сложена известняками верхней юры, которые в западном направлении образуют бронированный склон, изрезанный глубокими каньонообразными ущельями, а в восточном обрываются почти отвесной стеной полукилометровой высоты. Ниже этой стены следует значительно более пологая часть восточного склона, сложенная песчано-сланцевой угленосной толщей средней и нижней юры. Вследствие наличия обрыва верхнеюрских известняков подход к месторождению доступен только с востока. Рельеф района месторождения в пределах развития песчано-сланцевой угленосной юры — резко пересеченный, с высотными отметками от 1500 до 2535 *м*. Глубокие овраги прорезают отложения нижней и средней юры почти вкрест простирания. Склоны их в зоне развития песчано-сланцевых отложений юры покрыты арчевой растительностью. Гидрографическая сеть в районе месторождения представлена несколькими небольшими пересыхающими водотоками.

Начало изучения Кугитангского угольного месторождения относится к 1929 г., когда П. П. Чуенко (1937а—б) при геолого-съемочных работах в области юго-западных отрогов Гиссарского хребта отметил наличие пластов каменного угля в песчано-глинистой юрской толще Кугитангтау. В 1933 г. Н. И. Плахута (1934) провел поисковые работы в Кугитангтау, несколько уточнив данные по угленосности и строению место-

рождения. В 1934 г. С. И. Левицкий (1937) предварительно разведал Кугитангское месторождение, выяснив промышленное значение его и высокое качество углей. В 1936—1939 гг. Н. И. Плахута (1938ф, 1939ф) провел детальную разведку месторождения. По условиям рельефа ме-

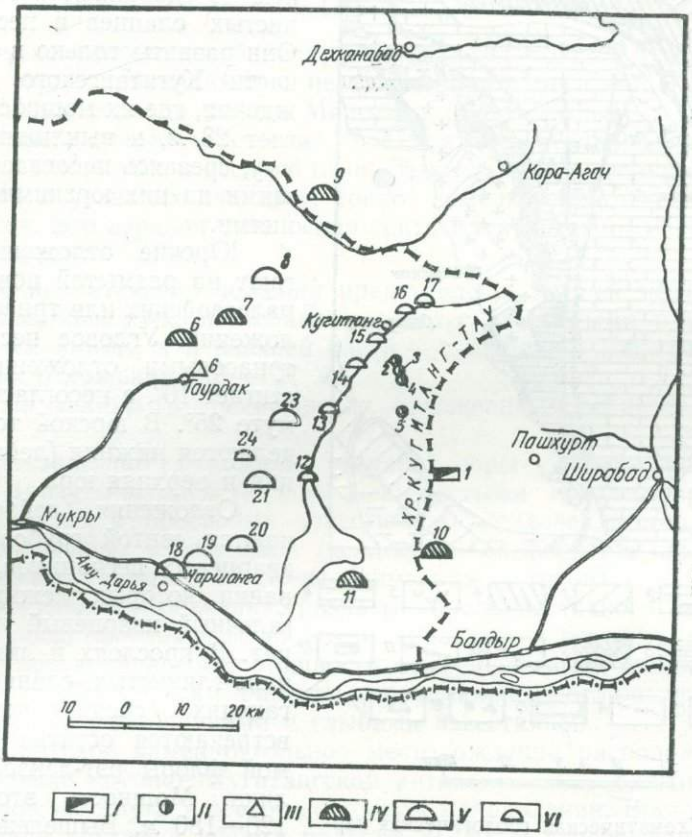


Рис. 29. Обзорная карта месторождений полезных ископаемых в Гаурдак-Кугитангском районе

I—угольное месторождение; *II*—полиметаллические месторождения; *III*—месторождение серы; *IV*—разведанные месторождения каменной и калийных солей; *V*—неразведанные месторождения каменной и калийных солей; *VI*—выходы каменной и калийных солей на поверхность

Название месторождений: *1*—Кугитангское; *2*—Тазачервинское; *3*—Майданшахское; *4*—Караагачское; *5*—Базартюбинское; *6*—Гаурдакское; *7*—Кызылмазарское; *8*—Лялимканское; *9*—Тюбегатанское; *10*—Ходжаиканское (соляной купол); *11*—Окузбулакское; *12*—Ауджейканское; *13*—Базартюбинское; *14*—Караагачское; *15*—Карагызское; *16*—Саятское; *17*—Кырккызское; *18*—Кундалянгское; *19*—Каттаурское; *20*—Альмурадское; *21*—Карабильское; *22*—Узункудукское; *23*—Айнабулакское

сторождение было разведано только в краевой своей части (по выходам). В 1945—1946 гг. детальную разведку горного отвода Министерства местной промышленности Туркменской ССР производил А. М. Гаврилин (1947ф).

В районе Кугитангского каменноугольного месторождения развиты осадки палеозойского, триасового, юрского и четвертичного возраста (рис. 30).

Отложения палеозойского возраста представлены сложным комплексом метаморфизованных и изверженных пород. С резким угловым несогласием на палеозое залегают маломощные отложения верхнего триаса, представленные чередованием песчано-глинистых сланцев и песчаников. Они развиты только в северной части Кугитангского месторождения, где их мощность достигает 28 *м*, и выклиниваются к югу, срезаясь несогласно лежащими на них юрскими отложениями.

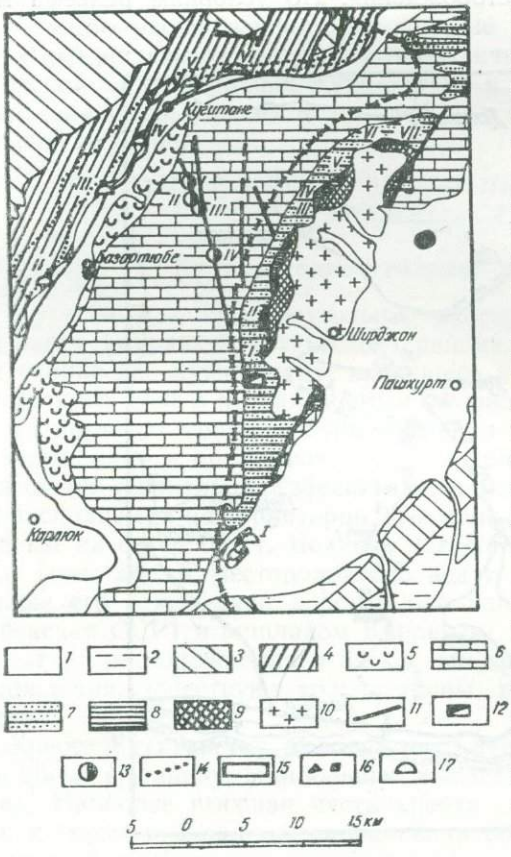


Рис. 30. Схематическая геологическая карта Кугитангских месторождений полезных ископаемых

1—четвертичные отложения; *2*—третичные отложения; *3*—верхний мел; *4*—нижний мел; *5*—верхняя юра—соляно-гипсовая толща; *6*—верхняя юра—известняковая толща; *7*—нижняя и средняя юра; *8*—верхний триас; *9*—палеозойское отложения; *10*—граниты; *11*—тектонические нарушения; *12*—угольная штольня; *13*—полиметаллические месторождения: *I*—Тазачервинское, *II*—Майданшахское, *III*—Караагачское, *IV*—Базартюбинское; *14*—контур распространения меденосных песчаников; *15*—участок, изученный в отношении меденосности; *16*—выходы бокситоподобных пород: *I*—Вандоб, *II*—Ширджан, *III*—Южный Шелкан, *IV*—Северный Шелкан, *V*—Шелкан—Кызылалма, *VI*—Кызылалма *I*, *VII*—Кызылалма *II*; *17*—месторождения каменной и калийных солей; *I*—Ходжаиканское (соляной купол), *II*—Базартюбинское, *III*—Караагачское, *IV*—Карагызское, *V*—Саятское, *VI*—Кырккызское

Юрские отложения залегают на размытой поверхности палеозойских или триасовых отложений. Угловое несогласие с триасовыми отложениями достигает 10°, а несогласие в азимуте 25°. В юрской толще выделяются нижняя (лейас), средняя и верхняя юра.

Отложения лейаса начинаются свитой грубозернистых кварцевых песчаников, в основании которых лежит мелкогалечный кварцевый конгломерат. В прослоях и линзах песчано-глинистых сланцев, залегающих среди песчаников, встречаются остатки ископаемой флоры рэт-лейасового облика. Мощность этой свиты 120—180 *м*. Вышележащие отложения лейаса расчленены Е. А. Репман на четыре свиты.

Первая свита представлена тонко- и мелкозернистыми песчаниками и чередующимися песчано-глинистыми сланцами с прослоями и линзами угля. Мощность свиты 63—150 *м*.

Вторая свита состоит из глинистых и песчано-глинистых сланцев, чередующихся с редкими прослоями песчаников и с пластами и прослоями угля. Это нижняя угленосная свита Кугитангского месторождения. Мощность свиты 70—100 *м*.

Третья свита сложена мелко- и среднезернистыми песчаниками. Мощность свиты 8,5—23 *м*.

Четвертая свита представлена глинистыми и песчано-глинистыми

сланцами, чередующимися с песчаниками и с тонкими пропластками угля. В этой свите Е. А. Репман обнаружила присутствие верхнелейасовой фауны. Мощность свиты 29—41 *м*. Общая мощность всех четырех свит от 187 до 290 *м*.

В среднеюрской толще выделяются морские отложения байосского и батского ярусов и отделяющие их континентальные угленосные отложения.

Морские отложения байоса представлены толщей слюдистых песчаников, переслаивающихся с песчано-глинистыми сланцами, содержащими остатки морской фауны. Мощность 56—105 *м*.

Континентальные отложения байос-бата[1] состоят из частого переслаивания глинистых и песчано-глинистых сланцев (с тонкими пропластками угля и углистых сланцев), тонко- и мелкозернистых и слюдистых песчаников. Это верхняя угленосная свита Кугитангского месторождения. Мощность ее 30—36 *м*.

Морские батские отложения представлены толщей песчаников, местами известковистых, переслаивающихся с глинистыми и песчано-глинистыми сланцами, а в верхней части — с пластами известняков. Мощность этих отложений 118—131 *м*.

Общая мощность среднеюрских отложений колеблется от 218 до 258 *м*.

Выше залегают отложения верхней юры общей мощностью до 1500 *м*. Внизу они представлены мергелистыми глинами и сланцами, чередующимися с прослоями известняков (келловей), выше — мощной толщей массивных известняков (келловей — оксфорд), а наверху — гипсами и солью гаурдакской свиты (кимеридж — титон).

Четвертичные отложения, развитые вдоль восточного склона Кугитангтау, представлены лёссовидными породами и осыпями известняков, часто сцементированными. Мощность осыпей достигает нескольких десятков метров. По оврагам развиты аллювиальные отложения из лёссовидных пород с галечниками и глыбами известняков.

Кугитангское каменноугольное месторождение расположено на западном крыле крупной Кугитангской антиклинальной складки, длинная ось которой вытянута в северо-восточном направлении. Восточное крыло антиклинали крутое, с углами падения до 80° и с разрывами сплошности, имеющими амплитуду в сотни метров. Западное крыло пологое, с углами падения, изменяющимися от 10 до 30°. На этом крыле наблюдается мелкая дополнительная складчатость, осложненная разрывами. Амплитуда разрывов от 10 до 150 *м*.

В разрезе юрских песчано-сланцевых отложений Кугитангтау имеются две угленосные свиты; нижняя свита относится к лейасу, верхняя — к байос-бату. К отложениям нижней угленосной свиты приурочены довольно многочисленные пласты угля, из которых 3—4 достигают 0,40 *м* мощности (табл. 37). Верхняя угленосная свита содержит несколько линз и пропластков угля, имеющих незначительную мощность и быстро выклинивающихся по простиранию. Промышленного значения пропластки угля этой свиты не представляют.

Наиболее выдержан по простиранию пласт угля № 4 или, как его называют, «Основной» (табл. 38). Этот пласт прослежен С. И. Левицким по простиранию на 26 *км*, из которых на протяжении 19 *км* рабочая мощность чистого угля равна 0,49—1,14 *м* при общей мощности пласта

[1] Г. Я. Крымгольц относит их к нижнему бату. — *Прим. ред.*

Таблица 37

Характеристика угленосности нижней угленосной свиты (по данным Н. И. Плахуты и Я. М Гаврилина)

Разрезы (по названию оврагов)	Общее количество пластов угля	Распределение пластов угля по мощности			Коэффициент угленосности
		до 0,30 *м*	0,30—0,40 *м*	свыше 0,40 *м*	
Кызылалма	20	16	1	3	2,18
Шелкан	27	22	3	2	2,92
Кемпыртюбе	34	26	4	4	3,60
Мечетли	19	15	3	1	1,75
Саукбулак	30	27		3	1,58
Ширджан	28	23	3	2	2,18
Вандоб	26	17	3	3	2,32

0,53—1,17 *м*; наибольшей мощности пласт достигает в центральной части месторождения. «Основной» пласт имеет сложное строение (рис. 31). Он разделен на несколько частей 1—3 пропластками пустой породы, литологический состав которых и положение в разрезе значительно изменяются по простиранию. В центральной части месторождения мощность отдельных пропластков породы колеблется в пределах 0,01—0,20 *м*. Севернее сая Кемпыртюбе пласт угля на протяжении 8 *км* разделен породой, имеющей мощность до 1,70 *м*. Суммарная мощность пропластков чистого угля на этом участке изменяется от 0,42 до 0,77 *м*. В южной части месторождения суммарная мощность пропластков пустой породы изменяется от 0,05 до 0,26 *м*, а общая мощность пропластков чистого угля — от 0,50 до 0,55 *м*, при общей мощности пласта 0,53—0,83 *м*. На протяжении 150 *м* по простиранию пласт имеет нерабочую мощность.

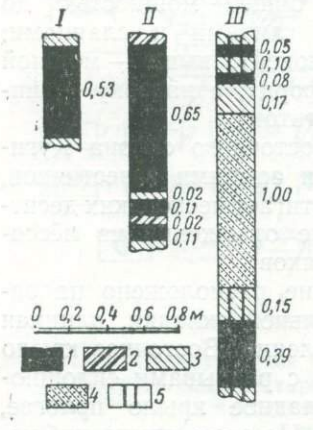


Рис. 31. Разрез „Основного" пласта угля Кугитангского угольного месторождения (по данным Н. И. Плахуты)

I—пласт угля в южной части месторождения; *II*—пласт угля в центральной части месторождения; *III*—пласт угля в северной части месторождения; *1*—уголь; *2*—сланец углистый; *3*—сланец глинистый; *4*—сланец песчанистый; *5*—порода, обогащенная органическим веществом

Пласт угля № 2 — «Нижний» залегает в 20—25 *м* стратиграфически ниже «Основного». По простиранию он прослежен на протяжении свыше 20 *км*. Большей частью он состоит из двух пропластков угля. Суммарная мощность этого пласта изменяется от 0,20 до 0,51 *м*. Рабочей мощности (свыше 0,40 *м*) он достигает в двух участках (сай Сарыхамыш и сай Мачейла), на протяжении в каждом участке около 1 *км*. Пласт на глубину не разведан. Промышленное значение его не выявлено.

Пласт угля № 6 — «Верхний» залегает на 13—15 *м* выше «Основного». Он прослежен по простиранию почти по всей площади южного и центрального участков, за исключением тех мест, где пласт размыт. Этот пласт характеризуется непостоянством строения и мощности; он состоит из одного или нескольких пропластков угля, разделенных пропластками песчаников и сланцев, мощностью до 0,30 *м*. Рабочей мощности 0,40 *м*

пласт достигает на отдельных небольших участках центрального поля. Остальные пласты и пропластки угля Кугитангского месторождения детально не изучались из-за их малой мощности и плохой выдержанности.

Породами, вмещающими пласты угля, являются глинистые и песчано-глинистые сланцы, часто обогащенные органическими веществами, реже — песчаниками.

При эксплуатации месторождения базироваться можно только на пласт № 4 — «Основной», а пласты «Нижний» и «Верхний» должны быть разведаны на глубину.

Таблица 38

Химическая характеристика угля пласта „Основной"

Количество проанализированных проб	Влага	На сухое вещество		На горючую массу				Характер кокса	Калорийность
		Зола	Сера общ.	Летучие вещества	C	H	O+N+S		
	В процентах								
24	0,97—4,92	0,89—7,49	0,47—2,01	5,52—12,00	90,17—95,20	2,19—3,60	2,45—6,15	Порошок (пламя едва заметное)	8146—8637

Характерными признаками углей Кугитангского месторождения являются их блеск, крепость, плотность и почти полное отсутствие мелкой трещиноватости. В углях Кугитангтау выделены четыре петрографические разновидности: 1) блестящий клареновый уголь, 2) полублестящий дюрено-клареновый с включением линз витрена и фюзена, 3) полуматовый кларено-дюреновый уголь, 4) полублестящий дюрено-клареновый уголь, имеющий полосчатую структуру, образованную включениями тонких линз витрена. В пластах в основном преобладают полублестящий фюзено-клареновый уголь и полуматовый кларено-дюреновый; остальные два типа имеют подчиненное значение. Исходным материалом при образовании угля послужили как стеблевые, так и лиственные части растений. Накопление исходного материала происходило смешанным автохтонно-аллохтонным путем.

Кугитангские угли по своим химическим показателям и физическим свойствам должны быть отнесены к тощим или полуантрацитовым углям донецкой классификации. Они являются высококачественным энергетическим топливом и могут быть использованы для получения водяного газа, термоантрацита и искусственного бензина. Не исключена возможность использования их для производства карбида кальция и в литейном деле.

Разведочные работы по пласту «Основному» осуществлялись путем проходки большого количества сравнительно неглубоких наклонных шахт (по падению пласта). Из общего количества выработок только 7 наклонных шахт имели длину от 25 до 75 *пог. м* каждая, а остальные — до 8—15 *пог. м*. Расстояние между выработками колебалось от 150 до 500 *м*, а в единичных случаях достигало 700 *м*. Кроме того, пласт «Основной» изучался по простиранию канавами и шурфами. Остальные

пласты угля, мощность которых приближается к рабочей мощности, разведывались мелкими шурфами и канавами.

Проведенными работами охвачена только краевая зона месторождения — близкая к выходам пластов угля на поверхность. По особенностям рельефа месторождения разведка глубоких горизонтов буровыми работами здесь невозможна. Буровые скважины здесь могут быть расположены или в краевой части месторождения, или же на совершенно недоступном и безводном хребте Кугитангтау, где глубина их, к тому же, будет около 1,5 *км*. Однако, благодаря изрезанности месторождения глубокими саями при пологом падении пластов, создались естественные обнажения пласта угля по падению на протяжении до 1,5 *км*.

Учитывая хорошую выдержанность пласта «Основного» по простиранию и по падению, было решено проектировать его эксплуатацию на запасах с малым удельным весом высоких категорий. В связи с этим в 1939 г. Наркомместпром Туркменской ССР на южном участке месторождения, в урочище Чишмалят, заложил разведочно-эксплуатационную штольню производительностью 25 000 *т* угля в год. На разведанной глубине до 140 *м* пласт угля не обнаруживает признаков генетического выклинивания или сокращения мощности до нерабочей. Таким образом, Кугитангское месторождение по своим запасам и качеству угля безусловно имеет промышленное значение.

Основную промышленную ценность представляют центральная и северная части южных полей, так как здесь пласт угля отличается большей мощностью и лучшей выдержанностью. Здесь и находятся основные штольневые запасы месторождения.

ТОРФ

На территории Туркмении известно несколько небольших месторождений торфовидных отложений: в Западной Туркмении (Балханский шор, долина Западного Узбоя, низовья р. Атрек), в Центральных Каракумах (Бахардокский шор и др.), в Юго-Восточных Каракумах (низовья рр. Теджена, Мургаба, Келифского Узбоя) и на северо-восточной окраине Туркмении (озера низовьев и дельты Аму-Дарьи).

По условиям своего образования торфяные залежи Туркмении связаны преимущественно с новейшими озерными отложениями низовьев и дельт современных и ранее существовавших крупных речных систем (рр. Аму-Дарьи, Западного Узбоя, Мургаба, Теджена, Атрека).

Торф озерного происхождения в главной своей массе обычно состоит из более или менее измененных остатков стеблей, листьев и корневых систем камыша, рдестовых и других водяных растений, заселявших озерные водоемы Туркмении.

Состав растительных компонентов торфа Балханского шора представлен пресноводной флорой (камыш, аир пахучий, рдест альпийский). Наличие этих растений в образцах торфоподобной массы Балханского шора говорит о существовании здесь когда-то пресноводных условий. Такие условия могли быть лишь во время впадения реки по руслу Узбоя в Каспийское море.

Существенным препятствием для выяснения хозяйственной ценности большинства туркменских торфовидных залежей является крайне недостаточная их изученность. Поэтому имеющиеся сведения о большинстве торфовидных залежей Туркмении носят схематичный характер и не дают достаточно полного представления об их распространении, запа-

сах, качестве торфа и т. п. Организация планомерных исследований в этом направлении, несомненно, значительно расширит и пополнит список торфяных залежей Туркмении. Исходя из имеющихся данных можно наметить основные районы распространения торфоподобных отложений в пределах Туркмении.

Балханский шор. Месторождение торфовидной породы расположено вдоль северного побережья бывшего Балханского залива (ныне высохшего и представляющего собой Балханский солончак-шор), в 3 *км* к югу от ст. Белек.

Впервые данное месторождение обнаружено в 1939 г. В. В. Цыбышевым. В 1943 г. К. Машрыковым (1943ф) было произведено более детальное исследование Балханского месторождения торфовидных отложений.

Месторождение находится в выгодных экономических условиях, так как расположено близко от железной дороги.

Торфоподобные образования Балханского шора представляют собой темно-коричневую влажную массу с большим количеством еще недостаточно разложившихся растительных остатков, главным образом камыша, который послужил основным исходным материалом для образования торфа.

Общая полоса развития залежи торфоподобных отложений достигает 30 *км*, ширина от 200 до 1000 *м*.

Мощность торфовидных отложений 10—12 *см*. Залегают они (по данным К. Машрыкова) в виде четырех крупных линз с изрезанными очертаниями длиной от 3 до 7 *км*. Торфовидная залежь перекрывается песчанистыми и глинисто-илистыми отложениями с *Cardium edule* и мелкими Gastropoda, мощность которых колеблется от 20 до 25 *см*. Подстилают торфовидную залежь серовато-зеленые глины с сильным запахом сероводорода, запах которого ощущается и в самом «торфе».

Накопление торфоподобной массы в Балханском заливе происходило в весьма недавнее время. Оно прекратилось вследствие изменения условий, вызванного прекращением стока пресных вод по Узбою и некоторым повышением уровня Каспийского моря. Последнее понижение уровня, происходившее начиная с 1929 г., привело к осушению Балханского залива.

По данным технических и химических анализов, торфоподобные отложения Балханского залива обладают весьма низким качеством: теплотворная способность 610—1245 *кал*, зольность 46,6—61,4%, влажность 23,1%. Количество солей (хлористых и сернокислых), которыми пропитана вся масса торфовидной породы, достигает 40,5%.

По калорийности торфовидные отложения являются торфом III сорта, по зольности — ниже III сорта. Из-за высокой зольности данные отложения в качестве топлива непригодны.

В торфовидной породе содержится небольшое количество железа. Высокая зольность и низкое содержание железа, казалось бы, характеризуют торфоподобную массу как хорошее удобрение, но отсутствие в ней азота и большое содержание солей исключают возможность применения породы в качестве удобрения посевных площадей.

Запасы торфовидных отложений исчисляются К. Машрыковым ориентировочно 1368 тыс. *т* (категория C_2).

Учитывая низкие качественные показатели торфовидной породы и непригодность ее в качестве топлива и удобрения, можно считать, что эта залежь торфовидных отложений практического значения не имеет.

Низовья р. Атрек. Небольшие скопления торфа встречаются здесь довольно часто в прибрежных частях озер (оз. Малое Делили и др.). Более крупная (около 1,5 *км*²) залежь торфа занимает высохшее ложе оз. Большое Делили; мощность торфа — до 0,5 *м*. Торф состоит преимущественно из остатков камыша и рдестов. Зольность, на основании полевых определений, 25—40%.

Западный Узбой. Присутствие скопления торфа в отложениях узбойских пресных озер Ясхан, Каратегелек и Топиатан установлено А. В. Дановым в 1937—1938 гг. Мощность торфяных скоплений, представляющих собой бурую волокнистую массу, заключающую измененные остатки стеблей и листьев камыша и других водных растений (преимущественно рдестовых), достигает местами 1,25 *м* (оз. Ясхан, оз. Каратегелек). Определение зольности и теплотворной способности образцов этого торфа, взятых из озер Ясхан и Каратегелек, произведенное в 1938 г. в лаборатории ЦНИГРИ (Ленинград), показало, что торф является сравнительно низкосортным.

Центральные Каракумы. Присутствие маломощных прослоев (толщиной 10—12 *см*) камышевого торфа было обнаружено в 1928 г. А. В. Дановым в ряде шоровых впадин Центральных Каракумов, в частности в Бахардокском шоре (шор Найзали-Дэпыз), расположенном в 100 *км* севернее Ашхабада. Прослои торфа залегают среди песчано-глинистых отложений, образующих днища шоровых впадин на глубине 0,5—1,25 *м*; на этой же глубине были остановлены и шурфы, так как дальнейшему их углублению препятствовало оплывание стенок шурфа вследствие притока соленой воды. Помимо своей загипсованности, рассматриваемые отложения характеризуются присутствием в них легкорастворимых солей (хлоридов и сульфатов натрия и др.), образующих вместе с гипсом соляную кору на поверхности шора. Практического значения встреченные здесь скопления торфа не имеют, но они указывают на необходимость поисков торфяных скоплений в четвертичных озерно-речных отложениях Центральных Каракумов.

Дельты рр. Теджена и Мургаба. Некоторыми исследователями (П. М. Ковалевский С. А. Глаголев) здесь отмечалось присутствие «торфоподобных» скоплений в небольших пересыхающих озерах дельты Мургаба и Теджена. Более подробной характеристики этих скоплений не имеется. Присутствие аналогичных скоплений торфоподобного вещества отмечалось также в озерах Келифского Узбоя.

Низовья и дельта Аму-Дарьи. На этой территории, с ее многочисленными крупными и мелкими пресными и солоноватыми озерами и обширными заболоченными участками дельты, естественно ожидать наиболее благоприятных условий для образования крупных залежей трофа. Произведенные в 1943 г. А. В. Дановым рекогносцировочные исследования показали, что залежи торфа здесь действительно широко распространены, но в большинстве своем промышленного значения не имеют вследствие крайне неравномерной мощности торфяных скоплений, плохой их выдержанности по простиранию, низкого качества торфа и сложных условий разработки. Наиболее значительные залежи торфа обнажаются в Ленинском (оз. Аллейли-Куль) и Тахтинском (озера Карайгель и Карамуклигель) районах.

В озере Аллейли-Куль, расположенном на границе трех соседних районов — Ильялинского, Тельманского и Ленинского, — наиболее крупные скопления торфяной массы обнаружены в северо-западной ее части. Здесь находится ряд сообщающихся между собой плесов, разделенных

участками, заросшими камышом. Площадь этих плесов в северо-западной части озера составляет около 200—500 *м*. До 25% этой площади занято скоплением торфяной массы (по дну). Торфяная масса состоит преимущественно из остатков корневищ, стеблей и листьев камыша с примесью остатков рдестов и других водяных растений. Торфяные скопления образуют кочки на дне водоемов, между которыми находятся «окна», почти лишенные или совершенно лишенные скоплений торфа. Мощность торфяных скоплений колеблется от 0,30 до 0,55 *м*, составляя в среднем 0,35 *м*. Зольность высушенного при 110° торфа колеблется в пределах 16—32°.

В озерах Карайгель и Карамуклыгель (Тахтинский район) торфяные скопления обнаружены, помимо самих озерных водоемов, также на высохших перемычках между озерами. Торфяная залежь, расположенная на высохшей перемычке в северо-восточной части оз. Карайгель, имела в 1943 г. размеры 650×8 *м*. Торф залегает с поверхности и имеет мощность от 0,20 до 0,80 *м* (в среднем — 0,35 *м*). На прилегающей к озеру площади имеется еще несколько аналогичных торфяных участков. Залежи торфа имеются и в самом озере. По характеру залегания торф аналогичен аллейликульскому. Торфяные залежи оз. Карайгель являются наиболее подходящим объектом для организации пробной разведки торфа для нужд Ташаузской области.

В районе оз. Султан-Санджар торфовидные отложения развиты на двух заболоченных участках, покрытых густой зарослью мелкого тростника. Они представляют собой переплетение гниющих корней тростника со старыми увядшими стеблями. Торфоподобное вещество пропитано водой и перемешано с песчано-глинистой массой. Общая площадь обоих участков около 4,5 *га*. Мощность отложений в центральной части участков достигает 80 *см*.

Г. Я. Крымгольцем (Крымгольц, Худобина и Зендрикова, 1942ф) ориентировочно подсчитано, что с этих участков можно получить около 25 000 $м^3$ сырого торфа, требующего прессовки и просушки.

Низкое качество и незначительные запасы торфоподобного вещества позволяют считать, что данное месторождение не может иметь серьезного практического значения, но может быть использовано для местных нужд без особых трудностей, так как от озера до ж.-д. станции имеется грунтовая дорога длиной 20 *км*, пригодная как для гужевого, так и для автомобильного транспорта. Месторождение нуждается в дальнейшем исследовании.

Глава вторая

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

В Туркмении известны месторождения и рудопроявления следующих металлов: железа и марганца из группы черных металлов, меди, свинца и цинка — из группы цветных металлов и ртути — из группы редких металлов. В последнее время обнаружены также бокситоподобные породы.

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Железо

Осадочный тип железных руд в Туркмении известен в виде сферосидеритов или глинистых железняков. Прослои и конкреции глинистых железняков отмечены в угленосных отложениях нижней и средней юры Большого Балхана, Туаркыра и Кугитангтау; в последнем они выходят на восточном (узбекском) склоне. Глинистые железняки в Туркмении отмечались лишь попутно при геологических съемках или разведках на уголь, и качество их не оценивалось. Чаще всего это сравнительно выдержанные прослои мощностью не свыше 0,5—0,6 *м*.

МАРГАНЕЦ

Конкреции, небольшие линзы и прослойки, содержащие соединения марганца, известны в палеогеновых отложениях некоторых районов Туркмении. Так, в северо-восточных чинках Красноводского плато в свите пестроцветных мергелей Л. А. Никитюк (1932) указывает черные мергелистые включения, в которых анализ показывает содержание металлического марганца 25%.

В Туаркыре, по данным Н. П. Луппова (1932), у колодцев Караиман на границе верхнего эоцена и олигоцена обнаружено два железисто-марганцовистых прослоя, мощностью около 0,08 и 0,10 *м* с содержанием марганца до 5,6%. Повышенное содержание MnO_2 (до 9,6%) также показал пласт палеогенового песчаника мощностью до 1,0 *м*, обнаруженный в 1939 г. Я. С. Эвентовым и Е. Я. Старобинцем на левом берегу Аму-Дарьи в 65 *км* ниже Чарджоу. Содержащие марганец породы в виде тонких линз и прослоек в олигоценовых глинах отмечаются также во многих пунктах Копет-Дага (Никшич, Огнев, Сукачева).

Во всех известных выходах концентрация марганцевых соединений незначительна. Однако, учитывая широкое распространение в Туркмении палеогеновых отложений, к которым приурочены известные марганцевые

месторождения у Чиатуры, Никополя и на Мангышлаке, возможно ожидать в дальнейшем и на территории Туркменской ССР обнаружения пластов и конкреционных образований с более высоким содержанием марганца.

Другого типа марганцевое оруденение известно в Туаркыре, где оно обнаружено Н. П. Лупповым в 1934 г. и позднее описано В. Ф. Людвигом (Курбатов, Сукачева и др., 1950ф). Оруденение здесь связано с трещинами северо-восточного простирания, секущими верхнеюрские известняки. На протяжении 400 *м* отмечено несколько участков оруденения площадью от нескольких квадратных метров до 60 $м^2$. В зоне оруденения известняки перекристаллизованы, в различной степени окварцованы и окрашены окислами железа в бурые и красные тона. Отдельные гнезда диаметром до 1—2 *м* сложены землистой, вязкой породой черного цвета с мелкими кристаллами рудного минерала. В единичном анализе руды (Луппов, 1935ф) определено: MnO 39,33%, MnO_2 28,92%, что соответствует содержанию металлического марганца 48,73%.

Месторождение не изучено, и практическое значение его не ясно.

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Полиметаллы

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУДОПРОЯВЛЕНИЙ

Полиметаллические месторождения известны на восточной окраине Туркменской ССР в верхнеюрских известняках, слагающих западный склон Кугитангского хребта. Эти месторождения прошли лишь первоначальную стадию разведки и еще не получили исчерпывающей промышленной оценки. Однако выявленные залежи окисленных свинцово-цинковых руд, хотя и небольшие по размерам, но богатые по содержанию в них полезных металлов, уже частично эксплуатируются на свинец.

Кроме Кугитангских месторождений, в Туркмении известны полиметаллические рудопроявления в западной части Копетдагского горного массива. Они связаны с барито-витеритовыми и кальцито-баритовыми жилами, рассекающими отложения нижнего мела.

О месторождениях свинца в горах Кугитангтау впервые упоминает Н. А. Маев (1878), затем В. Н. Вебер (1913). Краткие описания Караагачского месторождения свинца появились после Октябрьской революции в работах А. В. Данова (1928) и П. П. Чуенко (1937а, б). В 1940 г. С. В. Шемякиным были открыты Тазачервинское и Базартюбинское месторождения. На Тазачервинском месторождении были начаты в 1941 г. детальные геолого-съемочные и разведочные работы (Дехтерев, Сарычев и Чуенко, 1942ф).

В период 1943—1945 гг. геологи И. А. Грибова, В. Т. Демин, К. Е. Дунаева-Мирович и А. А. Макаренко (1946ф) провели крупномасштабные геологические съемки рудного поля и отдельных месторождений на западном склоне Кугитангского хребта и значительные поисково-разведочные работы. В результате этих работ было открыто еще одно — Майданшахское — месторождение и подсчитаны запасы Тазачервинского и Караагачского месторождений, определенные в количестве 4260 *т* свинца и 215 *т* цинка.

В 1950 г. геологом В. И. Бирюковым (1951ф) была продолжена разведка Кугитангских полиметаллических месторождений и развернуты

поисково-ревизионные работы на всей территории Кугитангского хребта.

Первые сведения об эксплуатации Кугитангских месторождений относятся ко времени господства в крае Бухарского ханства. Н. А. Маев (1878) указывает, что количество добываемого в Кугитангтау свинца удовлетворяло потребности ханства в этом металле. На Караагачском, Тазачервинском и Базартюбинском месторождениях имеются следы эксплуатационных работ. Наиболее значительная выработка на Караагачском месторождении представлена неправильными камерами и ходками, беспорядочное расположение которых отражает причудливую форму рудной залежи, так называемого «Ханского штока». Протяженность выработок достигает 40 *м* по горизонтали и 20 *м* по вертикали. Судя по размерам старых выработок, проведенных исключительно по руде, всего было добыто в них около 10 тыс. *т* руды. Учитывая, что среднее содержание свинца в руде, вероятно, составляло 20—25%, Кугитангские месторождения в прошлые времена могли дать около 2000 *т* этого металла.

Горнопромышленная деятельность в горах Кугитангтау была возобновлена после 60—70-летнего перерыва в 1943 г. силами промышленной кооперации Туркменской ССР на базе частично разведанного Тазачервинского месторождения. Небольшой свинцовый завод, построенный в долине Кугитанг-Дарьи в 10 *км* от рудника, выплавил с 1943 по 1950 г. включительно 458 *т* свинца.

Копетдагские полиметаллические рудопроявления впервые отмечались геологами И. И. Никшичем, А. В. Дановым и П. М. Васильевским (1929). В период с 1929 по 1931 г. В. П. Соколовым проводились поисково-разведочные работы на территории Западного Копет-Дага (1930а, в; 1934а, б); было выявлено множество баритово-витеритовых жильных месторождений и в некоторых из них отмечено присутствие редких вкраплений галенита и сфалерита. В 1944 г. А. В. Сидоренко (1945б) провел минералогическое изучение этих полиметаллических рудопроявлений. В 1946—1947 гг. Г. И. Каляев (1945ф, 1947ф) обобщил результаты всех предыдущих геологических исследований Западного Копет-Дага и дал наиболее полные структурную и металлогеническую схемы района.

Разведочные и эксплуатационные работы на барит, проводившиеся на отдельных месторождениях Копет-Дага В. Н. Вольпертом и Р. К. Тенишевой (1943ф), не выявили значительных скоплений полиметаллов. Специальные же поисково-разведочные работы на полиметаллы проводились в Копет-Даге в небольших размерах. Они не дают достаточных данных для перспективной оценки полиметаллического оруденения в этом районе.

По состоянию современных знаний о полиметаллических рудопроявлениях Туркмении, они относятся к гидротермальным, преимущественно низкотемпературным образованиям и могут быть разделены на две группы:

а) рудные залежи неправильных форм в известняках;

б) кальцито-баритовые жилы с включениями рудных минералов.

Рудопроявления второй группы типичны для Копетдагского района, хотя встречаются и в горах Кугитангтау. Рудопроявления первой группы характерны для Кугитангского района и наиболее значительны по масштабам.

Помимо морфологического различия, рудопроявления первой и второй групп отличаются друг от друга текстурными и структурными особенностями руд. Жилы обычно выполняют открытые полости, обладают полосчатыми или вкрапленными текстурами руд и содержат рудные ми-

нералы в подчиненных количествах. Рудные залежи, напротив, представляют собой наиболее высокие концентрации рудных минералов, приурочены к участкам известняковых брекчий и обнаруживают следы метасоматоза.

Если вблизи жильных тел почти не наблюдается изменения вмещающих пород, то залежи обычно окружены ореолом доломитизированных известняков, которые насыщены минеральными новообразованиями.

Жильные рудопроявления отличны от залежей и по своему стратиграфо-литологическому положению. Так, среди песчано-глинистых толщ Копет-Дага в алевролитах нижнего мела, а также в плотных пелитоморфных, частично кремнистых известняках нижних горизонтов верхнеюрских отложений Кугитангтау наблюдаются только жильные образования. Верхние же горизонты морской юры Кугитангтау, представленные зернистыми и пористыми рифовыми известняками, содержат залежи богатых полиметаллических руд.

Обе группы рудопроявлений образовались в период альпийского тектонического цикла, но так как молодые интрузивные породы в районах полиметаллических рудопроявлений не обнажаются на поверхности, не представляется возможным установить генетическую связь тех или других рудопроявлений с конкретным интрузивом.

Вещественный состав обеих групп рудопроявлений имеет общие черты. Руды представлены свинцово-цинковыми минеральными ассоциациями с более или менее значительными примесями минералов железа, а в отдельных случаях ртути и меди. Иногда встречается примесь сурьмы (обнаружена при химическом анализе руд). Всюду в том или ином количестве присутствует серебро. Из жильных минералов известны кальцит, барит, иногда доломит и витерит, реже встречается кварц.

КУГИТАНГСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Кугитангские полиметаллические месторождения расположены на западном склоне Кугитангского хребта (рис. 32) на высотах от 1500 до 2500 *м* над уровнем моря. Они сосредоточены в пределах небольшой площади, в 20—30 *км* на север от кишлака Карлюк.

Горы Кугитангтау представляют собой антиклинальную складку протяженностью 60 *км*. Простирание складчатой структуры меридиональное, совпадающее с ориентировкой хребта. Абсолютные высотные отметки хребта достигают 3137 *м*.

Западный склон хребта сложен юрскими известняками (оксфорд, лузитан), падающими на запад под углами 15—20°. Толща известняков прорезана глубокими ущельями преимущественно широтного простирания, с обрывистыми стенками, высотой до 400 *м*.

В толще известняков мощностью 400—450 *м* различаются горизонты (снизу вверх): брахиоподовый, аммонитовый, пелециподовый, псевдоконгломератовый, рифовый и надрифовый. Эти горизонты отличаются друг от друга не только содержащейся в них фауной, но также структурой и вещественным составом пород, то плотных, сложенных мельчайшими частицами органогенного вещества с глинистыми и кремнистыми примесями, то пористых и зернистых, сложенных исключительно карбонатным веществом.

По западному склону прослеживаются многочисленные нарушения, представленные флексурами и трещинами скола, по которым произошли взбросы восточных блоков пород. По мере приближения к ядру антикли-

нали нарушения встречаются чаще, а амплитуды перемещения пород увеличиваются.

Все известные рудопроявления Кугитангтау обнажаются в ущельях и расположены в зоне крупнейшего Караагачского и сопряженного с ним Тазачервинского нарушений. Караагачское нарушение представляет собой двойной ступенчатый взброс протяженностью более 20 *км* в направлении 340—350° и круто падает на восток (угол 60—85°).

На севере и юге нарушение затухает, переходя во флексурообразные изгибы пород. Ширина зоны нарушения между двумя параллельными трещинами (восточной и западной) 50—100 *м*. Здесь наблюдаются более

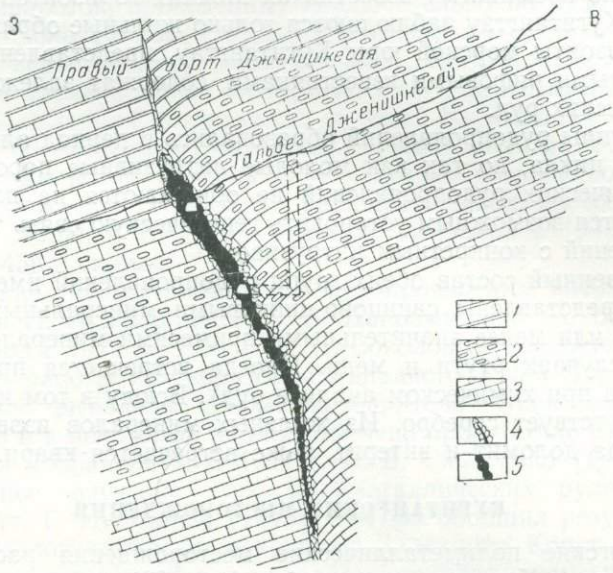


Рис. 32. Вертикальный разрез рудной залежи Тазачервинского полиметаллического месторождения. Составлен В. И. Бирюковым

1—рифовые известняки; *2*—псевдоконгломератовые известняки; *3*—пелециподовые известняки; *4*—зона тектонического нарушения и рудной минерализации; *5*—богатая руда

или менее интенсивное дробление пород, резкие изменения элементов их залегания в связи с поворотами отдельных блоков, зоны брекчий. Относительные перемещения пород по взбросам составляют от нескольких метров до 30—40 *м*, в сумме же по всей зоне нарушений относительное превышение восточного блока пород над западным достигает 150 *м*.

Месторождения Тазачервинское и Майданшахское, отстоящие друг от друга на 1 *км*; приурочены к Тазачервинскому нарушению, которое является западным ответвлением Караагачской зоны нарушений длиной около 6 *км* и также представлено двойным ступенчатым взбросом[1]. Однако здесь амплитуды перемещения пород значительно меньше, составляя 12 *м* по западной трещине и до 3 *м* по восточной. Простирание Та-

[1] По данным П. П. Чуенко, Караагачское и Тазачервинское нарушения являются самостоятельными зонами разломов, которые секут основное простирание пластов и развиваются за счет осложнения флексур, связанных со структурами второго порядка. — *Прим. ред.*

зачервинской зоны нарушений 320—330°, падение на северо-восток под углами 70—75°. Мощность зоны (между восточной и западной трещинами) от 15 до 70 *м*.

Месторождение Караагачское расположено в месте сопряжения Тазачервинской и Караагачской зон нарушений, в 2 *км* южнее Майданшахского месторождения. Базартюбинское месторождение находится еще южнее, в пределах Караагачского нарушения.

Все прочие рудопроявления (Гавдара, Дарайдара, Каттакомоу) тяготеют к отмеченным основным участкам.

Наиболее значительные скопления рудного вещества наблюдаются в тех местах зоны нарушения, где рудовмещающие трещины выполаживаются, как в случае Тазачервинской залежи (рис. 32), или где основная трещина, являющаяся рудопроводящим каналом, осложнена перистыми ответвлениями (Майдан-Шах, Кара-Агач). В этих случаях обычно наблюдается брекчирование вмещающих пород вдоль взброса.

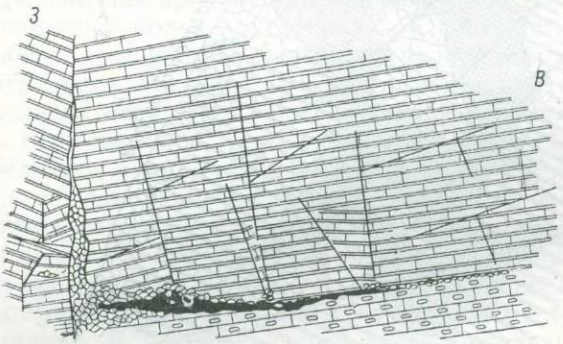


Рис. 33. Вертикальный разрез рудной залежи Базартюбинского месторождения. Зарисовка в правом борту северного отвершка Дарайдарасая. Составил В. И. Бирюков
Условные обозначения те же, что и на рис. 32

Однако местоположение рудных залежей Кугитангтау не определяется только благоприятными тектоническими структурами пород. Исключительная приуроченность богатых рудных тел к рифовому горизонту и верхним частям подстилающего его псевдоконгломератового горизонта свидетельствует также о литологическом контроле оруденения. Рифовый горизонт и верхние слои псевдоконгломератового горизонта, сложенные зернистыми, пористыми доломитизированными известняками, в отличие от нижележащих очень плотных пелитоморфных, частью кремнистых известняков, являются средой, благоприятной для рудоотложения. Выше рифового горизонта рудопроявления нигде не наблюдаются, а рудопроводящие и рудовмещающие трещины затухают в вышележащем надрифовом горизонте.

В результате наличия литологического контроля оруденения, наряду со структурным, отдельные залежи имеют пластовый характер, например Базартюбинская (рис. 33), обнажающаяся в правом борту сая Кандара (северного отвершка сая Дарайдара).

Другие залежи отражают действие обоих видов контроля оруденения и представляют собой комбинацию межпластовой залежи с трещинными жилообразными и трубообразными телами. Примером такой залежи может служить караагачский «Ханский шток», формы которого воспроизведены по расположению старых выработок (рис. 34).

Особенностью Кугитангских полиметаллических месторождений является глубокое окисление руд. Все известные залежи сложены окисленными рудами, в которых встречаются реликты галенита. Сульфиды свинца и цинка чаще встречаются в небольших монолитных кальцито-баритовых жилках, залегающих на некоторой глубине от поверхности

(южный фланг Тазачервинской залежи) или обнаженных в самых низах эрозионного среза (Караагачский участок). Процессы окисления значительно искажают первоначальный характер рудных тел, так как усложняют их морфологию и нарушают первичное соотношение полезных металлов. Цинк в процессе окисления подвергся значительному выносу и местами образовал вторичные залежи галмейных руд на некотором расстоянии от основного рудного тела (Караагачское месторождение).

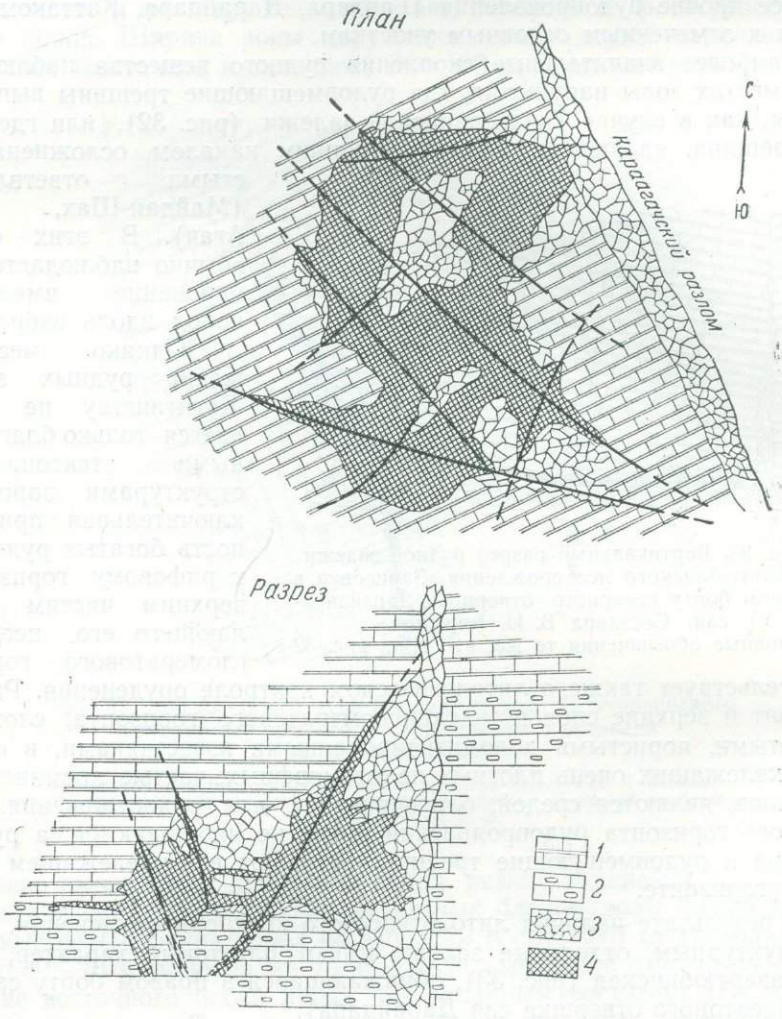


Рис. 34. Горизонтальное сечение (план) и вертикальный разрез рудной залежи Караагачского полиметаллического месторождения („Ханский шток"). Составлены В. И. Бирюковым

1—рифовые известняки; *2*—псевдоконгломератовые известняки; *3*—брекчии; *4*—руда

Тазачервинское месторождение

Тазачервинское месторождение обнажается по правому борту Дженишкесая в виде жилообразного рудного тела, расположенного в западной трещине Тазачервинской зоны нарушений. Эта трещина, обладаю-

щая переменными элементами залегания (угол падения от 60 до 85°), в отдельных участках заполнена брекчированным материалом. Вверху, в пределах надрифового горизонта, трещина затухает, ниже тальвега Дженишкесая она приобретает более пологое падение, а на глубине становится вновь крутопадающей (см. рис. 32). Рудная залежь располагается в месте выполаживания трещины и соответственно ее элементам простирания в направлении 320—325°, падая на северо-восток под углами 60—65°. Верхняя часть залежи приурочена к границе рифового и подстилающего псевдоконгломератового горизонта.

Залежь прослежена из шахт горизонтальными горными выработками (квершлаг, штреки) по простиранию на 160 *м* и по падению до глубины 30 *м*. Рудное тело в северной части достигает 5 *м* мощности; на флангах становится менее мощным и выклинивается (на юге) или разветвляется на ряд мелких прожилков (на севере). С глубиной рудное тело, вероятно, приобретает более крутое падение соответственно положению рудовмещающей трещины, подсеченной скважинами на глубинах 100—150 *м* от поверхности. На этих глубинах, по данным буровых скважин, трещина заполнена безрудной кальцито-баритовой жилой.

Вещественный состав залежи отличается резкими колебаниями, вследствие чего не устанавливается четкой закономерности в строении рудного тела. Обычно средняя часть его сложена дезинтегрированным в результате окисления карбонатно-баритовым материалом с большим или меньшим количеством окисленных рудных минералов, среди которых преобладают церуссит и гидроокислы железа; менее распространены монгеймит, смитсонит и англезит; изредка встречаются реликты галенита и пирита. В боковых частях залежи жильные минералы присутствуют в малых количествах. Здесь наиболее развиты гидроокислы железа, пропитывающие брекчированные участки вмещающих пород или залегающие сплошными землистыми массами, содержащими псевдоморфозы лимонита по пириту и в относительно небольших количествах супергенные свинцово-цинковые минералы. В некоторых случаях в боковых частях залежи наблюдается повышенное содержание цинка.

Основными структурами руд являются средне- и мелкозернистые реликтовые структуры замещения. В меньшей степени развиты колломорфные структуры супергенных новообразований.

Содержание свинца в отдельных участках залежи колеблется от 1,11 до 39,8%, цинка — от 0,3 до 4,55%. В руде содержатся серебро (до 130 *г/т*) и золото (до 1,6 *г/т*).

В 1945 г. по Тазачервинскому месторождению были подсчитаны запасы по категории C_1 в количестве 4070 *т* свинца при среднем содержании 11,34%.

За период с 1945 по 1950 г. частично отработан верхний горизонт месторождения до глубины 20 *м* и добыто около 6000 *т* руды.

Тазачервинское месторождение, находясь в труднодоступной местности, в узком скалистом ущелье, при абсолютном отсутствии воды вблизи участка представляет значительные трудности для промышленного освоения. Вследствие этого и также отсутствия механизации горных работ добыча руды производилась в ограниченных размерах (около 1000 *т* в год).

Высокое содержание полезных металлов в добываемой руде (10—15%) позволяет производить ее плавку без обогащения, применяя лишь частичную ручную сортировку в процессе добычи. Однако наличие более бедных блоков руды со средним содержанием свинца менее 6% и воз-

можное появление смешанных сульфидно-окисленных руд на нижележащих горизонтах залежи вызывают необходимость обогащения руд Тазачервинского месторождения.

Майданшахское месторождение

Майданшахское месторождение обнажается в верховьях Майданшахсая, на 100—120 *м* выше Тазачервинского, в толще рифовых известняков, в пределах той же Тазачервинской зоны нарушений, которая осложнена здесь примыкающими трещинами северо-западного простирания.

Зона нарушения на Майданшахском участке ограничивается двумя трещинами северо-западного простирания, между которыми породы несут следы дробления, изменены и насыщены минеральными новообразованиями. Мощность зоны нарушений от 15 до 70 *м*. Западная трещина, по которой произошел взброс с амплитудой 10—11 *м*, обладает брекчированным висячим боком и на протяжении 400 *м* заполнена кальцито-баритовой жилой мощностью до 3 *м*. На севере жила выклинивается, а на юге расчленяется на сеть мелких прожилков в пределах брекчированного участка. Кальцито-баритовая жила содержит ничтожные включения рудных минералов. Зона же брекчий на южном фланге жилы содержит полиметаллическое оруденение. Второй выход полиметаллических руд наблюдается в 150 *м* севернее.

Вмещающие породы в пределах зоны нарушения, представленные рифовыми известняками, заметно изменены: доломитизированы, насыщены включениями барита и кальцита в виде гнезд и прожилков, окрашены в красновато-буроватые цвета.

Штольни, пройденные на южном участке вдоль западной трещины по брекчированной и минерализованной зоне, вскрыли на глубине 30—50 *м* от поверхности богатые линзовидные скопления окисленных полиметаллических руд мощностью до 6 *м*, расположенные косо к основной (западной) трещине и, вероятно, приуроченные к ее перистым ответвлениям. Промежутки между богатыми рудными залежами представлены минерализованной известняковой брекчией с содержанием свинца до 2,21%. Богатые руды содержат до 50% свинца. Мощность интенсивно минерализованной зоны, вскрытой штольней с рассечками, составляет около 10 *м*. Богатые руды в ней занимают около 25—30% по объему.

В состав майданшахских полиметаллических руд входят исключительно окисленные минералы свинца и цинка; обильно развиты гидроокислы железа; изредка встречается киноварь и химическими анализами выявлено присутствие сурьмы. Жильные минералы представлены кальцитом, баритом, доломитом. Последний в отдельных участках становится преобладающим среди карбонатов.

Текстурно-структурный тип богатых майданшахских руд аналогичен тазачервинскому. Здесь наблюдаются среди мелкозернистой рудной массы крупные скопления почти чистого церуссита до 10 *см* в поперечнике. Бедные руды представлены вкрапленными и цементными текстурами, в которых рудные включения также образуют реликтовые структуры замещения, выполненные карбонатами свинца и гидроокислами железа.

Запасы металла в богатых рудах по всей Майданшахской зоне оруденения при средней мощности ее 10 *м* и на глубину 30—40 *м* могут составить величину 7—10 тыс. *т* свинца. Общие же запасы месторождения, включая и участки убогого оруденения, возможно, достигают 15 тыс. *т* свинца. В благоприятном случае, при продолжении продуктив-

ной зоны на глубину более 40 *м* и относительном увеличении в ней богатых руд, размеры перспективных запасов могут оказаться большими [1].

Горно-технические условия эксплуатации Майданшахского месторождения более благоприятны в сравнении с Тазачервинским ввиду возможности широкого фронта добычных работ вдоль продуктивной зоны и вскрытия месторождения с помощью горизонтальных выработок. Однако труднодоступность и безводность участка определяют значительные трудности его промышленного освоения.

[Геолого-разведочные работы, проводившиеся на Майданшахском полиметаллическом месторождении в 1951—1952 гг. партией Туркменского геологического управления, подтвердили перспективность месторождения и дали возможность впервые подсчитать его запасы.

Месторождение по морфологическим признакам относится к группе месторождений жильного типа. Рудовмещающими породами являются местами брекчированные доломитизированные известняки рифового и псевдоконгломератового горизонтов, по возрасту относящихся к верхнему оксфорду — лузитану.

Разведочными выработками вскрыто рудное тело, представленное окисленными рудами. Практически ценным компонентом является свинец. Содержание свинца в рудах колеблется (в контурах подсчета запасов) от 1,02 до 61,30%.

Форма рудного тела весьма неправильная, с наличием крупных местных расширений; протяженность его, по данным разведочных выработок, 340 *м*; по падению оно прослежено на глубину 66 *м*. Мощность рудного тела колеблется от 0,25 до 40 *м*.

Руды Майданшахского месторождения плавились в ватержакетной печи Кугитангского рудника Свинецразведки.

Горно-технические условия месторождения благоприятны для его эксплуатации. Подземные воды практически отсутствуют, редко встречающиеся трещинные воды дают весьма незначительный приток в период выпадения атмосферных осадков, количество которых в этом районе незначительно.

Запасы по месторождению, утвержденные ТКЗ на 31 декабря 1952 г., подсчитаны по категориям A_2+B+C_1 в количестве руды 859 702 *т* со средним содержанием свинца 5,39%, или 46 348 *т* свинца, в том числе:

а) по категории A_2 — руды 93 792 *т* со средним содержанием свинца 6,58%, или 6172 *т* свинца;

б) по категории B — руды 269 073 *т* со средним содержанием свинца 5,31%, или 14 391 *т* свинца;

в) по категории C_1 — руды 496 837 *т* со средним содержанием свинца 5,19%, или 25 786 *т* свинца [1].

Караагачское месторождение

Караагачское месторождение расположено на правом склоне одноименного ущелья, в 8 *км* от его устья. Месторождение приурочено к месту сопряжения Караагачской и Тазачервинской зон нарушений, вследствие чего породы на участке сильно нарушены, разбиты многочисленными

[1] Текст в квадратных скобках написан К. Е. Дунаевой-Мирович.

трещинами различных направлений, между которыми перемещены отдельные блоки пород.

Сложность тектонической структуры участка определила разнообразие морфологических типов рудных тел, которые представлены небольшими жилами, линзообразными, ветвящимися и иными неправильных форм залежами.

Наиболее значительные рудные тела — «Ханский шток» (старая выработка), «Галенитовая жила» и «Цинковый шток». Прочие рудопроявления в виде кальцито-баритовых жил с редкой вкрапленностью рудных минералов или отдельные участки минерализованных брекчий, судя по их выводам, сами по себе практического значения не имеют ввиду их небольших размеров и ничтожного содержания полезных металлов.

Залежь богатых окисленных руд «Ханского штока», приуроченная к пограничным слоям рифового и псевдоконгломератового горизонтов и находящаяся вблизи западной трещины Караагачской зоны нарушений, представляет собой комбинацию межпластовой залежи с ответвляющимися трубообразными и жилообразными телами. Залежь в верхней части выработана и воспроизводится лишь по расположению камер и ходков старой выработки. Размеры очистных камер достигают 10 *м* в ширину и 20 *м* в длину при высоте до 8 *м*. Отдельные щелеобразные выработки по жилообразным и трубчатым ответвлениям протягиваются до 20 *м* вверх. Контуры выработок указывают на длину залежи примерно 40 *м* и ширину до 20 *м*. Вниз из основной выработки ведут норы, приуроченные к трещинным рудным телам, которые, возможно, служат продолжением залежи на глубину.

Руды, слагавшие Ханский шток, видимо, имели минералогический состав, аналогичный описанному по Тазачервинскому и Майданшахскому месторождениям. Отдельные пробы, взятые по стенкам старой выработки, показали содержание свинца до 10,7%.

Галенитовая жила, залегающая в трещине северо-западного простирания, прослежена штольней на 53 *м* у верхней границы псевдоконгломератового горизонта. Средняя мощность жилы 0,7 *м*. Она сложена преимущественно окисленными рудными минералами, среди которых преобладают гидроокислы железа. В рудной массе встречаются желваки, до 20 *см* в поперечнике остаточного галенита в ассоциации с баритом и карбонатами.

Запасы категории C_1 по Галенитовой жиле, согласно подсчетам 1945 г. (Грибова, Демин и др., 1946ф), при среднем содержании металла 8,75% составляют 190 *т* свинца.

Вблизи Ханского штока, ниже старой выработки на 15—20 *м*, обнажается гнездообразное тело галмейных цинковых руд — «Цинковый шток». Он расположен среди сильно раздробленных известняков псевдоконгломератового горизонта. Мощность залежи достигает 7 *м* в поперечнике. Руда сложена в основном монгеймитом, смитсонитом и каламином с постоянной примесью гидроокислов железа и вторичного кальцита, развивающегося по стенкам пустот в виде хорошо образованных прозрачных кристаллов. Содержание цинка по отдельным пробам достигает 32%. Свинец присутствует в незначительном количестве, и лишь в единичных пробах содержание его достигает 6%.

Запасы категории C_1 по цинковой залежи определены в количестве 215 *т* цинка при среднем содержании металла 19,3%. Структурно-тектонические особенности Караагачского участка позволяют предполагать здесь наличе еще не выявленных залежей полиметаллических руд, в пер-

вую очередь в пограничной зоне рифового и псевдоконгломератового горизонтов.

Горно-технические условия эксплуатации Караагачского месторождения неблагоприятны ввиду его труднодоступности и безводности. К месторождению ведет лишь тяжелая вьючная тропа.

Базартюбинское месторождение

Базартюбинское месторождение залегает в висячем боку западной трещины Караагачской зоны нарушений на высоте около 2500 *м*. Оно обнажается в правом борту сая Кандара — северного отвершка Дарайдарасая — в виде межпластовой залежи на границе рифового и псевдоконгломератового горизонтов.

Рудное тело на выходе имеет мощность 1—2 *м* и прослеживается на протяжении 30 *м*. Вдоль выхода на 10 *м* протягивается щелеобразная старая выработка, уходящая своими норами вглубь по простиранию пласта.

Руда сложена окисленными минералами в ассоциации с баритом, витеритом и кальцитом и имеет обычный для Кугитангских месторождений облик. Содержание свинца в рудах, по немногим пробам, составляет от 2,42 до 14,97%, цинка — от 0,30 до 0,38%.

К отмеченному выходу рудной залежи тяготеет еще целая группа совершенно неизученных рудопроявлений на левом берегу северного отвершка Дарайдарсая и на левом склоне смежного с ним Гавдарасая.

Общая перспективная оценка Кугитангских полиметаллических месторождений и задачи дальнейших геолого-разведочных работ

Таким образом, основными чертами выявленных полиметаллических рудопроявлений на западном склоне Кугитангского хребта являются:

1. Приуроченность рудных тел к трещинным структурам в пределах известняков рифового и псевдоконгломератового горизонтов.
2. Разнообразие форм рудных тел, обусловленное комбинациями трещинных и пластовых структур.
3. Тесная связь полиметаллов с карбонатами и баритом.
4. Высокое содержание полезных металлов в рудах.
5. Значительная глубина зоны окисления, вследствие чего все известные залежи сложены окисленными рудами.

В пределах зоны полиметаллического оруденения, от Тазачервинского месторождения до Базартюбинского, на протяжении 8 *км* вероятно нахождение слепых рудных тел между ущельями, разрезающими западный склон хребта. Эти предполагаемые слепые залежи могут находиться под толщей надрифовых известняков, покрывающих все водоразделы, на глубине 100—150 *м* от поверхности.

Если учесть, что на каждом обнаженном и вскрытом выработками рудоносном участке продуктивной зоны нарушений на 100 *м* ее длины приходятся следующие величины запасов свинца: по Тазачервинскому 2000 *т*, по Майданшахскому 1500 *т* (ориентировочно), по Караагачскому 400 *т* (с учетом старых выработок), то можно допустить, что в среднем на 100 *м* длины зоны полиметаллического оруденения сосредоточивается 1300 *т* металла. Если предполагать далее, что зона полиметаллического оруденения продуктивна на протяжении 50% своей длины, то ориентировочная величина перспективных запасов свинца по всей зоне составит

около 50 тыс. *т*, а цинка, вероятно, вдвое меньше. В благоприятном случае, при обнаружении где-либо вдоль зоны более крупных скоплений рудного вещества, перспективные запасы могут значительно возрасти [1].

Дальнейшие геолого-разведочные работы должны быть направлены как на разведку обнаженных рудных тел, так и на поиски слепых залежей вдоль зоны нарушений вблизи границы рифового и псевдоконгломератового горизонтов.

Кроме отмеченных рудопроявлений, в пределах Караагачской и Тазачервинской зон нарушений на западном склоне Кугитангского хребта имеется еще ряд указаний на возможное присутствие полиметаллических руд в северной части хребта (шлаки, находки галенита в шлихах). Поэтому не исключена возможность нахождения новых рудных выходов на малоисследованных площадях Кугитангского хребта, за пределами зон полиметаллического оруденения Караагачского и Тазачервинского нарушений.

КОПЕТДАГСКИЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ

Копетдагские полиметаллические рудопроявления сосредоточены в западной части горного массива, на площади длиной около 200 *км* и шириной 60 *км*. Здесь в широтном направлении простирается несколько крупных пологих антиклиналей, образующих хребты Западного Копет-Дага. Крылья складок осложнены трещинными сбросо-сдвиговыми структурами и брахиантиклиналями. В сводовых частях брахиантиклиналей имеются крупные трещины разрыва.

Кальцито-баритовые жилы, содержащие вкрапления сульфидов свинца и цинка, залегают в толщах алевролитов с прослойками песчаников, относимых к верхнему апту и альбу, общая мощность которых около 1200 *м*. Жилы используют трещинные структуры, главным образом в брахиантиклинальных поднятиях. Вышележащие толщи сеномана, турона и сенона, представленные преимущественно пластичными осадками глинами и алевролитами, не содержат сколько-нибудь значительных жильных образований.

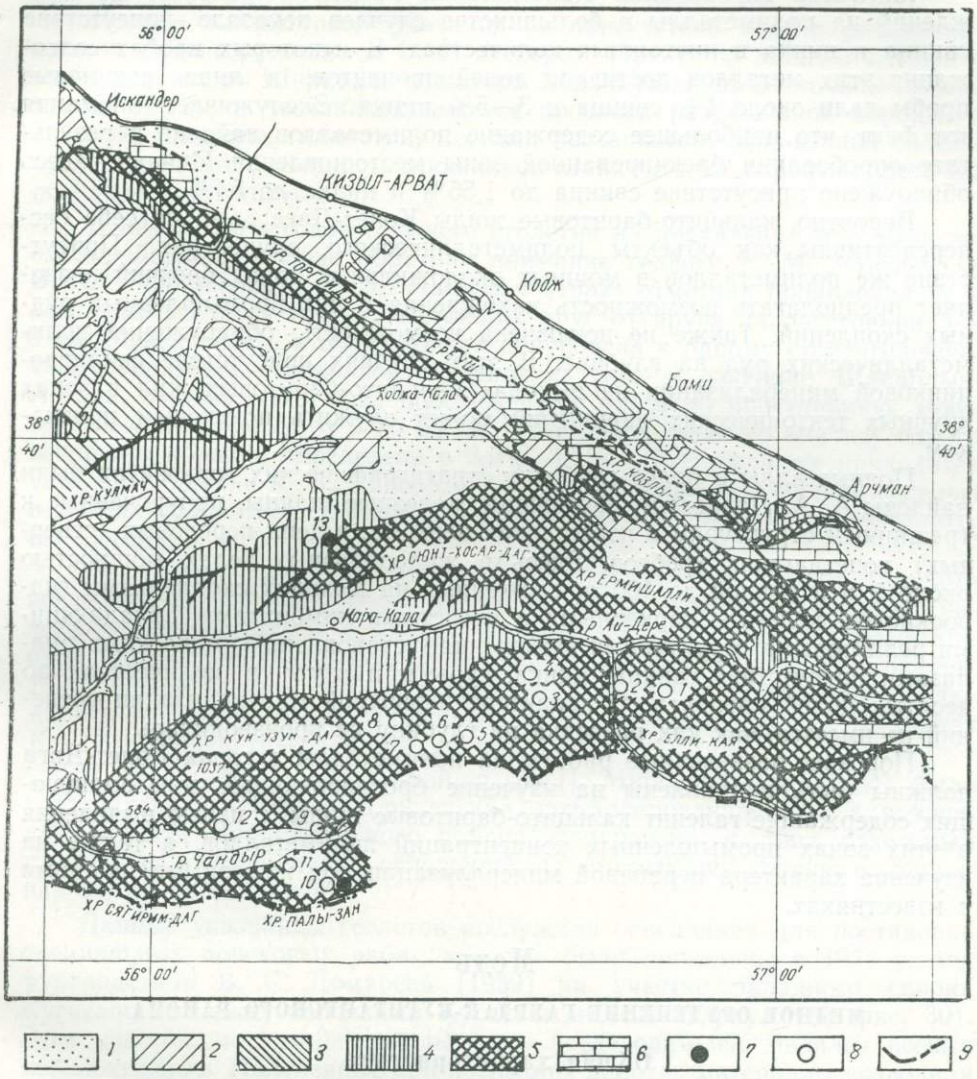
Из 75 известных жильных барито-витеритовых месторождений присутствие полиметаллов зафиксировано в месторождениях (рис. 35): Гечикерлен (*1*), Дурды-Хан (*2*), Арпаклен (*3*), Икинар (*4*), Куручай (*5*), Аккая (*6*), Курчунташ (*7*), Бексу (*8*), Чур-Чури (*9*), Куршурли (*10*), Кель-Агач (*11*), Алтытогдан (*12*), Караелчи (*13*). Два из них — Куршурли и Караелчи — содержат и киноварь.

Жильные тела мощностью 0,4—0,8 *м*, а в отдельных случаях до 8 *м*, и длиной до 50—70 *м* залегают, как правило, группами в пределах брекчированных зон. Мощность таких зон от 20 до 40 *м*, протяженность — до 2 *км*. Вмещающими породами обычно являются мелкозернистые песчаники зеленовато-серого цвета и алевролиты, состоящие из зерен кварца и полевых шпатов с примесью слюды и глауконита. Отмечаются редкие включения хлорита, циркона, апатита и рудных минералов. Цемент алевролитов преимущественно карбонатный с большей или меньшей примесью глинистых частиц.

Обломки вмещающих пород в брекчированных зонах цементируются песчано-глинистым и кальцито-баритовым материалом с обильной примесью гидроокислов железа. Последние особенно развиты вблизи жильных тел в виде гнезд и прожилков, а иногда образуют самостоятельные линзообразные тела до 20 *м* длиной (Арпаклен).

[1] Эта оценка, данная до получения результатов последних разведочных работ по Майданшахскому месторождению, является явно заниженной. — *Прим. ред.*

В составе жил, кроме кальцита и барита двух генераций, распространен витерит, реже встречается кварц в виде отдельных зерен и мелких прожилков.



1 2 3 4 5 6 7 8 9

Рис. 35. Геологическая карта жильных месторождений и рудопроявлений Западного Копет-Дага (по Г. И. Каляеву)

1—четвертичные отложения; *2*—неоген; *3*—палеоген; *4*—верхний мел; *5*—альб—апт; *6*—неоком; *7*—ртутные месторождения; *8*—свинцовые рудопроявления; *9*—тектонические контакты установленные и предполагаемые. Названия жильных месторождений и рудопроявлений: *1*—Гечикерлен; *2*—Дурды-Хан; *3*—Арпаклен; *4*—Икинар; *5*—Куручай; *6*—Аккая; *7*—Курчунташ; *8*—Бексу; *9*—Чур-Чури; *10*—Куршурли; *11*—Кель-Агач; *12*—Алтытогдан; *13*—Караелчи

Рудные минералы: сфалерит, галенит, пирит, изредка халькопирит и киноварь, а также развивающиеся по ним лимонит, церуссит, смитсонит, малахит, халькозин, ковеллин, борнит и азурит — присутствуют в отдельных вкраплениях и мелких прожилках. Рудные минералы встречаются лишь в некоторых участках жил.

В ряде случаев отмечалось наличие полиметаллов вне жильных тел, в пределах вмещающих минерализованных брекчий (Икинар, Арпаклен, Алтытогдан, Куручай и др.).

Частичное опробование Копетдагских барито-витеритовых месторождений на полиметаллы в большинстве случаев показало присутствие свинца и цинка в ничтожных количествах. В некоторых пробах содержания этих металлов достигали долей процентов, и лишь единичные пробы дали около 1% свинца и 3—5% цинка. Заслуживает внимания тот факт, что наибольшее содержание полиметаллов найдено в результате опробования брекчированной зоны месторождения Икинар. Здесь обнаружено присутствие свинца до 1,55% и цинка до 5,7%.

Вероятно, кальцито-баритовые жилы Копет-Дага сами по себе бесперспективны как объекты полиметаллического оруденения. Присутствие же полиметаллов в мощных околожильных зонах брекчий позволяет предполагать возможность нахождения в них промышленных рудных скоплений. Также не исключена возможность обнаружения полиметаллических руд на глубине. В этих случаях присутствие свинцово-цинковой минерализации на выходах кальцито-баритовых жил в зонах крупных тектонических нарушений может служить поисковым признаком.

Полиметаллы в более глубоких стратиграфических горизонтах были найдены А. А. Лавровым, изучавшим железные шляпы, приуроченные к трещинным структурам в известняках неокома, в цепи передовых (северных) копетдагских хребтов. Здесь в жилообразных телах мощностью около 1 *м* и длиной до 100 *м*, сложенных на выходах скоплениями гидроокислов железа — каркасными и ячеистыми лимонитами, обладающими реликтовыми структурами замещения, установлено химическими анализами присутствие свинца, цинка, сурьмы и ртути в количествах до десятых долей процента. О характере первичной минерализации сведений не имеется, так как разведка на глубину не производилась.

Поисково-разведочные работы на полиметаллы в горах Копет-Дага должны быть направлены на изучение брекчированных зон, вмещающих содержащие галенит кальцито-баритовые жилы, с целью выявления в этих зонах промышленных концентраций полиметаллов, а также на изучение характера первичной минерализации под железными шляпами в известняках.

Медь

МЕДНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ГАУРДАК-КУГИТАНГСКОГО РАЙОНА

Общая характеристика

В юго-восточной части Туркмении и прилегающих районах Узбекистана широкое распространение имеют проявления медного оруденения, приуроченные к нижнемеловым отложениям. В пределах Туркмении такие проявления известны на территории от Кундалянгтау на юго-западе до гор Тюбегатан на северо-востоке и от Кугитанг-Дарьи на востоке до долины Кансай на западе. Эта область, имеющая протяженность свыше 70 *км* по меридиональному и свыше 25 *км* по широтному направлению, составляет площадь примерно 2000 *км*^{2}. На юге и западе границы ее определяются линией погружения нижнемеловых отложений, на севере — границей Туркмении с Узбекистаном, а на востоке — линией эрозионного размыва в западном крыле Кугитангской антиклинали.

Выходы медных руд отмечались к северо-востоку от Ширабада (Узбекская ССР), вблизи ст. Чаршанга, в районе серного месторождения Гаурдак, по северо-западному склону Кугитангтау и в других местах.

Первые литературные указания на присутствие меди в рассматриваемом районе приводятся В. Н. Вебером (1913), по данным которого, «в 24 верстах от Ширабада у мазара Ходжа-Ипак на восточном склоне хребта Актау, в песчаниках имеется прослоек разрушенной породы, в 1 аршин толщины, глинистой, местами песчанистой, окрашенной солями меди (атакамит); мощность прожилков атакамита до 1 дюйма; здесь же обугленные стволы».

В начале 30-х годов текущего столетия на проявления меденосности в Ширабадском районе обратили внимание геологи Е. М. Лаптиева и В. П. Мирошниченко. Е. М. Лаптиева (1932) отметила проявления медной зелени в двух точках, отстоящих друг от друга на расстоянии 5—6 *км*. Меденосность в обеих точках приурочена к одному стратиграфическому горизонту песчаников. В одной из них, в урочище Шакарлык-Астана, рудный пласт был прослежен на 200 *м* по простиранию; мощность его колеблется от 5 до 50 *см;* содержание меди по анализу одного штуфного образца определено в 3,9%. Е. М. Лаптиевой же приводится устное сообщение А. В. Данова о наличии песчаников с медной зеленью в осыпях вблизи пос. Кугитанг, в расстоянии 90—100 *км* от отмеченных ею пунктов.

Геологами Научного института по удобрениям, производившими исследования месторождений калийных солей, отмечены «голубые налеты и незначительные примазки меди в глинистых сланцах кызылташской свиты» около соляного месторождения Окузбулак (Вахрамеев, 1932; Гиммельфарб, 1932а-б). Такие же проявления оруденения наблюдались в 1931 г. В. П. Мирошниченко в нижнемеловых известняках Кансая к северо-северо-западу от пос. Гаурдак.

В 1933 г. Е. М. Лаптиевой и В. П. Мирошниченко (1934) было установлено, что медное оруденение, констатированное ими в различных пунктах Чаршангинского района, приурочено к трем отдельным горизонтам нижнемеловых отложений, из которых два хорошо выдерживаются по простиранию.

Данные указанных геологов послужили основанием для постановки специальных поисковых работ, которые были проведены в 1934 г. под руководством В. С. Домарева (1939) на участке западного склона Кугитангтау между селениями Кугитанг и Ходжакараул (см. рис. 30). Этот участок, по мнению предыдущих исследователей, являлся весьма перспективным. Полученные при последних работах материалы позволили уточнить сведения о характере оруденения и сделать предварительную оценку детально исследованного участка.

В 1950 и 1951 гг. поисково-разведочные работы на медь проводились Туркменским геологическим управлением на правобережье р. Кугитанг-Дарьи. Эти работы дополнили и уточнили данные об оруденении третьего медистого горизонта.

В целом область распространения меденосных пород не подвергалась специальным поискам и окончательная ее оценка в отношении медных руд еще не произведена.

Медное оруденение рассматриваемой области относится к типу осадочных месторождений медистых песчаников и сланцев и, как указано

выше, приурочено к породам нижнемелового возраста, подстилаемым юрскими отложениями. Последние представлены мощной толщей известняков, относящихся к оксфордскому и лузитанскому ярусам и слагающих центральную часть и западный склон Кугитангтау, и свитой соляно-гипсовых лагунных отложений кимериджского и титонского возраста, окаймляющей известняки по западному склону этого хребта и выходящей в центральной части Гаурдакской антиклинали. К низам последней свиты приурочено Гаурдакское серное месторождение.

Нижнемеловые отложения залегают на соляно-гипсовой толще юры и протягиваются полосой вдоль западного склона Кугитангтау, западнее р. Кугитанг-Дарьи, а также на крыльях Гаурдакской антиклинали. Эти полосы нижнемеловых пород простираются в направлении юго-запад—северо-восток и на юго-западе перекрываются более молодыми отложениями, а на северо-востоке выходят за пределы Туркмении. Между Кугитангской и Гаурдакской полосами нижнего мела, а также к северо-западу от последней, по северо-западному крылу Гаурдакской антиклинали, обнажаются породы верхнего мела, мощность которых составляет 1000—1200 *м*.

Интересная в отношении меденосности нижнемеловая толща в нижних своих частях сложена лагунно-континентальными и лагунно-морскими, а в верхних частях — морскими отложениями.

Детальный стратиграфический разрез лагунных отложений нижнего мела, относящихся, по данным В. П. Мирошниченко, к валанжинскому и готеривскому ярусам [1], в пределах разведанной площади представляется в следующем виде (рис. 36).

Толща начинается горизонтом красных глин мощностью около 40 *м* (нижняя часть карабильской свиты Н. П. Хераскова). Выше него залегают:

1. Красные мелкозернистые аркозовые песчаники, имеющие иногда косую слоистость, с прослоями глинистых сланцев и мелкогалечных конгломератов (верхняя часть карабильской свиты Н. П. Хераскова). Все горизонты имеют одинаковый красный цвет, и издали толща представляется однородной. Общая мощность ее около 100 *м*. В кровле этой толщи В. П. Мирошниченко обнаружен пласт грубозернистых песчаников с пресноводной фауной (Unionidae).

2. Толща переслаивающихся зеленовато-серых и красно-бурых (преобладают последние) пелитолитов, мергелей и известковистых сланцев. Последние встречаются в верхней части толщи, образуя переход к вышележащим доломитизированным известнякам. Осыпи этих пород приобретают характерный кирпично-розовый цвет. Общая мощность 26 *м*.

3. Серые доломитизированные известняки, местами пересеченные прожилками гипса, а в нижних частях с включениями и налетами медной зелени (третий меденосный горизонт). Мощность 3 *м*.

4. Бурые песчанистые пелитолиты, пересеченные многочисленными прожилками гипса различного направления. Толща оканчивается пластом красноватых гипсов. Мощность 26 *м*.

(Слои 2—4 составляют альмурадскую свиту схемы Хераскова).

5. Толща красных известковых пелитолитов и аркозовых песчаников, в нижних частях гипсоносная, с многочисленными прослоями зеле-

[1] Нижняя часть этой толщи (карабильская свита Хераскова), вероятно, относится еще к юре. — *Прим. ред.*

но-серых сланцев и песчаников (кызылташская свита схемы Хераскова). Мощность 85 *м*. Среди этой толщи местами залегает второй меденосный горизонт.

6. Бурые и зеленовато-серые доломитовые пелитолиты и глинистые сланцы с многочисленными прожилками гипса, более густыми в верхних частях толщи. Отдельные слои толщи являются оруденелыми (первый меденосный горизонт). Толща перекрывается пластом белого гипса. Мощность 10 *м*.

7. Бурые и зеленовато-серые доломитовые пелитолиты и глинистые сланцы с многочисленными прожилками гипса. Толща аналогична предыдущей, но медное оруденение в ней отсутствует. Мощность 11 *м*.

(Слои 6—7 составляют нижнюю часть окузбулакской свиты схемы Хераскова).

Общая мощность лагунно-континентальной толщи составляет около 300 *м*.

Толща перекрывается отложениями барремского и аптского ярусов (окузбулакская и калигрекская свиты схемы Хераскова), представленными глинистыми сланцами и аркозовыми песчаниками с подчиненным количеством пелитолитов и прослоями ракушечного известняка. Общая мощность этой свиты около 260 *м*. Окраска пород преимущественно зеленовато-серая и серая, хотя в нижней части свиты выделяется горизонт красных тонкослоистых аркозовых песчаников и бурых пелитолитов с прожилками гипса.

Выше пород аптского яруса залегают морские отложения нижнего мела, относящиеся к альбскому ярусу и представленные, главным образом, зелеными глинами и ракушечными известняками. Общая мощность их около 460 *м*.

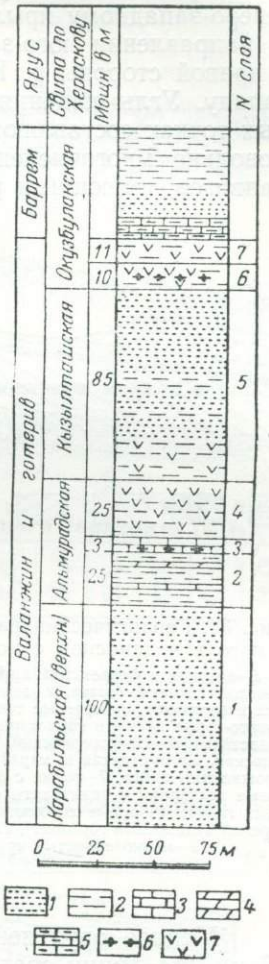


Рис. 36. Разрез меденосных отложений нижнего мела

1—песчаники; *2*—пелитолиты; *3*—известняк; *4*—мергель; *5*—сланец; *6*—медное оруденение; *7*—гипс

Медное оруденение приурочивается исключительно к породам нижней лагунно-континентальной толщи (валанжинский и готеривский ярусы), среди которых выделяются три рудоносных горизонта, представленных пелитолитами (первый и второй горизонт) и известняками (третий горизонт). Необходимо, однако, отметить, что выделение трех меденосных горизонтов является до некоторой степени условным, ибо ни один из этих горизонтов не прослежен по всей области распространения нижнемеловых отложений и возможно, что в отдельных участках ее могут оказаться оруденелыми различные пласты толщи. Первичное оруденение представлено вкрапленностью и скоплениями медного блеска, за счет которого в зоне окисления образуются малахит и атакамит.

Из всей области распространения меденосных пород более или менее детально изучен только участок у пос. Кугитанг.

Оруденение близ пос. Кугитанг

В районе пос. Кугитанг нижнемеловые отложения приурочены к северо-западному крылу Кугитангской антиклинали. Они протягиваются в направлении юго-запад—северо-восток (азимут простирания 45°) с правой стороны р. Кугитанг-Дарьи. Падение пород пологое к северо-западу. Углы падения подвержены некоторым колебаниям и в отдельных точках составляют от 4—5 до 12—14°. Залегание пород нарушается довольно многочисленными разрывами как типа сбросов, так и типа надвигов, имеющими различные направление и амплитуду (рис. 37, 38).

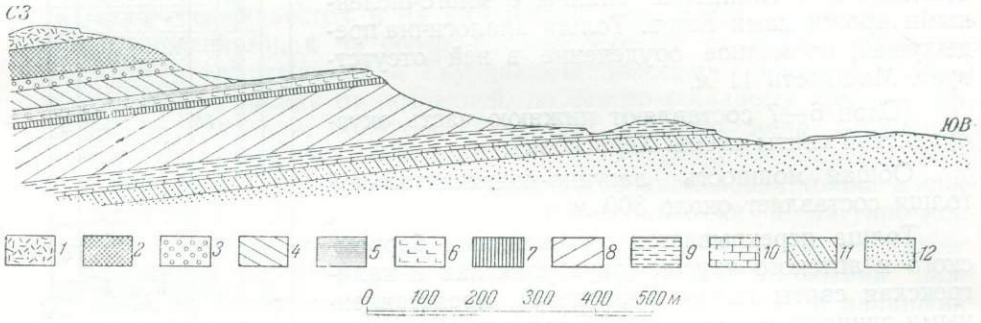


Рис. 37. Геологический разрез меденосных отложений нижнего мела участка, изученного в меденосном отношении, у поселка Кугитанг. Составлен В. С. Домаревым

1—5—аптский и барремский ярусы (калигрекская и окузбалакская свиты): *1*—серые аркозовые песчаники с прослоями конгломерата, *2*—зеленовато-серые глины и гипсы, в верхних горизонтах с прослоями оолитовых известняков, *3*—красные тонкослоистые песчаники и бурые пелитолиты с прожилками гипса, *4*—зеленовато-серые глины и тонкослоистые аркозовые песчаники, *5*—глинистые сланцы с прослоями ракушечного известняка; *6—12*—готеривский, валанжинский и верхи титонского (?) ярусы (низы окузбулакской, кызылташская, альмурадская и карабильская свиты): *6*—бурые и зеленовато-серые доломитовые пелитолиты с прожилками гипса, *7*—то же с включениями медного блеска (первый медистый горизонт), *8*—красные аркозовые песчаники и пелитолиты с прослоями зеленовато-серых песчаников, *9*—бурые пелитолиты с прожилками гипса, *10*—серые доломитизированные известняки, местами с включениями и налетами медной зелени (третий меденосный горизонт), *11*—переслаивание зеленовато-серых и красно-бурых пелитолитов и мергелей, *12*—мелкозернистые красные аркозовые песчаники с прослоями ярко-красных пелитолитов

Медное оруденение на этом участке прослежено на протяжении 7 *км* (по линии среднего простирания пород) по естественным обнажениям и по канавам. На глубину рудные залежи вскрыты четырьмя наклонными шурфами на расстояние до 14 *м* по падению пласта. Меденосность здесь приурочивается к двум горизонтам, обозначенным как «первый» и «третий». «Второй» горизонт, выделяемый на других площадях, на рассматриваемом участке не констатирован. Первый меденосный горизонт представляет собою толщу доломитовых пелитолитов и имеет среднюю мощность около 10 *м*. Он залегает на толще красных аркозовых песчаников и перекрывается аналогичной ему по составу и мощности толщей, причем границей между ними служит пласт белых мелкозернистых гипсов.

Пелитолиты первого горизонта имеют в основном бурую окраску с многочисленными неправильно разбросанными пятнами зеленовато-серого цвета. Размер зеленовато-серых пятен большей частью невелик (несколько квадратных сантиметров), но местами такие пятна приобретают удлиненную по напластованию форму и зеленовато-серые пелитолиты образуют прерывающиеся по простиранию (и падению) прослой-

ки среди бурых пелитолитов (рис. 39). Смена бурой окраски на зеленовато-серую происходит всегда постепенно.

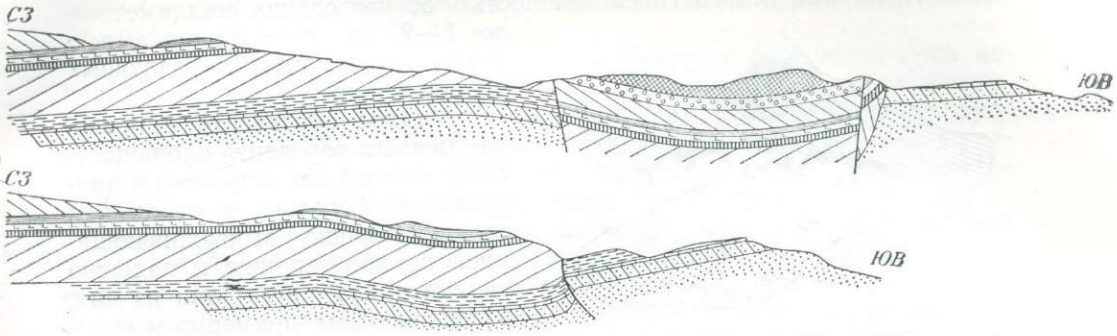


Рис. 38. Геологические разрезы меденосных отложений нижнего мела. Составлены В. С. Домаревым

Условные обозначения те же, что и на рис. 37

Таблица 39

Химический состав пелитолитов первого меденосного горизонта (в %)

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	CO_2	П.п.п	H_2O гигр.
Бурый пелитолит	44,17	0,65	16,79	4,85	2,17	0,06	4,31	9,82	3,64	0,72	0,68	4,28	5,22	2,45
Зеленовато-серый пелитолит	44,83	0,60	15,22	2,10	2,17	0,09	6,08	10,29	3,36	0,62	0,10	7,78	4,77	1,94

Химический состав пелитолитов характеризуется следующими анализами (см. табл. 39).

Из данных анализов видно, что существенных различий между составами бурых и зеленовато-серых пелитолитов не имеется. Обращает внимание лишь повышенное количество карбоната в составе зеленовато-серых пелитолитов.

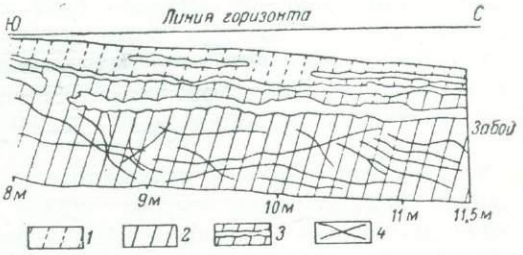


Рис. 39. Зарисовка в шурфе первого меденосного горизонта

1—пестрые пелитолиты; *2*—бурые пелитолиты; *3*—прослои зеленовато-серых пелитолитов со скоплениями гипса и с медным блеском; *4*—прожилки гипса

Характерной чертой первого медистого горизонта, как и целого ряда других горизонтов нижнемеловых отложений, является наличие в нем многочисленных прожилков и включений гипса. Среди гипсовых образований выделяются три разновидности:

1. Миндалевидные включения желтоватого или розового гипса, встречающиеся как среди бурых, так и среди зеленовато-серых разновидностей пелитолитов и представляющие собой, по-видимому, образования, сингенетичные вмещающей породе.

2. Неправильные выделения гипса, приуроченные исключительно к зеленовато-серым пелитолитам. Характер таких выделений виден на рис. 40. К ним нередко приурочивается вкрапленность медного блеска.

3. Прожилки белого гипса мощностью от нескольких миллиметров до 1—2 *см*, пересекающие всю толщу пелитолитов в различных направлениях.

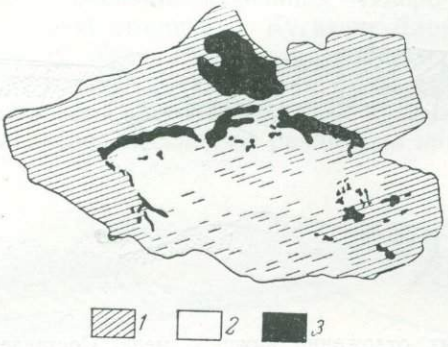


Рис. 40. Зарисовка поверхности рудного штуфа из первого медеиосного горизонта

1—зеленовато-серый пелитолит; *2*—гипс; *3*—участки вкрапленности медного блеска

Медное оруденение в пределах первого горизонта наблюдается не по всей его мощности и приурочивается только к отдельным слоям. Хорошо выдерживающимися по простиранию и падению являются два слоя. Один из них, расположенный примерно в средней части горизонта, имеет среднюю мощность около 40 *см* и отличается значительным постоянством: по простиранию он прослежен на расстояние свыше 20 *км*. Второй слой залегает примерно на 1 *м* ниже первого и имеет мощность 10—15 *см*. Он является менее постоянным и местами прерывается. Помимо этих двух слоев, оруденение спорадически встречается и в других частях пелитолитов первого горизонта (рис. 41).

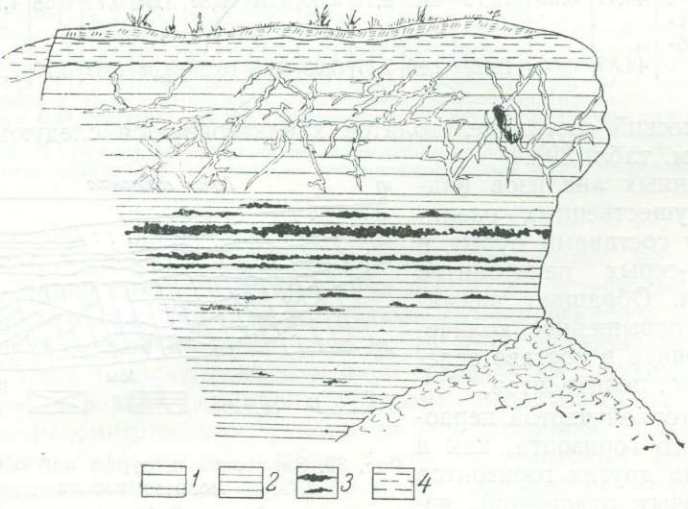


Рис. 41. Зарисовка обнажения первого меденосного горизонта вблизи пос. Кара-Агач (по В. И. Бирюкову)

1—зеленовато-серые пелитолиты; *2*—красно-бурые пелитолиты; *3*—прослойки, обогащенные медными минералами; *4*—гипс

Строение первого медистого слоя достаточно своеобразно. Он не имеет резких границ и не представляет собой определенный пласт или пропласток, а состоит из двух прерывающихся полос зеленовато-серых пелитолитов, окруженных и разделенных бурыми пелитолитами, в верх-

ней части содержащими светлые зеленоватые пятна (см. рис. 39). Очертания зеленовато-серых полос нерезкие; они часто прерываются по простиранию, имеют изменчивую ширину от 3—5 до 12—15 *см*, местами сливаясь друг с другом, местами разделяясь слоем бурых пелитолитов мощностью от 5—6 до 12—15 *см*.

К этим полосам зеленовато-серых пелитолитов приурочиваются неправильные выделения гипса второго из описанных выше типов, размером от частей кубических сантиметров до десятков. Вкрапленность рудных минералов связана с гипсовыми выделениями и лишь изредка встречается непосредственно в пелитолитах зеленовато-серого цвета, совершенно отсутствуя в красных пелитолитах.

Первичным рудным минералом является исключительно медный блеск, который в гипсовых выделениях образует мелкую вкрапленность. Размер отдельных зерен его колеблется в широких пределах, составляя в плоскости шлифа площади обычно от 0,00016 до 0,14 *мм*^{2}, но местами рудные зерна образуют густые скопления, среди которых гипс в количественном отношении играет подчиненную роль. В целом распределение медного блеска среди гипсовых выделений весьма неравномерно, и наряду с обогащенными им участками имеются и совершенно безрудные. Обычно наблюдается концентрация медного блеска вблизи остатков не замещенного гипсом материала пелитолита и в более или менее крупных участках гипса по их периферии (см. рис. 40). Мелкие гипсовые выделения иногда по всему объему обогащены медным блеском. Такие обогащенные гипсовые образования имеют обычно линзовидную форму. Объем их большей частью не превосходит 2 *см*^{3}.

Среди гипсовых прожилков или в миндалевидных включениях первого типа медный блеск не констатирован. Непосредственно в пелитолите, вне видимой связи с гипсовыми участками, медный блеск образует изолированные зерна изометричной формы размером 1—1,5 *мм*. Такие зерна весьма редки.

Из вторичных сульфидов нередко встречается ковеллин, замещающий зерна медного блеска.

Распределение меди в рудном слое является неравномерным. Однако медьсодержащие гипсовые образования встречаются достаточно часто, и поэтому сколько-нибудь значительные безрудные промежутки ни по простиранию, ни по падению рудного слоя не выделяются, хотя и имеются несколько обогащенные участки среди, в общем, бедного по содержанию меди рудного слоя.

Поверхностное изменение руды выражается в первой стадии в образовании каемки медной зелени вокруг оруденелых участков гипса. При дальнейшем окислении медный блеск полностью разлагается, причем разрушаются также и гипсовые выделения, вследствие чего вблизи поверхности на их месте образуется пористая масса, окрашенная медной зеленью. Медь у поверхности мигрирует и образует пленки и налеты зеленого и голубоватого цвета по трещинам пелитолита или окрашивает в зеленый цвет кусочки гипса. Медная зелень состоит из малахита и хлорида меди, близкого к атакамиту, но имеющего состав $CuCl_2 \cdot 6Cu(OH)_2$.

Глубина зоны окисления первого горизонта очень невелика. В вертикальных обнажениях медный блеск в значительных количествах встречается непосредственно у поверхности, на сглаженных же склонах окисление заходит дальше, но все же на расстоянии в несколько десятков сантиметров от поверхности в рудном слое появляется медный блеск, ко-

торый на глубине 2—3 *м* уже составляет главную массу рудных минералов. По трещинам окисление проникает на бо́льшую глубину, и в таких условиях медная зелень встречалась на глубине 14 *м* от поверхности.

Описанный характер первого рудного слоя повторяется и для второго, залегающего на 1 *м* ниже. Здесь, однако, имеется только одна полоса зеленовато-серых пятен среди массы бурых пелитолитов. В связи с этим и мощность второго слоя значительно меньше и обычно не достигает 20 *см*.

Третий медистый горизонт представляет собой пласт плотных доломитизированных известняков мощностью 2,20—3,80 *м*, подстилаемый известково-глинистыми сланцами мощностью 0,65—0,70 *м*, постепенно сменяющимися книзу пелитолитами. Известняки перекрываются толщей бурых пелитолитов с многочисленными прослойками и прожилками гипса. Последние присутствуют также и в известняковом пласте, пересекая его по различным направлениям. Мощность гипсовых прожилков от 1—2 до 10—15 *см* (рис. 42).

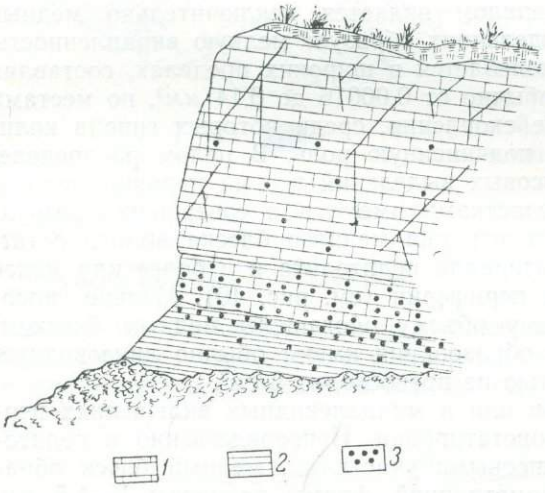


Рис. 42. Зарисовка обнажения третьего медеиосного горизонта вблизи пос. Кара-Агач (по В. И. Бирюкову)

1—известняк светло-серый; *2*—зеленсвато-серые пелитолиты; *3*—включения медных минералов

Оруденение третьего горизонта у поверхности представлено почти исключительно медной зеленью, образующей тонкие пленки и налеты на плоскостях многочисленных трещин и местами пропитывающей массу известняка. Такие, несомненно поверхностного происхождения, образования приурочены главным образом к нижним частям известнякового пласта и местами к верхним слоям подстилающих известняки известковистых сланцев. Общая мощность оруденелой толщи 0,5—0,7 *м*. Верхние слои известняков, как правило, лишены медьсодержащих минералов, встречающихся в них лишь спорадически. Реже оруденение приурочено к железистым конкрециям овальной формы или же к удлиненным железистым образованиям, напоминающим собой остатки древесной растительности; неясные отпечатки последней изредка встречаются во всей массе известняка.

В минералогическом отношении медная зелень представляет собой смесь атакамита с малахитом. Атакамит, помимо пленок и налетов, встречается в виде включений в прожилках прозрачного гипса, пересекающего известняки. Из сульфидов вблизи поверхности встречено небольшое скопление медного блеска, частично замещенного ковеллином и медной зеленью.

Распределение оруденения в третьем горизонте неравномерно, и участки с проявлением медной зелени чередуются с участками без видимых медных минералов.

Длина оруденелых участков по простиранию обычно незначительна (100—200 *м*); содержание меди невелико и по отдельным пробам не превышает 0,54%, а в среднем далеко не достигает этой цифры.

Все вышеприведенные данные относятся к поверхностной зоне.

В 1950—1951 гг. третий горизонт разведывался Туркменским геологическим управлением на глубину. По данным В. И. Бирюкова и Н. П. Поддубного, на глубине 5—6 *м* от поверхности в породах третьего горизонта присутствует вкрапленность мелких зерен медного блеска и борнита, причем последний часто встречается в концентрически-скорлуповатых образованиях совместно с пиритом. В глинистых сланцах присутствует пирит в виде густой мелкой вкрапленности. Среднее содержание меди в третьем горизонте, по данным 188 проб 1951 г., составляет 0,128%.

ГЕНЕЗИС ОРУДЕНЕНИЯ

Генезис медного оруденения как участка пос. Кугитанг, так и всей рассматриваемой области распространения нижнемеловых отложений детально не изучен. Имеющиеся данные указывают лишь на то, что образование руд обязано супергенным процессам. Сходство меденосной толщи рассматриваемого района с толщами медистых песчаников других районов территории СССР и зарубежных стран в литологическом и фациальном отношениях (Домарев, 1948) позволяет предполагать, что первичное накопление меди происходило сингенетично с вмещающими оруденение породами. Об этом же говорит приуроченность оруденения к определенным горизонтам толщи, выдерживающимся на значительном протяжении. Источником меди являлись, по-видимому, размывавшиеся породы Гиссарского хребта. Первичное осаждение меди могло происходить под влиянием восстановительных агентов, природа которых точно не установлена (в пелитолитах первого горизонта содержится 0,08—0,12% органического углерода), или путем коагуляции из коллоидных растворов. Пелитолиты первого рудного горизонта в значительной степени состоят из материала, выпавшего из коллоидных растворов, и весьма возможно, что наряду с глинистыми коллоидами в небольшом количестве приносились коллоиды сульфидов меди, давшие начало рассеянной вкрапленности медного блеска в пелитолите. Содержание такой первичной меди, по-видимому, не превышало 0,1%, как об этом свидетельствуют анализы проб пелитолитов, взятых вне пределов рудных слоев.

Концентрация медного блеска в гипсовых выделениях, как следует из характера самих выделений, является уже вторичной. Происходила ли она при диагенезе осадков или несколько позже, в настоящее время еще не установлено, и можно лишь определенно говорить, что эта концентрация не связана с современными процессами. Последние ведут лишь к окислению пород и образованию медной зелени, при незначительном распространении этого процесса на глубину.

КАЧЕСТВО РУД И ВОЗМОЖНЫЕ ЗАПАСЫ

В соответствии с минералогическим составом первичных руд, никаких тяжелых металлов, кроме меди и незначительных количеств серебра, в них не установлено. Анализы проб на никель, кобальт и ванадий дали отрицательные результаты, золото в девяти анализировавшихся пробах обнаружено лишь в виде следов (в одной пробе 0,05 *г/т*). Содержание меди в первичных рудах невелико и по отдельным пробам колеблется от

0,04 до 1,02%. Среднее содержание меди, по данным опробования руд в трех шурфах, пройденных по падению первого рудного горизонта, следующее: № 1 — среднее из 11 проб 0,35%; № 2 — среднее из 10 проб 0,13%; № 3 — среднее из 9 проб 0,52%. Окисленные руды, как правило, беднее соответствующих им первичных, но у поверхности местами наблюдается обогащение породы медной зеленью. Так, содержание меди в пробах, взятых из канав и расчисток, колеблется от 0,11 до 2,04%.

Содержание серебра в первичных рудах, по данным девяти анализов, колеблется от 4,8 до 20,0 *г/т* (среднее 10,8 *г/т*).

Приведенные содержания меди относятся к слою, состоящему из двух неправильных полос зеленовато-серых пелитолитов и разделяющего их прослойка бурых пелитолитов. Средняя мощность этого слоя по ряду выработок составляет 0,43 *м*. Путем отбора из материала проб кусков бурых пелитолитов содержание меди может быть повышено в 2—3 раза (при соответствующем уменьшении количества руды).

Пройденные наклонные шурфы показывают, что по падению можно выделить отдельные участки протяжением в 2—3 *м* с содержанием меди, значительно отличающимся от среднего. Это достаточно ясно намечается как по распределению видимых рудных скоплений в стенках выработок, так и по данным анализов проб. Однако, помимо таких мелких участков, можно выделить более или менее значительные площади, отличающиеся по интенсивности оруденения. Так, в районе шурфов № 1 и 4, по данным канав, содержание меди составляет 0,25%, а в районе шурфа № 3 может быть выделен участок протяжением 800 *м* со средним содержанием 0,78% меди мощностью 0,5 *м*.

Содержание меди в третьем медистом горизонте, по данным 1951 г., составляет в среднем 0,128%, но у поверхности имеются незначительные по протяженности участки с содержанием 0,46%.

Приведенные данные показывают, что мощность медистого слоя первого горизонта невелика, а содержание меди невысокое. Тем не менее ориентировочные цифры запасов, которые могут быть подсчитаны для участка пос. Кугитанг, представляют некоторый интерес. Установленная протяженность непрерывного оруденения по простиранию первого рудного горизонта составляет 7000 *м*. Выходы меденосного горизонта констатированы на гипсометрических уровнях, отличающихся друг от друга на 120 *м*, что при угле падения 6° составляет около 1100 *м* по падению пласта. Объем руды на рассматриваемом участке при средней мощности 0,43 *м* достигает 3 300 000 $м^3$, объемный вес руды по нескольким определениям равен 2,5 и, следовательно, запас руды в указанном объеме составляет 8250 тыс. *т*, а запас меди при среднем содержании 0,33% (по данным трех шурфов) — 28 тыс. *т*.

По третьему рудному горизонту подсчитать даже такие примерные цифры нельзя вследствие крайнего непостоянства оруденения.

Перспективы меденосности Гаурдак-Кугитангского района

Участок пос. Кугитанг является единственным более или менее детально исследованным участком всей обширной площади распространения меденосных пород в юго-восточной части Туркмении. Имеющиеся данные не позволяют утверждать, что этот участок является наиболее перспективным из всей площади развития нижнемеловых отложений. Хотя первый и третий рудные горизонты отличаются большой выдержан-

ностью и прослеживаются далеко за пределы изученного участка, все же нет оснований считать, что на всей рассматриваемой площади нет других рудных горизонтов, отсутствующих на детально исследованном участке. В частности, выделенный Е. М. Лаптиевой и В. П. Мирошниченко «второй» медистый горизонт в районе пос. Кугитанг пока не констатирован. Интенсивность оруденения первого горизонта не является постоянной, как об этом можно судить по уже имеющимся данным. Так, в горах Каттауртау вблизи ст. Чаршанга интенсивность оруденения первого горизонта меньше, чем на участке Кугитанга, и наблюдалось оно исключительно в виде примазок медной зелени по трещинам пелитолита. С другой стороны, имеются указания на наличие интенсивного развития медной зелени в первом горизонте в нескольких километрах к северу от колодца Заргарлык. Такая неравномерность оруденения заставляет считать возможным нахождение более интенсивно оруденелых участков, чем участок пос. Кугитанг. Поэтому имеющиеся данные не являются достаточными для окончательной оценки меденосности всего района.

Дальнейшие исследования в первую очередь должны состоять в поиске и прослеживании выходов меденосных горизонтов с производством соответствующих расчисток и взятии необходимого количества проб. Такое обследование целесообразно провести не только на территории юго-восточной Туркмении, но и в прилегающих частях Узбекистана, на площади которых известны выходы нижнемеловых пород.

Более детальные работы следует намечать лишь после таких предварительных исследований.

Бокситоподобные породы

БОКСИТОПОДОБНЫЕ ПОРОДЫ ТУАРКЫРА

Бокситоподобные породы обнаружены в северо-западной части Туркменской ССР на территории Туаркырской угленосной площади, в Красноводском районе Ашхабадской области. Рельеф на участке месторождения холмистый; колебания высотных отметок не превышают 60—70 *м*; проезд на автомашине возможен почти повсеместно. Ближайший населенный пункт — аул Чагыл — расположен в 20 *км* к северу от участка распространения бокситоподобных пород и связан грунтовой дорогой протяженностью 300 *км* с г. Красноводском.

Наличие бокситоподобных пород было установлено в 1949 г. при производстве комплексной геологической съемки Туаркырского района (Курбатов, Сукачева и др., 1951ф). В 1950 и 1951 гг. выходы этих пород были опробованы бороздовым способом, а в их окрестностях проведены поисковые работы.

Бокситоподобные породы приурочены к отложениям лейаса, обнажающимся в южной части Туаркырской антиклинальной складки на участке возвышенностей Кизылкия. Породы лейаса на протяжении 17 *км* окаймляют узкой прерывистой полосой выходы отложений палеозойского и нижнетриасового возраста, обнажающиеся в наиболее поднятой части ядра антиклинали (рис. 43). Залегая на размытой поверхности этих древних свит, отложения лейаса в свою очередь трансгрессивно покрываются базальными песчаниками средней юры, развитыми в приядерной части антиклинали. В северо-западной части выходов бокситоподобных пород имеется активный контакт нижнеюрских слоев с габбро.

Положение и мощность бокситоподобных пород в лейасовой толще непостоянны. На одних участках они являются нижними слоями толщи и лежат непосредственно на размытой поверхности палеозоя, на других участках под ними имеется маломощная пачка глин, содержащих углистые прослои. Перекрываются они угленосными отложениями того же нижнеюрского возраста. Мощность бокситоподобных пород по простиранию резко колеблется от 1 до 25 *м*. Местами они выклиниваются.

Нижнеюрская толща сохранилась не всюду. На одних участках

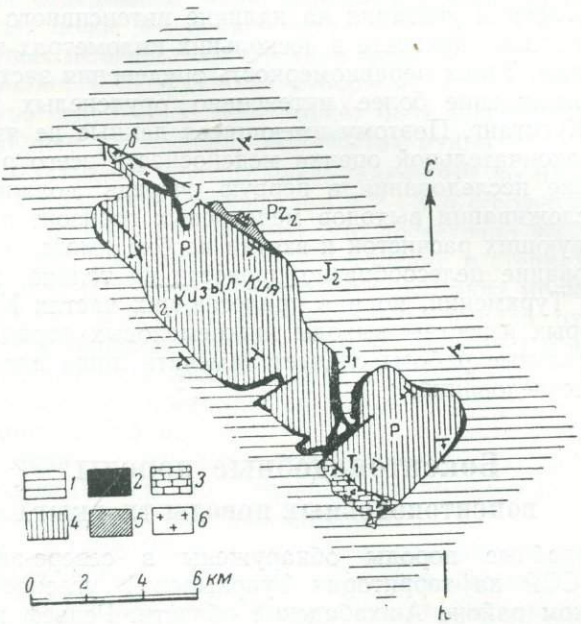


Рис. 43. Карта распространения бокситоподобных пород в ядерной части Туаркырской антиклинали (по В. С. Курбатову)

1—средняя юра; *2*—нижняя юра (с бокситоподобными породами); *3*—нижний триас; *4*—пермь; *5* средний(?) палеозой; *6*—габбро

базальные песчаники средней юры ложатся на различные горизонты нижнеюрских угленосных отложений и бокситоподобных пород, а на других нижнеюрские отложения выпадают из разреза и средняя юра залегает на более древних свитах.

Азимуты падения нижнеюрских отложений и базальных песчаников средней юры обычно близки, но угловые несогласия между ними значительны; нижнеюрские отложения обычно падают под более крутыми углами. Углы падения бокситоподобных пород нередко достигают 45°, а на контакте с габбро местами пласты поставлены на голову. На отдельных участках отложения лейаса совместно с отложениями средней юры имеют тектонический контакт с различными горизонтами перми. Нарушенность слоев мелкими сбросами внутри пачки бокситоподобных пород незначительна.

Бокситоподобные породы слагают пачку пластов, различающихся по цвету, структуре и составу. Породы окрашены в различные тона зе-

леновато-белого, светло-серого, коричневого и красного цветов. Среди них имеются как глинистые, так и плотные каменистые разности. Отдельные прослои сильно ожелезнены и отличаются большой крепостью. Местами пласты содержат мелкие (1—3 *мм* в диаметре) бобовины, в изломе ярко-красного и серого цветов, которые то редко рассеяны в породе, то образуют густые, иногда гнездовидной формы скопления.

На контакте с перекрывающей их угленосной пачкой бокситоподобные породы обычно содержат отдельные мелкие обуглившиеся обломки растений. Для большинства разновидностей бокситоподобных пород северо-восточного крыла антиклинали характерны неслоистое сложение (пласты разграничиваются лишь по цвету) и концентрически-скорлуповатая отдельность. В некоторых пластах наблюдается заметная на глаз примесь песчанистых кварцевых частиц.

При сравнительной невыдержанности по простиранию всей пачки пласты в ней еще менее постоянны. Отдельные прослои быстро выклиниваются или переходят по простиранию в другие разности. Так, при прослеживании с северо-запада на юго-восток по северо-восточной линии выходов бокситоподобных пород наблюдается следующее изменение пачки: у выходов габбро породы пестро окрашены, многие прослои их содержат мелкие бобовины, пласты песчаника среди них единичны; к юго-востоку пачка представлена в основном песчаниками с единичными прослоями бокситоподобных пород; еще далее бокситоподобные породы представлены зелеными и красными неслоистыми глинистыми разностями, не содержащими бобовин, а близ южного окончания северо-восточной линии выходов этих пород наблюдается многократное переслаивание глинистых бокситоподобных пород с песчаниками.

Таблица 40

Химический состав бокситоподобных пород Туаркыра (в %)

№ п/п	Место взятия пробы	$Al_2O_3+TiO_2$	Fe_2O_3+FeO	SiO_2	CaO	MgO	S	P	П.п.п.
1	2 *км* к ВСВ от вершины I возв. Кизылкия, канава № 28	39,60	4,40	38,36	0,98	0,20	0,20	0,28	14,88
2	То же	36,20	14,40	34,52	0,98	0,30	0,22	0,74	13,08
3	„ „	36,00	13,60	34,68	0,84	0,10	0,22	0,27	13,00
4	Северо-восточный склон V возв. Кизылкия, канава № 30	29,80	22,40	27,60	1,50	0,40	0,07	—	13,52
5	То же	35,60	14,00	33,48	1,50	0,30	0,10	0,03	13,60
6	Северо-восточный склон V возв. Кизылкия, канава № 31	32,20	18,80	32,40	1,53	0,40	0,40	Следы	13,14
7	Северо-восточный склон V возв. Кизылкия, канава № 32	35,20	5,60	41,92	1,26	0,40	0,29	0,01	15,04

Вне площади выходов бокситоподобных пород на поверхность гальки этих пород встречены в песчаниках средней юры у колодцев Туар (25 *км* к северо-западу от участка возвышенностей Кизылкия).

В 1950 и 1951 гг. на нескольких участках выходов бокситоподобных пород было произведено бороздовое опробование. В результате химических анализов этих проб установлено, что все бокситоподобные породы характеризуются очень высоким содержанием кремнезема (от 27,6 до 52% и более) при содержании глинозема от 20 до 39,6%. При

этом лишь в немногих пробах соотношение $Al_2O_3 : SiO_2$ в породах превышает 1 (табл. 40), что позволяет говорить о присутствии в них некоторого количества свободных гидратов глинозема. Однако все эти породы могут быть отнесены лишь к сиаллитам. Бокситов среди них не обнаружено.

Несомненно, что практического интереса в качестве сырья для получения глинозема рассматриваемые породы иметь не могут. Наличие их, однако, представляет большой интерес, поскольку оно указывает на то, что процессы бокситообразования в мезозойское время происходили и на территории Туркмении. Не исключена возможность, что дальнейшие работы выявят в районе Туаркыра породы, более приближающиеся по своему химическому составу к бокситам, как в полосе выходов нижнеюрских отложений на поверхность, так и особенно на площади, сложенной среднеюрскими отложениями, в погребенных под средней юрой впадинах палеозойского рельефа.

Следует отметить, что некоторые разности бокситоподобных пород Туаркыра содержат сравнительно небольшое количество Fe_2O_3 (от 3 до 6%), близки по химическому составу к породам типа флинтклей и, возможно, могут быть использованы в качестве огнеупорного сырья.

БОКСИТОПОДОБНЫЕ ПОРОДЫ КУГИТАНГТАУ

Первые сведения о бокситоподобных породах Кугитангтау получены при поисковых работах 1948 г. на мезозойские бокситы И. А. Яицким. Им был обнаружен ряд мелких выходов бокситоподобных пород с незначительным содержанием гидратов глинозема. Эти выходы опробованы в пределах естественных обнажений с поверхности, но детально не изучены и не разведаны. Материалы, собранные И. А. Яицким, положены в основу настоящего описания.

Бокситоподобные породы Кугитангтау по своим условиям образования принадлежат к осадочному типу и представляют собой вторичные (переотложенные) месторождения. Они образовались, по-видимому, в результате размыва продуктов домезозойской латеритной коры выветривания с последующим переносом и переотложением материнского вещества.

Бокситоподобные породы связаны с континентальными озерно-болотными осадками верхнетриасового (рэтского) возраста и могут быть отнесены к платформенным месторождениям.

Месторождение расположено на восточном склоне гор Кугитангтау, по вершине которых проходит граница между Туркменией и Узбекистаном. Административным центром является кишлак Ширабад, Сурхан-Дарьинской области Узбекской ССР. Ближайшая железнодорожная станция Болдыр, Сталинабадской ветки Ашхабадской ж. д., располагается на расстоянии 45—50 *км* южнее месторождения.

Выходы бокситоподобных пород, по наблюдениям И. А. Яицкого, находятся на северо-западном крыле крупной неравнокрылой Кугитангской антиклинальной складки. Размытое ядро этой складки сложено палеозойскими породами, среди которых преобладающая роль принадлежит гранитам и их дериватам, а подчиненное значение имеют кристаллические сланцы и нижнекарбоновые мраморизованные известняки. Периферические части этой складки сложены верхнетриасовыми и юрскими отложениями (см. рис. 30).

Верхнетриасовые отложения, к которым приурочены бокситоподобные породы, залегают на размытой поверхности интенсивно дислоцированных палеозойских пород и несогласно покрываются юрскими отложениями. Они представлены конгломератами, брекчиями, песчаниками, песчано-глинистыми сланцами и, обычно в нижней части разреза, бок-

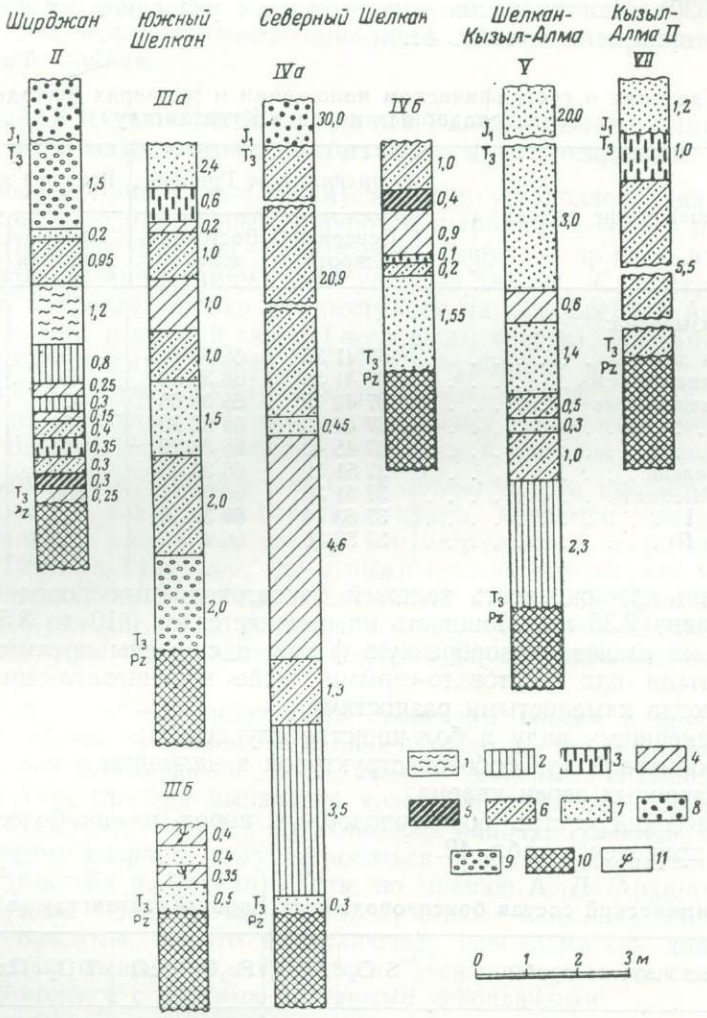


Рис. 44. Колонки разрезов верхнетриасовых отложений Кугитангтау (по И. Л. Яицкому)

1—каолинитовая порода; *2*—бокситоподобная каменистая порода; *3*—неплотная бокситоподобная порода; *4*—сланец глинистый; *5*—сланец углистый; *6*—сланец песчано-глинистый; *7*—песчаник мелко- и среднезернистый; *8*—песчаник крупнозернистый; *9*—конгломерат мелкогалечный; *10*—метаморфические сланцы; *11*—растительные остатки. Цифры справа от колонок—мощности в метрах

ситоподобными породами (рис. 44). Максимальная мощность отложений около 40 *м*. Возраст бокситоподобных пород, как и вмещающих их отложений, по-видимому, соответствует рэту.

Верхнетриасовые отложения простираются узкой прерывистой по-

лосой в северо-восточном направлении и падают на северо-запад под углом до 30°. Протяженность отдельных выходов по простиранию колеблется от 1 до 5 *км*; перерывы между выходами составляют от 1 до 3 *км*.

Выходы бокситоподобных пород на дневную поверхность обнаружены в семи точках, местоположение которых показано на карте (см. рис. 30). Наименования этих выходов с указанием их координат и размеров приведены в табл. 41.

Таблица 41

Сведения о географическом положении и размерах выходов бокситоподобных пород в Кугитангтау

Наименование выхода	Координаты от Гринвича		Размеры выхода в *м*	
	Северная широта	Восточная долгота	Протяженность	Мощность
Шелкан-Кызылалма:				
а) южная залежь	37°41′35″	66°37′50″	400	0,5—1,0
б) восточная залежь	37 41 50	66 38 50	330	0,5—2,3
в) северная залежь	37 42 15	66 39 05	420	—
Вандоб	37 44 15	66 33 30	150	0,6—1,1
Ширджан	37 45 40	66 33 20	50	0,3—0,8
Южный Шелкан	37 51 12	66 36 05	10	0,6—0,7
Северный Шелкан	37 51 30	66 37 35	850	0,1—3,5
Кызылалма I	37 53 10	66 39 15	50	0,5
Кызылалма II	37 53 30	66 43 00	100	1,0

Общая протяженность залежей бокситоподобных пород приблизительно равна 2,36 *км*. Мощность их изменяется от 0,10 до 3,5 *м*.

Залежи имеют линзообразную форму и сложены преимущественно зеленоватыми или желтовато-серыми, реже коричневато-серыми плотными, иногда каменистыми разностями.

По внешнему виду в большинстве случаев эти породы характеризуются оолитовой или бобовой структурой и наличием в них включений слабо окатанных зерен кварца.

Химический состав бокситоподобных пород из наиболее крупных выходов приведен в табл. 42.

Таблица 42

Химический состав бокситоподобных пород Кугитангтау (в %)

Место взятия пробы	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	TiO_2	П.п.п.	Сумма
Выход Шелкан-Кызылалма:							
а) южная залежь	37,52	26,18	13,04	8,56	1,82	11,28	98,40
б) восточная залежь	25,60	32,91	11,07	17,13	2,09	10,76	99,56
в) северная залежь	36,36	34,19	10,39	3,21	1,91	13,92	99,98
Северо-Шелканский выход	36,68	26,78	11,82	9,78	1,82	12,28	99,16

Из этой таблицы видно, что содержание кремнезема в бокситоподобных породах чрезвычайно высокое. Это объясняется главным образом наличием в них значительного количества каолинита и кластического кварца. Данное обстоятельство невыгодно отличает Кугитангтау от других районов Гиссарского хребта, лишая его практического инте-

реса. Однако эти выходы представляют теоретический интерес, подтверждая широкое развитие процессов бокситообразования на юге Средней Азии. Результаты химических анализов показали наличие свободных гидратов глинозема в данных породах.

Остается открытым вопрос относительно перспективности участков, в которых не вскрыта верхняя часть триасовых отложений. Неизвестно также качество пород на глубине, вне зоны выветривания. Получение новых данных может изменить наше представление о перспективах бокситоносности района.

ОБЩАЯ ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА РАЙОНОВ ВОЗМОЖНОГО ОТКРЫТИЯ НОВЫХ БОКСИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В Средней Азии к настоящему времени установлено два бокситовых горизонта; из них первый приурочен к границе нижнего и среднего карбона (Южная Фергана — Кызымчек, Ворух и др.), а второй — к верхнетриасовым отложениям (Байсунтау — Кайрак, Санджар и др.). Последний наиболее широко распространен на юге Средней Азии (юго-западные отроги и южный склон Гиссарского хребта). На западе Туркменской ССР бокситоносность, по В. С. Курбатову и В. Ф. Людвигу, приурочена к отложениям нижнеюрского возраста. По данным А. В. Пейве, месторождение бокситов Майлису также относится к нижней юре. Бокситоносность меловых отложений пока не доказана.

На территории Туркменской ССР объектом для постановки поисковых работ на бокситы в первую очередь являются пестроцветные континентальные глинистые осадки верхнетриасового и нижнеюрского возраста. Помимо Туаркыра, где в нижнеюрских отложениях уже известны бокситоподобные породы, заслуживает внимания район Большого Балхана — Куба-Дага, где континентальные отложения верхнего триаса — нижней юры могут залегать местами на сравнительно небольшой глубине.

Во вторую очередь могут быть проведены поиски в других горизонтах, где можно предполагать наличие бокситов. Так, например, некоторый интерес для ревизии представляют меловые континентальные отложения там, где они выражены красноцветными тонкодисперсными осадками (Туаркыр, Гаурдак-Кугитангский район). Имеются указания, что к меловому возрасту могут относиться бокситы Кансайского месторождения (бассейн р. Чаткал). Хотя, по мнению А. Д. Архангельского, отложения мела Средней Азии не заслуживают внимания для поисков среди них бокситов, но это не исключает необходимость дальнейших работ с целью выявления возможной бокситоносности меловых отложений в комплексе с другими полезными ископаемыми.

Что касается поисков бокситов среди каменноугольных отложений, то последние являются перспективными лишь к востоку от Туркменской ССР, где эти отложения выходят на поверхность.

РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ

Ртутные рудопроявления

Ртутные рудопроявления в Туркмении, связанные с кальцито-баритовыми жилами, были выявлены после Октябрьской революции.

В Западном Копет-Даге в 1928 г. В. П. Соколовым и А. С. Уклонским было открыто месторождение Караелчи (Соколов, 1930а, в).

В период с 1929 по 1932 г. это месторождение подвергалось разведке и проводились поиски в районе (В. П. Соколов, М. Э. Пояркова). В этот же период было найдено в Копет-Даге еще одно месторождение — Куршурли, на котором в 1930 г. проводились небольшие разведочные работы (Соколов, 1934а, б).

В Кугитангтау ртутные проявления были обнаружены П. П. Чуенко в 1942 г. при поисково-разведочных работах на полиметаллы.

Геологическое строение участков копетдагских ртутных месторождений аналогично всем прочим жильным барито-ватеритовым месторождениями в этом районе (см. раздел «Полиметаллы»). Кальцито-баритовые жилы, содержащие киноварь, приурочены к трещинным структурам в песчанико-алевролитовой толще. Они представляют собой самые крайние и наиболее низкотемпературные проявления гидротермальной деятельности.

Месторождение Караелчи находится на Сюнт-Хосардагском хребте, в 12 *км* к северу от пос. Кара-Кала. Оно приурочено к мощному разлому, вытянутому в северо-восточном направлении на протяжении около 10 *км* при ширине более 1 *км*. Вдоль линии главного сброса прослеживается зона брекчии, в которой залегает около 200 кальцитовых и кальцито-баритовых жил, ориентированных в различных направлениях. Жилы имеют мощность от нескольких сантиметров до 2 *м* и длину от 20 до 300 *м*. Киноварь содержится только в некоторых жилах, обычно небольших размеров, располагающихся в участках наиболее интенсивного дробления вмещающих пород.

В составе жил преобладают кальцит и барит; кварц находится в подчиненных количествах. Рудные минералы представлены киноварью и в малых количествах метациннабаритом, пиритом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом.

Киноварь встречается, кроме жил, во вмещающих породах в виде включений до 3 *мм* в поперечнике. Распределение киновари в жилах крайне неравномерно. Содержание металла колеблется от долей процента до 4,19%, достигая в отдельных штуфных пробах 18%. В минерализованной брекчии ртуть содержится в количествах около 0,01%.

Разведочные работы на месторождении, проводившиеся с помощью шурфов и штолен на участке «Персидского ходка» (старая выработка) в центральной, наиболее перспективной части месторождения, позволили выделить три блока общей длиной 14,9 *м* с промышленным содержанием ртути (0,45%) при средней мощности рудного тела 0,15 *м*. На остальных участках пробы показали непромышленное содержание металла.

На Караелчинском месторождении целесообразно продолжать разведочные работы, так как зона оруденения полностью не прослежена, не выявлены возможности оруденения вне жил в зоне брекчии, не вскрыты на северном и южном участках продуктивные горизонты жил, приуроченные обычно к песчаникам альба.

Месторождение Куршурли находится в хребте Палызан у границы с Ираном, в 10 *км* на юг от с. Яртыкала.

Месторождение приурочено к зоне дробления песчано-глинистых пород, совпадающей с осью антиклинали.

Наиболее значительная кальцито-баритовая жила мощностью до 2 *м* и длиной свыше 30 *м* сложена ноздреватым кальцито-баритовым материалом с включениями обломков вмещающих пород. Киноварь покрывает порошковым налетом стенки пустот и грани кристаллов ба-

рита. Содержание ртути в жиле не превышает 0,5—0,6%, а в среднем составляет около 0,1%.

Месторождение изучено очень слабо.

Кугитангские ртутные рудопроявления самостоятельного значения не имеют. Киноварь в виде спорадической пылевидной вкрапленности ассоциирует с кальцитом в составе полиметаллических рудопроявлений, и лишь на Майданшахском участке она присутствует отдельно в северной части кальцито-баритовой жилы. Эта жила, расположенная в западной трещине Тазачервинской зоны нарушений, прослеживается на протяжении 400 *м* и вскрыта с поверхности канавами. Жильное тело сложено белым крупнокристаллическим кальцитом и баритом. В отдельных участках содержатся включения киновари в виде мелких зерен и порошкообразных скоплений. Содержание ртути обычно выражается десятыми и сотыми долями процента; в единичных пробах оно достигает 1,25%.

Дальнейшее изучение ртутных рудопроявлений в горах Кугитангтау должно проводиться в комплексе с разведочными работами на полиметаллы в двух направлениях: а) установления участков полиметаллических месторождений, руды которых должны подвергаться селективной переработке с целью попутного извлечения ртути, и б) выявления ртутных рудопроявлений вне полиметаллических рудных тел, могущих иметь самостоятельное значение.

Ввиду слабой изученности ртутных рудопроявлений Туркмении не представляется возможным дать оценку перспектив этого оруденения в республике.

Глава третья

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Сера

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Среди полезных ископаемых Туркмении одно из важнейших мест занимает самородная сера. Туркмения является колыбелью развития серной промышленности Советского Союза. В Центральных Каракумах в начале первой пятилетки было создано первое крупное отечественное предприятие по добыче и переработке руд самородной серы.

По разведанным запасам серы Туркмения занимает второе место среди республик Советского Союза, уступая в этом отношении только Украинской ССР. На 1 января 1951 г. балансовые запасы серы только по Гаурдакскому месторождению составляли 3115 тыс. *т*, в том числе по промышленным категориям A_2 и В 1761 тыс. *т*. Кроме Гаурдакского, в Туркмении известен целый ряд других серных месторождений, большинство которых пока еще весьма слабо изучено и разведано.

Особенности геологического строения Туркменской ССР позволяют считать ее одной из наиболее перспективных сероносных провинций Советского Союза. В связи с этим в широком комплексе изыскательских работ, развертывающихся в Туркмении, соответствующее место должны найти дальнейшие геолого-поисковые и разведочные работы на серу.

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Многие серные месторождения Туркмении были уже давно известны местному населению, которое добывало из них серу для производства пороха и других надобностей.

В литературе первые сведения о сере в Туркмении появляются в 80-х годах прошлого столетия, когда А. М. Коншиным (1889) были кратко описаны Каракумские месторождения, несколько ранее обследованные поручиком Калитиным (1881, 1883). К этому же периоду относятся первые попытки эксплуатации этих месторождений, предпринимавшиеся разными лицами и в начале текущего столетия. Однако все усилия организовать в Каракумах добычу серы терпели неудачу из-за тяжелых транспортных условий, нехватки рабочей силы и затруднений с извлечением серы из руды.

Некоторое оживление в геологическом изучении серных месторождений Туркмении и новые попытки их освоения относятся к концу первой мировой войны, когда затруднения с импортом создали в России

острый дефицит серы. В 1916 г. для осмотра серных месторождений Геологическим комитетом был командирован в Туркмению А. Д. Нацкий. Он дал первое подробное описание и высокую оценку Каракумским месторождениям (1919, 1926), определив запасы серы в них в 500 тыс. *т*. Образование этих месторождений А. Д. Нацкий связывал с деятельностью кремнистых источников, функционировавших в конце верхнетретичной эпохи. Другие обследованные А. Д. Нацким месторождения (Шорджа, Бурунсу) были признаны им ограниченными по запасам или с неясными перспективами. В том же 1916 г. В. И. Левицким проводились разведочные работы на месторождении Шорджа, не давшие, однако, ожидаемых результатов. Попытки добычи серы на этом месторождении и на месторождении Кукуртли на Красноводском полуострове также окончились безуспешно.

Новый этап геолого-поисковых и разведочных работ на серу начался в середине 20-х годов. Важное значение в изучении серных богатств Туркмении и для развития всей серной промышленности Союза имели экспедиции Академии наук СССР в Каракумы, предпринятые в 1925 и 1926 гг. под руководством А. Е. Ферсмана и Д. И. Щербакова. Этими работами (Ферсман, 1926; Щербаков, 1926а-б, 1928) было подтверждено наличие в Каракумах огромных скоплений богатейшей серной руды, по запасам и качеству намного превосходящих все остальные месторождения серы, известные в то время в Союзе. Окончательно были доказаны необходимость и возможность освоения этих богатств.

В эти же годы у местного населения были собраны сведения о наличии серы в ряде других пунктов Туркмении. При проверке одного из таких указаний по заданию ВСНХ Туркменской ССР инженер А. П. Еськов впервые дал краткое описание Гаурдакского месторождения серы, отметив необходимость его разведки.

С 1927 г. изучением серных месторождений начал заниматься А. В. Данов. В 1927 г. под его руководством были начаты геолого-поисковые работы на юго-восточной площади Каракумских серных месторождений, проведено первое обстоятельное геологическое изучение Гаурдак-Кугитангского района и расположенного в его пределах Гаурдакского серного месторождения. А. В. Данов высказал соображения об образовании месторождения в лагунно-морском бассейне со специфической биохимической средой и, высоко оценив перспективы Гаурдака, указал на необходимость его детальной разведки (Данов, 1928, 1931а).

Разведку Каракумских месторождений продолжил в 1928—1930 гг. В. П. Мирошниченко. На базе запасов, выявленных на юго-восточной площади, в 1930 г. у бугра Зеагли был создан первый в Союзе крупный серный рудник и построен завод по выплавке серы пароводяным способом, разработанным П. А. Волковым (1928, 1932).

В 1929 г. по инициативе А. В. Данова Геологическим комитетом была направлена геолого-разведочная партия на Гаурдакское месторождение. Проводивший разведку П. Стефанов оценил месторождение как малоперспективное. Несмотря на это, по настоянию А. В. Данова, сюда по окончании разведки бугра Зеагли была переброшена Каракумская партия во главе с В. П. Мирошниченко. С осени 1930 г. на Гаурдаке широким фронтом были развернуты разведочные работы, непрерывно продолжавшиеся до 1935 г. (Данов, 1931а, 1932б-в; Мирошниченко, 1933б, 1935ф).

В 1932—1934 гг. в геологическом изучении и разведке Гаурдака, помимо его основных исследователей А. В. Данова и В. П. Мирошни-

ченко, принимали участие П. И. Калугин, М. П. Вакуленко, Е. М. Лаптиева и др.

Уже в начале 1931 г. Гаурдак стал вырисовываться как крупнейший промышленный объект с запасами серы свыше 1 млн. *т* и широкими перспективами их увеличения.

В 1932 г. Гаурдак был выделен в ударную стройку всесоюзного значения, и период 1933—1934 гг. характеризуется широким разворотом здесь проектно-изыскательских работ организации Гаурдакстрой. В 1934 г. на Гаурдакском месторождении была организована опытная эксплуатация с годовой производительностью около 2000 *т* серы, выплавлявшейся сначала в калькаронах, а позднее в основном в камерных печах.

Принятая в этот период Главхимпромом НКТП СССР установка на покрытие потребности Советского Союза в сере за счет получения ее из сульфидных руд («газовая сера») привела к замораживанию проблемы «Большого Гаурдака». В 1935 г. разведочные работы на серу были здесь прекращены, а на базе опытно-эксплуатационных работ развился Гаурдакский серный рудник, который, несмотря на отсутствие необходимых горно-подготовительных работ и недостаточную техническую оснащенность, благодаря исключительно высокому качеству руд и большой мощности залежей вскоре занял одно из ведущих мест среди серных предприятий Союза.

В начале 30-х годов были проведены геолого-разведочные работы также на серных месторождениях Шорджа (Григорович, Рейнеке) и Кукуртли (Григорович). Эти работы вновь подтвердили ограниченность запасов и малые перспективы промышленного освоения указанных месторождений.

В этот же период были получены первые сведения о ряде других серных месторождений Туркмении. Геологами-нефтяниками наличие серы отмечено на многих структурах и сопках в Прикаспийской низменности, в частности в Кеймиро-Чикишлярском районе (Косыгин, 1934б), на Котуртепе (Ковалевский, 1934г; Киров) и др. В. В. Александровым (1933, 1934) и В. Н. Огневым (1932) было установлено широкое распространение осернения в Бадхызе и Восточном Копет-Даге в отложениях на границе палеогена и мела.

В 1933 г. возобновились геолого-разведочные работы в Каракумах с целью вовлечения в промышленное освоение месторождений северо-западной площади сероносного района. В 1934 г. начались добыча руды и выплавка серы на втором в Каракумах сероплавильном заводе, построенном у бугра Дарваза. Вслед за Дарвазой в разведку и эксплуатацию последовательно были включены другие месторождения северо-западной площади. В 1936 г. в связи с отработкой запасов бугра Зеагли возобновились разведочные работы на новых буграх также и юго-восточной площади. Вслед за разведкой эти бугры вовлекались в эксплуатацию. Геолого-разведочные работы этого периода производились в Каракумах под руководством А. А. Шугина (1935ф, 1936ф).

С 1935 г. до начала Великой Отечественной войны геологические работы на серу в других районах Туркмении и в том числе на Гаурдаке временно прекратились. Перед войной ввиду резкого несоответствия мощности действующего на Гаурдаке серного рудника масштабам самого месторождения вновь был поднят вопрос о необходимости строительства на Гаурдаке крупного горно-химического комбината. В связи с этим коллективом работников Туркменского геологического управле-

ния (А. В. Данов, П. И. Калугин, П. И. Новиков, В. В. Егоров) был произведен общий пересчет запасов по данным разведок 1930—1935 гг. Подсчитанные запасы серы в 1941 г. были утверждены ВКЗ. Кроме того, в 1940 и 1943 гг. в целях обеспечения запасами действующего Гаурдакского рудника Туркменским геологическим управлением проводилась буровая разведка.

В период окончания Великой Отечественной войны были начаты работы по проектированию Гаурдакского серного комбината большой мощности. В связи с этим для детального изучения месторождения и многочисленных горно-эксплуатационных выработок (пройденных за 10-летний период разработок) с целью уточнения запасов месторождения и определения общих его перспектив в 1945 г. на Гаурдаке проводились геологические исследования под руководством А. С. Соколова. В результате этих работ (Соколов и Зверев, 1947ф) общие перспективные запасы серы Гаурдакского месторождения были определены в 15—25 млн. *т*. В 1947 г. разведанная часть этих запасов была утверждена ВКЗ. По отдельным участкам месторождения общие перспективные и разведанные и утвержденные ВКЗ запасы серы распределяются следующим образом (табл. 43).

Таблица 43

Распределение запасов серы по участкам в Гаурдакском серном месторождении

Участки	Общие перспективные запасы серы в млн. *т*	Запасы серы в тыс. *т*, утвержденные ВКЗ по категориям	
		A_2+B+C_1	A_2+B
I	1—5	307,5	—
II	6—10	2 441,8	1062,8
III	1—4	488,0	338,8
IV	5—6	—	—
Всего	15—25	3 237,3	1 401,6

В целях дальнейшего изучения и прироста запасов Гаурдакского месторождения в 1948 г. А. С. Соколовым и А. А. Коноплянцевым был разработан генеральный проект широкого комплекса работ, выполнение которых начато в 1949 г. экспедицией треста Союзгеохимразведка под руководством В. А. Иванова.

На базе запасов, утвержденных ВКЗ в 1947 г. по Гаурдакскому месторождению, составлено и утверждено проектное задание на строительство Гаурдакского серного комбината, производительность которого более чем в 10 раз превысит мощность действующего здесь рудника.

На каракумских серных предприятиях принятый технологический способ выплавки серы допускал использование только богатых руд с содержанием серы свыше 20—25%; при этом оставалась неизвлеченной значительная часть серы (50—55%), содержание которой в хвостах автоклавной плавки составляло около 17%. Выявленные разведками запасы богатых руд оказались почти полностью отработанными на юго-восточной площади к 1942 г., а на северо-западной — к 1947 г. За длительный период эксплуатации здесь накопилось значительное количество хвостов, запасы серы в которых превышали 100 тыс. *т*. В связи с этим в годы войны у бугра Зеагли под руководством Л. И. Стремовского была построена опытная флотационная фабрика для обогащения

хвостов с последующей выплавкой серы из получаемых концентратов. Начиная с 1943 г., Зеаглинский серный завод был переведен на выплавку серы из флотоконцентрата. В 1948 г. такая же, но более мощная фабрика была построена на Дарвазе, а позднее на Топджульбе, и с этого времени добыча серных руд в Каракумах была прекращена, а выплавка серы полностью осуществляется из флотоконцентратов, получаемых из накопившихся хвостов автоклавной плавки богатых руд.

В период освоения Каракумских месторождений в Советском Союзе не были известны другие крупные серные месторождения. С открытием и вовлечением в эксплуатацию таких месторождений, как Гаурдакское и Водинское, и в связи с исчерпанием разведанных запасов богатых руд в Каракумах целесообразность дальнейшего развития добычи на этих месторождениях представлялась сомнительной ввиду дороговизны транспортировки серы до железной дороги, неблагоприятных географических условий и затруднений с водоснабжением. В связи с этим в послевоенный период была принята установка на постепенную ликвидацию этого предприятия после отработки хвостов. По инициативе А. С. Соколова Государственным научно-исследовательским институтом горно-химического сырья в 1951 г. была поставлена работа по выявлению новых районов и площадей, перспективных для поисковых работ на серу. Проведенными в 1951 г. под руководством А. С. Соколова и В. Н. Смирновой геолого-ревизионными работами в северо-западной группе Каракумских месторождений выделены площади и участки с ожидаемыми запасами свыше 200 тыс. т серы, разработан проект разведки этих участков и, кроме того, установлено наличие промышленного осернения в глубине Заунгузского «плато», что значительно расширяет общие перспективы Каракумского сероносного района (Соколов, 1952ф; Смирнова, 1951ф). В 1952 г. геолого-ревизионные работы продолжались на юго-восточной площади.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САМОРОДНОЙ СЕРЫ В ТУРКМЕНСКОЙ ССР И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ

В пределах Туркмении выделяется четыре сероносных района (рис. 45): 1) Западно-Туркменский, 2) Каракумский, 3) Южно-Туркменский и 4) Восточно-Туркменский (или Гаурдак-Кугитангский).

I. Западно-Туркменский сероносный район охватывает Прикаспийскую низменность, западные отроги Копет-Дага, Малый и Большой Балханы и Красноводский полуостров. В пределах этого района расположено большое число преимущественно мелких серных месторождений, многие из которых представляют только минералогический интерес. На Красноводском полуострове находятся месторождения Красноводское (или Кукуртли) и Восточно-Красноводское, которые в геологическом отношении представляют продолжение друг друга. В Прикаспийской низменности расположены месторождения Котуртепе, Тургай-Даг, Боя-Даг, Гогран-Даг, Чикишлярское и Кукурча. Вдоль западных подножий Малого Балхана и Копет-Дага расположены месторождения Шорджа (или Айдинское), Бурунсу, Акоба и пункты нахождения серы в некоренном залегании — у горы Ала-Даг и в ущелье Хезын. Кроме того, проявления сероносности отмечаются у колодца Кяриз и у горы Лямабурун в Большом Балхане и близ Узунсу и у источника Дорсайман в Копет-Даге.

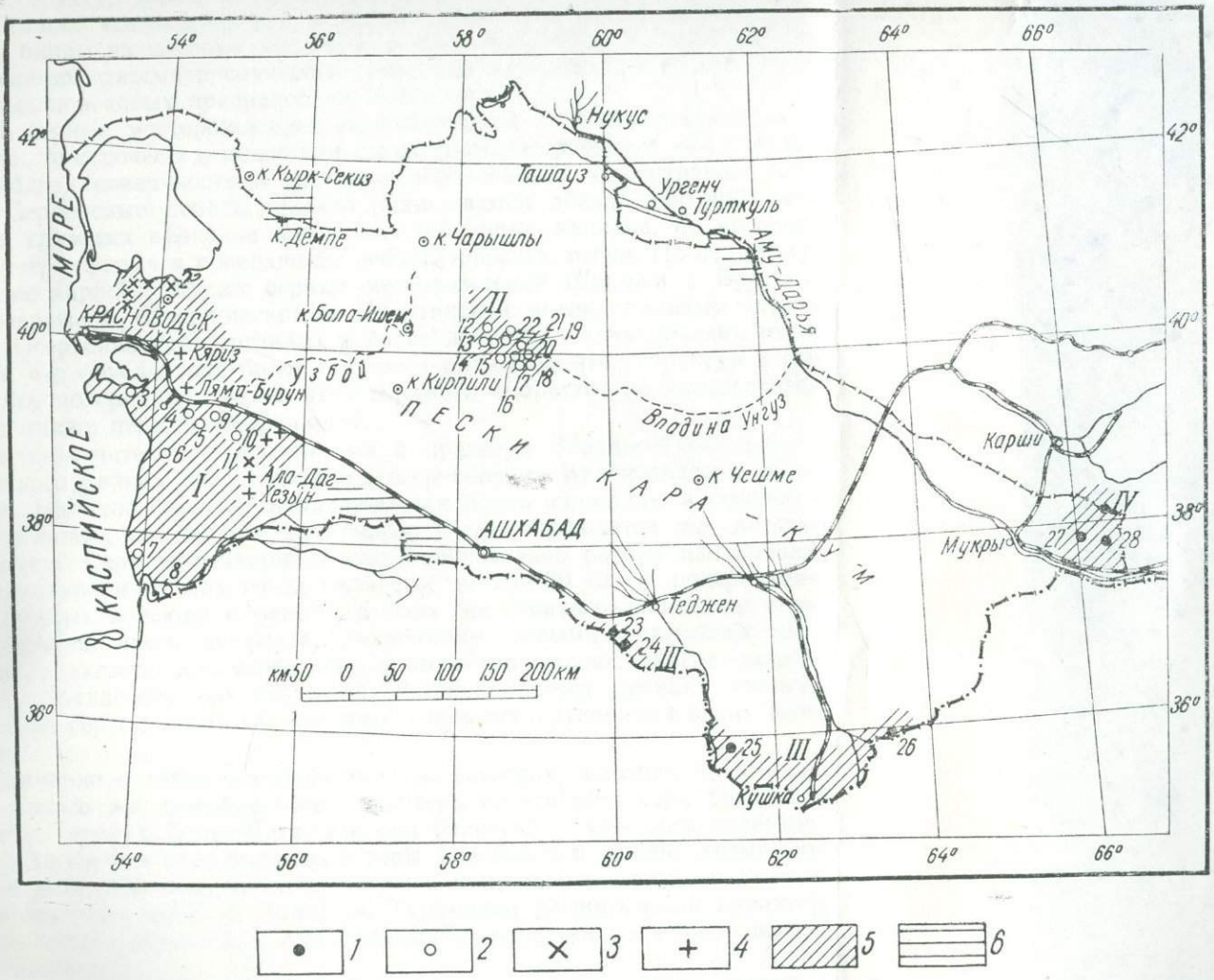


Рис. 45. Карта месторождений самородной серы Туркменской ССР. Составлена А. С. Соколовым

1—пластообразные месторождения в сульфато-карбонатных отложениях; *2*—гнездовые месторождения в песчаных отложениях; *3*—рассеянные включения серы в мергелисто-глинистых отложениях; *4*—выходы серы в некоренном залегании, необследованные и прочие месторождения; *5*—основные сероносные районы; *6*—районы возможного нахождения серных месторождений

Названия месторождений: *I*—Западно-Туркменский сероносный район: *1*—Красноводское (Кукуртли), *2*—Восточно-Красноводское, *3*—Котуртепе, *4*—Тургай-Даг, *5*—Боя-Даг, *6*—Гоган-Даг, *7*—Чикишлярское, *8*—Кукурча, *9*—Шорджа, *10*—Бурунсу, *11*—Акоба; *II*—Каракумский сероносный район: *12*—*14*—северо-западная площадь (*12* Алакбасан, *13*- Кызылкыр, *14*—Дарваза); *15*—*20*—юго-восточная площадь (*15*—Топджульба, *16*—Топорджульба, *17*—Чеммерли, *18*—Денгли, *19*—Зеагли, *20*—Восточно-Зеаглинская группа); *21*—*22*—площадь Заунгузского плато (северная): *21*—Арвахлы, *22*—Тьеташ; *III*—Южно-Туркменский сероносный район: *23*—Душакское, *24*—Ходжабуланское, *25*—Мейлегеранское, *26*—Карабильское; *IV*—Восточно-Туркменский (Гаурдак-Кугитангский) сероносный район: *27*—Гаурдакское, *28*—Кугитангское

Зак. 3083

Большую часть Западно-Туркменского сероносного района составляет Прикаспийская низменность. Она сложена рыхлыми четвертичными отложениями, из-под которых отдельными незначительными участками вскрываются верхнетретичные отложения, образующие антиклинальные, обычно нефте- или газоносные структуры. Большое число подобных структур имеет полностью погребенный характер и устанавливается только геофизическими исследованиями или по косвенным признакам, одним из которых является наличие осернения в четвертичных образованиях, рассматривающееся геологами-нефтяниками как один из надежных поисковых признаков на нефть или газ.

Все серные месторождения, расположенные в Прикаспийской низменности, приурочены к подобным структурам. Осернение в них развито лишь вблизи поверхности в песчаных образованиях четвертичного возраста. Сероносные породы обычно размещаются вблизи тектонических трещин, грязевых вулканов или каких-либо иных каналов, по которым могли устремляться к поверхности нефтегазоносные струи. По-видимому, такой же характер имеют серные месторождения Шорджа и Бурунсу, приуроченные к Шорджинской и Данатинской антиклинальным структурам. Осернение здесь развито в более древних — акчагыльских отложениях, что обусловлено более глубоким размывом этих структур и выходом на поверхность пород акчагыльского возраста, представленных, однако, также песчаными фациями.

На незначительном протяжении в пределах Западно-Туркменского сероносного района прослеживается осернение на Красноводском полуострове. Наличие серы здесь наблюдается вдоль западного и северного обрывов плато, сложенного акчагылом, и прослеживается на десятки километров. Сера встречается в виде сравнительно редких изолированных желваков и мелких гнезд размером до 20—30 *см* в поперечнике, приуроченных повсюду к одному и тому же стратиграфическому горизонту нижней части акчагыла, сложенному белыми известковистыми глинами с включением мергельных и целестиноносных, иногда ожелезненных караваеобразных стяжений. Устанавливается тесная генетическая связь серы с этими стяжениями и концентрирующимся в них целестином.

Примерно в таких же геолого-литологических условиях и, по-видимому, такого же своеобразного характера самородная сера развита в западных отрогах Копет-Дага, где она отмечена в коренном залегании у горы Акоба и в виде высыпок у горы Ала-Даг и в ущелье Хезын. Это свидетельствует о том, что связь серы с мергельно-глинистыми отложениями акчагыла имеет в Западной Туркмении региональный характер; правда, концентрация ее в этих отложениях известна пока лишь весьма незначительная.

Таким образом, в Западно-Туркменском районе имеют развитие серные месторождения двух типов: 1) осернение, связанное с приповерхностными рыхлыми преимущественно песчаными образованиями в сводах нефтегазоносных антиклинальных структур; 2) осернение в мергелисто-глинистых отложениях акчагыла, характеризующееся широким горизонтальным распространением.

II. Каракумский сероносный район находится в Центральных Каракумах. Серные месторождения в большинстве приурочены здесь к своеобразным буграм — останцам эрозионного разрушения Заунгузского «плато». Эти бугры располагаются обычно группами и реже в одиночку. Каждая группа сероносных бугров рассматривается как отдельное место-

рождение. Главнейшими из них являются Алакбасан, Кызылкыр, Дарваза, Топджульба, Топорджульба, Чеммерли, Денгли, Зеагли, Восточно-Зеаглинская группа и др. Несколько месторождений расположено, кроме того, уже в пределах Заунгузского «плато», непосредственно близ его чинка (Кичикарвахлы, Арвахлы), а также в глубине плато (Тьеташ, Ахметджульба).

Месторождения серы приурочены к песчаным и песчано-глинистым отложениям заунгузской свиты. Литологический характер этих отложений в разрезах плато и на буграх-останцах примерно одинаков, и только вблизи серных залежей породы претерпевают значительные изменения, связанные с вторичными геохимическими процессами. Подстилается заунгузская свита лагунно-морскими отложениями сармата — гипсоносными мергелями и глинами. В отдельных редких участках осернение имеется также и в отложениях сармата. В ряде мест в пределах Каракумского сероносного района из отложений сармата наблюдались выделения сероводорода и углеводородных газов. Источником последних, возможно, являются не сарматские, а более древние отложения, залегающие на глубине.

Все серные месторождения Каракумского сероносного района весьма однообразны и по своим геолого-генетическим особенностям имеют много общего с серными месторождениями Прикаспийской низменности. Основными геологическими особенностями Каракумских серных месторождений является размещение их в своде выделяемого здесь Н. П. Лупповым (1952) широкого домиоценового антиклинального поднятия, с которым связаны выделения из глубины по определенным каналам углеводородных струй и сероводорода. Все месторождения, как уже было отмечено, приурочены к отложениям заунгузской свиты, которые, длительное время находясь в приповерхностных окислительных условиях, явились благоприятной средой для развития сложных геохимических процессов, важнейшим результатом которых явилось серообразование. Цементация песчаных пород в участках развития этих процессов обусловила сохранение их в период последующей эоловой эрозии и образование своеобразных бугров-останцев, в большинстве случаев заключающих в себе серные залежи. В последние годы серные залежи обнаружены также и в глубине Заунгузского «плато», что значительно расширяет перспективную площадь Каракумского сероносного района, позволяя рассматривать приунгузскую часть «плато» как площадь, благоприятную для поисков серы.

В пределах пока еще слабо изученной территории Северной Туркмении можно ожидать выявления новых сероносных площадей. Так, например, обращает на себя внимание указание на наличие серы у колодца Депме (или Деппе) на Устюрте (Федорович, 1930а), по-видимому в гипсоносной толще среднего миоцена. Интересно отметить, что вблизи этого пункта также намечается антиклинальное поднятие.

III. Южно-Туркменский сероносный район охватывает территорию возвышенностей Бадхыза, Карабиля и Восточного Копет-Дага, располагаясь в бассейнах рр. Теджен и Мургаб. В пределах этого района расположено четыре серных месторождения: Душакское, Ходжабуланское, Мейлегеранское и Карабильское.

В геологическом строении описываемого района принимают участие мощные толщи нижнего и верхнего мела и палеогена, а в районе Душака в ядре антиклинальной складки, кроме того, вскрываются отложения верхней юры. Это второй в Копет-Даге, кроме района Бахардена,

пункт выхода на поверхность верхнеюрских отложений. Палеогеновые и мезозойские отложения в этой части Туркмении выходят на поверхность только отдельными пятнами вдоль государственной границы с Ираном и Афганистаном, в связи с чем Южно-Туркменский сероносный район по существу представляет собой узкую прерывистую полосу, вытянутую вдоль государственной границы.

На Душакском месторождении осернение приурочено к верхнеюрским отложениям. Как и в других районах Средней Азии и восточной части Кавказа, здесь развита толща сульфатно-карбонатных осадков титонского яруса. С этими отложениями связаны многочисленные серные месторождения на Кавказе и крупное Гаурдакское месторождение в Туркмении. Таким образом, приуроченность осернения к титонским осадкам имеет широкое региональное значение, в связи с чем наличие серы в гипсоносной толще в районе Душака представляет большой интерес.

На трех остальных месторождениях Южно-Туркменского района осернение приурочено к сульфатно-карбонатным отложениям бухарского яруса, которые прежними исследователями (Александров, 1934; Огнев, 1932) ошибочно относились к верхнему мелу (условно датский ярус). Весьма интересно, что по стратиграфическому положению и фациально-литологическому характеру эти сероносные породы юга Туркмении сходны с отложениями бухарского яруса, вмещающими довольно крупные серные залежи в Фергане (Шорсу, Чангырташ) и Юго-Западном Таджикистане (Туюнтау, Иетымтау и др.).

В Душакском, Ходжабуланском и Мейлегеранском месторождениях устанавливается приуроченность их к антиклинальным структурам. Связь с антиклинальным поднятием намечается также и для Карабильского месторождения, но менее отчетливо. Вблизи каждого из месторождений Южно-Туркменского района имеются источники, воды которых характеризуются повышенным содержанием сульфата и сероводорода; содержание последнего особенно значительно в Душакских источниках и в источнике Ходжа-Гугурдак вблизи Карабильского месторождения. Имеются указания на наличие в окрестностях всех этих месторождений проявлений битумизации, что вместе с другими признаками позволяет геологам-нефтяникам рассматривать этот район как площадь возможной нефтеносности.

Сера на всех месторождениях Южно-Туркменского района тесно связана с гнездами и прослоями гипса, прослеживающимися в толще карбонатных пород. В количественном отношении скопления серы здесь незначительны и, главное, сильно рассредоточены во вмещающих породах; только в Карабильском месторождении обнажающееся осернение, по-видимому, достигает промышленных концентраций. Следует, однако, иметь в виду, что все имеющиеся сведения об этих месторождениях основаны на изучении естественных обнажений, в которых, как известно, сера вследствие окисления бывает развита слабо даже на весьма крупных месторождениях.

Вышеизложенное показывает, что все серные месторождения Южно-Туркменского сероносного района однотипны и характеризуются следующими основными особенностями геологического строения и размещения: 1) приуроченность к определенным стратиграфическим горизонтам (титон и бухарский ярус), представленным сульфатно-карбонатными отложениями; 2) размещение на антиклинальных структурах; 3) наличие

вблизи месторождений сульфатных сероводородных источников и битумопроявлений.

Весьма интересно, что эти же особенности четко прослеживаются на многих других крупных серных месторождениях Средней Азии. Учитывая это, а также слабую изученность месторождений Южно-Туркменского сероносного района, естественно допустить, что и здесь могут быть выявлены серные залежи крупного промышленного значения.

IV. Восточно-Туркменский (Гаурдак-Кугитангский) сероносный район находится на крайнем юго-востоке Туркмении, охватывая юго-западные отроги Гиссарского хребта. Здесь в антиклинальных структурах хребтов Кугитангтау, Гаурдак и расположенного уже за пределами Туркмении Тюбегатана на поверхность выходят мощные толщи верхнеюрских отложений, к которым на Гаурдаке приурочено одно из крупнейших месторождений серы.

Важнейшую роль в Восточно-Туркменском сероносном районе играет Гаурдакское месторождение. Основными особенностями геологического строения этого месторождения и условий распространения на нем серы являются:

1) приуроченность осернения к толще кимеридж-титона;

2) специфический фациально-литологический характер этой толщи, представленный комплексом карбонатно-сульфатных осадков лагунно-морского происхождения;

3) приуроченность главнейших залежей серы к карбонатным породам, заключенным среди сульфатных пород или залегающим на границе с последними;

4) приуроченность серного месторождения к антиклинальной структуре с разрушенным сводом, в основном к замковой части этой структуры;

5) наличие в составе подземных вод, а местами и в составе подземных газов повышенных концентраций сероводорода;

6) сходство подземных вод месторождения с обычными нефтяными водами; широкое развитие на месторождении битуминозных пород, а местами также скоплений нефти и углеводородных газов.

Геологические условия, аналогичные Гаурдакскому месторождению, имеют место также и в соседних с ним структурах хр. Кугитангтау, где на поверхности были обнаружены серопроявления. Это позволяет рассматривать указанные структуры как перспективные в отношении сероносности.

ТИПЫ СЕРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

По условиям образования месторождения самородной серы отчетливо разделяются на две основные группы: 1) вулканогенные и 2) осадочные. Все серные месторождения Туркмении относятся к группе осадочных.

Генезис осадочных месторождений серы является одним из сложных вопросов литогенеза и различными исследователями трактуется поразному. В связи с этим не существует обстоятельно разработанной и общепризнанной геолого-генетической классификации осадочных месторождений серы и нередко они подразделяются на отдельные типы по чисто морфологическим признакам. Месторождения серы Туркмении можно условно разделить на три типа:

1) Пластообразные месторождения в толщах сульфатно-карбонатных осадков.

2) Гнездовые месторождения в приповерхностных слоях, обычно в молодых (неоген, четвертичная система) песчаных отложениях.

3) Рассеянные включения серы в мергельно-глинистых отложениях.

Пластообразные месторождения в сульфатно-карбонатных толщах

К этому типу относятся все месторождения Восточно-Туркменского и Южно-Туркменского сероносных районов.

Серные залежи месторождений этого типа могут непрерывно протягиваться на значительные расстояния как по простиранию, так и по падению (уходя на глубину в несколько сот метров) и морфологически представляют собой пластовые и пластообразные залежи. Иногда, правда, на этих месторождениях залежи бывают короткие при значительной мощности и в таких случаях имеют форму линз и даже крупных гнезд. Осернение чаще всего представлено в виде густого вкрапления и пропитывания вмещающей породы или в виде часто расположенных мелких прожилков, включений, пропластков. Нередко сера образует также обособленные включения и мелкие гнезда и, когда такие включения в сероносном горизонте редки, эти месторождения морфологически становятся весьма похожими на месторождения третьего типа.

Методика поисков и разведки месторождений этого типа благодаря их пластообразной форме и приуроченности к определенным стратиграфическим горизонтам сравнительно проста. К этому типу относится большинство крупнейших серных месторождений СССР и зарубежных стран. В пределах Туркмении тип пластообразных месторождений в сульфатно-карбонатных толщах представляется также наиболее перспективным в отношении выявления крупных запасов серы.

Гнездовые месторождения в неоген-четвертичных песчаных образованиях

К этому типу относятся большинство месторождений Западно-Туркменского сероносного района и все месторождения Каракумского района.

Серные залежи в этих месторождениях расположены или непосредственно на поверхности, или на небольшой глубине. Они всегда приурочены к антиклинальным обычно нефте- и газоносным структурам, а осерненными породами чаще всего являются пористые песчаные образования. Размеры серных залежей в плане измеряются десятками метров и редко превышают 100 *м*. Мощность крайне изменчива, иногда достигая одного-двух десятков метров. Морфологически серные залежи представляют собой линзы и гнезда, часто с весьма неправильными очертаниями. Сера обычно выполняет промежутки между кварцевыми зернами, играя роль цемента, связывающего породы то более, то менее плотно.

Размеры отдельных серных залежей и запасы серы, в них заключенные, обычно невелики, но залежи часто размещаются группами и запасы серы месторождений, включающих группу таких залежей, могут достигать нескольких десятков и даже первых сотен тысяч тонн. В отдельных случаях, как это имеет место, например, в Каракумах, несколько таких месторождений может располагаться на сравнительно

небольшой площади, образуя сырьевую базу, достаточную для довольно крупного серного предприятия.

Серные месторождения этого типа часто проявляются в рельефе различного размера возвышениями, что обычно весьма облегчает их выявление, а приповерхностное их залегание не требует проходки глубоких выработок при разведке. Вместе с тем обычно небольшие размеры и неправильные очертания серных залежей этого типа значительно усложняют методику разведки и требуют размещения разведочных выработок по густой сетке. Для мелких залежей детальная разведка часто нецелесообразна.

Образование и сохранение серных месторождений описываемого типа, по-видимому, возможно только в условиях жаркого пустынного климата с весьма ограниченными осадками. Такие условия характерны для Прикаспийской низменности и пустыни Каракумы, где как раз и размещаются месторождения этого типа и где можно ожидать выявления еще ряда новых месторождений, часть которых, подобно Каракумским, может явиться объектом промышленной эксплуатации.

Месторождения рассеянных включений серы в мергельно-глинистых образованиях

К этому типу относятся месторождения Красноводского полуострова и месторождение Акоба в Западном Копет-Даге, приуроченные к толще мергельно-глинистых гипсоносно-целестиноносных отложений акчагыла. Отличительной особенностью этих месторождений является распространение серы в пределах одного и того же литолого-стратиграфического горизонта на весьма значительном протяжении. Однако сера образует здесь лишь весьма редко рассеянные мелкие гнезда, желваки и включения и пока неизвестны участки, где бы концентрация ее достигала промышленного значения.

В отличие от предыдущих двух типов, для этих месторождений не устанавливается связь с антиклинальными структурами и битумопроявлениями. Совершенно специфический характер серы, не имеющий аналогов, пожалуй, ни на одном другом серном месторождении, также свидетельствует об иных условиях и причинах образования серы месторождений данного типа.

Серопроявления на месторождениях этого типа изучались только с поверхности, и пока, к сожалению, не известно, как они ведут себя на глубине, например, в пределах Красноводского плато. Промышленного значения месторождения описываемого типа, по-видимому, не имеют, однако характер осернения на глубине необходимо проверить.

ОБ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ СЕРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТУРКМЕНИИ

В группе осадочных месторождений самородной серы довольно четко обособляются как отдельные генетические типы месторождения, образующиеся при окислении сероводорода в местах выхода на поверхность сероводородных источников, и месторождения, образующиеся в результате выветривания и разложения в зоне окисления скоплений сульфидов. Месторождения этих двух типов почти не имеют промышленного значения. В Туркмении они не развиты; к ним, возможно, относятся только мелкие скопления серы у колодцев Кяриз, у горы Лямабурун в хр. Большой Балхан и некоторые другие.

Подавляющее же большинство серных месторождений Туркмении, и прежде всего крупнейшие из них Гаурдакское и Каракумские, относятся к числу тех осадочных месторождений серы, вопрос генезиса которых уже длительное время является предметом острых научных дискуссий. В литературе по этому вопросу высказаны различные точки зрения. Наибольшим признанием пользуются следующие три гипотезы генезиса осадочных месторождений серы.

Гипотеза сингенетического образования серных месторождений предполагает, что накопление серы происходило в мелководных палеобассейнах лагунного типа, в составе вод которых присутствовали сульфатные соли кальция, магния или натрия. Эти сульфаты в условиях восстановительной среды придонных частей бассейнов и донных илов восстанавливаются сульфатредуцирующими бактериями до сероводорода. В результате усвоения последнего серобактериями или окисления при выходе в окислительную зону бассейна происходили выделение тонкодисперсной элементарной серы и накопление ее на дне бассейнов в толще соответствующих лагунных осадков; образовавшиеся таким путем сероносные илы подвергались в дальнейшем метаморфизации (диагенезу), происходило перераспределение серы в результате ее миграции и вторичного накопления и в конце концов сформировались те толщи сероносных пород, которые наблюдаются ныне на серных месторождениях.

Для серных месторождений Туркмении, и прежде всего для Гаурдакского месторождения, гипотеза сингенеза была развита в работах А. В. Данова (1936, 1939ф); ее придерживаются в своих работах также В. П. Мирошниченко (Мирошниченко и Лаптиева, 1941ф), М. Ф. Григорович и другие геологи.

Гипотеза эпигенетического образования осадочных серных месторождений наиболее обстоятельно разработана на примере среднеазиатских месторождений А. С. Уклонским (1940). Сущность ее сводится к следующему: в фильтрационных водах, пропитывающих осадочные толщи, слагаемые сульфатными породами (гипс, ангидрит), естественно, должно появляться значительное количество сульфат-иона. В условиях нефтяных месторождений эти сульфатные ионы, вступая во взаимодействие с углеводородами (жидкими или газообразными), восстанавливаются с образованием сероводорода и углекислоты. Реакция эта происходит на некоторой глубине при несколько повышенном давлении и температуре с участием катализаторов. Последними, по мнению А. С. Уклонского, могут быть селен, стронций и др. Образующийся сероводород устремляется кверху и, выйдя из восстановительной среды, вблизи поверхности окисляется кислородом до серы. Последняя выделяется в элементарном виде в пустотах, трещинах и кавернах. Таким образом, месторождения серы залегают над (или вблизи) нефтяными месторождениями, являясь, по образному выражению А. С. Уклонского, «шляпой нефтяного месторождения».

В районе крупных нефтяных месторождений, где имеют место значительные выделения углеводородных газов, восстановительная среда, поддерживаемая ими, распространяется до земной поверхности. В этих условиях сероводород окисляться не может, он выделяется в атмосферу и месторождения серы не образуется. На основании этого А. С. Уклонский делает вывод: «там, где много серы, там мало нефти, там же, где много нефти, там мало серы». Сера, образующаяся таким путем, является по отношению к породам, в которых она залегает, вторичной, эпигенетической.

Гипотеза метасоматического образования серных месторождений была высказана Б. П. Кротовым при изучении серных месторождений Поволжья (Кротов, 1935). Позднее ее придерживались также и некоторые другие исследователи. Согласно этой гипотезе предполагается, что образование самородной серы происходит вследствие воздействия сероводорода или углеводородов на сульфатсодержащие породы. Сера при этом, обычно вместе с вторичным кальцитом, образуется за счет гипса или ангидрита, замещая их непосредственно на месте их залегания. Процесс этот, как указывает Б. П. Кротов, идет химическим путем по следующим гипотетическим реакциям:

$$CaSO_4 + 3H_2S + CO_2 = CaCO_3 + 4S + 3H_2O;$$
$$2CaSO_4 + 2CH_4 + 2H_2O + O_2 = 2CaCO_3 + 2S + 8H_2O.$$

Серные месторождения, образующиеся таким путем, имеют метасоматический характер.

Рассматривая охарактеризованные гипотезы генезиса серы в свете отмеченных выше закономерностей геологического строения и размещения трех основных типов серных месторождений Туркмении, приходится констатировать, что ни одна из них не может быть принята как универсальная для всех месторождений.

Так, для гнездовых месторождений в приповерхностных песчаных отложениях (второй тип), по-видимому, основным фактором серообразования являлось окисление сероводорода непосредственно у поверхности в слоях песчаных пород, венчающих нефтегазоносные антиклинальные структуры. Сероводород устанавливается в составе газовых выделений на всех подобных структурах. Неясным остается вопрос образования самого сероводорода. Возможно, он является первичным компонентом выделяющихся газов, но мог образовываться также и иными путями.

А. И. Косыгин (1934б) считает, что сероводород появляется в результате разложения водорослей и других органических остатков, заключенных в песчаных молодых осадках, и выносится на поверхность струями нефтяных газов, омывавших по пути своего движения соответствующие слои. Поскольку источники выделения нефтяных газов размещаются на значительной глубине, можно допустить также, что сероводород образовывался под воздействием этих газов на пересекавшиеся по пути слои сульфатоносных пород, которые в Средней Азии в осадках мезозоя и кайнозоя имеют весьма широкое развитие.

В результате таких процессов, вероятно, образовались, а частично продолжают формироваться и ныне, все серные месторождения Прикаспийской низменности. Можно предполагать, что активные процессы эрозии часто разрушают подобные залежи в процессе их возникновения, что значительно затрудняет накопление в них более или менее значительных запасов серы.

По-видимому, подобные же процессы лежали в основе образования также и Каракумских месторождений, но формирование их происходило, вероятно, более длительно и в более стабильных условиях, благодаря чему осернение распространилось до более глубоких горизонтов и количественно оказалось более значительным. Активной поверхностной эрозии Каракумские месторождения, в отличие от прикаспийских, подверглись только в момент своего уже зрелого состояния, когда геохимические процессы привели к довольно прочной цементации сероносных и окру-

жающих их по периферии пород. Вследствие этого последние оказались устойчивыми против эолового разрушения, что обусловило образование останцовых форм рельефа — сероносных бугров.

Значительно более сложным представляется вопрос генезиса пластообразных месторождений серы, залегающих в толщах сульфатно-карбонатных пород (первый тип).

Месторождения этого типа размещаются в строго определенных стратиграфических горизонтах и приурочены к специфическим фациально-литологическим комплексам сульфатно-карбонатных пород. Эти и некоторые другие особенности, закономерно прослеживающиеся на месторождениях данного типа как в Туркмении, так и за ее пределами, наводят на мысль, что эти месторождения образовывались только в определенные историко-геологические эпохи в результате накопления серы в специфических лагунных бассейнах сульфатно-карбонатного осадкообразования.

Однако для месторождений этого типа не менее закономерно прослеживаются и другие их особенности, противоречащие первичному накоплению серы сингенетично с вмещающими ее породами. К числу таких особенностей относятся приуроченность месторождений к положительным (обычно антиклинальным) тектоническим структурам, выклинивание осернения с глубиной по падению, нередко наблюдаемая линзообразная или неправильная форма отдельных залежей, часто явно вторичный характер выделений серы (по стенкам пустот и каверн, кристаллические щетки и т. п.) и ряд других. Это заставляет сторонников гипотезы сингенетического образования серных месторождений прибегать к допущению явлений вторичной миграции и переотложения серы, условия и характер которых вызывают весьма противоречивые суждения даже у самих авторов гипотезы (Дробышев, 1930; Данов, 1936).

Из совокупностей геологических особенностей, определяющих условия образования пластообразных месторождений первого типа, важнейшими, надо полагать, являются: 1) наличие сульфатно-карбонатных отложений, 2) наличие специфических тектонических структур и 3) агенты. Последними, по-видимому, могут быть глубинные рассолы (нефтяные воды), содержащие углеводороды. Они в условиях положительных тектонических структур и доступа кислорода, взаимодействуя с инфильтрационными сульфатными водами и с сульфатно-карбонатными породами, обусловливают выделение и накопление самородной серы.

Подобно тому, как геологи-нефтяники придают решающее значение для накопления нефти структурному фактору, в области геологии и генезиса серных месторождений также приходится важнейшую роль придавать структурно-тектоническому фактору. Но, тогда как для накопления нефти необходимы закрытые структуры, для образования серных месторождений, наоборот, благоприятны структуры с разрушенным сводом, в условиях которых агенты серообразования могли свободно проникать сквозь толщи сульфатно-карбонатных пород, взаимодействуя с ними. Значение этих пород до некоторой степени можно сравнивать с ролью нефтяных коллекторов. Однако если в процессе нефтенакопления коллекторы играют роль в основном физического порядка, то значение сульфатно-карбонатных пород для накопления серы геохимического порядка, поскольку эти породы, и прежде всего сульфаты, являются исходным веществом процесса серообразования. В этом отношении представляется неправильной точка зрения А. С. Уклонского, рассматривающего вме-

щающие серу породы, в трещинах и порах которых накапливалась сера, лишь как обычный коллектор.

Таким образом, основные закономерности геологического строения и размещения серных месторождений первого типа только частично находят себе объяснение с позиций высказанных гипотез сингенеза и эпигенеза. Наиболее же полно они увязываются с гипотезой метасоматического образования серных месторождений. Гипотеза эта всесторонне еще не разработана. В схематическом виде процесс формирования серных месторождений, согласно этой гипотезе, представляется следующим.

В условиях нефтегазоносных районов углеводороды от мест своего первичного образования устремляются кверху и попадают в участки антиклинальных структур. В структурах, сложенных сульфатоносными породами, приходят в соприкосновение, с одной стороны, резко насыщенные кислородом сульфаты, а с другой стороны — легко окисляющиеся углеводороды. В этих условиях неизбежно возникают процессы перераспределения кислорода, сопровождающиеся химико-минералогическими превращениями. Углеводороды окисляются до углекислоты, сульфаты восстанавливаются и конечным результатом является уничтожение гипса или ангидрита и появление на их месте самородной серы, обычно вместе с вторичным кальцитом. В. В. Сахаров рассчитал, что в этих реакциях объем образующихся веществ меньше объема исходных. Это находит свое подтверждение в многочисленных пустотах и кавернах, характерных для серных залежей данного типа и являющихся, таким образом, далеко не всегда обыкновенным карстом, за каковой их обычно принимают. По-видимому, эти процессы интенсивно протекают лишь в условиях, являющихся в известной степени окислительными, так что крупные накопления серы образуются только в структурах с разрушенным сводом. В породах мономинерального гипсо-ангидритового состава, характеризующихся весьма низкой трещиноватостью, эти процессы не развиваются. Поэтому серные месторождения образуются только в толщах смешанного карбонатно-сульфатного состава или на границе сульфатных толщ с карбонатными.

Вблизи крупных трещин и разломов описанные геохимические процессы интенсифицируются, в связи с чем в таких участках обычно наблюдается повышенная концентрация серы, а серные залежи часто приобретают линзовидную или неправильную форму.

Таким образом, закономерности геологического строения и размещения серных месторождений первого типа получают наилучшее генетическое объяснение с позиций гипотезы метасоматоза.

Рассмотрение вопроса генезиса месторождений третьего типа мы опускаем в связи с тем, что соответствующие месторождения изучены еще слабо и промышленное значение их представляется ограниченным. Отметим только, что в 1951 г. автором настоящего очерка на месторождении Кукуртли на Красноводском полуострове наблюдались явления отчетливого замещения серой сульфата стронция (целестина) с сохранением кристаллических форм целестина. Причины, вызывающие здесь распад целестина и образование на его месте самородной серы, пока неясны. Возможно, что это имеет место только близ выходов на поверхность соответствующих целестиноносных горизонтов и связано с влиянием сухого жаркого климата, характерного для районов размещения месторождений этого типа.

ОПИСАНИЕ СЕРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Описание серных месторождений дается с востока на запад, поскольку в Восточной Туркмении преобладают, наиболее перспективные месторождения первого типа и серные залежи приурочены к более древним отложениям.

Гаурдакское месторождение

Месторождение Гаурдак находится в Чаршангинском районе Чарджоуской области, в 55 *км* на северо-восток от ст. Мукры, Ашхабадской ж. д., около которой вдоль границы с Афганистаном протекает р. Аму-Дарья. Окрестности месторождения представляют собой полупустынную, почти безводную местность, характеризующуюся жарким сухим климатом. Среди высокохолмистого рельефа здесь возвышается хребет Гаурдак, являющийся крайним юго-западным отрогом Гиссарского хребта. Он имеет в плане овальную форму и вытянут в северо-восточном направлении; у юго-западного окончания хребта расположено Гаурдакское месторождение.

Геологическое строение месторождения и его окрестностей впервые описано в 1927 г. А. В. Дановым (1928). В период с 1929 по 1935 г. здесь был проведен большой объем геолого-разведочных работ (Данов, 1931а; Мирошниченко, 1933б, 1935ф; Мирошниченко и Лаптиева, 1941ф; Калугин, 1934ф) и выявлены значительные запасы высококачественных серных руд. Позднее геологические исследования на месторождении проводились в 1945 г. и завершились общим подсчетом запасов (Соколов и Зверев, 1947ф), которые в 1947 г. были утверждены ВКЗ. С 1949 г. здесь вновь возобновились геолого-разведочные работы, продолжающиеся до настоящего времени. Кроме работ на серу, на Гаурдаке и в окружающем его районе проводились различные геологические исследования и разведка на другие ископаемые. В настоящее время район этот представляется сравнительно хорошо изученным. С 1934 г. на Гаурдакском серном руднике производятся добыча руды и выплавка серы.

Геологический разрез Гаурдакского месторождения, установленный по данным многочисленных разведочных скважин, горных выработок, естественных обнажений и глубокой структурной скважины, представляется в следующем виде.

На палеозойском фундаменте, расположенном на глубине свыше 900 *м*, залегает мощная серия осадков юрского, мелового и третичного возраста.

Юрские отложения достигают мощности 1100 *м*. В основании залегает толща байос-батского возраста, представленная светло- и темно-серыми песчанистыми глинистыми сланцами с прослоями песчаников. Выше следуют отложения верхней юры, разделяющиеся на две мощные свиты:

I. Кугитангская свита (келловейский, оксфордский и лузитанский ярусы) представлена мощной (свыше 700 *м*) серией морских карбонатных осадков — мергелей и главным образом известняков. Верхние горизонты известняков обогащены своеобразным битуминозным веществом [антраксолит по А. В. Данову (1942) или тиокерит по Н. А. Орлову и В. П. Мирошниченко (1935)], с которым некоторые исследователи Гаурдака связывают известные здесь признаки нефтеносности.

II. Гаурдакская свита (кимериджский и титонский ярусы) залегает на породах кугитангской свиты, отделяясь от них четким контактом,

обусловленным резкой сменой литологического состава отложений. Гаурдакская свита сложена преимущественно гипсом и ангидритом, в нижней части с прослоями и линзами известняков; она подразделяется на три толщи:

1. Известняково-гипсо-ангидритовая сероносная толща. Представлена светло-серыми гипсо-ангидритами, среди которых прослеживаются прерывистые горизонты известняков. На Гаурдакском серном месторождении эту толщу В. П. Мирошниченко расчленил на пять горизонтов:

а) Известняковый горизонт F залегает непосредственно на породах кугитангской свиты. В основании горизонта А. С. Соколовым установлен невыдержанный целестиноносный слой мощностью до 0,15—0,40 *м*, выше которого залегает известняк серый до темно-серого, частично перекристаллизованный, а в нижней части местами окремненный. В основании горизонта местами вклинивается пачка серых ангидритов мощностью до 15 *м*. Известняки горизонта F почти всегда интенсивно осернены, представляя собой главный сероносный горизонт месторождения. Сера то как бы пропитывает известняк, то тонко прослаивается в нем или же в виде кристаллических агрегатов выполняет пустоты выщелачивания и трещины. Мощность горизонта в среднем 12—15 *м*, местами до 50—60 *м*.

б) Гипсо-ангидритовый горизонт E залегает на известняках горизонта F, а в местах их выклинивания — непосредственно на породах кугитангской свиты. Горизонт сложен серыми и темно-серыми тонкозернистыми плотными ангидритами с редкими пропластками, прожилками и включениями известняка. Близ поверхности ангидрит гидратизирован и переходит в мелкокристаллический гипс. В отдельных редких участках ангидрит и гипс слабо осернены; сера присутствует в виде примазок по трещинам или выполняет вместе с вторичным гипсом и кальцитом пустоты. Промышленное значение этого осернения ограничено. Мощность горизонта E сильно изменчива; местами достигая 65 *м*, она в среднем составляет 16—20 *м*.

в) Известняковый горизонт D имеет менее выдержанный характер, чем горизонт F. Представлен он серыми, обычно перекристаллизованными известняками, часто трещиноватыми и брекчированными, что связано с механическими напряжениями, развивающимися при гидратации вышеи нижележащих ангидритов. Известняки горизонта D почти всегда осернены и образуют второй сероносный горизонт месторождения.

Характер осернения здесь такой же, как и в горизонте F, но более часто наблюдается осернение по трещинам и пустотам, причем сера сопровождается вторичным гипсом и реже кальцитом; нередко встречаются брекчиевидные серные руды. В известняках горизонта D широко развиты процессы выщелачивания и огипсования, которые усиливаются в приповерхностной зоне, сопровождаясь обычно обеднением или исчезновением осернения. Мощность горизонта достигает 55—60 *м*, обычно же равна 6—10 *м*.

г) Гипсо-ангидритовый горизонт C располагается над известняками горизонта D, а в местах их выклинивания сливается с горизонтом E. Сложен он серыми, реже темно-серыми ангидритами и гипсом с пропластками, прожилками и включениями темных карбонатов. Осернение здесь обычно отсутствует. Мощность горизонта достигает 40—50 *м*, средняя 16—20 *м*.

д) Известняковый горизонт R, иногда называемый «руководящим», сложен плотными слаботрещиноватыми темно-серыми, коричневыми и черными известняками. Осернение имеет в нем спорадическое развитие.

Этот горизонт наиболее выдержанный из известняковых горизонтов и местами прослеживается далеко за пределами месторождения. Мощность его в среднем равна 8—12 *м*, в редких случаях увеличиваясь до 55 *м*.

Горизонтом R заканчивается разрез нижней толщи гаурдакской свиты. Общая мощность этой толщи около 80 *м*.

2. Гипсо-ангидритовая толща. Сложена плотными мелкокристаллическими белыми и светло-серыми, часто почти совершенно чистыми ангидритами и гипсом. Иногда в этих породах наблюдается сетка темных карбонатных ветвящихся прожилков, придающих им мраморовидный облик. В нижней части толщи местами имеются линзы серых доломитовых известняков. Мощность толщи 80—300 *м*.

3. Соленосная толща. Заканчивает собой разрез гаурдакской свиты; представлена гипсом, часто окрашенным в красно-бурый цвет и в верхней части обогащенным глинистым материалом. К толще гипсов приурочены залежи каменной и калийных солей. Мощность толщи сильно изменчива.

Севернее серного месторождения гаурдакская свита имеет несколько иное строение и значительно большую мощность. Так, у Кансая по данным разведочных скважин на калий в ней выделяются два горизонта: 1) подстилающие ангидриты с редкими тонкими пропластками известняка; мощность до 400 *м*; 2) толща каменной соли в нижней части с включением ангидрита, глины, а вверху с пластами калийных солей, прослоями красной глины и толщей покровных гипсов; мощность 400 *м*. В этой толще были встречены скопления горючих газов с примесью азота и сероводорода.

Стратиграфически выше пород гаурдакской свиты, выполняя синклинальные прогибы по соседству с Гаурдакским хребтом, залегает мощный (свыше 2200 *м*) комплекс меловых отложений, представленных красноцветными породами неокома, глинисто-песчанистыми, часто гипсоносными отложениями баррем-апта и карбонатно-глинистой серией альба и верхнего мела. К западу, северу, а местами и к югу от Гаурдака породы мелового возраста скрываются под отложениями третичной системы.

Геологический разрез Гаурдакского месторождения представляет собой классический пример последовательного накопления хемогенных осадков в регрессивно развивавшемся усыхающем морском бассейне. Здесь терригенные осадки средней юры переходят в терригенно-карбонатные, а выше в чисто карбонатные морские фации кугитангской свиты, сменяющиеся лагунными осадками гаурдакской свиты. Наличие мощных соляных залежей в верхней части этой свиты свидетельствует о резко возросшей концентрации солей в лагунном бассейне осадконакопления, который к концу юрского периода полностью усыхает; низы меловой системы характеризуются здесь уже типичными континентальными фациями.

Вышеописанными отложениями юрской системы сложен хребет Гаурдак, представляющий собой широкую Гаурдакскую брахиантиклинальную складку, вытянутую в северо-восточном направлении. На продолжении ее, уже в пределах Узбекской ССР, расположена другая аналогичная брахиантиклиналь хребта Тюбегатан, где, по имеющимся данным (В. П. Мирошниченко), также были обнаружены признаки осернения. К западу от Гаурдакского хребта располагается широкий синклинальный прогиб, а к востоку от него — более узкая синклиналь, отделяющая Гаурдакскую структуру от крупной антиклинальной складки хр. Ку-

гитангтау, также вытянутой в северо-восточном направлении. Все отмеченные антиклинальные структуры имеют асимметричное строение, характеризуясь пологим падением западных крыльев и крутым — восточных. Контакт меловых пород с юрскими в этих структурах и в том числе на Гаурдаке почти повсюду тектонический (надвиг), обусловленный, по-видимому, специфическими «скользящими» свойствами пород верхней соленосной толщи юры.

Гаурдакское месторождение серы расположено у юго-западного замыкания брахиантиклинали, протягиваясь вдоль ее западного пологого крыла (рис. 46). Верхнеюрские отложения имеют здесь падение на запад под углом 12—30° и скрываются под надвинутые на них породы меловой системы.

Признаки осернения на поверхности распространены на Гаурдакском месторождении полосой длиной 5—7 *км* и шириной 1—1,5 *км*; таким образом, общая площадь месторождения составляет около 5—7 *км*^{2}. В пределах этой площади выделяется четыре сероносных участка — I, II, III и IV, — последовательно располагающиеся в направлении с юго-юго-запада на северо-северо-восток (рис. 46). По геологическому строению участки отличаются лишь в деталях. На всех участках промышленное осернение в основном приурочено к известняковым горизонтам F и D и сравнительно редко прослеживается в горизонтах E, C и R. Детальной разведкой охвачены только II и III участки; в последние годы предварительная разведка начата также на I участке. IV участок освещен пока лишь в поисковом разрезе.

II сероносный участок (главный участок месторождения) характеризуется весьма резким рельефом. Участок прорезается глубоким оврагом Кугурсай, над которым возвышаются крутые узкие гребни, расчлененные сетью боковых оврагов; с северной стороны участок ограничивается еще более глубоким оврагом Узунхайрачек, являющимся условной границей между II и III участками. В юго-юго-восточном направлении II участок сливается с I участком.

Разведанная (в основном буровыми скважинами) площадь II участка вытянута с юго-юго-востока на северо-северо-запад на 1,5 *км* при ширине до 0,7 *км*. Центральная и северная части участка на площади около 0,3 *км*^{2} к настоящему времени разведаны с детальностью, необходимой для получения запасов категорий A_2 и B; южная и западная части освещены пока лишь единичными скважинами, устанавливающими почти непрерывное распространение сероносных горизонтов. Выклинивание осернения пока наметилось только на северо-западе, северо-востоке и востоке. Общая разведанная площадь участка составляет около 0,65 *км*^{2}.

В строении участка (рис. 47) принимают участие верхние горизонты известняков кугитангской свиты, а также нижняя и средняя толщи гаурдакской свиты. Слои этих пород имеют здесь пологое падение на запад-юго-запад под углом в среднем 15—20° и скрываются под надвинутые на них с запада меловые отложения; линия надвига на поверхности проходит вблизи западной границы участка.

Промышленное осернение приурочено в основном к известняковым горизонтам F и D и лишь местами развито также в других горизонтах гаурдакской свиты. Мощность отдельных стратиграфических горизонтов, и в том числе сероносных, характеризуется значительными изменениями, вплоть до полного выклинивания. Вследствие этого сероносные залежи нередко имеют форму линз и неправильных пластообразных тел.

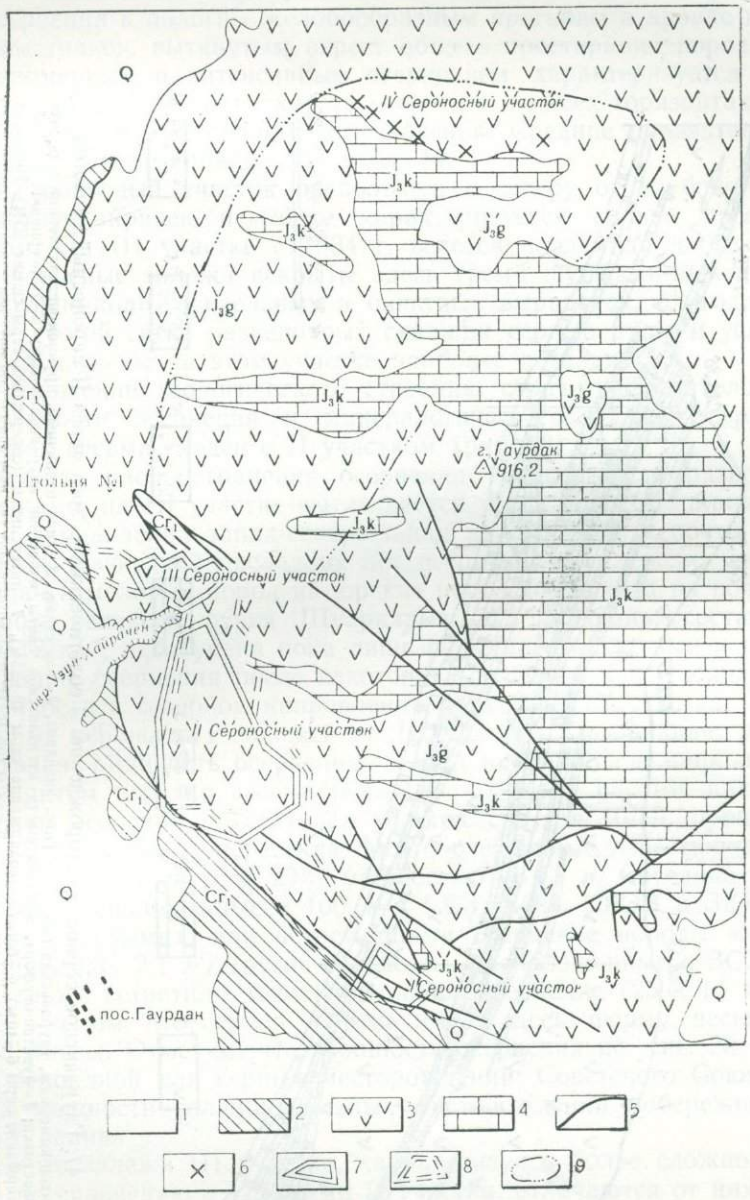


Рис. 46. Геологическая карта Гаурдакского серного месторождения (по А. В. Данову с дополнениями А. С. Соколова)

1—четвертичные отложения; *2*—нижний мел; *3–4*—верхняя юра: *3*—титон-кимеридж—гаурдакская свита, *4*—лузитан-келловей — кугитангская свита; *5*—линии тектонических разрывов; *6*—пункты обнаружения серы на поверхности в пределах *IV* участка; *7*—контуры площадей, на которых ВКЗ утверждены запасы в 1941 г.; *8*—контуры площади, на которой разведаны запасы в 1948–1951 гг.; *9*—предполагаемая площадь осернения

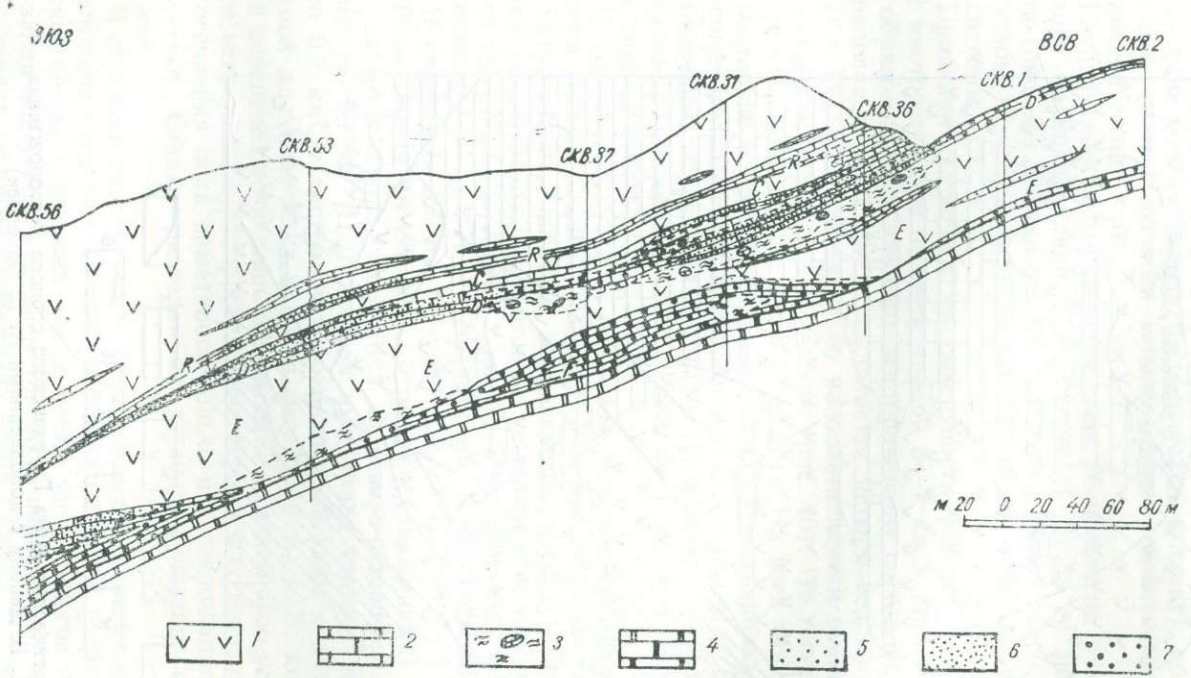


Рис. 47. Гаурдакское серное месторождение. Геологический разрез через II сероносный участок

1–3—титон-кимеридж, гаурдакская свита: *1*—гипс, ангидрит, *2*—известняк, *3*—гипс вторичный, крупнокристаллический с реликтами известняка; *4*—лузитан-оксфорд, верхняя часть кугитангской свиты, известняк антраксолитовый; 5–7—осернение: *5*—среднее (содержание серы 6–10%); *6*—богатое (содержание серы 10–25%), 7—интенсивное (содержание серы свыше 25%). Индексировка горизонтов сероносной толщи гаурдакской свиты (по В. П. Мирошниченко): *R*—верхний горизонт известняков („руководящий"), *C*—верхний гипсо-ангидритовый горизонт, *D*—средний горизонт известняков, *E*—нижний гипсо-ангидритовый горизонт, *F*—нижний горизонт известняков

Местами наблюдается приуроченность наиболее мощного и интенсивного осернения к пологим желобообразным прогибам в кровле кугитангских известняков, вытянутым вкрест общего простирания пород. Наиболее равномерным и интенсивным осернением характеризуется сероносный горизонт F. Близ поверхности осернение во всех горизонтах заметно ослабевает вплоть до полного исчезновения. Средние показатели содержания серы в руде приведены в табл. 44.

III сероносный участок расположен к северу от глубокого узкого оврага Узунхайрачек и также характеризуется сильно рассеченным рельефом. На III участке с 1934 г. ведется подземная добыча серных руд. Сероносные залежи вскрыты здесь тремя шурфами-шахтами и системой горно-подготовительных и очистных выработок, благодаря чему, а также густой сетке разведочных скважин серные руды и условия их залегания изучены на этом участке наиболее детально.

В отношении геологического строения, стратиграфо-литологической приуроченности осернения и минералогического состава серных руд III участок весьма сходен с II участком (рис. 48).

Площадь распространения осернения, оконтуренная разведочными выработками, на III участке вытягивается узкой полосой шириной 100—300 *м* в направлении запад-северо-запад на 500—600 *м* почти по падению пород. Разведкой последних лет осернение прослежено уже за линию надвига меловых пород на юрские почти до выхода на поверхность подземного соленого ручья Шуаркярыз. Эта площадь, составляющая около 0,12 *км*^{2}, оконтурена пока лишь редкими скважинами и возможно продолжение осернения после некоторого перерыва как в южном, так и в особенности в северном направлении, в сторону IV участка.

Форма сероносных залежей на III участке линзовидная, реже пластообразная. Мощность осерненных пород изменяется в широких пределах и притом нередко весьма резко на коротких расстояниях. В этом отношении особенно показателен участок скв. № 10/19, пройденной в 1951 г. Эта скважина пересекла богато осерненные известняки со средним содержанием серы 28,29% мощностью 76,73 *м*. Соседние же с ней скважины, расположенные в 100 *м* к ССЗ, ВСВ, ЮЮВ и ЗЮЗ, оказались или «пустыми», или встретившими осернение породы мощностью всего лишь 0,3—2,1 *м*. Другие скважины, расположенные к ЗСЗ и ВЮВ от нее, также встретили довольно мощное осернение (25 и 14 *м*), свидетельствуя о том, что серная залежь имеет здесь форму весьма узкой мощной линзы. Отметим, что мощность осернения по скв. № 10/19 является рекордной для серных месторождений Советского Союза и аналогична мощности солянокупольных месторождений побережья Мексиканского залива.

Серные залежи III участка, характеризуясь более сложной морфологией по сравнению с залежами II участка, отличаются от них также и значительно более высоким качеством руд, что хорошо видно из табл. 44.

Трубообразная вытянутость сероносных залежей в направлении к выходу сероводородного соленого источника Шуаркярыз, скопления жидкой нефти, наблюдавшиеся в шурфах вблизи последнего, и ряд других явлений позволяют усматривать в них генетическую связь, говорящую не в пользу гипотезы сингенетического образования гаурдакской серы.

I сероносный участок изучен еще весьма слабо. Скв. № 1 и 2, пройденные здесь в первые годы исследования месторождения, производившегося В. П. Мирошниченко, не были добурены до подошвы гаурдакской свиты и позволяли ему только предполагать распространение здесь

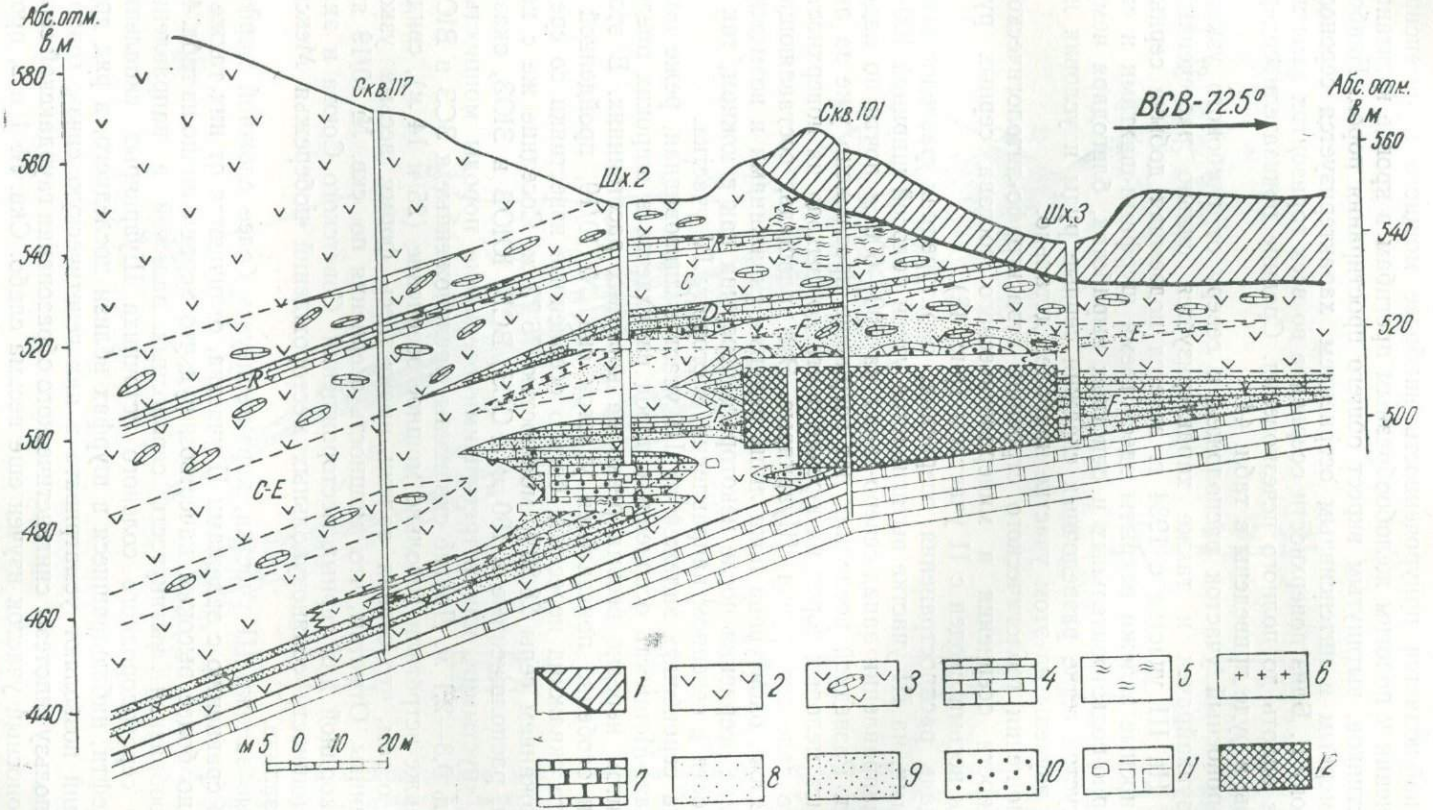


Рис. 48. Гаурдакское серное месторождение. Геологический разрез через III сероносный участок

1—нижний мел, глина надвиговой толщи; *2—6*—титон-кимеридж, гаурдакская свита: *2*—гипс, ангидрит, *3*—то же с включениями известняка, *4*—известняк, *5*—гипс вторичный крупнокристаллический, *6*—целестиноносный горизонт; *7*—лузитан-оксфорд, верхняя часть кугитангской свиты—известняк антраксолитовый; *8—10*—осернение: *8*—среднее (содержание серы 6—18%), *9*—богатое (содержание серы 18—36%), *10*—интенсивное (содержание серы свыше 36%) *11*—подземные горные выработки; *12*—выработанная и заложенная часть сероносного участка

Индексировка горизонтов сероносной толщи—как на рис. 47. *C—E*—объединенные верхний и нижний гипсо-ангидритовые горизонты в местах отсутствия горизонта D

осернения в тех же геологических условиях, как и на соседнем II участке. Начатое в 1951 г. бурение в южной части II участка и непосредственно на I участке полностью подтверждает эти предположения и в настоящее время позволяет с еще большей уверенностью считать непрерывным распространение осернения между II и I участками и в пределах последнего.

Специфической особенностью I участка Гаурдакского месторождения является интенсивное развитие здесь у поверхности сложных геохимических процессов с образованием комплекса вторичных минералов из группы кварцов, гипса, кальцита, арагонита, халцедона, преобразованием коренных пород в трепеловидные, накоплением серы в этих породах и т. п. Это связано, по-видимому, с повышенной интенсивностью газовыделений, в составе которых существенную роль играют углеводороды и сероводород. Это, надо полагать, обусловлено расположением I участка в замковой части Гаурдакской антиклинали, в непосредственной близости от надвига меловых пород на юрские.

IV участок месторождения изучен пока лишь с поверхности. Распространение здесь на широкой площади карбонатных пород в составе гаурдакской свиты, вторичного гипса, отдельных мелких скоплений серы и ряда других признаков позволяет предполагать, что и здесь на некоторой глубине имеются мощные сероносные залежи, подобные залежам других участков месторождения.

Общие перспективные запасы серы Гаурдакского месторождения определяются в настоящее время, как уже указывалось, в 15—25 млн. *т*. Ориентировочное распределение их по отдельным участкам указано в табл. 44. Есть основания предполагать, что перспективная в отношении сероносности площадь не ограничивается на Гаурдакской структуре вышеотмеченными участками и

Таблица 44

Запасы серной руды и серы Гаурдакского серного месторождения, утвержденные ВКЗ в 1947 г.

Категории запасов	I участок			II участок			III участок			Всего		
	Запасы руды в тыс. *т*	Средн. содержание серы в %	Запасы серы в тыс. *т*	Запасы руды в тыс. *т*	Средн. содержание серы в %	Запасы серы в тыс. *т*	Запасы руды в тыс. *т*	Средн. содержание серы в %	Запасы серы в тыс. *т*	Запасы руды в тыс. *т*	Средн. содержание серы в %	Запасы серы в тыс. *т*
A_2	—	—	—	1 186,2	16,34	193,9	709,4	33,54	237,9	1 895,6	22,78	431,8
B	—	—	—	4 756,0	18,27	868,9	321,5	31,38	100,9	5 077,5	19,10	969,8
C_1	4 179	7,36	307,5	7 745,2	17,80	1 379,0	500,3	29,81	149,1	12 424,5	14,77	1 835,6
C_2	—	—	—	5 954,9	17,82	1 061,2	959,1	25,10	240,7	6 914,0	18,83	1 301,9
По всем категориям . .	4 179	7,36	307,5	19 642,3	17,83	3 503,0	2 490,3	29,26	728,6	26 311,6	17,25	4 539,1

дальнейшие исследования позволят ее значительно расширить, увеличив тем самым и общие запасы этого грандиозного месторождения.

Разведанные запасы серных руд и серы Гаурдакского месторождения в последний раз утверждались ВКЗ в 1947 г. (протокол № 4785 от 25/XII 1947 г.).

В результате работ 1949—1951 гг. разведанные запасы месторождения значительно увеличены (Мирошников и Ножницкий, 1952ф).

На II участке запасы северной части участка в полосе смыкания его с III участком переведены из категории C_1 в категории A_2 и B. Значительно расширена разведанная площадь в южной части участка, где до категории C_1 разведаны запасы категории C_2, а также на площади между II и I участками. Прирост запасов серы на II участке за 1949—1951 гг. составляет около 20 тыс. *т* по категории A_2+B и 300 тыс. *т* по категории C_1.

На III участке до категорий A_2 и B разведаны запасы, утвержденные ВКЗ по категориям C_1 и C_2, и прирезаны новые площади в юго-восточной и северо-западных частях участка. Прирост запасов серы по категориям A_2+B составляет здесь 510 тыс. *т*, так что общие детально разведанные запасы этого участка по сравнению с утвержденными ВКЗ увеличены в 2,5 раза.

Исключая запасы, отобранные на Гаурдаке в течение последних 5 лет, здесь на 1 января 1952 г. числится на балансе 2089 тыс. *т* запасов серы по категориям A_2+B и 1502 тыс. *т* по категории C_1; всего по категориям A_2+B+C_1 3591 тыс. *т*.

Химический состав серных руд Гаурдакского месторождения может быть охарактеризован следующими анализами (табл. 45).

Таблица 45

Результаты химических анализов средних проб из эксплуатационных выработок III участка (в %)

	S	CaO	MgO	BaO	R_2O_3	R_2O	SiO_2	CO_2	SO_3	P_2O_5	As
Известняковая богатая руда .	60,32	21,60	Нет	Нет	Нет		0,15	17,15	1,34	Нет	Нет
Известняковая бедная руда .	10,09	47,60	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.		35,70	2,17	Сл.	

Довольно глубокое залегание серных руд Гаурдакского месторождения и сильно рассеченный рельеф заставляли ранее считать, что большая часть запасов может быть добыта здесь только подземными горными работами. Однако расчеты при проектировании показали, что благодаря установленному смыканию сероносных площадей II и III участков и значительной мощности рудных залежей здесь целесообразнее организовать совместную разработку этих участков открытым способом, наиболее рациональным и допускающим широкое применение механизации трудоемких горных работ. Отношение объема вскрышных и «пустых» пород к объему рудной массы составляет здесь 5,45 : 1.

Открытая эксплуатация значительно облегчает борьбу с подземными водами, режим которых на месторождении изучен еще слабо. Установлено, что ниже отметки 480 *м* месторождение обводнено. Наиболее водообильной, по-видимому, является северо-западная часть вблизи подзем-

ного ручья Шуаркярыз, где в скважинах установлены значительные притоки воды в породах гаурдакской свиты. Ниже в верхне- и среднеюрских отложениях имеется еще несколько водоносных горизонтов на глубине 250—300, 400—550 и 850 *м*; последний является напорным (Фрейберг, 1943ф). Подземные воды сильно минерализованы и содержат от 40 до 110 *г/л* сухого остатка, в том числе $Ca^{\cdot\cdot}$ 1,5—2,5 *г/л*, $Mg^{\cdot\cdot}$ 0,3—0,5 *г/л*, Cl' 22—65 *г/л*, SO_4'' 0,1—4,2 *г/л*. Общая жесткость воды в немецких градусах 280—460. Характерно присутствие в этих водах иода и брома. Серные руды Гаурдакского месторождения, как, впрочем, и большинства осадочных месторождений, характеризуются отсутствием вредных примесей — мышьяка и селена.

Разведанными запасами серы не ограничиваются общие перспективы этого месторождения, которые, как уже указывалось, оцениваются в 15—25 млн. *т* серы. С целью дальнейшего прироста запасов промышленных категорий A_2 и B, увеличения общих разведанных запасов и уточнения геологического строения и перспектив Гаурдакского месторождения дальнейшие геолого-разведочные работы здесь должны развертываться прежде всего в следующих направлениях:

1) предварительная и детальная разведка южной части II участка и всего I участка;

2) предварительная разведка западных частей II и III участков путем прослеживания бурением сероносных залежей на глубину по падению;

3) поисковая разведка площади к северу от III участка вплоть до IV участка и в пределах последнего;

4) поисковые работы с применением неглубокого бурения по всей площади Гаурдакской структуры;

5) детальные гидрогеологические исследования (съемка, опытные работы) и изучение газоносности месторождения (в том числе газовая съемка по сероводороду и углеводородам).

В процессе этих работ должно получить свое дальнейшее развитие общее геологическое исследование района и изучение условий образования и закономерностей распространения сероносных залежей.

Месторождение хребта Кугитангтау

По геологическому строению хр. Кугитангтау весьма сходен с хр. Гаурдак, что позволяет рассматривать его как перспективный район для поисков серы. Подтверждением этого являются мелкие скопления серы в породах гаурдакской свиты, установленные здесь в ряде пунктов.

Выходы осерненных пород в тех же геологических условиях, как и на Гаурдаке, обнаружены в двух пунктах также в 40 *км* к северо-востоку от него, в хр. Тюбегатан (Мирошниченко, 1935ф).

Карабильское месторождение

Месторождение находится в Тахта-Базарском районе Марыйской области, на южном склоне возвышенности Карабиль, в непосредственной близости от пос. Ходжагугурдак, вблизи сероводородного источника того же названия.

Сведения о Карабильском месторождении ограничиваются кратким описанием В. В. Александрова (1934).

Стратиграфический разрез здесь следующий (снизу вверх):

I. Известняки светло-серые, гипсоносные, осерненные, нередко закарстованные, без фауны. В. В. Александров условно отнес их к верхнему мелу. В настоящее время можно считать доказанной принадлежность их к бухарскому ярусу палеогена.

II. Невыдержанная толща мергелей, глин и песчаников мощностью 170 *м*. Возраст, по-видимому, — сузакский ярус.

III. Известняки белые, иногда трепеловидные, с фауной; встречаются в колодцах на северном склоне Карабиля. В. В. Александров условно относит их к верхам эоцена.

IV. Континентальная песчаниковая толща условно неогенового возраста, несогласно перекрывающая отложения палеогена.

Наиболее интенсивное осернение приурочено к верхней части гипсоносных известняков бухарского яруса, с которыми связаны сероводородные источники. Мощность известняков с осернением до 6,5 *м*. В 1931 г. осерненные породы были случайно подожжены и длительное время интенсивно горели, что может служить указанием на сравнительно высокое содержание в них серы.

Карабильское месторождение безусловно заслуживает постановки на нем специальных поисково-разведочных работ на серу.

Мейлегеранское месторождение

Месторождение находится в Серахском районе Ашхабадской области у источника Мейлегеран, близ северного окончания Зюльфагарского хребта.

Месторождение изучалось в 1930 г. В. Н. Огневым (1932). В 1947 г. этот район исследовался Ф. И. Романовым (1948ф). Осернение приурочено к породам бухарского яруса, которые В. Н. Огневым условно относились к датскому ярусу. Сера встречается в гипсоносной толще общей мощностью около 40 *м*. Здесь, как указывает В. Н. Огнев, в гипсовых пластах содержатся редкие гнезда глинистого гипса размером до 2 *м*, часто окруженные оболочкой толщиной до 10 *см* осерненного гипса с содержанием серы от 10 до 40%; в глинистом гипсе содержание серы более низкое. Количество таких гнезд не превышает двух-трех на каждые 20 *м* простирания толщи. Кроме того, сера встречается в виде примазок по бокам секущих прожилков гипса.

В структурном отношении Мейлегеранское месторождение приурочено к почти широтно вытянутому шарниру широкой Герирудской антиклинали.

Возможно, что ниже зоны окисления осернение может оказаться более интенсивным, заслуживающим промышленной разведки.

Ходжабуланское месторождение

Месторождение находится в Каахкинском районе Ашхабадской области, в 20 *км* на юг от ж.-д. ст. Душак и в 15 *км* на юго-восток от ущелья р. Душак, прорезающей хребты Ходжа и Девянакю, являющиеся восточным продолжением Передовой цепи Копет-Дага.

Месторождение кратко описано В. В. Александровым (1933).

Так же как и в двух предшествующих месторождениях, осернение здесь приурочено к гипсоносной толще бухарского яруса, которая В. В. Александровым условно относилась к датскому ярусу. Сера встре-

чается в огипсованных мергелях в виде гнезд и желваков вместе с гипсом. Общая мощность сероносного горизонта 47 *м*; пласт, наиболее насыщенный включениями серы, имеет мощность 1 *м*.

Учитывая региональное распространение осернения в породах бухарского яруса на юге Туркмении, Ходжабуланское месторождение заслуживает постановки на нем поисково-разведочных работ.

Душакское месторождение

Месторождение находится в Каахкинском районе Ашхабадской области, в 18 *км* на юго-запад от ж.-д. ст. Душак, в ущелье того же названия, в непосредственной близости от известных Душакских сероводородных источников.

Геологическое строение района и Душакские источники детально изучались в 1930 г. В. В. Александровым (1933).

Ущельем р. Душак вскрывается сводовая часть антиклинали, в ядре которой обнажается гипсоносная толща титонского яруса мощностью около 100 *м*, перекрытая отложениями нижнего мела. Воды Душакских источников сильно минерализованы, главным образом солями сульфата кальция, и обладают сильным запахом сероводорода. Появление этих компонентов связано с растворением титонских гипсов.

В 1937 г. при изучении разреза по ущелью р. Душак сотрудниками экспедиции Академии наук СССР (Варенцов и др., 1938ф) в пределах титонской толщи в горизонте тонкозернистого, слегка песчанистого желтовато-серого известняка с прослоями гипса были обнаружены редкие включения самородной серы. Мощность этого горизонта 10 *м*. Сами по себе эти включения серы не представляют практического значения, но они весьма интересны тем, что подтверждают широкое распространение по всей Южной Туркмении титонской гипсоносной толщи, в которой в условиях антиклинальных структур создается благоприятная обстановка для образования самородной серы.

Каракумские месторождения

Группа Каракумских серных месторождений находится в Ашхабадском районе Ашхабадской области, в центральной части пустыни Каракумы, в 220—250 *км* к северу от г. Ашхабада. Месторождения расположены на границе Низменных и Заунгузских (Северных) Каракумов в 85—135 *км* к востоку от верхней части древнего русла Узбой.

Серные залежи обычно приурочены к своеобразным буграм, представляющим собой останцы, отчлененные эрозией от Заунгузского «плато». Бугры располагаются группами, представляющими собой отдельные месторождения; реже наблюдаются одиночные бугры. Несколько серных месторождений известно вдоль чинка Заунгузского «плато» и в глубине плато в нескольких километрах от чинка.

Район распространения серных месторождений вытягивается полосой с северо-запада на юго-восток на 60 *км* при ширине до 30 *км* и достигает площади 1800 *км*^{2}. Наибольшее число сероносных бугров расположено на северо-западной и юго-восточной площадях района (рис. 49). В пределах северо-западной площади находятся месторождения: а) Алакбасан (группа из 14 бугров), б) Кызылкыр (18 бугров), в) Дарваза (один крупный бугор и большое число мелких) и одиночный бугор Кызылджульба. К юго-восточной площади относятся месторождения:

г) Зеагли (один крупный бугор, ряд мелких и так называемый Прибугровый участок, приуроченный к террасовидной площадке — кыру), д) Восточно-Зеаглинская группа бугров (Монсур-Даг, Чалджульба и др.), е) Денгли и Букури (8 бугров), ж) Чеммерли и Чакмаклы

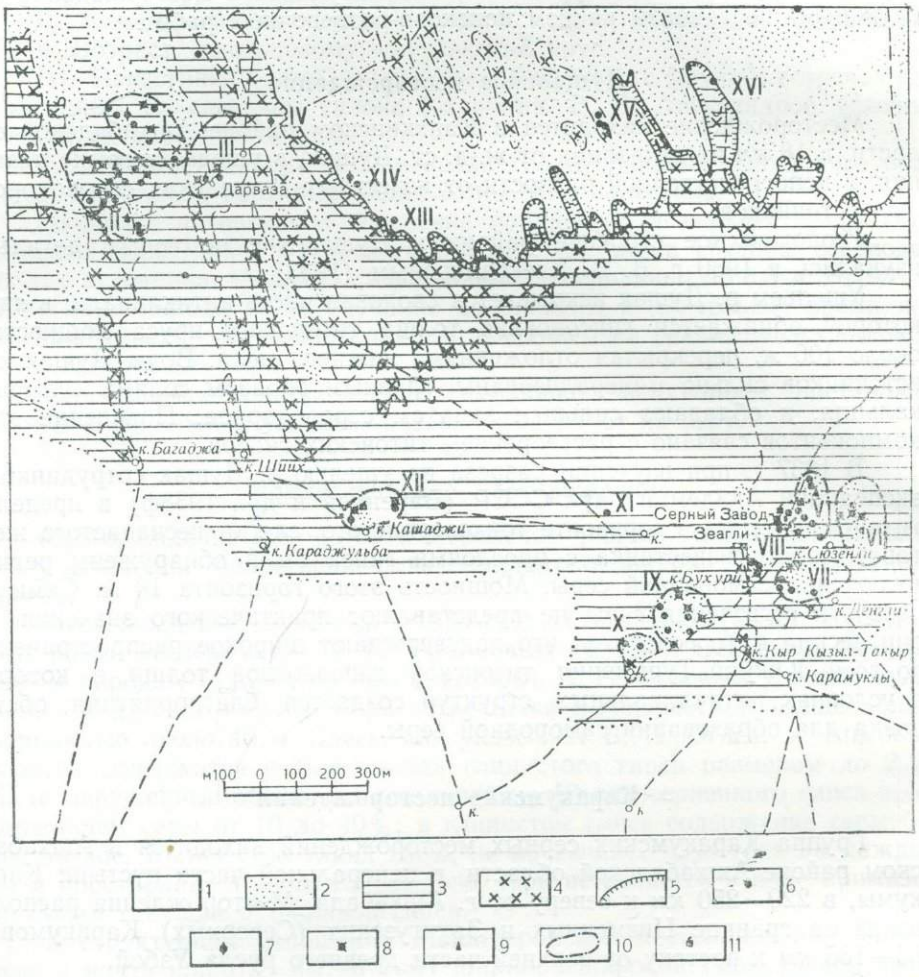


Рис. 49. Схематическая геологическая карта Каракумского района. Составлена В. Н. Смирновой, под редакцией А. С. Соколова

1—древние аллювиальные отложения Аму-Дарьи; *2*—заунгузская свита; *3*—сарматский ярус; *4*—такыры и шоры; *5*—чинк Заунгузского „плато"; *6*—бугры с проявлениями и признаками сероносности; *7*—бугры с серными залежами промышленного значения (в некоторых буграх выработаны); *8*—серные залежи, вскрытые карьерами; *9*—проявления и признаки сероносности в кыровых возвышенностях и в отложениях сармата; *10*—контуры серных месторождений; *11*—серные заводы. Названия Каракумских серных месторождений: северо-западная группа: *I*—Алакбасан, *II*—Кызылкыр, *III*—Дарваза, *IV*—Кызылджульба; юго-восточная группа: V—Зеагли, *VI*—Восточно-Зеаглинская группа, *VII*—Денгли, *VIII*—Букури, *IX*—Чеммерли, *X*—Чакмаклы, *XI*—Топорджульба; промежуточные месторождения: *XII*—Топджульба; северные месторождения: *XIII*—Арвахлы, *XIV*—Кичикарвахлы, *XV*—Тьеташ, *XVI*—Ахметджульба

(40 бугров) и з) Топорджульба (6 бугров). Промежуточное положение между указанными двумя площадями занимает месторождение Топджульба, состоящее из 9 бугров. Кроме того, в северной части сероносного района расположены месторождения: к) Арвахлы и Кичикарвахлы и л) Тьеташ и Ахметджульба.

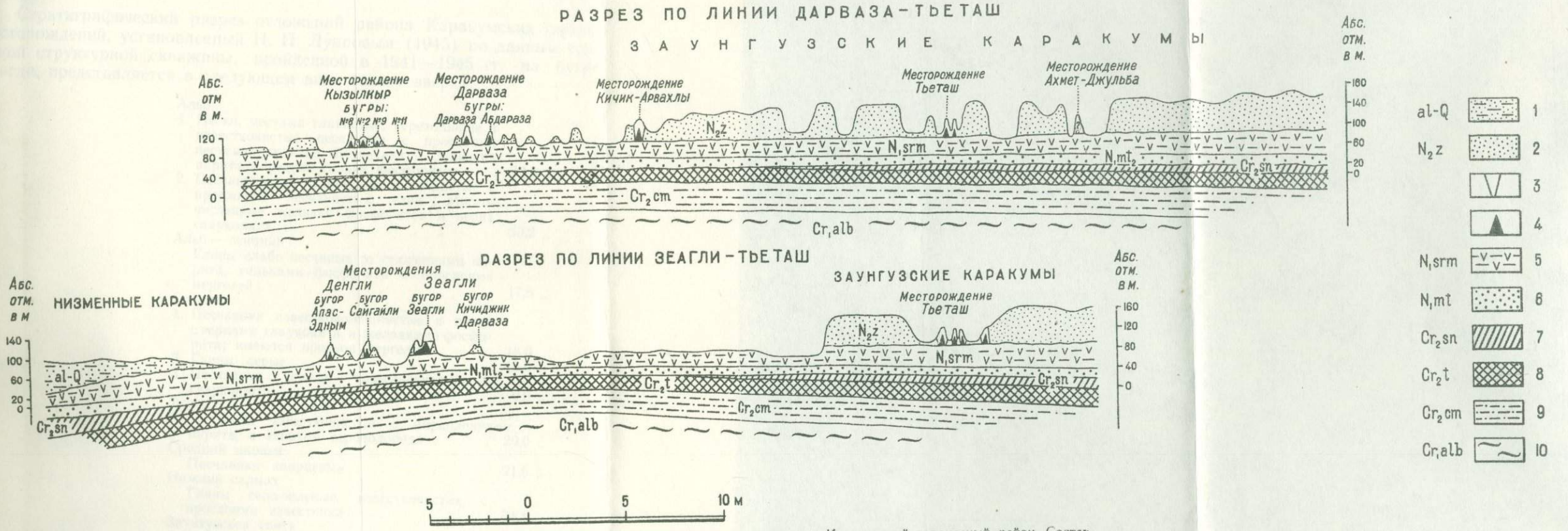


Рис. 50. Схематические геологические разрезы через Каракумский сероносный район. Составлены А. С. Соколовой

1—древние аллювиальные отложения (каракумская толща); *2*—заунгузская свита; *3*—измененные и осерненные породы заунгузской свиты; *4*—штоки вторичных кремнистых образований; *5*—сарматский ярус; *6*—средний миоцен; *7*—сенон; *8*—турон; *9*—сеноман; *10*—альб

Из всех серных месторождений Туркмении Каракумские месторождения первые обратили на себя внимание и, начиная с 80-х годов прошлого столетия, их изучением занимались следующие исследователи: А. М. Коншин (1889), Ф. Маевский (1897), А. Д. Нацкий (1926), А. Е. Ферсман (1926), Д. И. Щербаков (1926а, 1928), А. В. Данов и В. П. Мирошниченко (Данов, 1928ф, 1930ф, 1931б), А. Л. Яницкий (1934ф), А. А. Шугин (1935ф, 1936ф), А. М. Лонский (1939ф, 1941ф), В. Х. Дараган (1943ф), А. С. Соколов (1948ф, 1952ф) и В. Н. Смирнова (1951ф).

Стратиграфический разрез отложений района Каракумских серных месторождений, установленный Н. П. Лупповым (1945) по данным глубокой структурной скважины, пройденной в 1941—1945 гг. на бугре Зеагли, представляется в следующем виде (снизу вверх):

Альб	
1. Пески, местами глинистые, переходящие в известковистые песчаники с прослоями песчанистых глин. Встречаются стяжения пирита и редкие гальки фосфоритов . .	92,6 *м*
2. Песчаники известковистые и глинистые с прослоями песчанистых глин. Многочисленные желваки фосфоритов и зерна глауконита	30,2 „
Альб — сеноман	
Глины слабо песчаные со стяжениями пирита, гальками фосфорита и прослоями мергелей	17,6 „
Сеноман	
1. Песчаники известково-глинистые и пески с зернами глауконита и желваками фосфорита; имеются прослои мергеля . . .	18,0 „
2. Глины серые	18,0 „
3. Песчаники иногда известковистые, с глауконитом	9,0 „
Турон	
Глины известковистые с вкраплениями пирита, с запахом сероводорода . . .	29,0 „
Средний миоцен	
Песчаники кварцевые	21,6 „
Нижний сармат	
Глины серо-зеленые, известковистые, с прослоями известняка	34,4 „
Заунгузская свита	
Песчаники с прослоями глин; вверху огипсованы, с кристаллами серы . . .	52,0 „

На поверхности в Каракумском сероносном районе обнажаются только последние две толщи — нижний сармат и заунгузская свита, которые часто перекрыты, кроме того, современными перевеваемыми песками (рис. 50).

Отложения нижнего сармата имеют в районе сплошное распространение и обнажаются во всех пониженных участках рельефа. Здесь на сарматских отложениях получают развитие шоры и такыры.

Почти повсеместно нижнесарматские отложения представлены довольно однообразной толщей голубовато-серых гипсоносных глин и мергелей, а местами также песчаников. Последние в районе бугра Зеагли на значительной площади целестиноносны. Близ бугра Зеагли и в районе Дарвазы из отложений сармата наблюдались интенсивные выделения углеводородных газов с примесью сероводорода. В отдельных пунктах в сармате обнаружена также и сера. Наиболее крупное скопление серы

было вскрыто в 1951—1952 гг. на такыре, на котором расположен Дарвазский аэродром. Осерненными здесь являются светло-голубоватые глины, густо насыщенные агрегатами крупных кристаллов прозрачного гипса. В отдельных образцах удается наблюдать метасоматическое замещение гипса серой. Мощность осерненных пород здесь до 2—3 *м*; содержание серы до 30—40%.

Породами заунгузской свиты сложены обширная площадь Заунгузского «плато», а также многочисленные гряды и бугры, возвышающиеся над сарматскими отложениями в районе серных месторождений. В составе пород преобладают рыжеватые и серые песчаники, пестроцветные гипсо- и соленосные песчано-глинистые отложения и др. На сероносных буграх песчаники обычно сильно изменены: они обесцвечены до чисто белых разностей, а местами превращены в опалиты. Породы заунгуз-

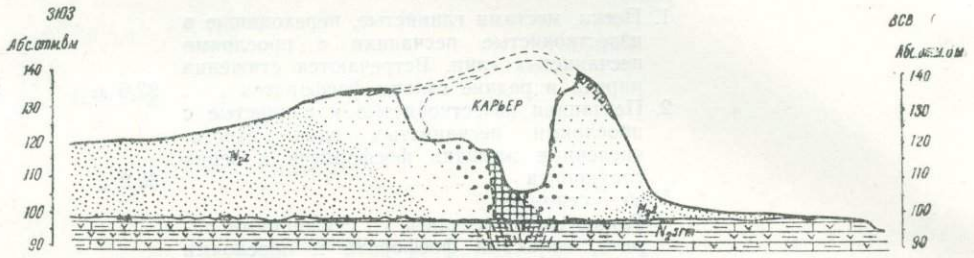


Рис. 52. Месторождение Кызылкыр. Геологический разрез через бугор № 1. Составлен В. Н. Смирновой и А. С. Соколовым
Обозначения те же, что и на рис. 51

ской свиты представляют собой, согласно Б. А. Федоровичу (1934в), лагунно-континентально-дельтовые отложения, в составе которых имеются осадки соляных озер, морских лагун, аллювиальные и эоловые образования. Возраст заунгузской свиты определяется в пределах от верхов миоцена до плейстоцена; наиболее вероятна принадлежность ее к плиоцену.

Геоструктурные особенности Каракумского сероносного района наиболее обстоятельно освещаются Н. П. Лупповым (1952), который считает, что этот район представляет собой домиоценовую антиклинальную структуру (Зеаглинская антиклиналь), ось которой протягивается в общем в северо-западном направлении, будучи в плане несколько выгнута к югу. С этой зоной изгиба оси структуры совпадает площадь распространения серных месторождений.

За исключением редких случаев осернения сарматских пород, все серные залежи в Каракумах приурочены к породам заунгузской свиты, обычно образуя ядро бугров-останцов (рис. 51, 52). Преобладающим типом серных руд являются кварцевые песчаники, сцементированные серой и имеющие светло-желтоватую окраску. Химический состав руды подобного типа из месторождения Кызылкыр (бугор № 2) приведен в табл. 46.

На ряде бугров, где серная залежь в значительной степени отработана, в основании осерненных песчаников обнажаются своеобразные штоки кремнистых и опалитизированных пород, по периферии осерненных. Прежние исследователи считали, что в составе этих штоков главную роль играет гипс, однако установлено, что последний встречается здесь лишь в весьма подчиненном количестве. На поверхности сероно-

СЕКРЕТНО

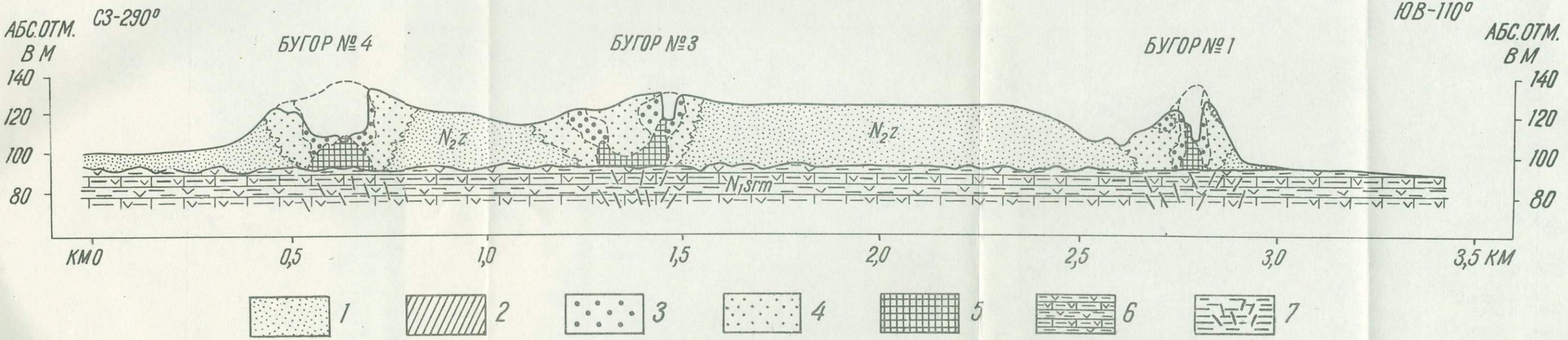


Рис. 51. Геологический разрез через северную часть месторождения Кызылкыр Составлен В. Н. Смирновой и А. С. Соколовым
1—заунгузская свита—желто-бурые пески, песчаники, глинистые пески; *2–5*—вторично измененные породы заунгузской свиты; *2*—приповерхностная корка окремнения и накопления кремневых конкреций, *3*—серная руда (белые кварцевые песчаники, сцементированные серой), *4*—белые кварцевые песчаники и пестроцветные песчано-глинистые образования, *5*—предполагаемый шток кремнистых образований: *6*—сармат—гипсоносные зеленовато-серые мергели и глины; *7*—

Таблица 46

Химический состав серной руды месторождения Кызылкыр (в %)

S	CaO	MgO	R_2O_3	SiO_2	SO_3	As	битумы
18,59	0,41	Сл.	0,96	75,18	1,02	Нет	Нет

ных бугров часто встречаются кремнистые конкреции, образование которых, так же как и обесцвечивание песчаников, связано, по-видимому, с появлением в сухих климатических условиях Каракумов свободной серной кислоты. Эти вторичные изменения пород часто являются в Каракумах прекрасным поисковым признаком для выявления сероносных бугров.

Эксплуатация Каракумских серных месторождений была начата в 1930 г. на бугре Зеагли. В дальнейшем разработке подвергались все новые и новые бугры. К 1942—1948 гг. разведанные запасы богатых руд были почти полностью выработаны. В связи с этим были построены обогатительные фабрики и начато извлечение серы из хвостов автоклавной плавки, в которых за период 15-летней эксплуатации накопилось свыше 100 тыс. *т* запасов серы. В 1951 и 1952 гг. на Каракумских месторождениях были проведены геолого-ревизионные работы, которые выявили участки, перспективные для постановки здесь предварительной и детальной разведки. Наибольший интерес в этом отношении представляет северо-восточная площадь, где на месторождениях Алакбасан (бугры № 4—12), Кызылкыр (бугры № 3, 4, 8) и некоторых новых площадях можно ожидать выявление до 200 тыс. *т* запасов серы. До 100 тыс. *т* запасов серы, кроме того, может быть выявлено на месторождениях юго-восточной площади (Прибугровый участок месторождения Зеагли и др.). Выявление этих запасов может обеспечить реконструкцию действующих здесь предприятий с расчетом переработки более бедных серных руд с содержанием серы порядка 10—15%. Кроме того, рекогносцировочными маршрутами в 1951 г. (Соколов, 1952ф) установлено наличие осернения в пределах Заунгузского «плато», чем значительно расширяются общие перспективы Каракумского сероносного района.

Задача сейчас заключается в том, чтобы ускоренным порядком провести в Каракумах необходимый объем геолого-поисковых и разведочных работ и создать сырьевую базу для реконструкции существующих здесь горно-промышленных предприятий.

Характеризуя условия сероносности Каракумского района, необходимо отметить, что уже давно многими исследователями указывается, как перспективный для поисков на серу соседний с ним Питнякский район, расположенный по левому берегу Аму-Дарьи. Здесь имеется (Чуенко и Смолко, 1951) широкое антиклинальное поднятие, осложненное рядом складок второго порядка, разбитых серией крутых сбросов. В сводах указанных складок выделяются горючие газы. А. В. Данов указывает на совместное нахождение здесь серы, битумов и квасцов.

Следует, однако, отметить, что отложения бухарского яруса, в которых можно было бы ожидать наличие крупных залежей серы, здесь отсутствуют, а верхняя юра залегает на большой глубине. Таким образом, здесь можно ожидать только гнездовые месторождения второго типа, что в значительной степени суживает перспективы этого района в отношении сероносности.

Вторым участком, который не следует упускать из виду при оценке перспектив поисковых работ на серу, является район колодца Депме (или Деппе), у обрыва Капланкыр, в 100 *км* восточнее побережья Кара-Богаз-Гола. Еще в 1930 г. Б. А. Федорович (1930а) указывал, что, по рассказам местных жителей, здесь северо-восточнее колодца имеется месторождение серы.

Красноводское месторождение (Кукуртли)

Кукуртли

Месторождение находится в Красноводском районе Ашхабадской области, в 50—60 *км* на северо-восток от г. Красноводска.

Здесь в обрывах Красноводского плато, а также в отдельных останцовых холмах западнее плато обнажаются отложения акчагыла, в которых на протяжении около 40 *км* (от колодца Ушак до озера Омчанини) с некоторыми перерывами прослеживаются включения самородной серы. Наибольшей концентрации эти включения достигают у родника Кезинбулак и у колодцев Кукурт против оз. Кукуртата.

Красноводское серное месторождение известно давно. В 1916 г. здесь была предпринята попытка добычи серы. В 1926 г. его посетил и кратко описал Д. И. Щербаков. В 1930—1931 гг. месторождение было детально изучено М. Б. Григоровичем, давшим ему отрицательную промышленную оценку. В 1951 г. месторождение рекогносцировочно обследовано А. С. Соколовым. Геологическое строение района Красноводского месторождения охарактеризовано в работах М. Ф. Двали (1932), Г. А. Лебедева (1932) и Л. В. Нероновой и П. А. Панкратова (1947ф).

Месторождение приурочено к отложениям акчагыльского яруса. Сероносный горизонт залегает в нижней части этого яруса.

Залегание пород в районе месторождения почти горизонтальное, однако здесь намечается широкий, пологий широтный прогиб, заключенный между Кубадагской антиклиналью на юге и антиклинальным поднятием побережья Кара-Богаз-Гола на севере.

В составе сероносного горизонта преобладают известковистые глины и глинистые мергели, часто переполненные ракушками *Cardium* и *Mactra;* менее развиты известняки и песчаники. Многие прослои песчаников и мергелей целестиноносны. Наибольшее количество целестина имеется в тех слоях, в которых наблюдается сера, а также в подстилающих их. В глинах по трещинам имеются налеты черного вещества и широко развиты плотные мергелевидные сульфатоносные линзообразные желваки, то четковидно вытягивающиеся по напластованию, то образующие прослойки. Часто они концентрируются вдоль вертикальных трещин, рассекающих глины, причем таким образом, что не остается сомнений в генетической связи этих желваков с трещинами. Наблюдаются последовательные стадии перехода таких желваков через железисто-гипсовые конкреции в гнезда самородной серы.

Сера на Красноводском месторождении встречается почти исключительно в виде округлых и эллипсоидальных желваков размером от нескольких до 15—25 *см* (рис. 53). Желваки вытянуты по напластованию и снаружи покрыты глинисто-гипсово-мергелистой или мергелисто-целестиноносной корочкой, предохраняющей их от разрушения. Некоторые желваки представляют собой пустотелые жеоды, стенки которых покрыты щетками прекрасно сформированных тонких кристаллов целестина длиной до 1,5 *см,* причем в отдельных желваках удается наблюдать, как

кристаллы целестина близ места своего прикрепления постепенно замещаются серой с полным сохранением внешних форм кристаллов целестина; подобные псевдоморфозы серы по целестину в других местах неизвестны.

Сера Красноводского месторождения имеет совершенно специфический характер. Она нежного светло-серовато-желтого цвета, необычайно тонкодисперсная и мягкая, так что легко растирается пальцами в тончайший порошок. Многие исследователи считали ее аморфной, однако под микроскопом хорошо видно, что она состоит из мельчайших кристалликов. Химический анализ показывает, что она на 87—97% состоит из элементарной серы, содержит 1,26% золы, 0,15% влаги. Температура плавления ее 120,5°.

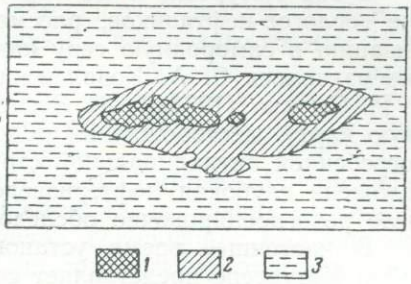


Рис. 53. Красноводское месторождение. Желваки самородной серы в целестиноносном мергелистом каравае среди светло-серых известковистых глин (рисунок по фотографии)

1—сера; *2*—целестиноносный каравай; *3*—светло-серая известковистая глина

Серные желваки вместе с караваями и линзами мергелистых и целестиноносных стяжений довольно отчетливо обособляются только в определенном горизонте. Желваки серы то расположены на расстоянии 0,5—2 *м* друг от друга, то лишь единичны. Развиты ли подобные желваки серы также и в глубине плато, судить трудно. Концентрация серы, наблюдаемая в обнажениях, явно непромышленная.

Красноводское месторождение представляет большой геолого-минералогический интерес в связи со специфическим характером серы и необычайно широким ее распространением, тем более что, по-видимому, того же типа скопления серы, тоже в нижней части акчагыла, развиты и в других районах Туркмении.

Восточно-Красноводское месторождение

Месторождение находится в Красноводском районе Ашхабадской области, на южном побережье залива Кара-Богаз-Гол к югу от мысов Сенгир и Тараба. Здесь в небольшой балке в акчагыльском ракушечнике М. Ф. Двали (1932) отметил наличие серы в виде сферических включений размером до 5 *см*. Комочки легко растираются в порошок и сгорают почти нацело. Залежь по простиранию не прослеживалась. Сера приурочена к тому же горизонту акчагыла, что и в предыдущем месторождении; это свидетельствует о ее широком региональном распространении в этих отложениях.

Месторождение Котуртепе

Месторождение находится в Челекенском районе Ашхабадской области, в 47 *км* на запад-юго-запад от ст. Джебел, вблизи п-ова Челекен. Здесь на окраине одного из шоров среди барханов возвышается бугор Котуртепе, сложенный песками, сцементированными минеральными солями, а местами битумами и серой. Участки осерненных песков известны, кроме того, в 4—5 *км* на запад-юго-запад от бугра Котуртепе, в урочище Милигуль, протягиваясь отсюда на 5 *км* на юго-восток

до гряды Аим-Каралык, а также к северо-западу от Милигуля. Общая площадь, на которой встречаются участки с осернением, достигает здесь 20—30 *км*².

Бугор Котуртепе и его окрестности давно привлекали к себе внимание геологов-нефтяников, рассматривавших встречающиеся здесь битумизацию и самородную серу как признаки нефтеносности. Месторождение изучалось С. А. Ковалевским (1934г), В. А. Кировым (1935ф), А. И. Смолко (1938ф), М. Эсеновым. А. И. Смолко составил геологическую карту месторождения и доказал наличие здесь почти полностью погребенной антиклинальной структуры. В 1948 г. в урочище Милигуль заложена глубокая нефтеразведочная скважина. В 1951 г. Котуртепе было рекогносцировочно обследовано А. С. Соколовым.

В настоящее время установлено, что в структурном отношении район Котуртепе представляет собой широкую (до 5 *км*) брахиантиклинальную складку с пологим падением крыльев, вытянутую с ЗСЗ на ВЮВ на 15 *км* и расположенную на линии нефтеносных структур Челекен—Небит-Даг—Монжуклы и др. На поверхности эта структура проявляется выходами верхнебакинских и древнекаспийских отложений, нарушенных тектоническими трещинами (сбросами). Вдоль этих трещин, в большинстве случаев перекрытых новейшими песчаными накоплениями, происходило выделение нефтяных газов и, по-видимому, сероводорода, обусловивших накопление у поверхности битумов, самородной серы и некоторых других минеральных образований.

Сера обычно встречается в виде цемента молодых, вплоть до современных, песчаных отложений. Вместе с серой встречаются гипс, кварцы и другие минеральные новообразования. Наибольшее развитие осерненные песчаные породы имеют у северного, северо-западного и восточного подножий бугра Котуртепе. Здесь на поверхности шора размещается около десятка своеобразных бугров высотой от 1—2 до нескольких метров и от 3—5 до нескольких десятков метров в поперечнике. Все эти бугорки сложены косослоистыми, желтовато- и зеленовато-серыми слабо сцементированными осерненными песчаниками. Штуфные пробы показали содержание в них от 15 до 30% серы. Иногда участки подобных осерненных песков почти не выделяются в рельефе, но также имеют округлые очертания. Образование этих бугорков и округлых участков с осернением приурочено, по-видимому, к каналам, выводящим на поверхность струи серообразующих газов.

Специальных работ по изучению мощности осерненных пород и общей площади, занятой ими, не проводилось; поэтому промышленная значимость Котуртепе как серного месторождения представляется неясной. Сравнительно высокое содержание серы в породах определяет необходимость постановки здесь специальных поисково-разведочных работ на серу.

Месторождение Тургай-Даг

Месторождение находится в Кумдагском районе Ашхабадской области, в 20 *км* к югу от ж.-д. станции Бала-Ишем.

Наличие серы на Тургай-Даге известно давно, и этот участок неоднократно выдвигался как перспективный для поисков серы. В 1926 г. месторождение было обследовано В. И. Рейнеке, позднее оно посещалось и изучалось многими геологами-нефтяниками. В 1951 г. было осмотрено А. С. Соколовым.

Тургай-Даг представляет собой пологую брахиантиклиналь, рассеченную сбросами, вытянутую на ВЮВ 125° и входящую в систему

структур, вытягивающихся по линии от Челекена до горы Шорджа. На местности Тургайдагская структура вырисовывается в виде трех бугров. Самый высокий из них сложен довольно крепкими песчаниками хвалынского яруса, среди которых в виде вертикальных жилообразных включений наблюдаются битуминозные песчанистые породы с резким неприятным запахом и редкими включениями зеленовато-желтых кристалликов серы. На склонах бугра наблюдаются многочисленные жилки кальцита и радиально-лучистого арагонита. У контакта песчаников с подстилающими глинами по трещинам также встречается сера в виде корочек толщиной до нескольких миллиметров.

Образование серы и ряда других вторичных минералов, по-видимому, связано на Тургай-Даге с восходящими вдоль трещины главного сброса струями газов или скорее источников, содержащих сероводород. Наличие арагонита указывает на высокую температуру этих источников, которые были, по-видимому, аналогичны ныне функционирующим горячим источникам на соседней структуре Боя-Даг. Промышленного значения осернение на Тургай-Даге иметь не может.

Подобного же типа осернение в виде тонких (2—3 *мм*) корочек чистой желтой серы по сбросовым трещинам, разбивающим древнекаспийские песчаники, отмечается А. И. Смолко в соседней структуре Монжуклы.

Месторождение Боя-Даг

Месторождение находится в 30 *км* на юго-юго-запад от ж.-д. станции Айдин. Боя-Даг представляет собой длинную узкую антиклиналь с пологим сводом и крутыми крыльями, рассеченную густой сетью сбросов. На поверхности наблюдаются выходы жидкой нефти, горючих газов, закированных песков и осернение. Последнее приурочено к трещинам сбросов. Сера встречается в виде гнезд, цемента тектонической брекчии, корочек по трещинам и в каналах древних источников. На Боя-Даге имеются термальные источники с температурой воды до 60°. Скопления серы на Боя-Даге весьма незначительны и практического значения не имеют.

Подобного же типа серопроявления известны и на соседних нефтеносных структурах — Кобекской, Сыртланлинской и др.

Месторождение Шорджа

Месторождение находится в Казанджикском районе Ашхабадской области, в 12 *км* на юго-юго-запад от ж.-д. станции Айдин, у юго-западного окончания хр. Малый Балхан. Оно расположено у западного подножья горы Шорджа, вблизи одноименных колодцев с соленой водой, пахнущей сероводородом.

Месторождение это известно давно. В 1914—1917 гг. здесь велась добыча серы обществом «Айваз». В эти же годы оно было предварительно изучено и впервые описано А. Д. Нацким (1916). Общие запасы серы месторождения им были определены в 12 тыс. *т*. В 1925 и 1926 гг. на нем проводила разведочные работы партия Геологического комитета под руководством В. И. Рейнеке. Месторождение было признано малоперспективным. В 1931 г. месторождение посетила комиссия САРГРУ в составе А. С. Уклонского, А. Н. Чистякова и других, которая сделала вывод о необходимости разведки месторождения в широком объеме. В связи с этим в 1931 г. на южном участке месторождения были проведены разведочные работы, возглавлявшиеся М. Б. Григоровичем. Эти

работы вновь подтвердили ограниченность запасов месторождения и низкое содержание серы в руде.

На месторождении Шорджа сероносный горизонт приурочен к акчагыльским отложениям. Месторождение состоит из трех участков: северного, расположенного в 2,2 *км* к северо-востоку от колодцев, западного — в 0,3 *км* от колодцев и южного — в 1,2 *км* к юго-востоку от них.

Наиболее крупным является южный участок. Общая площадь его составляет 80 000 $м^2$, однако осернение здесь развито лишь отдельными гнездами и линзами и имеет весьма изменчивый характер. Среди вмещающих серу пород преобладают светло-серые, почти белые, кварцевые песчаники, необычайно сходные с песчанистыми рудами Каракумских месторождений. Подчиненное значение имеет осернение в зеленых гипсоносных глинах и конгломератах. Сероносные породы залегают спокойно, имея слабое падение на юго-запад под углом 3—5°; с приближением к горе Шорджа углы падения редко возрастают. Средняя глубина залегания сероносных пород 2 *м;* мощность осернения изменяется от нескольких дециметров до 5 *м,* в среднем составляя 1,25—2 *м*. Содержание серы от 3 до 14%, в среднем 7—8%. Участок непосредственно примыкает к крутому южному склону горы Шорджа.

По данным М. Б. Григоровича, разведанные запасы руды здесь составляют 49 504 *т,* запасы серы 2082,5 *т*. Общие геологические запасы серы участка оцениваются им, так же как и А. Д. Нацким, в 10—12 тыс. *т*.

Северный участок расположен в зоне главного сброса, рассекающего структуру хр. Малый Балхан. Осернение приурочено к брекчии трения и к покрову террасовых отложений вблизи сброса. Сера наблюдается в виде гнезд и прожилков в гипсоносном цементе брекчии. Общая площадь осернения составляет 1500 $м^2$; запасы серы незначительны.

Западный участок расположен на западном продолжении Шорджинской антиклинали. Осернение приурочено к приповерхностным слоям, имеет гнездовый характер залегания, незначительную мощность и сравнительно ограниченное площадное распространение.

Месторождение Шорджа изучено еще недостаточно. В частности, весьма интересно проследить характер акчагыльских отложений вниз по падению от южного участка, где они скрыты 20—40-метровой толщей более молодых отложений.

В пределах хр. Большой Балхан наличие осернения отмечается у подножья отрога Лямабурун, в 3 *км* на северо-восток от города Небит-Даг. Здесь на площади около 200 $м^2$ сера наблюдается в четвертичных галечниках конуса выноса, по-видимому перекрывающих тектоническую трещину. Мощность осернения изменчива, достигает местами 6 *м;* содержание серы в породе до 20%. Вместе с серой развита битумизация пород. Накопление серы и битумов, по-видимому, связано с газовыми выделениями по тектонической трещине. Осернение у горы Лямабурун промышленного значения не имеет.

Другое проявление сероносности в хр. Большой Балхан известно вблизи колодца Кяриз, в районе Ягманского месторождения углей. Здесь в 9 *км* от указанного колодца, по данным Е. А. Репман (1934), в песчано-глинистой толще средней юры шурфом был вскрыт пласт темной влажной глины с многочисленными мелкими кристалликами серы и примазками черного вещества. Ниже глины вскрыт плотный серый интенсивно осерненный песчаник. По мнению Е. А. Репман, осернение имеет местный характер и распространяется по площади около 30—50 $м^2$.

Месторождение Бурунсу

Месторождение находится в Казанджикском районе Ашхабадской области, в 50 *км* на юго-запад от г. Казанджик.

Впервые месторождение было осмотрено в 1916 г. А. Д. Нацким. Сведения о нем приводятся в ряде работ А. В. Данова (1932в, 1949ф).

Месторождение расположено в юго-западном окончании Данатинской антиклинали и приурочено к отложениям акчагыла. Здесь, в 150—200 *м* на северо-восток от источника Бурунсу, шурфом глубиной 4—6 *м* среди рыхлых битуминозных глинисто-гипсоносных отложений был вскрыт осерненный песчаник мощностью 1—2 *м*. В глинистых породах также наблюдаются кристаллики серы. Породы в линзочках, прожилках и вкрапленниках содержат битумы. В нескольких метрах от шурфа осерненные породы встречены почти у самой поверхности.

Для выявления площади распространения и характера осернения на месторождении Бурунсу следует провести поисково-разведочные работы. Интересно отметить, что наличие серы и битуминозных пород в западной части Данатинской антиклинали отмечается также в песчанистых отложениях альба.

Для района месторождения Бурунсу имеются указания о наличии серы также близ Узунсу (примазки серы в штоке гипса) и у родника Дорсайман в ущелье Кичикумокдере.

Месторождение Акоба

Месторождение находится в Казанджикском районе Ашхабадской области, в 65 *км* на юго-юго-запад от г. Казанджик, в восточной части северного склона горы Акоба, расположенной к западу от гряды Араздеу — Майкран.

Впервые это месторождение посетил в 1916 г. А. Д. Нацкий (1917). В 1938 г. район и условия залегания здесь самородной серы были описаны М. Эсеновым, проводившим геологическую съемку г. Зирик (расположенной в 3—4 *км* к западу от горы Акоба) и изучение разрезов в районе гор Акоба и Геокоба.

В геологическом строении района принимают участие отложения мела, палеогена и акчагыла, а на горе Геокоба — также среднего миоцена.

На восточном окончании горы Акоба в пачке серовато-зеленоватых мергелистых глин акчагыльского яруса М. Эсеновым было встречено несколько пропластков серы вместе с гипсом и отдельные шарообразные включения чистой серы.

В 8—9 *км* к востоку от исследованного района в акчагыле имеется источник с солоноватой водой, обладающей запахом сероводорода. А. Д. Нацкий отмечает, что линзовидные пропластки, округлые желваки гипса и почти чистой серы прослеживаются по простиранию более чем на 2 *км*.

В структурном отношении месторождение приурочено к южному крылу Геокобинской антиклинали или к северному крылу Акобинской синклинали. М. Эсенов отмечает отсутствие на месторождении значительных тектонических трещин, что не дает оснований предполагать, что источники серообразования поднимались по трещинам с глубины. М. Эсенов предполагает, что сера могла образоваться здесь в результате разложения гипса.

Южнее месторождения Акоба в сходных геологических условиях М. Эсеновым зафиксировано еще два пункта местонахождения самородной серы: 1) вблизи горы Ала-Даг, в 85 *км* к юго-юго-востоку от г. Казанджик, 2) в 25 *км* к югу от возвышенности Ала-Даг, на дне глубокого узкого ущелья Хезын.

Месторождение Гогран-Даг

Находится в Гасан-Кулийском районе Ашхабадской области, в 75 *км* на юго-юго-восток от ст. Небит-Даг. Среди барханных песков здесь возвышается гора Гогран-Даг, сложенная сопочными глинами с обломками серых песчаников. Гора представляет собой потухший грязевой вулкан. У западного подножья горы имеется ложбинообразная площадь в 200 $м^2$, сложенная осерненными песками. Появление серы связывается М. Эсеновым с минеральными источниками, поднимавшимися по трещинам и разливавшимися по поверхности, пропитывая современные песчаные отложения.

В 8—9 *км* к СВ от г. Гогран-Даг имеется еще один небольшой бугор, мелкозернистый песок которого местами сцементирован минеральными солями и серой.

Месторождение заслуживает постановки на нем поисково-разведочных работ.

Чикишлярское месторождение

Находится в Гасан-Кулийском районе Ашхабадской области, в южной части восточного побережья Каспийского моря, вблизи грязевого вулкана Калицкого. Месторождение обнаружено в 1931 г. и описано А. И. Косыгиным (1934б). В районе широко развиты явления грязевого вулканизма.

В 5 *км* к югу от вулкана Акпатлаух имеется высохшее озеро, представляющее собой затянувшийся сопочными грязями кратер вулкана, который назван именем К. П. Калицкого. На дне озера вокруг воронкообразной впадины развиты осерненные глинистые пески, ниже которых залегают светло-серые, а еще ниже темно-серые и черные глины с резким запахом сероводорода; глины подстилаются газоносным песком, дававшим устойчивые газовые фонтаны.

Кроме того, в окрестностях установлено широкое развитие округлых невысоких бугорков и пятен, сложенных осерненными песчаными породами. Такие сероносные бугорки образуют восемь колоний, располагающихся по строго прямой полосе, вытянутой на 30 *км* по азимуту 330°. Каждый бугорок, по мнению А. И. Косыгина, представляет собой затянувшийся кратер грязевого вулкана, выделявшего газ. Поднимаясь кверху, газ омывал пески молодых отложений, зараженных сероводородом, образовавшимся от разложения остатков водорослей, и увлекал сероводород кверху. У поверхности сероводород окислялся с образованием самородной серы.

Содержание серы в песках достигает 50%. По ориентировочным подсчетам А. И. Косыгина, запасы серы составляют всего 500 *т*. Возможно, что специальные работы на серу могут эти запасы существенно увеличить, в связи с чем здесь представляется целесообразным провести соответствующие поисково-разведочные работы.

Месторождение Кукурча

Находится в Гасан-Кулийском районе Ашхабадской области, в низовье р. Атрек, в 7 *км* на восток от с. Аджияб. Месторождение описано в 1940 г. М. Эсеновым. Осернение приурочено к бугру Кукурча, возвышающемуся над окружающей местностью до 6 *м* и сложенному глинистыми тонкозернистыми песками с прослоями песчаника.

Осернение распространяется на небольшой площади и вряд ли может иметь промышленное значение. Однако для окончательного заключения по месторождению необходимо провести предварительную его разведку.

ОБЩАЯ ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА СЕРОНОСНОСТИ ТУРКМЕНИИ И НАПРАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫХ И РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА СЕРУ

Туркменская ССР является одной из наиболее перспективных сероносных провинций Советского Союза. В пределах Туркмении уже в настоящее время выявлены многочисленные месторождения самородной серы. На некоторых из них (Гаурдакское, Каракумские) были разведаны и длительное время эксплуатируются крупные запасы серных руд. Ряд месторождений изучен еще весьма слабо.

Серные месторождения в Туркмении группируются в четырех сероносных районах. В двух из них — Западно-Туркменском и Каракумском — размещаются гнездовые месторождения, образующиеся в молодых приповерхностных песчаных отложениях, и месторождения рассеянных включений серы в мергелисто-глинистых породах. В Восточно- и Южно-Туркменском сероносных районах развиты наиболее перспективные пластообразные месторождения, образующиеся в сульфатно-карбонатных толщах. Все эти сероносные районы представляются наиболее благонадежными площадями как в отношении выявления новых серных месторождений, так и для наращивания запасов на уже известных месторождениях.

Самым крупным и самым перспективным месторождением Туркмении безусловно является Гаурдакское. Общие запасы серы этого месторождения можно оценивать в 15—25 млн. *т*. Поисковые работы на соседних площадях Гаурдакской структуры и в хребтах Кугитангтау и Тюбегатан могут завершиться выявлением новых месторождений с запасами серы в несколько миллионов тонн, а может быть, и более значительными.

В пределах Южно-Туркменского сероносного района наибольший интерес представляет Карабильское месторождение, запасы серы которого могут составить несколько сот тысяч тонн. Возможно, что и другие месторождения этого района окажутся также достаточно крупными. Таким образом, общие перспективные запасы серы Южно-Туркменского района можно ориентировочно оценивать в 1 млн. *т*.

В Каракумском сероносном районе имеются вполне реальные предпосылки к выявлению на уже известных месторождениях около 300—400 тыс. *т* запасов серы. Дальнейшие геолого-поисковые работы могут выявить здесь и в соседних районах новые крупные месторождения, так что общие запасы серы Каракумского сероносного района можно также оценивать до 1 млн. *т*.

В Западно-Туркменском сероносном районе имеется наибольшее число серных месторождений, однако в основном они представляют собой весьма незначительные скопления самородной серы. Наибольший интерес

имеет структура Котуртепе, а также более южные месторождения Прикаспийской низменности. Можно предполагать, что среди них будут выявлены отдельные месторождения с запасами серы порядка первых сот тысяч тонн.

За пределами выявленных сероносных районов заслуживающими поисковых работ на серу представляются также Питнякский район, область выходов верхнеюрских отложений в Центральном Копет-Даге и на Красноводском полуострове и западная часть пустыни Каракумы.

Первоочередными геолого-поисковыми и разведочными работами на серу в Туркмении являются следующие:

1. Продолжение детальной и предварительной разведки Гаурдакского месторождения с целью увеличения запасов высоких категорий, могущих явиться базой увеличения мощности проектируемого здесь серного комбината в 2—4 раза. Одновременно следует провести геолого-поисковые работы по всей Гаурдакской структуре для уточнения общих перспектив этого месторождения.

2. Предварительная и детальная разведка Каракумских серных месторождений, в первую очередь в пределах северо-западной площади, с целью выявления запасов высоких категорий, обеспечивающих реконструкцию действующих здесь предприятий и возрождение горно-добычных работ. Параллельно с этим должны быть развернуты широкие геолого-поисковые работы с целью выявления новых месторождений и участков для постановки разведочных работ и уточнения общих перспектив этого сероносного района.

3. Поисково-разведочные работы на наиболее интересных структурах Западно-Туркменского сероносного района с целью оценки промышленного значения известных здесь серных месторождений, и прежде всего Котуртепе, Чикишлярского, Гоган-Даг, Кукурча и др.

4. Поисково-разведочные работы на месторождениях Южно-Туркменского сероносного района, и прежде всего на Карабильском месторождении.

Озокерит

Туркменская ССР располагает крупнейшими в мире запасами озокерита. Известные в настоящее время промышленные залежи озокерита сосредоточены на п-ове Челекен. Территориально месторождения Челекена могут быть объединены в три группы: 1) Промысловую, 2) Алигульскую и 3) Дагаджикскую (рис. 54). Кроме Челекена, озокеритовые жилы известны на Небит-Даге, Боя-Даге и Котуртепе.

УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ОЗОКЕРИТА И ОБРАЗОВАНИЕ ОЗОКЕРИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Озокеритовые месторождения по характеру залегания делятся на два типа — пластовые и жильные[1].

Пластовые месторождения представляют собой песчано-глинистую пачку, в которой песчаные пласты пропитаны озокеритом, обволакивающим зерна песка и частично заполняющим поровые пространства (рис. 55). Содержание озокерита в пласте меняется в очень широких пределах, от

[1] Кроме того, имеется третий тип — рассеянные месторождения, которые не разрабатываются.

долей процента до 15—16%. Наиболее часто встречается (в промышленных пластах) содержание озокерита 2—4%. На насыщение пласта озокеритом влияет целый ряд факторов (литология и водонасыщенность коллектора, тектоника площади, режим вод в пластах в процессе форми-

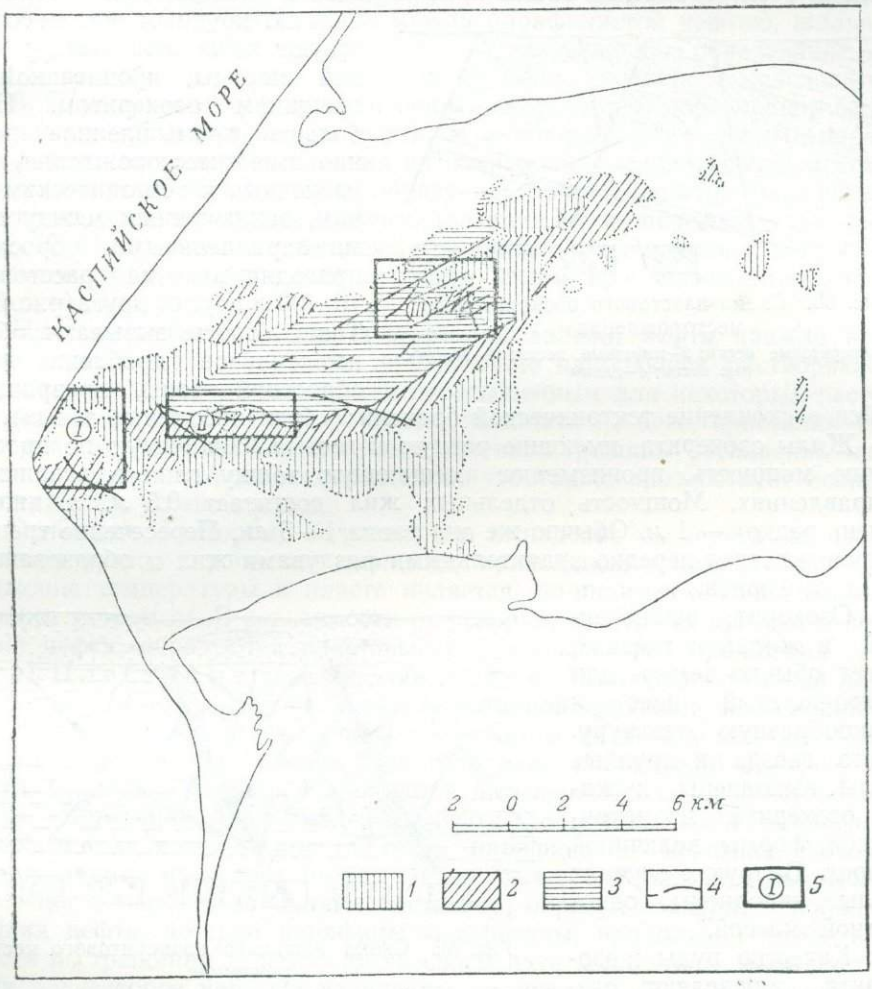


Рис. 54. Карта расположения озокеритовых месторождений на Челекене

1—бакинский ярус; *2*—апшеронский и акчагыльский ярусы; *3*—красноцветная толща; *4*—тектонические разрывы; *5*—контур и номер группы месторождений. Группы месторождений: *I*—Промысловая, *II*—Алигульская, *III*—Дагаджикская

рования залежей). В некоторых пластовых залежах (Гораб, Гяур и др.) наблюдается постепенный переход озокерита в нефть по падению пласта.

Под действием атмосферных агентов озокеритовая руда изменяется: отдавая легкие фракции, она становится более сухой. Такие подвергшиеся выветриванию руды не поддаются водной выварке и носят название «харсан». Они занимают большие площади и заключают в себе значительные запасы озокерита, являясь хорошим сырьем для завода экстракционной добычи озокерита.

Жильные месторождения озокерита промышленного значения приурочены к зонам интенсивного дробления апшеронских и акчагыльских пластов, в которых озокерит выполняет жилы в полостях трещин и сбросов. Иногда жилы продолжаются и в древнекаспийских песках, покрывающих озокеритоносные глины апшеронского и акчагыльского возраста.

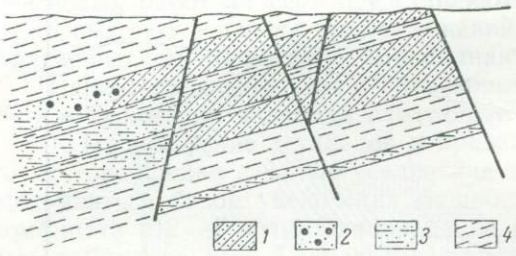


Рис. 55. Схема пластового озокеритового месторождения

1—озокеритовые пески; *2*—нефтяные пески; *3*—водоносные пески; *4*—глины

Обычно крупным жилам сопутствуют зоны мелкораздробленной породы, пропитанной по трещинам озокеритом. Наибольшее промышленное значение имеют месторождения, приуроченные к тектоническим зонам, заключенным между двумя параллельными сбросами, проходящими на расстоянии 10—20 *м* друг от друга (рис. 56). Такие сбросы вызывают обычно сильное дробление межсбросовой зоны, превращающейся в скопление тектонической брекчии («брекчированные зоны»).

Жилы озокерита, имеющие разную и весьма изменчивую по простиранию мощность, пронизывают вмещающую толщу глин в различных направлениях. Мощность отдельных жил достигает 0,5 *м*, а иногда (очень редко) — 1 *м*. Обычно же она равна 1—5 *см*. Пересечение трещин сопровождается нередко значительными раздувами жил и образованием гнезд озокерита.

Озокерит, заключенный в жилах и гнездах, имеет обычно темно- или желто-зеленый цвет и разнообразную текстуру. Часто гнезда и крупные жилы выполнены кусками озокерита изометрической формы величиной в орех. В других случаях жилы заполнены однородной массой.

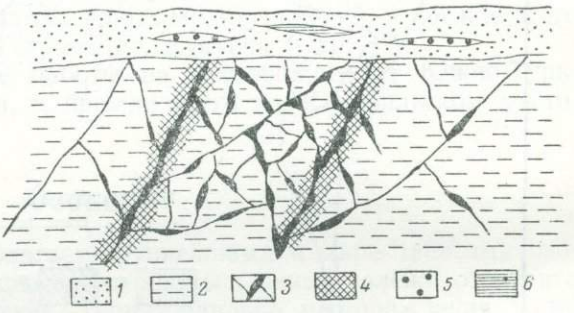


Рис. 56. Схема жильного озокеритового месторождения

1—пески; *2*—глины; *3*—жилы озокерита; *4*—зона „аладжи" (породы в присбросовых частях, превращенные в оскольчатую массу, пропитанную озокеритом); *5*—нефть; *6*—вода

Качество руды и озокерита определяют следующие основные константы: 1) содержание озокерита в руде, 2) пенетрация, 3) температура каплепадения, 4) содержание церезина в озокерите. Содержание озокерита в руде определяется двумя методами, соответствующими производственным способом получения озокерита: 1) водная выварка, при которой извлекается только 30—80% озокерита, а в отдельных типах руд (харсаны) озокерит этим методом совершенно не извлекается; 2) экстракция бензином, при которой определяется общее потенциальное содержание озокерита в руде. Пенетрация характеризует консистенцию озокерита, его твердость и определяется на пенетрометре Ричардсона по стандартной методике. Температура каплепадения характеризует плавкость озокерита и определяется по методу Уббелоде. Со-

держание церезина в озокерите определятся по методу Гольде; этот показатель является важнейшим, так как именно преобладание церезина отличает озокерит от других твердых битумов (асфальта, монтанвоска).

Процесс образования озокерита может рассматриваться только как один из этапов преобразования парафинистой нефти. К. П. Калицкий (1917) указал на прямую связь между парафинистой нефтью, жильным озокеритом и киром. Основным фактором, вызывающим образование озокерита, он считал дегазацию нефти. Более поздние исследователи (В. Б. Порфирьев и др.) считают основным фактором образования озокерита понижение температуры нефти, а дегазацию пласта рассматривают только с точки зрения ее влияния на понижение температуры. Некоторые авторы считают, что озокерит образуется при застывании парафинов и церезинов, а не в результате кристаллизации их из пересыщенного раствора. К. П. Калицкий совершенно правильно рассматривал вопрос образования озокерита в связи с общим ходом преобразования парафинистой нефти.

При снижении давления в нефтяной залежи нефть прежде всего теряет самые легкие ее части, обладающие наибольшей растворяющей способностью. Раствор становится пересыщенным для некоторых растворенных компонентов, и они начинают выпадать из него, кристаллизуясь на зернах вмещающей породы или на стенках трещины. Испарение части нефти вызывает охлаждение раствора, что также способствует осаждению тяжелых углеводородов.

Основным фактором, вызывающим выпадение озокерита из нефти, является резкое понижение давления, приводящее к дегазации нефти. Снижение температуры в пласте является, по-видимому, лишь сопутствующим моментом. В зависимости от условий, в которых протекает дегазация нефти, образуются пластовые или жильные месторождения.

а) Пластовые месторождения. Пласт, заполненный парафинистой нефтью, в процессе дизъюнктивной дислокации разбивается серией мелких сбросов и трещин, по которым из него медленно уходят жидкая нефть и газ, причем уход газа идет значительно быстрее, чем нефти. Снижение давления приводит к выделению газа по всему объему нефти. Дегазация и охлаждение нефти сопровождаются появлением в ней массы мелких кристалликов парафина и церезина, которые задерживаются на зернах песка, как на фильтре. Кристаллы покрывают поверхность песка и заполняют часть пор, образуя озокерит. Свободная жидкая нефть, потеряв парафины и церезины, продолжает уходить из пласта по трещинам и, встречая на своем пути коллекторы, насыщает их. Если коллекторов нет, она изливается на поверхность, образуя кировые покровы, приуроченные к трещине. Выведение пласта озокеритоносного песка на дневную поверхность приводит к охарсаниванию пласта.

б) Жильные месторождения. В результате тектонических процессов вся толща непроницаемых пород (глин, мергелей, известняков и т. п.), покрывающих нефтяную залежь, разбивается зияющими трещинами, по которым нефть устремляется из пласта вверх, на дневную поверхность. В трещине происходит резкое снижение давления, сопровождающееся бурным выделением газа из нефти, что влечет за собой выделение парафинов и церезинов из раствора и их осаждение на стенках трещин. При этом нефть свободно проходит по трещине, осаждая на ее стенках все новые и новые порции озокерита, окрашеннного обычно в светлые тона, от темно-зеленого до белого. Обеспарафиненный остаток нефти изливается в вышележащие пески или на поверхность.

Жильные месторождения озокерита приурочены обычно к интенсивно дислоцированным зонам. Весьма благоприятными для развития жильных залежей озокерита являются зоны, заключенные между двумя параллельными сбросами, проходящими на расстоянии 30—40 *м* друг от друга.

Из рассмотрения схемы образования пластовых и жильных залежей озокерита следует прежде всего, что парафинистая нефть, смолистая нефть древнекаспийских отложений, озокерит и кир на Челекене являются членами одного ряда, фиксирующими определенные этапы изменения парафинистой нефти. С другой стороны, выясняется, что образование озокерита из нефти следует рассматривать как процесс кристаллизации церезинов и парафинов из пересыщенных растворов.

Основным фактором, вызывающим кристаллизацию твердых углеводородов, являются снижение давления в залежи и связанная с этим дегазация нефти, т. е. уход из нее наиболее легких фракций. Температуры плавления парафинов и церезинов влияют на этот процесс лишь постольку, поскольку растворимость их зависит от температуры плавления. Следовательно, кристаллизация парафинов и церезинов может проходить при любой температуре — от температуры застывания нефти до температуры плавления парафинов и церезинов, заключенных в данной нефти.

Прежде всего из раствора выпадают те компоненты, для которых раствор становится пересыщенным. Если высокоплавких церезинов в нефти мало, они могут выпасть из раствора в последнюю очередь или вовсе не выпадут.

Отложение того или другого сорта церезинов и парафинов в трещине определяется не температурой нефти в данном месте, а насыщенностью раствора данным сортом церезина; насыщенность же раствора определяется степенью сохранения в нефти легких углеводородов.

ЧЕЛЕКЕНСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Добыча озокерита велась на Челекене, по-видимому, еще в XVIII веке. Путешественники, посетившие Челекен в начале XIX века (Карелин, 1883; Бларамберг, 1850; Фелькнер, 1838), приводят в своих записках отрывочные сведения о добыче нефти и озокерита. Добыча озокерита в дореволюционное время велась мелкими предпринимателями и артелями старателей и носила хищнический, бессистемный характер.

Первая разведка жильных месторождений была проведена горным инженером Ф. В. Маевским в 1895 г. Сведения об озокеритовых месторождениях Челекена имеются в работах А. П. Иванова (1903, 1909), В. Н. Вебера и К. П. Калицкого (1909, 1911) и К. П. Калицкого (1917, 1918б).

Интенсивное развитие добычи озокерита и связанных с ней разведочных работ началось только после Октябрьской революции. В 1929—1933 гг. изучением озокеритовых месторождений Челекена занимался В. Б. Порфирьев, давший их обстоятельное описание (1930, 1931а, 1935ф). В 1934—1940 гг. А. М. Рашкуев проводил детальную разведку основных месторождений и производил подсчет запасов озокерита. В 1940—1942 гг. в районе Дагаджика была проведена дополнительная детальная разведка некоторых участков Н. К. Трифоновым. После этого разведка озокеритовых месторождений с подсчетом запасов проводилась геологами треста Туркменозокерит (Е. В. Князева, А. А. Буров, В. В. Семенович, Н. С. Матрохин и др.).

Проведенные разведочные работы позволили создать надежную сырьевую базу для добычи озокерита на много лет.

Промысловая (западная) группа месторождений

Промысловая (западная) группа месторождений (рис. 57) расположена на западном берегу полуострова. Здесь преобладают жильные за-

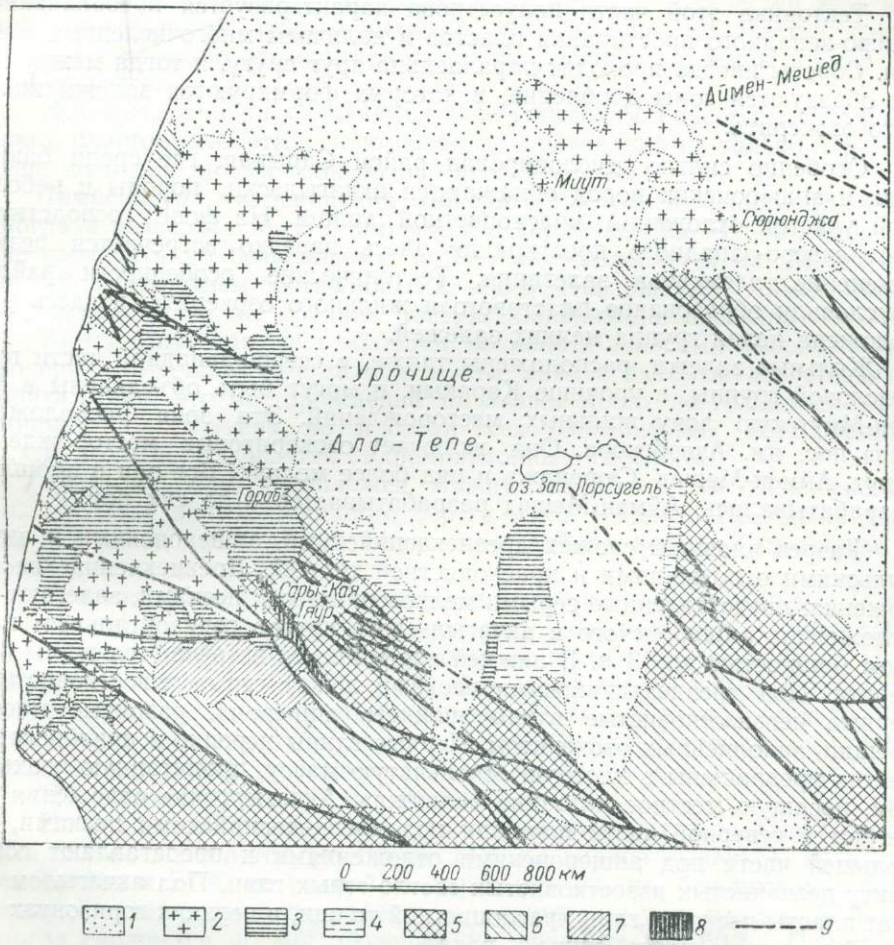


Рис. 57. Геологическая карта Промысловой группы озокеритовых месторождений (из геологической карты В. Н. Вебера и К. П. Калицкого)

1—солончаки и пески; *2*—кировые покровы; *3*—древнекаспийские отложения; *4*—отложения с ***Corbicula fluminalis***; *5*—бакинский ярус; *6*—апшеронский ярус; *7*—акчагыльский ярус; *8*—красноцветная толща *9*—сбросы

лежи, сконцентрированные, главным образом, в районе Аймен-Мешед — Миут. Кроме того, имеются и пластовые месторождения, расположенные к югу от района жильных месторождений.

Разрез отложений состоит из современных бугристых и барханных песков, древнекаспийских отложений, слоев с *Corbicula fluminalis* Müll., отложений бакинского, апшеронского и акчагыльского ярусов и красноцветной толщи, причем все эти отложения обнажены на поверхности.

Пластовые месторождения приурочены к песчаным пластам бакинского яруса (месторождения Гораб и Гяур). Жильный озокерит находится в глинах апшеронского и акчагыльского ярусов. Отложения красноцветной толщи интересны здесь только как нефтяной коллектор, из которого в течение более 60 лет добывается нефть. Кроме нефти, пески красноцветной толщи богаты иодо-бромной водой, которая добывается из скважин и используется для получения иода и брома.

Тектоника этой части полуострова характеризуется преобладанием северо-западного простирания пластов и наличием многочисленных сбросов. Сбросы иногда проходят параллельно друг другу, и тогда между ними образуются зоны дробления, в которых формируются залежи жильного озокерита.

Особенно сильно дислоцирован район Сарыкая, где среди бакинских и апшеронских пород обнажаются акчагыльские породы и небольшой участок отложений красноцветной толщи. На фоне господствующего северо-западного простирания здесь нередко встречается резкое изменение элементов залегания. Тектонические особенности района обусловили образование пластового и жильного озокерита, и здесь расположена целая группа мелких залежей.

Жильные залежи, расположены также, в северо-западной части промысловой группы, в урочище Каракын, и могут быть объединены в Аймен-Миутскую зону жильных месторождений. Эта зона расположена близ пос. им. Азизбекова. Она включает озокеритовые месторождения Миут, Аймен-Мешед, Сюренджа и ряд более мелких. Все они в прошлом разрабатывались, Аймен-Мешед разрабатывается и до сих пор.

Разрез площади сложен древнекаспийскими, апшеронскими и акчагыльскими отложениями и красноцветной толщей. Древнекаспийские отложения, представленные серыми мелкозернистыми песками, залегают на отложениях апшеронского и акчагыльского ярусов горизонтальным плащом мощностью до 13 *м*. В нижней части песков встречаются жилы озокерита. Под древнекаспийскими песками лежат серые известковистые и черные неизвестковистые глины нижнего апшерона, разбитые массой трещин, заполненных озокеритом. Черные глины нередко в присбросовых частях превращены в плотную оскольчатую массу, пропитанную озокеритом, носящую местное название «аладжа». Акчагыльские отложения залегают в северной части площади под древнекаспийскими песками, а в большей части под апшеронскими отложениями и представляют собой свиту песчанистых известковистых светло-серых глин. Под акчагылом лежат пласты песков и глин красноцветной толщи, в верхних горизонтах которой встречена нефть, ниже — вода.

Главным элементом тектоники месторождения являются системы параллельных сбросов, имеющих северо-западное простирание и проходящих на расстоянии 20—40 *м* друг от друга. По этим сбросам отдельные узкие блоки ступенчато опустились на юго-запад. Аналогичное строение, вероятно, имеют и некоторые участки с более мелкими залежами на этой площади, но они почти не изучены.

Узкое пространство между основными сбросами на Аймен-Мешеде и Миуте разбито массой трещин и мелких сбросов, полости которых заполнены озокеритом. Это межсбросовое пространство названо В. К. Борисевичем «брекчированной зоной», так как между сбросами заключена брекчия, состоящая из крупных обломков пород. Подобный характер по-

род обусловил их неустойчивость, в результате чего наблюдается оползание северного и восточного бортов карьера Аймен-Мешед.

Системы параллельных сбросов протягиваются на юго-восток, где на продолжении Айменмешедских сбросов расположена залежь Сюренджа, а на миусской системе, вероятно, залежь Мухихан.

Характерно, что на жильных месторождениях к местам пересечения сбросов приурочено резкое повышение содержания озокерита. Вдоль основных сбросов также наблюдается увеличение количества жил и их мощности. Следует, однако, отметить, что большое количество трещин понижает качество озокерита, так как по трещинам в жилы иногда проникает нефть.

Жильные залежи отличаются более высоким качеством по сравнению с пластовыми. Эта закономерность справедлива не только для Челекена, но и для других озокеритоносных областей.

Температура каплепадения озокерита на Аймен-Мешеде 78—80°, а иногда и выше. На Миуте температура каплепадения 74—75°. Содержание озокерита по бензиновому потенциалу колеблется на Миуте от 0 до 25%, а в среднем составляло 1,2—1,3%. При разведке Аймен-Мешеда получились такие же средние цифры. Содержание церезина 70—76%.

Аймен-Миутская зона обладает большими запасами высокоплавкого озокерита. Значительные запасы в сочетании с высоким качеством озокерита ставят это месторождение на первое место не только среди месторождений Челекена, но и среди всех озокеритовых месторождений СССР. Разработка ведется гидромониторным способом.

Участок Гораб расположен между поселками им. Азизбекова и им. 1-го Мая вблизи западного берега п-ова Челекен. Несколько десятков лет назад здесь велась колодезная добыча нефти. Засыпанные колодцы видны до сих пор.

Участок сложен древнекаспийскими отложениями — песками (с конгломератом в основании) и бакинскими отложениями — переслаиванием песков и глин. Мощность бакинских песков достигает 15 *м*. Пески заполнены озокеритом; вниз по падению озокерит нередко сменяется нефтью. Под бакинскими отложениями залегают пласты апшеронского и акчагыльского ярусов и красноцветной толщи. Тектонически участок представляет собой моноклиналь, падающую на юго-запад под углом 14—15°, рассеченную сбросами на ряд блоков.

На участке встречен только пластовый озокерит. Содержание озокерита сильно колеблется (от 0,5 до 14% по водной выварке), но в среднем близко к 2,5% по водной выварке и к 4% по бензиновому потенциалу. Температура каплепадения в верхних частях пласта 57,5—58°, иногда снижается до 45°. Содержание церезина 55—60%. Пенетрация в подавляющем большинстве случаев выше 360° Ричардсона.

Несмотря на высокое содержание озокерита, Гораб является второстепенным месторождением, так как качество озокерита низкое и для получения товарного продукта горабский озокерит необходимо смешивать с высококачественными озокеритами других участков. До последнего времени добавлялся озокерит участка Гяур, расположенного к югу от Гораба.

Участок Гяур, разведанный в 1945 г., оказался небольшим по своим запасам пластовым месторождением озокерита. Его ценность состоит в том, что при высоком содержании озокерита (2—3% по водной выварке и 4—6% и выше по бензиновому потенциалу) он отличается высокой температурой каплепадения — 68—72°, что дает возможность по-

вышать качество горабского озокерита путем добавки в него озокерита с месторождения Гяур.

Участок сложен бакинскими пластами, представляющими переслаивание песков и глин. Обнаружены три мощных пласта озокеритовых песков. Пласты имеют почти меридиональное простирание и падают на запад под углом 26—30°. В рельефе они выделяются в виде трех вытянутых гряд. Мощность песков следующая: верхнего (западного) — около 10 *м*, среднего — 5 *м*, нижнего — 15 *м*. Поддается водной выварке только руда среднего пласта. Верхний и нижний пласты охарсанены, причем нижний пласт обладает невысоким содержанием озокерита даже по бензиновому потенциалу (1—1,5%), что ставит его запасы в число непромышленных. Из-за малых запасов месторождение может играть роль вспомогательной сырьевой базы.

Кроме участков Гяур и Гораб, здесь имеется еще ряд мелких участков, запасы озокерита на которых невелики.

Алигульская группа месторождений

Район массива Алигул расположен в 5 *км* к востоку от западного берега полуострова. Все озокеритовые залежи здесь тяготеют к Главному Челекенскому сбросу, протягивающемуся от Алигула на северо-восток и отделяющему красноцветную толщу северного (приподнятого) крыла от апшеронских отложений южного (опущенного) крыла.

Длина полосы, к которой приурочены месторождения озокерита, около 5 *км*, ширина 300—400 *м*. На площади расположено несколько озокеритовых залежей: Бишикли, Кишмишли, Кут-Атави, Урус и др. (рис. 58).

На всей площади встречаются многочисленные кировые покровы, харсаны, в южной части в пределах апшеронских отложений — старые нефтяные скважины. Имеются также следы старых разработок. В 1941—1944 гг. здесь велись поисково-опробовательские работы, установившие перспективность площади.

Район месторождений сложен породами апшеронского и акчагыльского ярусов и красноцветной толщей. Значительная часть площади покрыта современными барханными песками. Апшеронские отложения представлены здесь своим нижним отделом — глинами коричневато-серыми и черными с редкими пропластками песка. Акчагыльский ярус сложен голубовато-серыми глинами с фауной остракод и остатками рыб и прослоями пеплов у подошвы яруса. Красноцветная толща представлена здесь своими верхними горизонтами — чередованием глин, песков и песчаников. Пески красноцветной толщи часто озокеритоносны или нефтеносны. В глинах апшеронского и акчагыльского ярусов вокруг Алигула встречен в значительных количествах жильный озокерит.

Алигульская группа месторождений находится на стыке западной и восточной тектонических систем и занимает особое место в тектонике Челекена. Пересечение двух систем сбросов, очевидно, обусловило появление здесь древнего Алигульского грязевого вулкана и интенсивно перебитой площади горных пород вокруг него. Здесь целесообразно выделить два тектонических участка: 1) участок массива Алигул с площадью, примыкающей к нему с запада, и 2) площадь вдоль Главного сброса. Первый участок характеризуется очень сильным дроблением и частым изменением простирания пород и сбросов, наличием крупных трещин, заполненных сопочным илом и жильным озокеритом. Второй

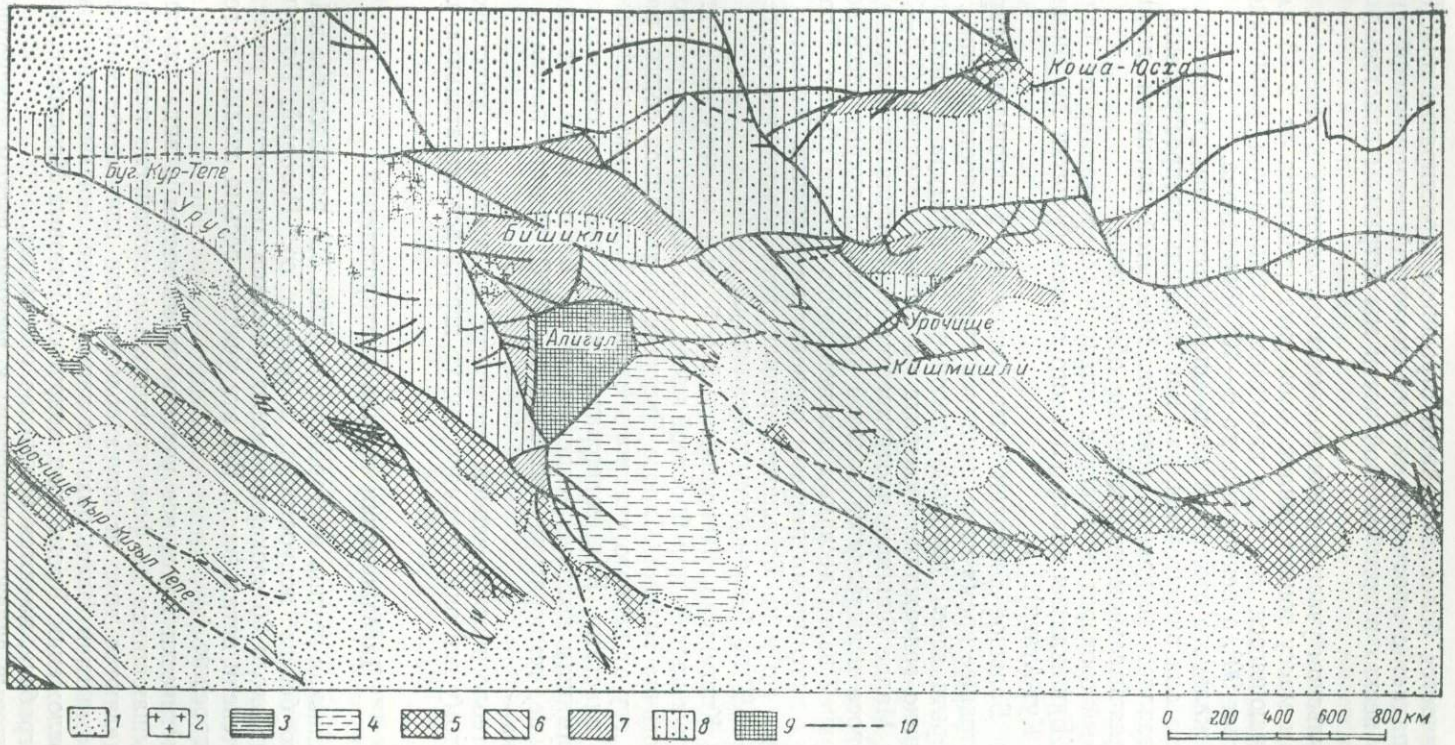


Рис. 58. Геологическая карта Алигульской группы озокеритовых месторождений (из геологической карты В. Н. Вебера и К. П. Калицкого)

1—солончаки и пески; *2*—закирование; *3*—древнекаспийские отложения; *4*—отложения с *Corbicula fluminalis*; *5*—бакинский ярус; *6*—апшеронский ярус; *7*—акчагыльский ярус; *8*—красноцветная толща; *9*—породы Алигула (палеоген); *10*—сбросы

участок отличается более спокойным строением; простирание пластов и сбросов совпадает с простиранием всей восточной тектонической системы. Здесь в песках в присбросовой части мы встречаем пластовый озокерит.

В Алигульском участке и акчагыльских отложениях к северу от него мы встречаем массу тонких жилок озокерита (толщина от 2—3 *мм* до 3 *см*), отличающегося высоким качеством: температура каплепадения здесь достигает 90°, а пенетрация до 6—10° Ричардсона.

Запасы жильного озокерита здесь еще не выяснены, но можно предположить, что они значительны, так как площадь распространения озокеритов составляет несколько гектаров. Вне этой площади жильный озокерит в значительном количестве не обнаружен.

Пластовый озокерит встречен к западу и северо-западу от Алигула (участок Б. Бишикли) и вдоль Главного сброса (участки М. Бишикли, Кишмишли, Кут-Атави).

Участок Большое Бишикли разрабатывался в прошлом старателями. В настоящее время здесь остались главным образом харсаны. Качество озокерита здесь довольно высокое: температура каплепадения 60—62°. Однако содержание озокерита по бензину невелико (1,5—3%).

Участок Малое Бишикли протягивается от Алигула на восток вдоль Главного сброса и выделяется полосой харсанов. Озокерит здесь встречается в верхней части песчаных пластов вдоль самого сброса. Под поверхностными харсанными песками озокерит не встречен. Качество озокерита то же, что и на Большом Бишикли, хотя содержание озокерита и выше — 3—4% по бензиновому потенциалу.

Участок Кишмишли, расположенный в 3 *км* к востоку от Алигула, состоит из двух частей: присбросовой части, где залежь озокерита совершенно аналогична залежи Малого Бишикли, и харсанной сопки, расположенной к югу от первого участка и сложенной, вероятно, несколькими харсанными пластами. Как содержание, так и качество озокерита на участке Кишмишли высокие: содержание по бензиновому потенциалу 4—6% и выше, температура каплепадения 74°С. Однако площадь участка невелика.

Общие геологические запасы озокерита на этих трех участках невелики. Поэтому все они, очевидно, будут играть вспомогательную роль.

Дагаджикская группа месторождений

Дагаджикская группа месторождений (рис. 59) расположена в 16 *км* от западного берега полуострова, в районе оз. Розовый Порсугель. В нее входит около 30 озокеритоносных участков, охваченных разведкой различной степени детальности. Все эти участки весьма сходны по геологическому строению.

Морфологически почти все участки проявляются в виде харсанных сопок, возвышающихся на фоне сравнительно спокойного рельефа. Они иногда разделяются друг от друга солончаками или площадями, занятыми выходами глин. Здесь развиты апшеронские, акчагыльские и красноцветные отложения. Кроме того, вокруг оз. Розовый Порсугель, в Порсугельском грабене, имеются бакинские отложения.

Озокеритовые залежи приурочены к верхним частям красноцветной толщи. Кроме того, к юго-западу от озера обнаружена залежь озокерита в пластах, относящихся, по-видимому, к бакинскому ярусу.

Тектоника района Дагаджика очень сложна, что стоит в очевидной связи с грязевым вулканизмом. Выделяются более крупные сбросы северо-восточного простирания, по которым красноцветная толща часто контактирует с апшеронскими отложениями. Кроме того, имеется множество более мелких поперечных сбросов, возникших под влиянием грязевого

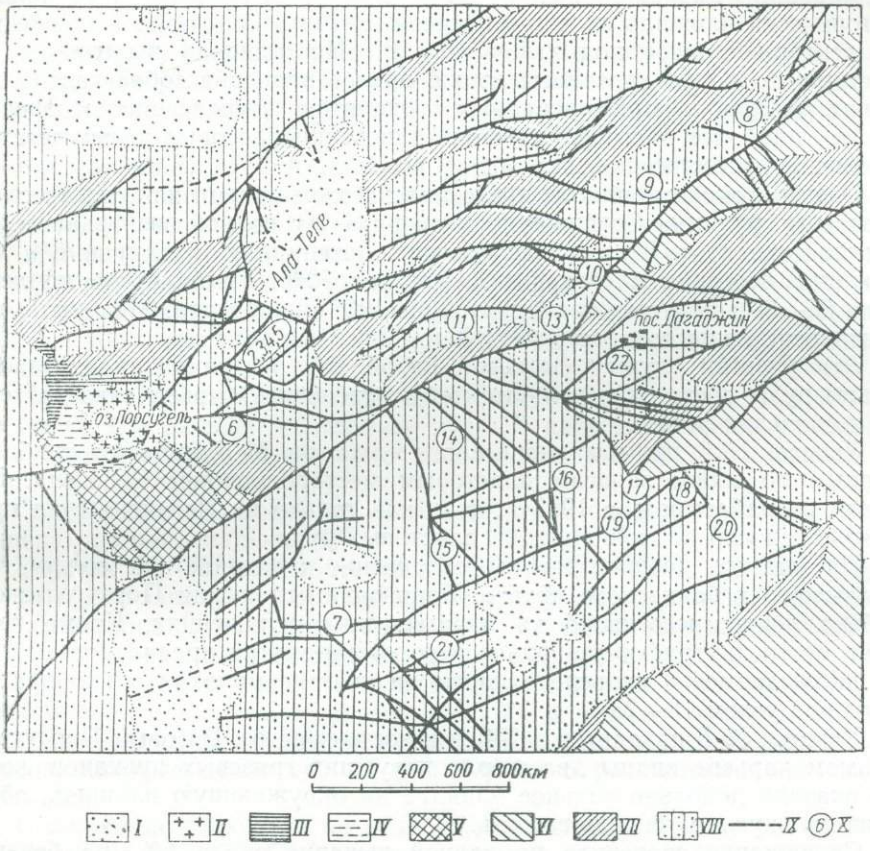


Рис. 59. Геологическая карта Дагаджикской группы озокеритовых месторождений (из геологической карты В. Н. Вебера и К. П. Калицкого)

I—солончаки и пески; *II*—закирование; *III*—древнекаспийские отложения; *IV*—отложения с *Corbicula fluminalis*; *V*—бакинский ярус; *VI*—апшеронский ярус; *VII*—акчагыльский ярус; *VIII*—красноцветная толща; *IX*—сбросы; *X*—озокеритовые залежи (цифры означают номера участков)

вулканизма. Залегание пород в отдельных тектонических блоках моноклинальное, причем элементы залегания отдельных моноклинальных блоков довольно часто меняются.

Залежи озокерита занимают небольшие площади, ограниченные обычно вверх по восстанию сбросами. Для каждого отдельно взятого участка количество пластов колеблется от 1 до 3 и более; мощность пластов также различна. Часто озокеритоносные пласты выходят на дневную поверхность. При этом они охарсаниваются на глубину от доли метра до 4—5 *м* в зависимости от длительности нахождения пласта на поверхности.

В озокеритоносных пластах вниз по падению часто встречаются признаки нефти, а иногда вода с пленками нефти переливает через устье крелиусных скважин. Подобные случаи имели место на участках № 4, 8, 10 и других.

Участки № 2, 3, 4 и 5 расположены в 1,5 *км* к западу от пос. Дагаджик и представляют единое месторождение, вытянутое с юго-запада на северо-восток. Разрез сложен песками и глинами красноцветной толщи. Тектонически площадь сильно нарушена, разбита сбросами. Падение пород северо-восточное под углом 15—20°. На площади выделяются по простиранию пород харсанные сопки, представляющие собой головы песчаных пластов, сцементированных озокеритом и уцелевших от эрозий. Так как наиболее насыщенными оказались присбросовые части пластов, то они и сохранились.

Озокеритоносные пласты представлены харсанными или сильно охарсаненными рудами. Содержание озокерита по водной выварке 1—2% (иногда доходит до 5%), по бензиновому потенциалу доходит до 6%. Содержание церезина в озокерите достигает 70%. Температура каплепадения 56—60°; пенетрация обычно ниже 100° Ричардсона. Мощность озокеритоносных пластов достигает 10 *м*.

Эти участки служат сырьевой базой для экстракционного завода. Запасы руды достаточно велики, чтобы обеспечить сырьем завод в течение нескольких лет.

Участок № 6, примыкающий с юга к участку № 5, является наиболее крупным по своим запасам пластовым месторождением Челекена. Его начали разрабатывать в 1912 г., т. е. как только на Челекене стал применяться способ водной выварки пластовых руд.

На участке распространены отложения красноцветной толщи, акчагыльского и бакинского ярусов. Бакинские отложения Порсугельского грабена лежат несогласно на акчагыльских отложениях. Кроме того, имеет место внутриформационное несогласие внутри красноцветной толщи, наблюдаемое в карьере. Пласты на участке моноклинально падают на юг под углом 18—23°.

Участок № 6 находится в 200 *м* к востоку от оз. Розовый Порсугель. В самом карьере видны два жерла потухших грязевых вулканов, которые оказали довольно сильное влияние на окружающую площадь, обусловив сильную ее трещиноватость.

Содержание озокерита по водной выварке около 1%, по бензину 2,14%. На участке руды сильно охарсанены. Содержание церезина 60—70%. Температура каплепадения 57—62°, пенетрация 60—80° Ричардсона и выше.

Руда участка № 6, как и участков № 2, 3, 4 и 5, послужит в первую очередь сырьем для экстракционного завода.

Участки № 8, 9 и 10, расположенные к северу от пос. Дагаджик, представляют узкую полосу красноцветных пород, ограниченных с юго-востока по крупному сбросу апшеронскими глинами, а с северо-запада покрытых ачкагыльскими породами. Длина полосы 1,5 *км*, ширина — 100—200 *м*. Падение пород северо-западное под углом 15—25°. Пласты очень сильно перебиты сбросами, проходящими вкрест простирания пород. Кроме того, имеется ряд сбросов, параллельных основному сбросу.

На площади участков № 8, 9 и 10 крелиусным бурением подсечено несколько озокеритоносных песчаных пластов мощностью от 1—2 до 20 *м*. Среди песка в отдельных пластах встречаются линзы и тонкие вклинивающиеся пропластки глины и глинистого конгломерата.

Содержание озокерита по водной выварке 1—1,5%, однако только немногие пробы дали положительные результаты при водной выварке. Большинство этих проб находится на участке № 10. Содержание озокерита по бензиновому потенциалу 2,5—3% и выше (до 6%). Температура каплепадения 58—60°, пенетрация обычно выше 360° Ричардсона.

Наиболее богатым является участок № 10, где сосредоточено 75% всех запасов, имеющихся на этих трех участках. По своим запасам эта группа участков уступает только участку № 6.

Участок № 11 расположен к северо-западу от пос. Дагаджик. Он приурочен к харсанной гряде длиной около 300 *м* и высотой 4—5 *м*, которая является головой песчаного озокеритоносного пласта широтного простирания.

Разрез сложен первой песчаной свитой красноцветной толщи и акчагыльскими отложениями. Участок представляет собой моноклиналь, падающую на юг под углом 10—12° и обрезанную на севере крупным сбросом, приводящим в соприкосновение верхние пласты красноцветной толщи южного крыла и акчагыльские отложения северного крыла сброса. С юга красноцветная толща покрывается акчагылом. Как и на участках № 8, 9 и 10, кроме основного широтного сброса, здесь имеются поперечные сбросы.

Наиболее богатой является здесь присбросовая часть, т. е. харсанная гряда, где раньше добывалась руда. В настоящее время участок не эксплуатируется, но может быть использован для экстракционного завода.

Содержание озокерита по бензиновому потенциалу 2—3% и выше. Температура каплепадения 58°.

Участок № 15, разрабатывавшийся в 1943—1945 гг., расположен в 1 *км* к юго-западу от пос. Дагаджик и представляет собой харсанную гору Дагаджик. В настоящее время участок почти не разрабатывается, так как главная масса оставшейся руды охарсанена.

Участок сложен осадками красноцветной толщи — песками и глинами; мощность пластов песка достигает 15 *м*. Как и вся остальная площадь Дагаджикской группы месторождений, участок разбит множеством сбросов, которые делят его на ряд блоков с различными элементами залегания.

Содержание озокерита по воде 1%, по бензину 2—3%. Температура каплепадения 62—67°. Содержание церезина свыше 70%.

С пуском экстракционного завода перспективы участка значительно расширяются, так как окажется возможным переработка всех руд участка.

Участок № 21, расположенный в 200—300 *м* к югу от участка № 15, представляет останцовую возвышенность, вытянутую в широтном направлении. Эта возвышенность сложена породами красноцветной толщи, среди которой пласты песка достигают мощности 14 *м*. Участок разбит крупными сбросами на ряд блоков, которые в свою очередь рассечены более мелкими сбросами и трещинами.

Рудоносные пески на значительную глубину охарсанены. Температура каплепадения 63,5°, пенетрация от 49° до «проскока» (выше 360° Ричардсона). Содержание озокерита по бензиновому потенциалу колеблется от 0,5—0,7 (довольно редко) до 10%. Наиболее часто встречающееся содержание озокерита 3—4%.

Запасы озокерита подсчитаны только на глубину 5—7 *м*, так как разведка велась мелкими выработками.

Другие участки Дагаджикской группы не обладают значительными запасами озокерита и могут служить лишь вспомогательным резервом руды.

Из площадей, еще не разведывавшихся, в Дагаджикской группе следует упомянуть Алатепе, расположенный к северу от участков № 2, 3, 4 и 5. Здесь имеются выходы харсанов. Кроме того, заслуживают разведки межучастковые площади.

В целом Дагаджикская группа является районом развития пластовых залежей. Жильный озокерит здесь до сих пор в промышленных количествах не встречен.

ЗАПАСЫ ОЗОКЕРИТА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ УВЕЛИЧЕНИЯ

Запасы озокерита на месторождениях Челекена приведены в табл. 47. Разведанные запасы озокерита сосредоточены в пределах Промысловой и Дагаджикской групп месторождений. В Алигульской группе разведанных запасов пока нет.

Перспективы увеличения запасов в пределах Челекена заключаются: а) в доразведке Промысловой и Дагаджикской групп месторождений, в частности участков № 2, 3, 4, 5 и Алатепе в Дагаджикской группе, участка Миут и некоторых других в Промысловой группе; б) в разведке харсанных полей и жильных залежей в районе Алигула, где проводились только поисковые работы.

Таблица 47

Запасы озокерита на п-ове Челекен на 1/I 1950 г.

Промысловая группа месторождений			
1. Аймен-Мешед	кат.	B	10 775,1 *т*
	„	C_1	16 940,0 „
2. Гораб	„	A_2	17 650,0 „
	„	B	20 896,0 „
	„	C_1	749,0 „
3. Гяур	„	B	3 609,0 „
Дагаджикская группа месторождений			
1. Участки № 2, 3, 4 и 5	кат.	C_1	20 236,0 *т*
2. Участок № 6	„	C_1	35 983,7 „
3. Участок № 14	„	C_1	6 349,7 „
4. Участки № 19 и 20	„	B	4 240,0 „
5. Участок № 21	„	B	6 510,0 „
6. Участок № 7а	„	B	144,93 „
7. Участок № 7	„	B	308,0 „
8. Участки № 8 и 9	„	B	34 480,0 „
	„	C_1	6 710,0 „
9. Участок № 10	„	A_2	15 095,0 „
	„	B_2	21 734,0 „
	„	C_1	4 158,0 „
10. Участок № 12	„	B	545,62 „
	„	C_1	1 028,17 „
11. Участок № 13	„	B	881,69 „
	„	C_1	605,76 „
12. Участок № 15	„	B	2 281,9 „
	„	C_1	1 313,88 „
13. Участок № 16	„	B	551,07 „
	„	C_1	320,17 „
14. Участок № 14—18	„	C_1	1 269,01 „
15. Участок № 22	„	B	1 142,5 „
	„	C_1	607,61 „
Всего по Челекену			
	„	A_2+B	157 785 „
	„	A_2+B+C_1	257 015 „

Прочие месторождения

Помимо челекенских, большой интерес как возможное промышленное озокеритовое месторождение представляет Небитдагское месторождение. На присутствие озокеритовых жил (до 5—7 *см* толщиной) здесь указывал еще А. М. Коншин (1888), который с целью разведки озокерита провел несколько шурфов до глубины 10 *м*. В работе В. Успенского (1895) приводятся соображения в пользу того, что на Небит-Даге озокерит добывался местными жителями с давних пор. В этой же работе приводится и первый анализ небитдагского озокерита: удельный вес 0,95, температура плавления 62°, выход церезина 62% (с температурой плавления 67—68°С) и жидких масел — 25%.

Ф. Маевский (1897), отмечая черты геологического сходства Небит-Дага с Челекеном, приходит к выводу, что в отношении озокерита «особенного внимания заслуживает центральная часть горы, как наиболее богатая трещинами, по которым произошли обильные излияния на дневную поверхность нефти, образовавшей мощные отложения кира, содержащего местами небольшие желваки воскообразного озокерита».

Позднее это заключение было развито К. П. Калицким, который, исходя из предположения о возможности образования мощных жил озокерита в местах излияния нефти, создавшей «Кировое плато» на центральной возвышенности Небит-Дага, считал, что здесь около потухших грязевых сопок «имело бы смысл произвести . . . разведки на озокерит» (Калицкий, 1914, стр. 46).

В 1929—1930 гг. эти разведки выполнил Е. И. Около-Кулак, выявив на Небит-Даге наличие двух участков озокерита: 1) на «Кировом плато» центральной возвышенности около потухших грязевых сопок и 2) южнее нефтяных скважин № 4, 15 и 1, в северо-восточной части так называемой «Кольцевой долины», которая окаймляет центральную плоскую возвышенность Небит-Дага.

Наиболее эффективные результаты были получены в разведочных выработках около северо-восточной потухшей грязевой сопки на «Кировом плато». Здесь и раньше (Калицкий, 1914 г.) велась небольшая добыча, а в первой же разведочной скважине на глубине около 8 *м* был вскрыт чистый озокерит мощностью 3,5 *м*. В заданных здесь же шурфах при подходе забоев к этой залежи наблюдались явления озокеритовых «фонтанов», т. е. шурф самопроизвольно начинал заполняться озокеритом, уровень которого, постепенно поднимаясь, достигал иногда устья шурфа[1]. При пробной эксплуатации таких шурфов, «фонтанирующих» озокеритом, в 1929 г. было добыто 142 *т* озокерита-сырца с температурой плавления 60—64°, и, по расчетам Е. И. Около-Кулака, здесь еще оставалось до 75 *т* неизвлеченного озокерита.

По материалам Е. И. Около-Кулака можно предполагать, что залежь, дававшая «фонтаны» озокерита, представляет собою мощную линзу чистого озокерита, расположенную в кратере между апшеронскими глинами и сопочными отложениями, заполнившими кратерную воронку. При разведке других потухших грязевых сопок таких мощных залежей озокерита не было обнаружено, и Е. И. Около-Кулак пришел к выводу, что этот тип месторождений имеет лишь ограниченное и чисто местное значение.

[1] Подобные озокеритовые «фонтаны» неоднократно отмечались в шурфах на Айменмешедском озокеритовом месторождении Челекена, причем здесь «фонтанирования» происходили с такой скоростью, что забойщики едва успевали выскочить из шурфа.

На втором участке Небит-Дага — в северо-восточной части «Кольцевой долины» — при разведке был обнаружен и другой тип озокеритовых месторождений — жильный. Здесь в апшеронских глинах по трещинам и сбросам в ряде шурфов и канав были вскрыты жилы озокерита толщиной до 0,3—0,6 *м* с температурой плавления озокерита 60—61°. По наблюдениям Е. И. Около-Кулака, зона дробления достигает 50—100 *м* ширины и характеризуется многочисленными озокеритопроявлениями, но мощные жилы, конечно, оказались невыдержанными как по простиранию, так и на глубину. Запасы озокерита поэтому определены не были, и промышленное значение Небитдагского озокеритового месторождения в целом осталось невыясненным. Несомненно, что здесь должна быть проведена новая и более тщательная разведка как в «Кольцевой долине», так и особенно на «Кировом плато», но уже не с целью поисков и прослеживания отдельных озокеритовых жил, а для выявления зон дробления, к которым на Челекене и приурочены мощные залежи жильного озокерита.

Разведка озокерита на Небит-Даге имеет еще и то значение, что она является первой и необходимой ступенью для реального расширения перспектив озокеритоносности за пределами Челекена — на других антиклиналях Прибалханского нефтяного района, где также имеются необходимые для этого геологические предпосылки (залежи парафиновой нефти и интенсивная дизъюнктивная тектоника). В связи с этим нужно указать, что на поверхности ряда структур Прибалханского района уже зарегистрированы признаки озокерита. В Котуртепе А. И. Смолко (в 1937 г.) находил по сбросам, рассекающим бакинские глины, жилки озокеритоподобного битума, а в глубокой скважине, которая здесь бурилась в 1948—1949 гг., с глубины 647 *м* с глинистым раствором выносилось большое количество озокерита. Подобные же жилки твердых битумов обнаружены на Монжуклы (С. И. Зеленским в 1949 г.), в Кум-Даге и Кобеке (Г. К. Орьевым в 1935 г.), на Боя-Даге.

Барит и витерит

Промышленные месторождения барита и витерита в Туркмении известны в Копет-Даге, где они имеют благоприятные перспективы для дальнейшего освоения. Особый интерес представляют копетдагские месторождения витерита — пока единственные в Советском Союзе, представляющие промышленный интерес.

Месторождения находятся в Западном и, отчасти, Центральном Копет-Даге, между меридианами 55°35′ и 57°10′, на территории Кара-Калинского и Бахарденского районов Ашхабадской области.

Основными орографическими элементами рассматриваемой части Копет-Дага являются горные хребты и разделяющие их продольные долины, вытянутые, в общем, в широтном направлении. К ним относятся (с севера на юг) хребты Сюнт-Хосардагский, Кунузундагский, Елликаинский и Палызанский с примыкающими к ним долинами: Ходжакалинской, Сумбарской, Айдеринской и Чандырской. Главной водной магистралью района является р. Сумбар с притоками Чандыр и Айдере. На склонах и в водораздельной части Кунузундагского и Елликаинского хребтов расположено наибольшее количество известных месторождений барита и витерита. Значительно меньше их обнаружено в Сюнт-Хосардагском и Палызанском хребтах; они совершенно неизвестны в хребтах Передовой цепи Копет-Дага.

Все перечисленные хребты расходятся и понижаются в западном направлении. К востоку они скучиваются в районе к югу от сел. Нухур, образуя высокие плоскогорья, где максимальные высоты достигают 1900 *м* (возвышенность Коштамыр).

По территориальному размещению в Копет-Даге выделяются две группы баритовых и витеритовых месторождений: 1) Каракалинская группа в Западном Копет-Даге, тяготеющая к районному центру Кара-Кала, и 2) Нухур-Бахарденская группа, находящаяся в Арчман-Нухурском участке Копет-Дага, входящем в Бахарденский административный район [1].

Районный центр Кара-Кала соединяется с ближайшей ж.-д. станцией Кизыл-Арват шоссейной дорогой протяжением 90 *км*. От Кара-Кала к месторождениям, подвергавшимся разработке (Арпаклен, Уч-Ятаг, Курчунташ, Аккая, Аудушмес и др.), проведены грунтовые дороги. Доступ к большинству остальных месторождений возможен лишь вьючными тропами. Вблизи почти всех месторождений имеются водные источники с хорошей питьевой водой.

Ближайшей железнодорожной станцией к Нухур-Бахарденской группе месторождений является ст. Арчман, Ашхабадской ж. д.; от нее максимальные расстояния до месторождений этой группы не превышают 60 *км*. Между ст. Арчман и аулом Нухур имеется грунтовая дорога протяженностью 25 *км*. От Нухура к большей части месторождений этой группы ведут лишь вьючные тропы, и только наиболее крупные из них соединяются с Нухуром грунтовыми дорогами.

Первые сведения о баритах Копет-Дага приведены в конце прошлого столетия Ф. Маевским (1897), указавшим на наличие баритовых жил в районе Кара-Кала. Более подробные сведения о баритах дал И. И. Никшич (1926б). С 1928 г. Среднеазиатским геолого-разведочным трестом были начаты поисково-разведочные работы на баритовых и витеритовых месторождениях, осуществлявшиеся под руководством В. П. Соколова (1930а, 1934б, 1935, 1935ф).

При этих работах в 1928 г. были открыты наиболее крупные месторождения барита и витерита — Арпаклен и Куручай, а также обнаружены витеритовые жилы на месторождениях Ушак-Изюм, Аудушмес и др. На Арпаклене в 1930 г. была начата добыча витерита, а с 1931 г. — добыча барита. Рудоуправлением «Арпаклен» попутно велась добыча и на ряде других месторождений — Аудушмес, Аккая, Куручай, Уч-Ятаг. Эксплуатация месторождений производилась до 1941 г., а затем они были законсервированы.

С 1939 по 1945 г. поиски и разведку барита и витерита проводило Туркменское геологическое управление, которым разведывались месторождения Уч-Ятаг, Арпаклен (Р. К. Тенишева и В. Н. Вольперт) и Чур-Чури (Г. И. Каляев), где выявлены промышленные и перспективные запасы барита и витерита, а также ряд новых жильных месторождений и точек оруденения. В 1945 г. проводились поисково-разведочные работы, по изучению жильных месторождений Копет-Дага, выполненные Г. И. Каляевым (1945ф), в результате которых даны описание и оценка мало известных до того относительно крупных баритовых месторождений Гечикерлен, Илгелыдере и других и впервые обнаруженного, одного из крупнейших в Копет-Даге, барито-витеритового месторождения Елысу.

В том же году проведены обобщающие работы по жильным место-

[1] В самое последнее время выходы баритовых жил обнаружены также на крайнем северо-западе Копет-Дага в Данатинском хребте (Данатинская группа). — *Прим. ред.*

рождениям Копет-Дага, в частности по их минералогии, геохимии (А. В. Сидоренко, 1945а, 1945б, 1947), генезису и структуре (Г. И. Каляев 1946, 1947ф).

Число учтенных месторождений и точек выходов барита и витерита в Копет-Даге (исключая Данатинскую группу) достигает 75. Большинство из них — мелкие жильные выходы, не имеющие промышленного значения, но некоторые из них при групповом освоении, несомненно, представляют крупный промышленный интерес. Расположение месторождений показано на прилагаемой карте (рис. 60).

В области распространения баритовых и витеритовых месторождений развиты осадочные отложения, относящиеся к меловой, третичной и четвертичной системам. Наибольшее распространение и значение имеют породы мелового возраста, слагающие горные хребты и обнажающиеся в долинах рр. Сумбар и Чандыр. Почти все известные месторождения барита и витерита приурочены к нижнемеловым породам аптского и альбского ярусов, которые представлены толщей переслаивающихся темно-зеленых глин, глауконитовых песчаников, алевролитов и глинистых сланцев. Суммарная мощность их достигает 1500 *м*.

Среди аптских отложений по литологическим признакам различаются три свиты: 1) нижняя, состоящая главным образом из алевролитов и песчаников с подчиненными прослоями глинистых сланцев; 2) средняя, сложенная глауконитовыми песчаниками с устричными банками и песчанистыми известняками; 3) верхняя, представленная слоистыми глауконитовыми песчаниками с банками устриц и брахиопод.

Отложения альбского яруса разделяются по литологическим и фаунистическим признакам также на три свиты: 1) нижнюю, в которой преобладают черные и темно-зеленые сланцеватые глины и алевролиты со слоями мелкозернистых песчаников; 2) среднюю, состоящую из темно-зеленых сланцеватых глин с прослоями брусковидных песчаников, и 3) верхнюю, в которой преобладают массивные сливные зеленовато-серые мелкозернистые глауконитовые песчаники. К верхней свите приурочено большинство известных месторождений барита и витерита, в том числе наиболее крупные: Арпаклен, Чур-Чури, Аудушмес, Айковдере и др. Свита эта занимает огромную площадь в юго-западной части Копет-Дага. По возрасту нижняя часть ее относится к среднему, а верхняя часть — к верхнему альбу.

Основные черты тектоники района выражены несколькими крупными антиклинальными и синклинальными складками, простирающимися в широтном направлении и погружающимися на запад. Им соответствуют антиклинальные хребты и разделяющие их синклинальные долины. Складки, выраженные в плане в виде широких, весьма слабо изогнутых к северу дуг, в восточном направлении скучиваются в районе к югу от сел. Нухур (Арчман-Нухурский тектонический узел, см. рис. 60).

Большая часть месторождений барита и витерита приурочена к разрывным дислокациям типа сдвигов либо к комбинациям последних со взбросами и сбросами. Образование этих разрывов, по Г. И. Каляеву (1946), связано с вращательными напряжениями, вызванными неравномерным распределением усилий вдоль Копетдагского пояса складчатости в процессе его формирования. Этим положением объясняются северо-восточное и меридиональное простирания, свойственные разрывам, и смещения по ним в направлении Арчман-Нухурского узла. Сопровождающие разрывы брекчии трения, сцементированные песчано-глинистым цементом, вмещают баритовые и витеритовые рудные тела.

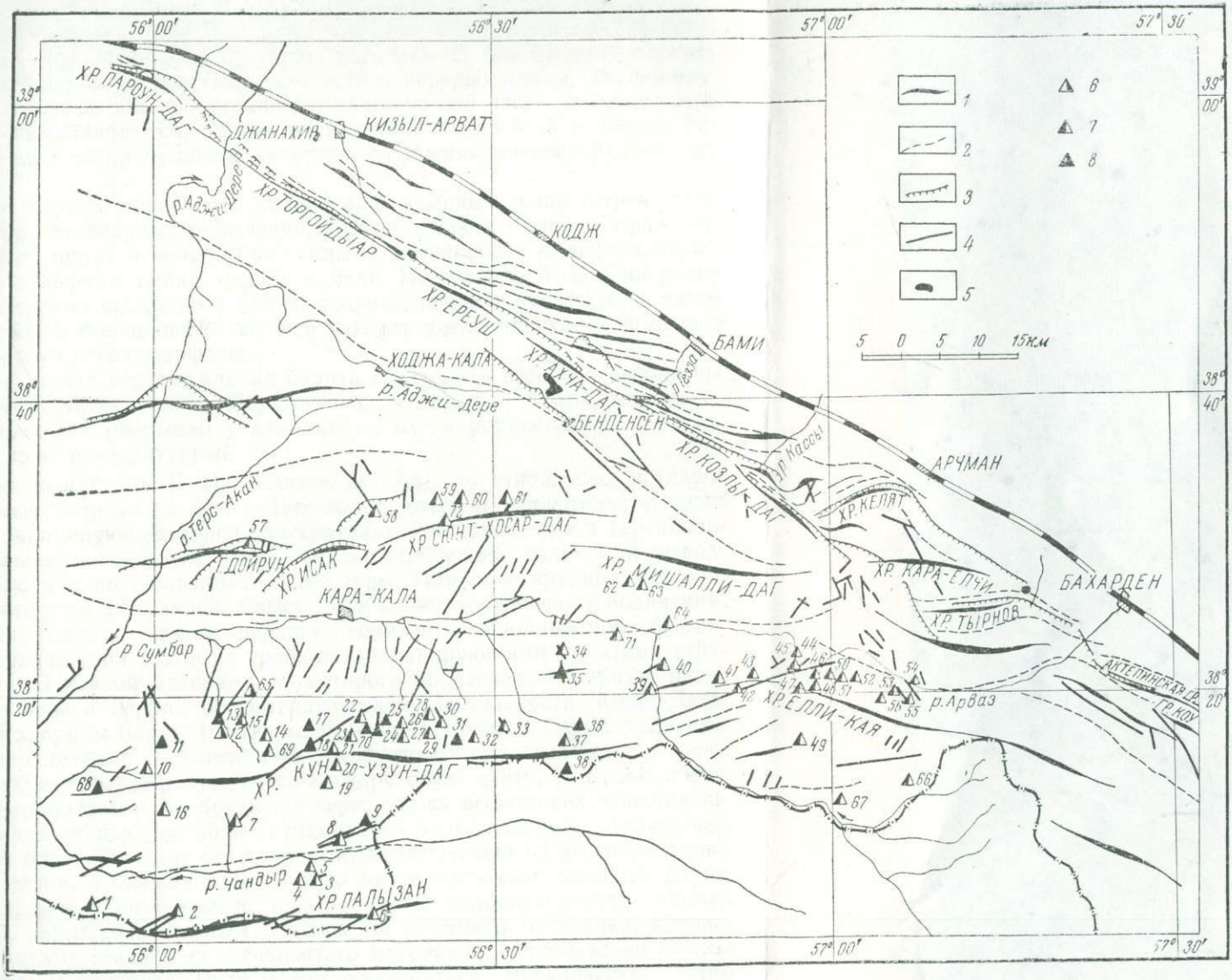


Рис. 60. Тектоническая карта области баритовых и витеритовых месторождений в Копет-Даге и распространение месторождений барита и витерита (по Г. И. Каляеву)

1—ось антиклинали; *2*—ось синклинали; *3*—надвиг; *4*—сброс; *5*—экзотическая скала; *6*—месторождения витеритовые; *7*—месторождения баритовые; *8*—месторождения барито-витеритовые. Название месторождений: *1*—Инджерли; *2*—Кашка; *3*—Кель-Агач; *4*—Бахча; *5*—Инжерли; *6*—Куршурли (киноварное в баритовых жилах); *7*—Алтытогдан; *8*—Чур-Чури; *9*—Карабуйлы; *10*—Капышик; *11*—Найдали; *12*—Айковдере; *13*—Аудушмес; *14*—Шорсу; *15*—Джаббар; *16*—Алчелидере; *17*—Кушпок; *18*—месторождение в 3 *км* от источника Кельты-Чинар; *19*—Алчеклидере; *20*—Махтумсу; *21*—Кельты-Чинар; *22*—Каттали; *23*—Уч-Ятаг; *24*—Янбулак; *25*—Ушак-Изюм; *26*—Ишенмайдан; *27*—Чокур-Юрт; *28*—Курчунташ; *29*—Буэлычешме; *30*—Ятаган; *31*—Аккая; *32*—у поста Аккая; *33*—Куручай; *34*—Икинар; *35*—Арпаклен; *36*—Шал-Чеклен; *37*—Койли-Беур; *38*—Солдатсу; *39*—Илгельдере; *40*—Дурды-Хан; *41*—Гечикерлен; *42*—Акбулак; *43*—месторождение в 5 *км* от Акбулака; *44*—Куня-Гуми; *45*—Гязтепе; *46*—Хан-Душан; *47*—Кумышташ; *48*—Суютли; *49*—Дюякотель; *50*—Джаузек; *51*—Кумельета-Даг; *52*—Апарзан; 53—Кошарча; *54*—Ипайдере; *55*—Баркоу; *56*—Бахарларын-Коюн; *57*—Дойрун; *58*—Игарлы; *59*—Сюнт; *60*—Говданджик; *61*—Мумуш; *62*—Есен-Еукулян; *63*—Порчешме; *64*—Айдере; *65*—Дереклидере; *66*—Кумек; *67*—Яман-Яб; *68*—Елысу; *69*—Порчису; *70*—месторождение в 3 *км* от Уч-Ятаг; *71*—Геокчук; *72*—Дагерман-Яб

Зак. 3083

Месторождения барита и витерита, будучи связаны с разрывными и трещинными структурами, локализуются в сводовых частях поднятия, а наиболее крупные месторождения приурочены к брахиантиклинальным складкам второго порядка в пределах главных антиклинальных структур (месторождения Арпаклен, Чур-Чури, Елысу). В большинстве случаев рудные тела представляют короткие жилы, нередко линзы, бесформенные тела и гнезда. По простиранию и падению они часто пережимаются или вовсе выклиниваются; иногда же раздуваются до 4—5 *м*. Форма баритовых тел и их причудливое залегание усложняются послерудной тектоникой.

Кроме барита, витерита и кальцита, в жильных телах встречаются, в виде редко рассеянных включений, или прожилков: галенит, сфалерит, халькопирит, пирит и кварц. Гипогенными минералами являются барит, витерит и сульфиды цинка, свинца и меди. По мнению А. В. Сидоренко (1945б) первыми выделились барит, кальцит, кварц и сульфиды, а затем уже витерит. В большинстве случаев витерит метасоматически замещает барит, образуя псевдоморфозы.

Копетдагские месторождения барита и витерита весьма своеобразны по условиям образования. Парагенезис минералов и приуроченность месторождений к разрывам указывают на их гидротермальное происхождение (низкотемпературный тип).

Согласно работам Г. И. Каляева (1947ф), по отношению к гидротермальным растворам в Копет-Даге выделяются проницаемые формации и толщи экранирующих пород. Витеритовые месторождения в вертикальной зональности занимают более высокое положение, являясь производными максимально удаленных частей терм. Наиболее крупные месторождения витерита (Арпаклен, Елысу, Аудушмес) приурочены к поднятиям, в которых уцелели самые верхние горизонты проницаемой формации — верхние слои альба на границе с экранирующими породами верхнего мела. Основной материал, из которого образовались бариты, вынесен с глубины в период постмагматической деятельности Копет-Дага; это были хлориды бария. Растворы, несущие хлористый барий, подвергались минерализации — становились сульфатными при прохождении через копетдагскую верхнеюрскую гипсо-ангидритовую свиту, а также обогащались карбонатами при движении через толщу неокомских известняков. Метаморфизованные растворы устремлялись далее кверху и, охлаждаясь, выделяли барит. Витерит осаждался после выделения из раствора сернокислого бария, в большинстве случаев метасоматически замещая барит.

Баритовые и витеритовые рудные тела сопровождаются обычно брекчией, состоящей главным образом из обломков песчаника, алевролита, барита и цемента из песчанистого материала, гидроокислов железа (лимонита) и кальцита. Руда может обогащаться механически, путем сортировки. Чистые, отсортированные бариты содержат в руде до 95% и выше $BaSO_4$, т. е. качество их приближается к теоретическому, химическому составу минерала барита. Такое же высокое содержание и $BaCO_3$ в витеритовой руде. Анализ отсортированных разностей руд барита и чистых разностей витерита из месторождения Арпаклен (по В. П. Соколову, 1935), а также анализы барита из других копетдагских месторождений, например из месторождений Кумышташ и Елысу (по Г. И. Каляеву), дают следующие результаты (табл. 48).

Барит обычно молочно-белый и снежно-белый, крупнокристаллической структуры. Часты сланцеватые и листоватые разности, обусловленные тектоническими воздействиями на баритовые жилы.

Таблица 48

Химический состав баритовых и витеритовых руд некоторых месторождений Копет-Дага

Название месторождения	Название руды	$BaSO_4$	$BaCO_3$	$CaSO_4$	$CaCO_3$
		В процентах			
Арпаклен	Баритовая	96,76	0 65	1,21	Следы[1]
»	Витеритовая	0,12	96,6		1,13
Кумышташ	Баритовая	97.3	0,37	—	0,95
Елысу	»	94,8	0,46	1,19	0,87

[1] Обычно по большинству месторождений более 0,5%.

Удельный вес баритовых концентратов в среднем 4,1—4,3, что согласуется с высоким содержанием в них $BaSO_4$.

Витерит встречается в виде нескольких разностей. Наиболее высококачественной из них является медовый плотный витерит лучистого строения, менее высококачественный — белый мелкокристаллический и, наконец, к худшим сортам относится ячеистый, ноздреватый витерит, напоминающий по внешнему виду известковый туф.

По данным многочисленных анализов из ряда месторождений, копетдагские бариты по содержанию полуторных окислов, кремнезема и удельному весу отвечают самым высоким кондиционным требованиям промышленности; однако по содержанию растворимых в воде карбонатов они им не отвечают. Повышенное (некондиционное) содержание в них карбоната кальция (обычно больше 0,5%) наряду с исключительно высоким процентом содержания $BaSO_4$ является общим свойством копетдагских баритов и вытекает из условий их образования.

Учитывая высокие кроющие свойства копетдагских баритов и очень высокое содержание в них $BaSO_4$, надо полагать, что излишек карбонатов в баритах не будет серьезным препятствием для широкого освоения их в лако-красочной промышленности. Об этом свидетельствует тот факт, что бариты из Кара-Калинского района уже более 10 лет используются различными заводами. Весьма желательно проведение специальных работ, направленных на ликвидацию вредного действия примесей карбонатов, с целью разработки технологического процесса применительно к копетдагским баритам, в частности — использования их как утяжелителей при бурении на нефть.

Согласно техническим условиям на витеритовую руду, качественные показатели ее должны быть следующие:

1. Содержание углекислого бария — не менее 36%.
2. Нерастворимый остаток в 10-процентном растворе соляной кислоты, состоящий в основном из $BaSO_4$, не более 56%.
3. Полуторных окислов — не более 1,5%.
4. Кальциевых солей в пересчете на CaO — не более 7%.

Витериты Копет-Дага в большинстве случаев отвечают кондиционным требованиям как по содержанию $BaCO_3$ (выше 36%), так и по другим признакам, указанным в пунктах 2, 3 и 4.

В 1941—1943 гг. Туркменским геологическим управлением разведывались три наиболее крупных месторождения Кара-Калинского района — Арпаклен, Уч-Ятаг и Чур-Чури, в результате чего на них выявлены промышленные запасы барита и витерита.

Месторождение Арпаклен

Арпакленское витерито-баритовое месторождение расположено в 28 *км* на юго-восток от пос. Кара-Кала, с которым оно связано грунтовой дорогой.

Месторождение приурочено к свите плотных глауконитовых песчаников и алевролитов верхнеальбского возраста. Жильная зона вытянута в меридиональном направлении, с наивысшей точкой в южном конце — горой Темекли-Даг (абсолютная отметка приблизительно 1200 *м*). Рудные тела залегают в мощной трещине меридионального простирания, прослеженной по простиранию на 2 *км*. Брекчии, мощности которых 8—35 *м*, состоят из обломков перетертых песчаников, алевролитов, сцементированных песчано-глинистым цементом, баритом, витеритом и кальцитом. Жильные тела барита и витерита имеют неправильную, чаще линзообразную форму. Длина отдельных линз и жил достигает 140 *м*, а мощность до 3—3,5 *м* (в раздувах); средние мощности менее 1 *м*.

Согласно работам Р. К. Тенишевой и В. Н. Вольперта (1943ф), на месторождении Арпаклен насчитывается 18 выходов барита и витерита. По расположению все выходы разбиваются на три группы: 1) южную, состоящую из восьми выходов, расположенных на северном склоне горы Темекли-Даг; 2) центральную, расположенную в средней части месторождения; 3) северную, представленную тремя выходами. Содержание $BaSO_4$ в баритовых рудах колеблется от 64,02 до 96,56%, при объемном весе руд от 3,4 до 4,5. Наряду с баритовыми и витеритовыми рудами выделяются также смешанные барито-витеритовые руды.

Месторождение Уч-Ятаг

Месторождение барита и витерита Уч-Ятаг находится в 16 *км* к югу от пос. Кара-Кала и связано с последним грунтовой дорогой. Участок северного склона Кунзундагского хребта, где расположено месторождение, характеризуется расчлененностью рельефа; относительное превышение отдельных точек достигает 60—70 *м*. Здесь развиты зеленовато-серые глауконитовые песчаники, алевролиты и глинистые сланцы среднеальбского возраста.

Месторождение приурочено к тектонической трещине почти меридионального направления, прослеженной на 2,5 *км*. Жильные тела заключены в брекчии трения, представленной кластическим материалом из песчаников и алевролитов, спаянных песчано-глинистым цементом. Длина жильных тел в отдельных случаях достигает 65 *м*. Мощность их равна 0,5—1,5 *м* и не выдерживается по простиранию и падению.

Месторождение разведывалось дважды: в 1927 г. Н. П. Батуриным и Н. Л. Николаевым (Николаев Н. Л., 1930) и вторично (уже после начала эксплуатации) в 1940 г. Р. К. Тенишевой. По данным разведки, на месторождении насчитывается 19 барито-витеритовых выходов. Значительное развитие здесь имеет смешанная барито-витеритовая руда с содержанием $BaCO_3$ от 18,7 до 34,38% и $BaSO_4$ от 48,42 до 68,76%.

Месторождение Чур-Чури

Месторождение барита Чур-Чури находится в 36 *км* к югу от г. Кара-Кала и в 1,5 *км* к северу от аула Ярты-Кала, находящегося в долине р. Чандыр. Кара-Кала и Ярты-Кала соединены грунтовой дорогой.

Рудные тела сосредоточены в сравнительно узкой полосе, представляющей зону тектонического разлома — надвига, протягивающегося на северо-восток 65°. Зону разлома пересекает целый ряд поперечных оврагов, обнажающих на склонах баритовые жилы. Вмещающие породы представлены толщей переслаивающихся массивных глауконитовых мелкозернистых песчаников, сланцеватых глин и алевритов верхнеальбского возраста.

В 1941 г. на месторождении Чур-Чури впервые разведочные работы производил Г. И. Каляев. Канавы и расчистки в сочетании с исключительной обнаженностью месторождения выявили в нем баритовые руды с запасами промышленных категорий. На месторождении констатируется 40 выходов рудных тел, из которых только одна жила витеритовая. По форме они представляют часто выклинивающиеся и раздувающиеся по простиранию и падению жилы, линзы, а иногда гнезда. Взаимоотношение вмещающих жилы трещин и заключенных в них брекчий трения весьма сложно и зависит от интенсивности наблюдаемых перемещений. Самая крупная жила обнажена по склону на протяжении 75 *м* при средней мощности 0,62 *м*. В раздувах жила достигает мощности 3 *м*. Среднее содержание $BaSO_4$ в рудах — около 70%.

Месторождение Кумышташ

Из месторождений Нухур-Бахарденской группы самым крупным является месторождение барита Кумышташ. Эксплуатировалось оно Арпакленским рудоуправлением до 1940 г., когда было законсервировано из-за отсутствия подсчитанных промышленных запасов.

Месторождение находится в 40 *км* к юго-западу от ст. Арчман и в 20 *км* к югу от аула Нухур, с которыми соединено грунтовой автомобильной дорогой. Приурочено оно к зоне дробления северо-восточного простирания, проходящей среди глинистых песчаников и алевролитов нижнего альба. Ширина зоны до 10 *м*, прослежена она на 0,5 *км*. Залежи барита имеют форму жил и линз, заключенных в брекчиевидной породе, выполняющей трещины. Мощность линз до 1 *м*. Барит высокого качества с содержанием $BaSO_4$ — 94,14—97,26%.

Месторождение разведывалось в 1937—1938 гг. Средне-Азиатским отделением геологического комитета и Средне-Азиатским геолого-разведочным управлением, но разведано слабо и имеет перспективы к увеличению запасов.

В Кара-Калинском районе сосредоточены наиболее крупные из известных месторождений барита в Копет-Даге и все известные месторождения витерита. В этом районе можно выделить два важнейших участка:

1. Относительно благоприятный в геолого-экономическом отношении участок развития баритовых месторождений, территориально составляющий южную и восточную части Кара-Калинского района. Здесь сконцентрированы в радиусе, не превышающем 35—40 *км* от районного центра Кара-Кала, наиболее крупные месторождения, из которых, кроме вышеописанных, назовем Аккая, Куручай, Курчунташ.

2. Важнейший участок развития витеритовых месторождений намечается на юго-западе Кара-Калинского района, в пределах западной части Кунзундагского хребта. Здесь следует назвать такие относительно крупные месторождения, как Аудушмес, Дирекидере, Айковдере, Елысу и другие, в которых сосредоточены основные запасы витерита.

Район развития витеритовых месторождений не соединен с Кара-Кала грунтовыми дорогами, но для их проведения не потребуется больших затрат, так как расстояние от названных месторождений до ближайшей грунтовой дороги составляет 12—15 *км*, а все расстояние до Кара-Кала не превышает 25—40 *км*.

В связи с тем, что каждое из месторождений имеет небольшие запасы и находится в неблагоприятных экономических условиях, необходимо осваивать одновременно несколько близлежащих месторождений. Наибольшего внимания заслуживают расположенные относительно близко друг к другу месторождения Аккая, Курчунташ, Куручай, Арпаклен и Икинар. Эти месторождения уже имеют рудничную базу и подготовленные промышленные запасы; на них в первую очередь и надо восстанавливать добычу.

Некоторым препятствием в отношении промышленного освоения месторождений Каракалинской группы является их удаленность от железной дороги, в связи с чем большой интерес представляют месторождения, расположенные ближе к железной дороге. В этом отношении заслуживает внимания Нухур-Бахарденская группа, где могут быть выявлены месторождения с значительными запасами. Эта группа месторождений должна явиться первостепенным объектом разведочных работ. Добыча здесь в первую очередь может быть начата на базе месторождений барита Кумышташ, Гечикерлен и др. Месторождение Кумышташ должно осваиваться совместно с месторождениями, находящимися недалеко от аула Караул, в низовье долины Суютли, и месторождением Гечикерлен; к ним же могут быть причислены месторождения, находящиеся в верховье р. Арваз.

Запасы барита и витерита по состоянию на 1 января 1954 г. указаны в табл. 49. Приведенные запасы относятся преимущественно к перспективным категориям (C_1 и C_2), что объясняется слабой разведанностью месторождений. Даже Арпакленское месторождение, которое разведывалось неоднократно, остается еще недостаточно освещенным на глубину. Лишь на нем и месторождении Уч-Ятаг производились буровые работы. Остальные же месторождения если и разведывались, то в большинстве случаев одними канавами и в редких случаях небольшими шурфами и штольнями. Крупнейшее в Копет-Даге месторождение Чур-Чури освещено только расчистками и канавами. Такие крупные месторождения, как Аккая, Куручай, Кумышташ и др., имеют разведочные шурфы или эксплуатационные выработки, вскрывающие жилы на глубину лишь 10—15 *м*.

Имеющиеся данные показывают, что баритовые и витеритовые месторождения Копет-Дага могут явиться надежной сырьевой базой для промышленности Туркменской ССР. Реализация ее требует проведения дальнейших разведочных работ с целью увеличения запасов промышленных категорий.

Целестин и стронцианит

Присутствие целестина известно в Туркмении в ряде пунктов: на юго-восточном берегу залива Кара-Богаз-Гол — в горах Коктау, в Туаркыре, в окрестностях Серного Завода в Центральных Каракумах. Имеются указания на наличие целестина в юго-западной части Устюрта в обрыве Капланкыр, вдоль русла Узбоя и в хр. Кугитангтау.

Таблица 49

Состояние запасов барита и витерита на 1/I 1954 г.

		№ месторождения на карте (рис. 63)	Название месторождения	Тип месторождения	Запасы в тыс. *т*						Примечание
					баритовой руды			витеритовой руды			
					B	C_1	C_2	B	C_1	C_2	
Каракалинская группа	Южная и восточная части	37	Арпаклен	Барито-витеритовое	—	—	—	—	—	—	Среднее содержание: $BaSO_4$ 84,8% $BaCO_3$ 29,82%
		25	Уч-Ятаг	Барито-витеритовое	0,45	—	—	—	—	13,1	Среднее содержание по отдельным блокам: $BaSO_4$ 48,92—68,82%; $BaCO_3$ 18,70—34,48%
		10	Чур-Чури	Баритовое	—	22,0	48,0	—	—	—	—
		33	Аккая	Баритовое (спутник—витерит)	8,4	38,0	—	—	—	—	—
		36	Куручай	Баритовое	8,4	25,5	66,0	—	—	—	Содержание $BaSO_4$ 95,5%
		30	Курчунташ	Баритовое	—	1,4	—	—	—	—	Запасы подсчитаны до глубины 2—3 *м*
		41	Илгелыдере	Баритовое (спутник—витерит)	—	—	15,0	—	—	—	Запасы подсчитаны до глубины 30 *см*. Содержание $BaSO_4$ 92,7—97,5%
	Юго-западная часть	15	Аудушмес	Барито-витеритовое	0,01	—	—	0,1	0,05	—	—
		67	Дереклидере	Витеритовое	—	—	—	—	—	2,2	Запасы подсчитаны до глубины 20 *м*
		17	Джаббар	Баритовое	0,3	0,7	—	—	—	—	—
		14	Айковдере	Витеритовое	—	—	—	1,2	0,5	—	Запасы подсчитаны до глубины 16 *м*
		70	Елысу	Барито-витеритовое	—	—	60,0	—	—	13,0	Запасы подсчитаны до глубины 40 *м*. Содержание: $BaSO_4$ 78,98%; $BaCO_3$ 94,6%
Нухур-Бахарденская группа		49	Кумышташ	Баритовое	—	—	32,0	—	—	—	Содержание $BaSO_4$ 93,6—98,1%
		43	Гечикерлен	Баритовое	—	0,7	8,0	—	—	—	Содержание $BaSO_4$ 96—98%
		55	Кошарча	Баритовое	—	2,3	—	—	—	—	—
		53	Кумельета-Даг	Баритовое	—	0,3	—	—	—	—	—
		48	Хан-Душан	Баритовое	—	0,1	—	—	—	—	—
		57	Баркоу	Баритовое	—	1,4	—	—	—	—	—
		52	Джаузек	Баритовое	—	0,8	—	—	—	—	—

Карабогазские месторождения

Полоса этих месторождений прослеживается вдоль чинка Красноводского плато, протягивающегося почти в широтном направлении от колодца Сульмень до гор Коктау, на расстоянии около 80 *км*. Абсолютные высоты прилегающей части плато 220—280 *м*. Наиболее характерной особенностью рельефа является ступенчатый обрыв (чинк) высотой от 40 до 250 *м*. Ближайший населенный пункт — промбаза по добыче сульфата Кызылкуп (ныне заброшенная), которая соединяется с Красноводском грунтовой дорогой.

Впервые о нахождении здесь целестина сообщил промышленник Левицкий в 1916 г. (Отчет о деятельности комиссии сырья, 1917). Затем месторождения посетили геологи Д. И. Щербаков в 1926 г. (Серная проблема в Туркменистане, I, 1926), А. Ф. Соседко в 1928 г. (1932), Б. А. Федорович в 1929 г. и Х. Х. Гожба в 1940 г., которые дали краткие их описания.

Выходы целестина приурочены к палеогеновым, миоценовым и акчагыльским отложениям, обнажающимся в чинке Красноводского плато. Образование целестина, по А. Ф. Соседко (1932), частью связано с процессами метасоматического замещения в карбонатных породах, частью является результатом выделения минерала в виде жил в глинистой толще.

В первом случае (месторождение Кукуртли) целестин встречается в породе в виде мелкокристаллических скоплений в известняках и выполняет раковины; наряду с этим здесь же он присутствует в виде небольших коротких жил и крупных кристаллов в пустотах. Совместно с целестином часто встречаются скопления аморфной серы и гипса. Этот тип месторождений приурочен в основном к верхней части разреза чинка (чокрак — акчагыл) и характерен для западных месторождений.

Месторождения второго типа распространены в глинах олигоцена (месторождение Коктау). Характеризуются они обычно небольшими жилами шестоватого целестина, следующими согласно слоистости вмещающих пород. Часто встречаются, кроме того, вертикальные жилы, пересекающие слои (юго-западнее базы Кызылкуп). Мощность жил обычно небольшая (2—10 *см*); часто они выклиниваются и отстоят друг от друга на десятки и сотни метров. Кроме указанных выше типов накопления, целестин также встречается в виде цементирующего вещества в черных песках, лежащих между олигоценовыми глинами и нижележащими отложениями верхнего эоцена.

Наиболее высокое качество руды отмечается для восточных месторождений (Коктау), приуроченных к олигоценовым глинам. По данным А. Ф. Соседко (1932), целестин в пропластках содержит $SrSo_4$ до 98%. Однако малая мощность целестиновых жил, их разобщенность и сложность добычи, связанная с труднодоступностью месторождений, не позволяют квалифицировать их как промышленные.

Целестин западных выходов (Кукуртли), приуроченный к карбонатным неогеновым породам, содержит значительно меньше $SrSO_4$ и не представляет практического интереса. Также низким содержанием $SrSO_4$ характеризуются руды, содержащие целестин в качестве цемента песчаников.

Наличие целестина, по качеству и типу накопления аналогичного целестину Коктау Карабогазского района, отмечается также в обрыве плато Капланкыр. Выходы целестина здесь приурочены к олигоценовым глинам, обнажающимся у подножья обрыва.

Центрально-Каракумское месторождение

Месторождение изучалось А. Ф. Соседко в 1928 г. (1932). Месторождение находится в 250 *км* от Ашхабада, в районе Серного Завода. Сообщение с Ашхабадом осуществляется, главным образом, самолетами. Основными элементами рельефа этой части Каракумов являются останцовые бугры конической формы (бугры Зеагли и др.) и располагающийся севернее чинк Заунгузских Каракумов, возвышающийся над прилегающими шорами и такырами на 70—80 *м*.

Указанные бугры и чинк сложены в основании сарматскими соленосными и гипсоносными глинами с слоями песка и песчаника, перекрытыми отложениями заунгузской свиты. Последние состоят из песчаников и глин с прослоями гипса, галечников и конгломератов.

Целестин приурочен к верхней части морских гипсоносных глин сармата. Встречается он в виде небольших прожилок (типа карабогазских) чистого целестина, а также пропитывает и частично замещает мергели и известняки и служит цементирующим веществом в песчаниках. Кроме того, целестин в виде отдельных удлиненных кристаллов встречается в трещинах, секущих глины, а также выполняет в виде радиально-лучистых агрегатов раковины и небольшие карстовые полости.

Наибольшее обогащение целестином отмечает А. Ф. Соседко (1932) в одном из горизонтов песчаника (второй целестиновый горизонт). Горизонт этот прослежен в буграх Зеагли на большой площади. Средняя мощность его 2 *м*. Среднее содержание $SrSO_4$ по трем частичным анализам 25%. По грубо ориентировочным подсчетам, произведенным А.Ф. Соседко, запасы целестина в указанном горизонте песчаников составляют 1 400 000 *т*.

Меньшее содержание целестина (18%) свойственно другому горизонту песчаников (первый целестиновый горизонт), залегающему ниже вышеописанного.

Серьезным препятствием для использования целестина Каракумских месторождений является малое содержание сернокислого стронция в руде (18—25%). Доведение его до промышленных требований (90%) путем механического обогащения потребует высоких затрат, не оправдываемых стоимостью целестина.

Туаркырское месторождение

Выходы целестина обнаружены в 1934 г. Н. П. Лупповым (1935ф) и позднее описаны В. Ф. Людвигом (Курбатов и др., 1951ф).

В Туаркыре целестин распространен в Бейнеуской и Кельджинской брахиантиклиналях и в юго-западной части Туаркырской антиклинали на участке горы Кызылкыр. Приурочен он к лагунным отложениям неокома (валанжин — готерив), представленным песчано-глинистыми породами, переслаивающимися со слоями гипса, мергелей, доломитов и известняков.

В Бейнеуской антиклинали целестин встречен в виде гнезд и жеод в мергелистых прослоях. Выделяются два содержащих целестин прослоя, которые хорошо прослеживаются на площади нескольких квадратных километров. Мощность прослоев 5—15 *см*. Размеры гнезд и жеод колеблются в пределах 1—12 *см*. Гнезда и жеоды целестина составляют от 20 до 80% от общей массы прослоев. Целестин представлен крупно-

кристаллическим агрегатом кристаллов красного и, реже, голубовато-серого цвета с содержанием $SrSO_4$ до 95%.

Соответствующие прослои с целестином отмечаются и на горе Кельджи, где они представлены красными плитчатыми известняками и содержат значительно более редкие гнезда целестина.

Промышленное значение месторождения не ясно.

Месторождение стронцианита

Месторождение находится в 20 *км* на юго-восток от Кызылкупа и приурочено к палеогеновым глинам. Стронцианит залегает в виде маломощных (1—5 *см*) почти горизонтальных пропластков согласно слоистости глин; пропластки прослежены на протяжении 40—60 *м* по простиранию и 20 *м* по падению. Месторождение описано Х. Х. Гобжа; им же приводятся результаты анализов стронцианитов, показавшие содержание $SrCO_3$ до 72,03%. Из-за малой мощности пропластков, их изменчивости и незначительных запасов месторождение нельзя отнести к категории промышленных.

Минеральные соли

Туркменская ССР весьма богата месторождениями минеральных солей. По некоторым из них Туркмения занимает первое место в мире.

В возрастном отношении месторождения минеральных солей представлены современными соляными озерами, содержащими соли в растворенном состоянии в рапе и в виде залежей на дне водоемов, и ископаемыми залежами минеральных солей, образовавшимися в прошлые геологические периоды. Как с современными, так и с ископаемыми месторождениями, кроме того, могут быть связаны соленые воды и рассолы, находящиеся в недрах земли или выходящие на поверхность в виде источников.

В отношении вещественного состава месторождения минеральных солей Туркменской ССР довольно разнообразны. В них обнаружены следующие соляные минералы: а) галит ($NaCl$) — главнейший и нередко почти единственный компонент залежей каменной и озерной (поваренной) соли, встречается как непременный парагенетический спутник в залежах других минеральных солей, а также в виде рассеянной вкрапленности в различных осадочных горных породах; б) сильвин (KCl), который вместе с галитом и примесью некоторых других минералов слагает пласты сильвинита, а также обнаруживается в виде более или менее значительной вкрапленности в ряде залежей каменной соли; в) карналлит ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$), слагающий вместе с галитом и примесью сильвина и некоторых других минералов карналлитовую породу, образующую ограниченных размеров линзообразные залежи и прослои, а также встречающийся в виде гнезд и вкрапленности в сильвините и каменной соли; г) сульфатные минералы: тенардит (Na_2SO_4), мирабилит ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) и астраханит ($Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$), слагающие в комплексе или раздельно, обычно вместе с галитом и примесью других минералов, залежи на дне соляных озер и ископаемые соляные залежи, а также встречающиеся в виде примеси в некоторых озерных залежах поваренной соли; д) глауберит ($Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$) и эпсомит ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$), обнаруженные в более или менее значительных массах в соляной залежи на дне залива Кара-Богаз-Гол и в некоторых озерах на восточном побережье Каспий-

ского моря, а также в месторождении Узунсу, е) ангидрит ($CaSO_4$) и гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), в виде примеси широко распространенные во всех типах соляных месторождений, а также образующие самостоятельные мощные залежи.

Следует упомянуть, что в Туркмении довольно широко распространены залежи селитры (KNO_3), не имеющие, однако, серьезного практического значения и занимающие по своему генезису несколько особое положение по сравнению с другими минеральными солями.

Современные соляные месторождения Туркменской ССР представлены соляными и водоемами двух генетических типов. К первому типу относятся озера и водоемы морского происхождения, источником соленакопления в которых служит в настоящее время или служила в недалеком прошлом вода Каспийского моря. Второй тип представлен озерами континентального происхождения, источник соленакопления в которых связан с водами суши, выщелачивающими соли из пород и почв в области стока и сносящими растворенные соли в озерные впадины и котловины.

Современные соляные водоемы морского генезиса, связанные с деятельностью Каспийского моря, расположены на восточном его побережье. Эти водоемы можно подразделить на две основные группы: а) водоемы, еще не утратившие связи с морем и питающиеся непосредственно каспийской водой, и б) водоемы, полностью утратившие эту связь.

К первой группе принадлежит залив Кара-Богаз-Гол — величайшее мировое месторождение сульфата натрия (мирабилита), содержащее также поваренную соль, магниевые соли и другое сырье. Главнейшими месторождениями второй группы, полностью утратившими связь с морем, являются оз. Куули, содержащее большие запасы поваренной соли и астраханита, и высохшее озеро (подпесочная соляная залежь) Баба-Ходжа с крупными запасами поваренной соли.

Главнейшие современные соляные озера континентального генезиса на территории Туркменской ССР находятся в районе среднего и нижнего течения р. Аму-Дарьи (Султан-Санджар, оз. Ходжаканапсе и др.) и в русле Узбоя. Все эти озера содержат главным образом поваренную соль с небольшой примесью других солей.

Ископаемые месторождения минеральных солей, известные на территории Туркменской ССР, по своему возрасту относятся к кимериджскому и титонскому векам юрского периода и акчагыльскому веку третичного периода.

Условия, благоприятные для накопления галогенных осадков, в кимерджский и титонский века существовали на всей территории так называемой Таджикской депрессии, контуры которой определяются высокогорными палеозойскими массивами Гиссарского хребта, Дарваза, Памира и Гиндукуша. Западная окраина этой депрессии, охватывающая часть юго-западных отрогов Гиссарского хребта, входит в пределы Туркменской ССР.

Здесь, на территории Гаурдак-Кугитангского района известен целый ряд соляных месторождений, сложенных в основном каменной солью, но содержащих также сильвин и в редких случаях карналлит. Калийные соли (в основном сильвинит) в ряде месторождений (Гаурдакское, Окузбулакское, Кызылмазарское, Тюбегатанское и др.) слагают обособленные пласты, имеющие промышленное значение. В других месторождениях имеет место вкрапленность сильвина в каменной соли. И, наконец, некоторые месторождения сложены каменной солью чистой или лишь со следами калийных солей.

Тесная связь между месторождениями или проявлениями калийных солей и каменной соли позволяет в дальнейшем описании не подразделять эти месторождения. Вполне вероятно предположение, что все описываемые месторождения формировались в едином кимериджтитонском соляном бассейне и их современное разобщение обусловлено тектоническими и эрозионными причинами.

В акчагыльский век соленакопление на территории Туркменской ССР имело место в предгорной впадине Западного Копет-Дага, на площади так называемого Узекдагского залива акчагыльского моря. Здесь сформировалось месторождение Узунсу, сложенное каменной солью, мирабилитом и тенардитом, — единственное в Туркмении ископаемое месторождение сульфата натрия.

Ниже приводятся характеристики месторождений минеральных солей Туркменской ССР по типам сырья.

ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ (КАМЕННАЯ И ОЗЕРНАЯ)

Общие сведения

Территория Туркменской ССР по богатству залежами поваренной соли занимает одно из первых мест среди республик Советского Союза. В пределах Туркмении известны все основные типы месторождений поваренной соли: а) залежи каменной соли, б) соляные озера и в) соляные источники и рассолы буровых скважин и колодцев.

Запасы поваренной соли в Туркмении определяются многими миллионами тонн. Запасы каменной соли во много раз превосходят запасы солей в озерах и соляных источниках. Тем не менее, соляные озера имеют большее промышленное значение, так как добыча соли из них обходится во много раз дешевле, чем добыча каменной соли. Распределение запасов поваренной соли на территории Туркмении неравномерно, и их значение для промышленности неодинаково.

Крупные месторождения каменной соли сосредоточены на крайнем востоке республики, в Гаурдак-Кугитангском районе. Эти месторождения в настоящее время в промышленных масштабах не используются[1]. Однако многие из них с давних времен эксплуатируются кустарным способом местным населением.

Соляные озера имеют большое распространение в западной части республики, по восточному берегу Каспийского моря и по Узбою. В прилегающей к Каспийскому морю части республики находятся основные озерные месторождения, подвергающиеся промышленной разработке, — Кули и Баба-Ходжа. В меньшей степени этот тип месторождений развит в приамударьинской полосе, где наиболее крупным является соляное озеро Султан-Санджар. Имеются они и в некоторых других районах республики.

Минеральные источники, насыщенные поваренной солью, широко распространены в различных районах Туркменской ССР; особенно богат ими п-ов Челекен.

Многие месторождения поваренной соли с давних времен подвергаются кустарной разработке. Указания об этом в литературе стали появляться с XVIII века. С конца XIX века началась промышленная разработка некоторых месторождений в прикаспийских районах. Изучение

[1] За исключением месторождения Ходжаикан, расположенного в пограничной с Туркменией области Узбекистана.

месторождений поваренной соли Туркменской ССР в большинстве случаев производилось попутно в связи с поисками и разведкой на другие полезные ископаемые. Лишь на некоторых месторождениях (Куули, Баба-Ходжа, Султан-Санджар) проводились специальные исследовательские и разведочные работы.

Месторождение Куули

Из озерных месторождений поваренной соли наиболее крупным является месторождение Куули. Оно расположено на восточном побережье Каспийского моря, в 40 *км* на север от Красноводска, с которым месторождение связано грунтовой дорогой.

Первые сведения о месторождении Куули опубликованы в сводке Ф. Маевского (1897). С 1895 г. началась его разработка. Сведения о разработке по 1932 г. имеются в сводке А. С. Телетова (1928) и в статье А. П. Климовских (1934а). В 1930 г. оз. Куули и его соляные залежи изучались В. П. Ильинским, Г. С. Клебановым и Ф. Ф. Бадером (1932), а в 1933 г. изучением озера занимались Я. Б. Блюмберг и А. В. Еловская (1934). Позднее краткое описание месторождения опубликовано Н. Н. Дзенс-Литовской (Баланс запасов, вып. 57, 1944).

Озеро Куули (рис. 61) вытянуто с севера на юг и имеет длину около 55 *км* при средней ширине в северной части 2—2,5 *км*, в южной — до 3,5 *км*. Оно отделено от моря полосой барханных песков, большей частью закрепленных. Ширина этой полосы 1—2 *км*, высота барханов достигает 10 *м*. Уровень поверхности озера (—25,5 *м*) примерно соответствует среднему многолетнему уровню Каспийского моря и более чем на 2 *м* выше его уровня в последние годы.

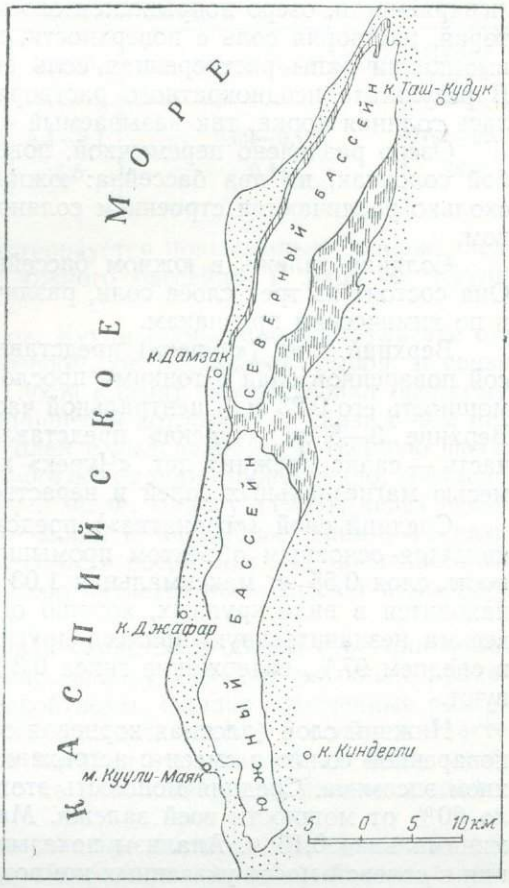


Рис. 61. Соленое озеро Куули (по В. П. Ильинскому, Г. С. Клебанову и Ф. Ф. Бадеру)

Наиболее древними отложениями в районе месторождения являются грубозернистые песчаники и известняки-ракушечники хазарского яруса, слагающие основание перемычки, отделяющей озеро от моря, и обнажающиеся по восточному берегу озера. К востоку от озера развиты также пески и рыхлые песчаники хвалынского яруса, частично перевеянные.

Более молодыми являются новокаспийские песчано-глинистые отложения, развитые как на берегу моря, так и к востоку от полосы барханных песков и заполняющие впадину озера под соляной залежью. Современные геологические образования представлены эоловыми песками, развитыми на перемычке, и соляными отложениями озера.

Бо́льшую часть года озеро лишено поверхностной рапы и поверхность его образована плотной ровной соляной коркой, разделенной на полигональные отдельности гребнями высотой 3—5 *см*, редко до 10 *см*. Уровень рапы летом держится на 5—6 *см* ниже поверхности соли. Последняя всегда остается влажной, что объясняется присутствием в поверхностном солевом покрове довольно значительного количества хлористого магния (до 0,6%). Зимой, благодаря выпадающим дождям и малой испаряемости, озеро покрывается слоем воды толщиной до 8—10 *см*, которая, растворяя соль с поверхности, превращается в рапу. При летнем высыхании рапы растворенная соль снова выпадает в виде новосадки. В результате неоднократного растворения и осаждения соли образовалась соляная корка, так называемый «чурек».

Озеро разделено перемычкой, поверхность которой представляет собой солончак, на два бассейна: южный и северный. Эти бассейны несколько различаются строением соляной залежи и ее химическим составом.

Соляная залежь в южном бассейне имеет среднюю мощность 2 *м*. Она состоит из трех слоев соли, различающихся как по физическим, так и по химическим признакам.

Верхний слой («чурек») представлен плотной кристаллической массой поваренной соли с тонкими прослойками заиленных песков. Средняя мощность его 0,23 *м*, в центральной части озера увеличивается до 0,32 *м*. Верхние 3—5 *см* «чурека» представляют собой новосадку, остальная часть — садка прежних лет. «Чурек» характеризуется значительной примесью магнезиальных солей и нерастворимого остатка.

Средний слой («гранатка») представлен чистой поваренной солью и является основным объектом промышленной разработки. Средняя мощность слоя 0,55 *м*, максимальная 1,03 *м*. Поваренная соль в «гранатке» находится в виде крупных, хорошо ограненных кристаллов и содержит весьма незначительную примесь других солей. Содержание NaCl в ней в среднем 97%, содержание гипса 0,3%. Механические примеси отсутствуют.

Нижний слой (плотная корневая соль) сложен крепкой, уплотненной поваренной солью в смеси с астраханитом и с незначительным содержанием эпсомита. Средняя мощность этого слоя 1,23 *м*, что составляет около 60% от мощности всей залежи. Максимальная мощность его 2,65 *м*, минимальная 0,15 *м*. Анализы показывают большие колебания содержания в солевой массе указанных компонентов, а также гипса. В центральных частях бассейна содержание поваренной соли составляет в среднем 85%, астраханита — около 14,5%, гипса 0,8%. В береговых участках бассейна содержание поваренной соли сильно уменьшается (местами до 2,5%), а содержание астраханита и гипса значительно возрастает; в этих же участках соль сильно загрязнена мелкозернистым песком.

Разрез соляной залежи в северном бассейне имеет тот же характер, что и в южном. Здесь также выделяются три слоя: а) верхний («чурек») средней мощностью 0,19 *м*, б) средний («гранатка») средней мощностью 0,49 *м* и в) нижний (плотная корневая соль) средней мощностью 0,40 *м*. Общая средняя мощность соляной залежи достигает здесь 1,08 *м*,

т. е. почти в два раза меньше, чем в южном бассейне. Различия наблюдаются и в химическом составе соляной залежи. «Чурек» и «гранатка» северного бассейна представлены поваренной солью, значительно загрязненной гипсом, содержание которого колеблется в пределах 1,10—1,96%. Нижний слой более обогащен астраханитом, чем в южном бассейне; в южном и северном участках северного бассейна этот пласт сложен в основном астраханитом и характеризуется повышенным содержанием эпсомита.

Соляная масса оз. Куули пропитана рапой, состав которой приведен в табл. 50.

Таблица 50

Состав рапы оз. Куули (по Ильинскому, Клебанову и Бадеру)

	Солевой состав в %				
	NaCl	$MgCl_2$	$MgSO_4$	[Ca, Mg] (Co_3, $(HCO_3)_2$	Сумма солей
Пределы колебаний .	11,4—14,4	7,6—10,6	5,4—8,1	0,09—0,15	27,7—29,3
Среднее содержание	13,0	8,5	6,5	0,11	28,0

Рапа северного бассейна характеризуется повышенным содержанием сульфатов по сравнению с рапой южного бассейна. В рапе оз. Куули установлено наличие брома.

Образование соляной залежи оз. Куули произошло в результате отшнуровывания впадины, занятой озером, от Каспийского моря, в связи с понижением уровня последнего. Сухой климат способствовал быстрому испарению каспийской воды, поступавшей в котловину, в связи с чем началось возрастание концентрации солей и выделение их в твердую фазу. Питание озера после полного отделения его от моря происходило, согласно В. П. Ильинскому, Г. С. Клебанову и Ф. Ф. Бадеру (1932), через пески и песчаники, отделяющие озеро от моря. В настоящее время, в связи с тем, что уровень моря ниже поверхности озера, питание последнего за счет морской воды прекратилось. Озеро питается ныне за счет атмосферных осадков и грунтовых вод песков.

Аналогичные условия залегания и сходство в общем строении соляной залежи в северном и южном бассейнах указывают на общее происхождение их за счет солей каспийской воды. Однако отмеченные различия в мощностях и химическом составе выделяющихся в соляном пласте слоев указывают на то, что режим питания этих бассейнов после отделения их от Каспийского моря был не одинаков и они являются двумя самостоятельными озерами.

Озеро Куули является наиболее богатым месторождением самосадочной поваренной соли в Туркмении. Наибольший интерес в промышленном отношении представляет средний слой соляной залежи южного бассейна («гранатка»), характеризующийся относительно большой мощностью и наиболее высоким содержанием хлористого натрия. Содержание NaCl в ней 93—98,5%, а за вычетом влаги 98,5—99%; химические примеси составляют 1—1,5%, из которых $CaSO_4$ 0,2—0,4%, $MgSO_4$ 0,15—0,40%, $MgCl_2$ 0,1—0,4%. Эта соль довольно близка к стандарту пищевой соли, но нуждается в освобождении от магнезиальных солей, содержание которых выше допустимого. Для этого соль должна выдерживаться в штабелях 1—2 года или очищаться механической промывкой.

Добыча соли производится только на площади южного бассейна; добывается исключительно «гранатка». Разработку в последние годы производил трест Куулисоль. С 1950 г. месторождение не эксплуатируется.

Запасы соли оз. Куули выражаются следующими цифрами (табл. 51).

Таблица 51

Запасы соли оз. Куули на 1/I 1942 г.

Бассейн	Название соли	Категория	Запасы в тыс. *т*	
			геологические	в том числе балансовые
Южный	„Чурек"	C_2	28 000	—
	„Гранатка"		43 489	43 489
	Плотная корневая соль		175 000	—
	Всего		246 489	43 489
Северный	„Чурек" и „Гранатка"	C_2	20 000	—
	Астраханит		30 000	—
	Всего		50 000	—
Итого по оз.	Куули	C_2	296 489	43 489

Географическое положение озера у берега Каспийского моря, хорошее качество соли и большие запасы определяют крупную промышленную ценность этого месторождения. Соль использовалась в основном для рыбной и химической промышленности. Озеро Куули представляет интерес не только как источник поваренной соли, но и как источник астраханита.

Месторождение Баба-Ходжа

Месторождение Баба-Ходжа находится в 17—22 *км* к юго-западу от г. Небит-Дага, у железнодорожной ветви, ведущей к нефтяным промыслам. Своей юго-западной частью оно примыкает к конечному пункту этой ветки — ст. Вышка.

Месторождение известно с 80-х годов прошлого столетия. Разработка его началась с 1891 г. В геологическом отношении месторождение слабо изучено. Отдельные части его подвергались детальной разведке. В 1934 г. разведку производил Г. К. Орьев, а в 1938—1940 гг. В. В. Донцов и А. М. Еганов. Краткая характеристика месторождения имеется в сводках Ф. Маевского (1897), В. Н. Вебера (1924) и А. С. Телетова (1928). Характеристика его с использованием более новых данных составлена Н. Н. Дзенс-Литовской (Баланс запасов, вып. 57, 1944).

Месторождение расположено на солончаке Келькор (Баба-Ходжа), который представляет собой высохший залив Каспийского моря. На площади солончака развиты отложения новокаспийской трансгрессии и подстилающие их озерно-аллювиальные отложения Узбоя. По окраине солончака и в окаймляющих его уступах выходят на поверхность более

древние четвертичные отложения хвалынского, хазарского и бакинского ярусов. Солончак питается грунтовыми водами, поступающими из указанных отложений.

Соляная залежь месторождения Баба-Ходжа относится к типу подпесочных залежей. Пласт соли залегает под покровом рыхлых шоровых образований, мощность которых в различных участках колеблется в пределах от 0,05 до 0,70 *м*.

Мощность пласта соли колеблется от 0,10 до 2,5 *м* средняя мощность 1,5 *м*. В верхней части пласта на 0,05 *м* от поверхности соль пористая. Ниже следует соль плотная, слоистая, мелкокристаллическая, пригодная для разработки; мощность ее в среднем 0,30—0,35 *м*. Местами в ней присутствует тонкий прослой среднезернистого песка мощностью не более 1 *см*. В нижней части пласта соль сильно разрыхлена действием грунтовых вод и, при существующих методах эксплуатации не имеет промышленного значения.

Подстилается соль в основном крупнозернистым песчаником, а на некоторых участках — мелкозернистым песком.

Площадь распространения соляной залежи точно не установлена, по-видимому, она превышает 100 *км*^{2}; из них детально разведан участок 40 *км*^{2}.

По химическому составу (табл. 52) добываемая соль отвечает требованиям стандарта на пищевую соль. Содержание в ней нерастворимого остатка снижается путем соответствующей обработки.

Таблица 52

Химический состав поваренной соли месторождения Баба-Ходжа (в вес. %)

$NaCl$	$CaCO_3$	$CaSO_4$	$CaCl_2$	Na_2SO_4	H_2O	Нерастворимый остаток
91,4—99,3	0,003—0,116	0,19—1,26	0,06—1,08	0,04—0,29	0,21—3,32	0,2—6,49

Соляная залежь месторождения Баба-Ходжа является современным в геологическом смысле образованием. Она накопилась в полуобособленном заливе, образовавшемся в результате затопления впадины Келькор водами Каспийского моря при последней (новокаспийской) трансгрессии. Усиленное испарение воды с поверхности залива при постепенном понижении уровня моря вызвало концентрацию морской воды и обусловило выпадение солей из раствора в твердую фазу. После высыхания залива соль была покрыта современными шоровыми образованиями.

Разведанные запасы поваренной соли в месторождении Баба-Ходжа даны в табл. 53.

Таблица 53

Разведанные запасы поваренной соли месторождения Баба-Ходжа на 1/I 1953 г.

Категория запасов	Запасы в тыс. *т*	
	геологические	в том числе балансовые
A_2	24 851	20 487
C_1	180 000	—
Всего	204 851	20 487

Запасы не утверждались.

Месторождение Баба-Ходжа является крупным промышленным месторождением поваренной соли, уже в течение 60 с лишним лет подвергающимся промышленной разработке. Оно нуждается в детальной разведке всей площади, изучении химического состава всей залежи, а также в изучении режима грунтовых вод, питающих солончак.

Челекенские месторождения

На п-ове Челекен находится ряд небольших залежей поваренной соли. О кустарных разработках поваренной соли на Челекене имеются указания еще в работах XVIII и начала XIX веков. Сведения об этих месторождениях опубликованы в работах Ф. Маевского (1897), В. Н. Вебера и К. П. Калицкого (1910), В. Н. Вебера (1924б) и А. С. Телетова (1928).

На Челекене поваренная соль в большом количестве выносится из глубины соляными источниками и самоизливающимися водами буровых скважин. По подсчету В. Н. Вебера (1924б), количество соли, выносимой только из одной скважины, составляет почти 200 тыс. *т* (12 млн. пудов по Веберу) в год. Такое происхождение, по В. Н. Веберу, имеет ряд мелких залежей в западной части полуострова. Некоторые из них образуются на солончаках и по руслам соленых ручьев и в настоящее время, другие же погребены под новейшими песчаными наносами (подпесочные залежи). Мощность соли в отдельных подпесочных залежах достигает 1—1,2 *м*. Таковы подпесочные залежи Кызылтепе, Сюренджа, Тоюнлы. Вследствие незначительных размеров эти залежи не имеют сколько-нибудь существенного промышленного значения, но эксплуатируются в небольших размерах кустарным способом. Следует отметить, что не вся соль, выносимая источниками и скважинами, попадает в залежи; часть ее уносится в море, часть подвергается развеванию.

Другое происхождение, согласно В. Н. Веберу, имеет залежь в северо-западной части полуострова, у залива Аяк-Ятан. Здесь находится подпесочная залежь соли мощностью до 0,90 *м*. Образование ее связано с отшнуровыванием озера от Каспийского моря и концентрацией солей в морской воде при испарении. Месторождение это было разведано в 1893 г. горным инженером Калистратовым, определившим запасы соли здесь свыше 300 тыс. *т*. Вследствие высокого качества соли и удобного положения это месторождение одним из первых подверглось промышленной разработке, и в настоящее время оно практически выработано.

Озерные месторождения восточного побережья Каспийского моря (кроме Куули и Челекенских)

Помимо оз. Куули, по восточному берегу Каспийского моря как к северу, так и к югу от Красноводска располагается ряд соляных озер, в которых отлагается поваренная соль. Такие озера имеются на косах, отделяющих залив Кара-Богаз-Гол (Аллатепе, Бекдаш, Шахнефес и др), на Красноводской косе (Карабаба), на бывшем п-ове Дарджа (Сазыклы) и близ Гасан-Кули (Курдолян). Сведения о них имеются в сводках Ф. Маевского (1897), В. Н. Вебера (1924б) и А. С. Телетова (1928).

Эти озера, как и оз. Куули, отшнуровались от Каспийского моря при понижении его уровня. В большинстве случаев они обладают маломощным слоем садочной соли и не имеют промышленного значения. Соль нередко отличается горьковатым вкусом от примеси магнезиальных со-

лей. На оз. Карабаба под поваренной солью залегает пласт астраханита (Вебер, 1924б). Соль некоторых из этих озер добывалась кустарным способом для пищевого употребления.

Месторождения в русле Узбоя

Наличие солей в русле Узбоя известно еще с прошлого столетия. Опубликованные данные о соляных залежах имеются лишь для самой нижней части системы Узбоя — русла Актам, соединяющего солончак Келькор с ныне высохшим Балханским заливом Каспийского моря. Для остальной части долины данные о соляных залежах получены лишь в 1952 г. при разведочных работах, производившихся Туркменским геологическим управлением.

Разведочными работами (А. Т. Васин, М. Н. Певцов) в русле Узбоя выявлены 6 участков, в которых имеются соляные залежи. Мощность залежей колеблется в широких пределах, от 0,33 до 16,65 *м*. Соляные залежи подстилаются песчано-глинистыми озерно-аллювиальными отложениями Узбоя. Залежи соли открыты с поверхности или, на отдельных участках, покрыты новейшими накоплениями незначительной мощности. Между указанными участками русло лишено залежей соли и выполнено аллювиальными или озерно-аллювиальными песчано-глинистыми отложениями или выработано в коренных породах мелового и третичного возраста. Характеристика залежей по участкам дается, начиная с верхней части долины.

Первый участок — Чарышлинская излучина (так называемая «U — образная петля»). Длина участка с залежами соли 6,6 *км*, ширина — от 32 до 90 *м*. Мощность залежи соли колеблется в пределах от 2,8 до 6,0 *м*.

Второй участок — между колодцами Бала-Ишем и Куртышскими порогами. Длина участка с соляной залежью 7,9 *км*, ширина — от 40 до 170 *м*. Соль залегает непрерывно по всему руслу. Мощность залежи от 1,8 до 7,3 *м*.

Третий участок — от Куртышских порогов до колодцев Средние Игды. Здесь соль образует ряд разобщенных залежей, разделенных соляными озерами или перемычками, сложенными рыхлыми аллювиальными песками и местами неогеновыми отложениями. Длина отдельных залежей колеблется от 1 до 5,6 *км*, ширина — от 10 до 210 *м*. Мощности залежей — от 0,33 до 16,65 *м*.

Четвертый участок — между колодцами Нижние Игды и Давали. Здесь на протяжении около 67 *км* имеется почти непрерывная залежь соли. Средняя ширина залежи 83 *м*, средняя мощность 4,6 *м*. Соль залегает непосредственно у поверхности, за исключением крайней северо-восточной оконечности участка, где с поверхности залегает гипс.

Пятый участок — между колодцами Декча и Сеидкую. Здесь имеется залежь соли на протяжении 37 *км* при средней ширине 88 *м*. Средняя мощность залежи 1,53 *м*. Соль залегает непосредственно с поверхности и лишь у оз. Топиатан покрыта слоем глины.

Шестой участок — между колодцами Джойрук и Чалой. Залежи соли прослеживаются на протяжении 23 *км* при средней ширине 144 *м*. Соль выходит непосредственно на поверхность. Средняя мощность соляной залежи 1,51 *м*.

Химический состав солей узбойских месторождений непостоянен. Преобладающей составной частью является хлористый натрий, содержание которого составляет обычно свыше 80%, нередко достигая 98—99%. Местами, однако, содержание хлористого натрия значительно уменьша-

ется (до 53% в некоторых анализах на участке между Н. Игды и Давали). В Куртышской излучине установлено резкое снижение хлористого натрия к низам залежи: от 93% в верхних горизонтах до 6% в нижних. Одновременно с этим в нижних горизонтах резко возрастает содержание эпсомита, достигающее почти 82%. За исключением этого случая, а также довольно высокого содержания хлористого магния, показанного отдельными анализами на участке Н. Игды — Давали (до 15,5%), содержание магнезиальных солей в соляных залежах не превышает 5—6%. Содержание гипса обычно колеблется от десятых долей процента до 3—4%, но местами значительно увеличивается, достигая на участке Н. Игды — Давали в одном из анализов 24%. Отмечается также присутствие в незначителеных количествах хлористого калия и карбоната кальция. Количество нерастворимого остатка обычно незначительно и колеблется от десятых долей процента до 2—3%, но сильно увеличивается в образцах, взятых в основании залежи, близ контакта с подстилающими породами, достигая в отдельных анализах 22,5%.

Соляные залежи в русле Узбоя образовались из высокоминерализованных вод каракумской толщи и отчасти сарматских и акчагыльских отложений, которые дренировались руслом и, в условиях отсутствия оттока, испарялись, оставляя на дне русла залежи соли. Образование соляных залежей началось с того времени, когда р. Узбой прекратила свое существование, и продолжается до настоящего времени.

Запасы солей в русле Узбоя выражаются следующими цифрами (табл. 54).

Таблица 54

Запасы солей в русле Узбоя по данным разведочных работ 1952 г.

Наименование участка	Категория	Запасы в тыс. *т*
1 участок—Чарышлинская излучина	C_1	3 200
2 участок—между Бала-Ишем и Куртышскими порогами	»	5 040
3 участок—от Куртышских порогов до Ср. Игды	»	4 990
4 участок—от Н. Игды до Давали	»	55 054
5 участок—от Декча до Сеидкую	»	9 306
6 участок—от Джойрук до Чалой	»	8 954
	Всего	около 86 500

Запасы не утверждены.

В русле Актам известны залежи соли в оз. Моллакара близ курорта того же названия, в 5 *км* от ст. Джебел. Они тянутся на протяжении нескольких километров при ширине залежи около 100 *м*. Мощность отложений соли достигает 2 *м*. Соль этого месторождения, по А. С. Телетову (1928), несколько уступает по качеству соли месторождению Баба-Ходжа, так как содержит незначительное количество горьких солей. В основании залежи В. Н. Вебером (1924б) указывается пласт астраханита мощностью не более 20 *см*. Месторождение находится в удобных для эксплуатации условиях. Начиная с 1890 г. оно разрабатывалось параллельно с месторождением Баба-Ходжа. В настоящее время добыча не производится. Месторождение не разведывалось. Ориентировочные запасы его оценены А. С. Телетовым (1928) в 100 тыс. *т*.

Месторождение Султан-Санджар

Обширная впадина, занятая оз. Султан-Санджар, расположена на левобережье Аму-Дарьи, у южной окраины Хорезмского оазиса, в 12 *км* от реки и в 25 *км* от кишлака Питняк. Близ озера, к северо-востоку от

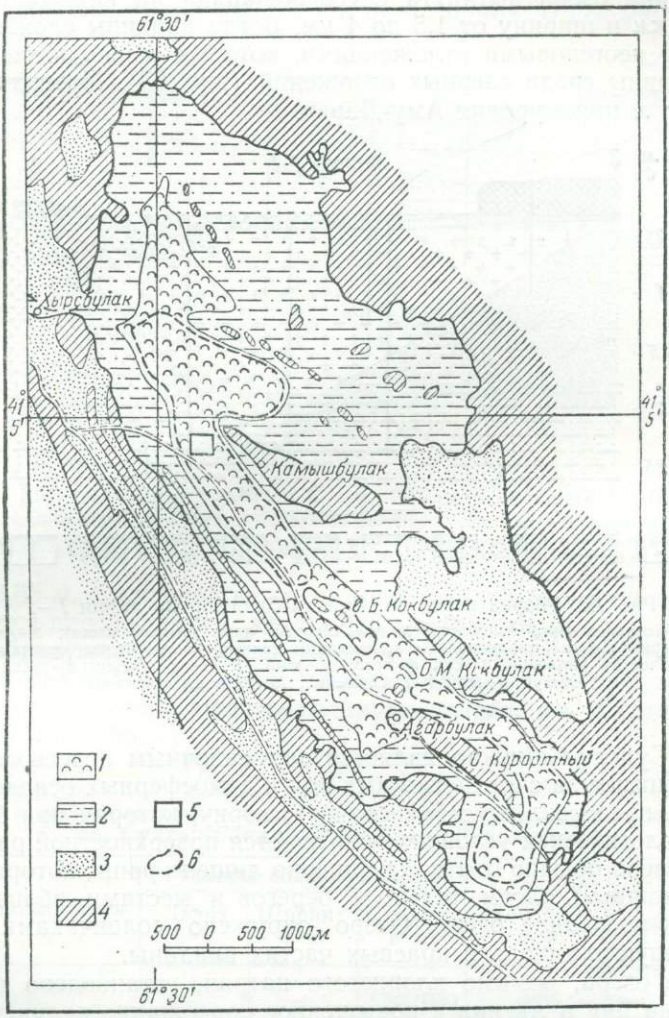


Рис. 62. Схематическая геологическая карта оз. Султан-Санджар (по А. И. Дзенс-Литовскому)

1—химические осадки (NaCl и др.); *2*—современные озерно-аллювиальные отложения; *3*—континентальный неоген; *4*—верхний мел; *5*—ломка соли; *6*—граница корневого пласта соли

него, проходит железнодорожная линия Чарджоу — Кунград. Вдоль юго-западного берега озера проходит грунтовая дорога, пригодная для автотранспорта.

Первое обследование озера было произведено в 1896 г. Г. Леоновым (1897), обнаружившим наличие в нем корневой залежи соли. В 1913 г. месторождение посетил А. Д. Архангельский (1931), отметивший

«энергичную» кустарную разработку соли местным населением. В 1934 г. озеро и его соляные залежи изучались А. И. Дзенс-Литовским (1939) и А. Г. Бергманом (1946), которые установили мощность и размеры соляной залежи. Сведения о месторождении имеются также в работе А. Г. Бергмана, М. Г. Валяшко и И. В. Фейгельсона (1953).

Котловина озера вытянута с северо-запада на юго-восток и имеет длину 71,5 *км* и ширину от 1,5 до 4 *км*. Борта впадины сложены верхнемеловыми и неогеновыми отложениями, которые обнажаются местами и на дне впадины среди озерных отложений (рис. 62). Поверхность озера лежит на 23 *м* ниже уровня Аму-Дарьи.

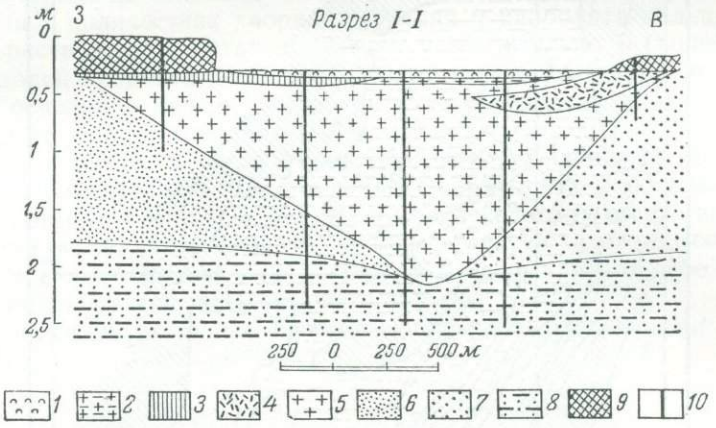


Рис. 63. Разрез через оз. Султан-Санджар по линии *I—I*

1—соляная корка новосадки; *2*—соль с серым илом (рыхлая масса); *3*—ил черный; *4*—ил темно-серый с кристаллами соли; *5*—соль плотная кристаллическая (корневой пласт); *6*—песок желтый; *7*—песок палевый; *8*—песок-плывун; *9*—шоровые отложения, *10*—буровые скважины

Озеро Султан-Санджар является самосадочным пересыхающим озером, питающимся за счет подземных вод и атмосферных осадков. Поверхность озера представляет собой соляную корку, которая при благоприятных метеорологических условиях покрывается поверхностной рапой. В летнее время озеро обычно почти совершенно лишено рапы, которая сохраняется маломощным слоем только у берегов и местами вблизи выходов источников посредине озера. Озеро окружено солончаками, занимающими большую площадь в краевых частях впадины.

В рапе озера, помимо хлористого натрия, установлено присутствие сульфатов натрия и магния и повышенное содержание калия и бора. Состав рапы следующий (Дзенс-Литовский, 1939): NaCl 22—24%; Na_2SO_4 2—4%; KCl до 0,4%; $MgSO_4$ до 0,2%; B_2O_3 0,24%.

Соляная залежь занимает центральную часть впадины. Она представлена поваренной солью с подчиненными ей прослоями тенардита. Строение залежи представлено на рис. 63 и 64 (Дзенс-Литовский, 1939).

Наверху, непосредственно у поверхности или под слоем рапы, залегает новосадочный слой поваренной соли бело-розового и местами зеленоватого (от влияния органики) цвета. В северной части озера, южнее устья источника Хырсбулак, новосадка имеет наибольшую мощность — 0,10 *м*. К северу и к югу мощность ее падает, колеблясь в пределах 0,06—0,03 *м*.

Под коркой новосадки залегает пласт рыхлой соли, аналогичный «гранатке» других озер. Средняя мощность его 0,30 *м*. В некоторых местах,

главным образом на периферии озера, он отделен от новосадки маломощным прослоем желтоватого ила мощностью 0,02—0,05 *м*.

Глубже залегает пласт плотной соли с серыми и черными илистыми прослоями. Этот пласт присутствует не на всей площади озера, а образует северную и южную линзы, располагающиеся в наиболее глубоких местах озерной котловины. Мощность пласта непостоянна. В северной линзе она

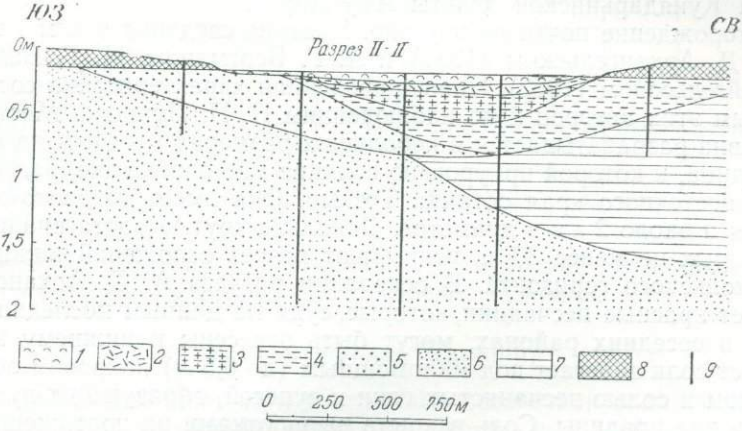


Рис. 64. Разрез через оз. Султан-Санджар по линии *II—II*

1—соляная корка новосадки; *2*—ил палево-желтый; *3*—соль с илом (рыхлая масса); *4*—песок илистый светло-серый; *5*—песок желто-палевый; *6*—песок желтый влажный; *7*—глина серо-зеленая; *8*—шоровые отложения; *9*—буровые скважины

достигает 3,65 *м*, а в южной не превышает 1,5 *м*. У берегов в соляное тело вклиниваются прослои песка, а в южной линзе — черные и серые илы, интенсивно образующиеся вблизи выходов подземных вод. Соль подстилается серо-желтым водоносным песком с глинистыми прослойками.

Данные, характеризующие соляную залежь оз. Султан-Санджар, приведены в табл. 55.

Таблица 55

Данные о размерах соляной залежи и ориентировочные запасы соли оз. Султан-Санджар (по Дзенс-Литовскому)

Название соляного слоя	Размеры соляной залежи			Средняя мощность в *м*	Ориентировочные запасы в тыс. *т*
	Длина в *м*	Ширина в *м*	Площадь в $м^2$		
Новосадка	—	—	7 500 000	0,06	900,0
Корневая соль:					
а) северная линза . .	3 750	750	2 812 500	1,5	8 427,5
б) южная линза . . .	3 200	375	1 125 000	1,0	2 250,0
Соль в подкорковой рапе	—	—	—	—	2 306,2

Общие ориентировочные запасы соли достигают 13 млн. *т*.

Озеро является крупным источником поваренной соли. При рациональном ведении бассейнового хозяйства здесь можно получить почти чистую поваренную соль.

Рапа оз. Султан-Санджар заслуживает внимания не только как источник поваренной соли, но и как возможный источник добычи мирабилита при условии эксплуатации месторождения бассейновым способом. Положение озера у железнодорожной линии обусловливает большие промышленно-экономические перспективы развития на нем добычи соли.

Месторождение Тузкыр

Соляное месторождение Тузкыр находится на левобережье Аму-Дарьи, западнее Хорезмского оазиса, в 70*км* к юго-западу от Куня-Ургенча и в 110 *км* к западу от Ташауза. Оно приурочено к замкнутой впадине, врезанной в столовый останец Тузкыр, поднимающийся над аллювиальной равниной Кунядарьинской дельты Аму-Дарьи.

Месторождение почти не изучено. Краткие сведения о нем опубликованы А. Д. Архангельским (1931) и А. Г. Бергманом, М. Г. Валяшко и И. Б. Фейгельсоном (1953). Нижеприведенная характеристика составлена по данным этих авторов и по наблюдениям Н. П. Луппова. Месторождение издавна разрабатывается в небольших размерах местным населением.

Впадина, к которой приурочено соляное месторождение, расположена у северо-восточного края останца Тузкыр. Она имеет угловато-округлые очертания и около 2 *км* в диаметре. Довольно крутые борта впадины, высота которых не менее 30 *м*, вскрывают разрез отложений нижнего сармата и конкского горизонта. В основании разреза А. Д. Архангельский указывает красные песчаники, которые, судя по данным последних исследований в соседних районах, могут быть отнесены к нижнему миоцену.

Пласт соли залегает под маломощным (до 0,5 *м*) покровом обогащенных гипсом и солью песчанистых глин и супесей, образующих пухлую поверхность дна впадины. Соль вскрыта выработками на протяжении около 500 *м*. Данных о площади распространения соляной залежи не имеется. Мощность пласта соли достигает 2,5—2,8 *м*. Соль подстилается, по данным А. Г. Бергмана, М. Г. Валяшко и И. В. Фейгельсона (1953), песком с кристаллами и друзами гипса и глауберита, ниже которого залегает пласт глауберита.

Соль плотная, белая, мелкокристаллическая с многочисленными мелкими пустотами и кавернами, которые частично выполнены крупными (до 1—3 *см*) вторичными кристаллами поваренной соли. В пласте видны многочисленные прорезающие его небольшие карстовые воронки и трубки, заполненные покровными образованиями, которые загрязняют соль. Вся толща соли, как указывают А. Г. Бергман и др. (1953), носит отпечаток растворяющего воздействия стекающих во впадину пресных (атмосферных) вод и вторичного переотложения соли из образующихся насыщенных растворов.

Химических анализов соли не производилось. Судя по использованию ее местным населением для пищевых целей, соль характеризуется сравнительно высоким качеством.

В 1938 г. А. Г. Бергманом, М. Г. Валяшко и И. Б. Фейгельсоном наблюдалась рапа, уровень которой находился у нижнего края соляной толщи, т. е. на глубине 2,5—2,7 *м* от поверхности. Анализ этой рапы приведен в табл. 56.

Генезис соляного месторождения не установлен. Наиболее вероятно, что оно образовалось в результате выноса соли подземными водами из соленосных миоценовых отложений и осаждения ее на дне озера при иных, чем современные, геоморфологических и гидрогеологических условиях. Соляная залежь образовалась, возможно, в плиоценовое время, когда останец Тузкыр еще не был отделен от Устюрта.

Тузкыр безусловно представляет практический интерес как месторождение поваренной соли местного значения. Возможность вести открытые сухие разработки создает благоприятные условия для его эксплуатации. Последняя затруднена, однако, расположением месторождения далеко от населенных пунктов и отсутствием поблизости пресной воды.

Таблица 56

Анализ рапы месторождения Тузкыр в пересчете на солевой состав (по Бергману, Валяшко и Фейгельсону)

Место взятия пробы	Солевой состав в вес. %								Сумма солей
	$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	Na_2SO_4	$MgSO_4$	NaCl	KCl	NaBr	$Na_2B_4O_7$	
Из лунки у поверхности рассола (у основания пласта соли) . . .	0,017	0,11	1,39	1,13	24,69	0,12	0,037	0,009	27,55
Из шурфа с глубины 1,10 *м* от уровня рассола .	0,019	0,03	3,47	1,13	23,03	0,22	0,037	—	27,74

Месторождение представляет и научный интерес как наглядный пример перехода озерного месторождения в залежь каменной соли.

Месторождение Карашор

Месторождение находится в огромной бессточной впадине Карашор, расположенной в пустынной безводной местности к северу от Узбоя и к востоку от песков Учтаган. Указания на наличие здесь поваренной соли имеются в работах Б. А. Федоровича (1930) и Н. П. Луппова (1932). Некоторые данные о соляной залежи получены в 1952 г. при буровых работах, производившихся Туркменским геологическим управлением. Разработок не производилось. Имеются сведения об использовании соли для пищевого употребления местным населением.

Впадина Карашор приурочена к размытому ядру крупной Гокленкуюсинской антиклинали, сложенной меловыми и третичными отложениями. Дно впадины занято обширным солончаком, вытянутым с ССЗ на ЮЮВ на протяжении 95 *км* при ширине до 14 *км* в северной части и 8—9 *км* в центральной и южной частях. Поверхность солончака образована корочкой соли в несколько сантиметров толщиной. Корочка подстилается илом, пропитанным рапой, из которой выкристаллизовывается поваренная соль. В южной части впадины буровыми работами установлено наличие корневой залежи соли мощностью до 8 *м*, залегающей на глубине 5—6 *м*. Площадь, занятая соляной залежью, не установлена. Анализов соли не имеется.

Месторождение находится в весьма неблагоприятных экономических условиях и поэтому в настоящее время не представляет интереса в промышленном отношении.

Месторождения Бадхыза

Наиболее крупным из месторождений Бадхыза является месторождение самосадочной соли оз. Еройлан-Дуз, расположенное в 60 *км* к северо-западу от Кушки и в 25 *км* от государственной границы. Оно указывается под названием Сарык-Немекзар в сводках Ф. Маевского (1897), В. Н. Вебера (1924б) и А. С. Телетова (1928). Наиболее полные данные об этом месторождении имеются в работе В. Н. Огнева (1932). Озеро Еройлан-Дуз, как источник поваренной соли для населения Марыйского и Пендинского оазисов и Афганистана, известно с незапамятных времен.

Месторождение приурочено к крупной бессточной впадине, глубина которой превышает 400 *м*. Озеро расположено в наиболее глубокой части впадины и занимает площадь около 13 *км*². Питание его происходит в основном, по-видимому, за счет грунтовых вод, поступающих из слагающих борта впадины третичных отложений.

Соль залегает, по данным В. Н. Огнева, пластом мощностью около 2,6 *м* на площади 827 *га*. Залежь представляет собой пачку слоев соли по нескольку сантиметров каждый, разделенных тонкими прослойками черного ила. Кроме того, имеется общее загрязнение соли, придающее ей серую окраску. Загрязнение соли и толщина прослойков ила увеличиваются сверху вниз. В нижней половине пласта соль содержит в значительном количестве гипс (вместе с илом до 11,77%) и сернокислый натрий (до 6,6%). В верхней половине пласта соль более чистая: приведенный В. Н. Вебером анализ показывает 97,75% хлористого натрия. Ориентировочные запасы пригодной для разработки более чистой поваренной соли (верхние 1,3 *м*), по В. Н. Огневу, превышают 10 млн. *т*.

Месторождение Еройлан-Дуз по своим запасам является промышленным. Однако неблагоприятное расположение его в безводной местности, на значительном расстоянии от железной дороги, а также загрязненность соли, требующая ее очистки, не позволяют при современных экономических условиях рассматривать это месторождение как пригодное для промышленной разработки.

Подобного же типа залежь поваренной соли имеется на озере-солончаке Намаксар (в литературе известно под названием месторождения Теке-Немекзар), расположенном в соседней бессточной котловине, в 8 *км* к западу от оз. Еройлан-Дуз. Залежь эта как по мощности (менее 1 *м*), так и по размерам (200 *га*, по В. Н. Огневу) значительно уступает залежи последнего и характеризуется большим развитием прослойков черного ила, загрязняющего соль (Огнев, 1932). Месторождение непромышленное. Геологические запасы его оцениваются в несколько сот тысяч тонн (Маевский, 1897).

К непромышленным относится и месторождение Денглигель, расположенное на государственной границе (южная часть его лежит на территории Афганистана), где средняя мощность пласта, по данным В. Н. Огнева, не превышает 10 *см*. Соль этого месторождения характеризуется высоким качеством (свыше 97% NaCl, по Ф. Маевскому).

Указываемое в числе соляных месторождений оз. Шоргель на правобережье Теджена выше Пул-и-Хатума представляет собой солончак с тонкой соляной коркой толщиной не более 1 *см*.

Месторождения Гаурдак-Кугитангского района

В Гаурдак-Кугитангском районе на громадной площади, измеряющейся несколькими тысячами кв. километров, зарегистрированы десятки выходов каменной соли с видимой мощностью от нескольких до 180 *м*. Соль, обнажающаяся во всех этих выходах, а также залежи соли, вскрытые буровыми скважинами, являются частями единой соляной толщи, разобщенной тектоническими и эрозионными процессами.

Месторождения каменной соли Гаурдак-Кугитангского района, расположенные на территории Туркменской ССР, специально не изучались. Они освещены лишь попутно, в связи с изучением и разведкой месторождений серы, калийных солей и других полезных ископаемых. Эти работы начались с 1930 г. и продолжаются до настоящего времени. Наибо-

лее изучено Гаурдакское месторождение, на котором в 1946—1950 гг. производилась детальная разведка на калийные соли. На многих из месторождений издавна производилась кустарная добыча соли местным населением. В прилегающей к Туркмении части Узбекистана детально разведан соляной купол Ходжаикан (Королева и Шарапов, 1936).

Каменная соль приурочена к верхнеюрским отложениям. Она составляет верхнюю часть гаурдакской свиты, относящейся по возрасту к кимеридж-титону. Мощность соляной толщи, по данным разведочных работ на Гаурдакском месторождении, достигает 400—450 *м*. Соляная залежь заключает в себе пласты, обогащенные калийными солями, которые приурочены в основном к верхней половине соляной толщи.

Наиболее крупное месторождение каменной соли в этом районе — соляной купол Ходжаикан, расположенный на территории Узбекской ССР, который заключает в себе практически неисчерпаемые запасы каменной соли. В пределах Туркмении наибольший интерес по своему местоположению и эксплуатационным возможностям представляют Окузбулакское месторождение, расположенное в 22 *км* к северо-востоку от ст. Келиф и в 12 *км* к юго-востоку от кишлака Карлюк, и Гаурдакское месторождение, расположенное в долине Кансай в 4—20 *км* к северо-востоку от пос. Гаурдак. Заслуживают внимания также некоторые месторождения на правом берегу р. Кугитанг-Дарьи между кишлаком Карлюк и пос. Кугитанг.

Все указанные месторождения заключают в себе крупнейшие запасы каменной соли высокого качества. В настоящее время, в связи с наличием разведанного месторождения Ходжаикан, они являются резервными объектами. Разработка каменной соли в этих месторождениях возможна параллельно с разработкой калийных солей.

Описание отдельных соляных месторождений Гаурдак-Кугитангского района дано в очерке месторождений калийных солей.

Месторождение Узунсу

Узунсу является месторождением смешанных солей, в котором наряду с каменной солью присутствуют тенардит и мирабилит. Характеристика его дана ниже, в разделе «Тенардит и мирабилит».

КАЛИЙНЫЕ СОЛИ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Месторождения калийных солей располагаются в юго-восточной части Туркменской ССР, в системе гор Гаурдак-Кугитангского района, являющихся юго-западным окончанием отрогов Гиссарского хребта. Находятся они также и на территории Узбекской ССР.

Месторождения калийных солей и каменной соли Гаурдак-Кугитангского района делятся на три группы — Гаурдакскую, Кугитангскую и промежуточную. Гаурдакская группа состоит из трех месторождений: собственно Гаурдакского, Кызылмазарского и Лялимканского; сюда можно отнести и Тюбегатанское, находящееся на территории Узбекской ССР. В Кугитангскую группу входят 7 месторождений, начиная с юга: Окузбулакское, Ауджейканское, Базартюбинское, Караагачское, Карагызское, Саятское и Кырккызское. Промежуточная группа состоит из 6 месторождений: Кундалянгского, Каттаурского, Альмурадского, Карабильского, Узункудукского и Айнабулакского.

Присутствие калийных солей в соляной толще Гаурдак-Кугитангского района впервые было установлено в 1930 г. (Корвацкий, 1931; Руженцов, 1932а, б). В 1931—1934 гг. большие поисковые работы на калийные соли и разведка одного из месторождений были проведены Научным институтом по удобрениям и инсектофунгисидам (Гиммельфарб, 1932а, б, 1934; Херасков, 1934; Пейве, 1933, 1934а, б; Вахрамеев и Пейве, 1933; Вахрамеев и Петрокович, 1934; Шугин, 1934, 1935, 1937). Новые данные о ряде месторождений были получены в 1941—1942 гг. при геолого-съемочных, геофизических и разведочных работах, производившихся Всесоюзным научно-исследовательским геологическим институтом (Луппов и Чуенко, 1942ф; Пылаев, 1941ф) и Туркменским геологическим управлением (Банченко, 1944ф; Воинов, 1944ф). В 1946—1950 гг. Туркменским геологическим управлением и Геологическим институтом Академии наук Узбекской ССР проводились работы по изучению и детальной разведке Гаурдакского месторождения (Н. П. Петров, 1947, 1949, 1951, 1952; Банченко, Петров, Дунаева-Мирович и Демин, 1951ф).

ГАУРДАКСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Гаурдакское месторождение

Гаурдакское месторождение калийных солей находится в 4 *км* к северу от железнодоржной ветки Мукры—Гаурдак Ашхабадской ж. д. Месторождение прослеживается в виде полосы шириной до 3 *км* и длиной 16—18 *км* в горной долине Кансай, вдоль западных склонов Гаурдакских гор, в 3 *км* к западу от их подошвы (рис. 29).

Район месторождения, находясь на широте 37°50′, обладает сухим, жарким климатом. Максимальная температура летом в тени достигает +47°, колеблясь обычно около 36—42°. Зима короткая, 2—3 месяца, обычно теплая с незначительным количеством осадков. Раз в 10—15 лет зима бывает снежная, с продолжительными морозами в —5, —10 и иногда —20°.

Имеющиеся источники, особенно по Кансаю, дают сильно минерализованную воду. Пресной воды в районе нет; для Гаурдакского рудника и для жителей поселка она завозится из Аму-Дарьи (54 *км* к югу) [1].

Гаурдакский район нужно считать в экономическом отношении освоенным. Здесь имеются серный рудник с флотационной фабрикой и печами Джиля, мастерские, электростанция на 1000 *квт*, поселок на 8—10 тысяч жителей, столовые, магазины, клуб.

Выходы каменной соли в Гаурдаке со следами древних и современных кустарных добычных работ давно привлекали к себе внимание геологов. В 1930 г. этот район посетил А. С. Уклонский (1932а), обративший внимание на красноватые включения в соли и определивший их как карналлит. Позднее в этом районе работал В. П. Мирошниченко; во взятых им образцах соли был обнаружен хлористый калий (до 25%).

В 1932 г. А. В. Пейве (1934а) произвел бороздовое опробование в массивах соли, выходящих на поверхность, и определил содержание хлористого калия в соли не более 8%.

В 1942 г. на северо-западном крыле Гаурдакской складки, в 8 *км* от серного рудника, Туркменским геологическим управлением была задана поисковая скважина на калийные соли. Бурение вскоре было приостановлено и возобновилось уже после войны, в 1945 г. В 1946 г. на место-

[1] В 1953 г. начато строительство водопровода.

рождении были вскрыты пласты калийных солей. За 5 лет работы на 20 *км*² площади месторождения было пробурено 25 000 *пог. м* скважин колонкового бурения.

В изучении месторождения в 1945—1950 гг. принимали участие Туркменское геологическое управление: М. С. Банченко (начальник экспедиции), В. Т. Демин, К. Е. Дунаева-Мирович и Е. Г. Винокурова; Институт геологии Академии наук Узбекской ССР: Н. П. Петров (технический руководитель экспедиции), К. Б. Саакянц, П. Л. Прихидько, В. В. Прасолова и Н. Т. Файзулаев; Всесоюзный научно-исследовательский институт галургии Министерства химической промышленности: В. В. Вязов, Я. Я. Яржемский, В. Н. Дубинина; Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт Министерства геологии и охраны недр СССР: А. А. Иванов и Н. П. Луппов.

Геологическое строение. Стратиграфический разрез района Гаурдакских гор представлен на рис. 65.

Скважиной, пробуренной в 1941—1942 гг. на юго-западном склоне Гаурдакского антиклинального поднятия, близ его ядра, на глубине 925,7 *м* вскрыты кристаллические сланцы и гнейсы (Воинов, 1946ф). На этих породах залегают среднеюрские песчано-сланцевые отложения: морские осадки байоса и верхнего бата, разделенные континентальными осадками нижнего бата. Мощность средней юры в указанной скважине определяется В. В. Воиновым и Г. Я. Крымгольцем в 170 *м*.

Выше залегают верхнеюрские отложения, слагающие размытое ядро Гаурдакской антиклинали.

Нижняя часть разреза верхнеюрских отложений, относящаяся к келловею (на поверхности не обнажается), оксфорду и лузитану, общей мощностью до 750 *м* представлена толщей известняков, содержащих в основании прослои мергелей и сланцев, а вверху — прослои черных битуминозных известняков, названных А. В. Дановым (1942) антраксолитовыми.

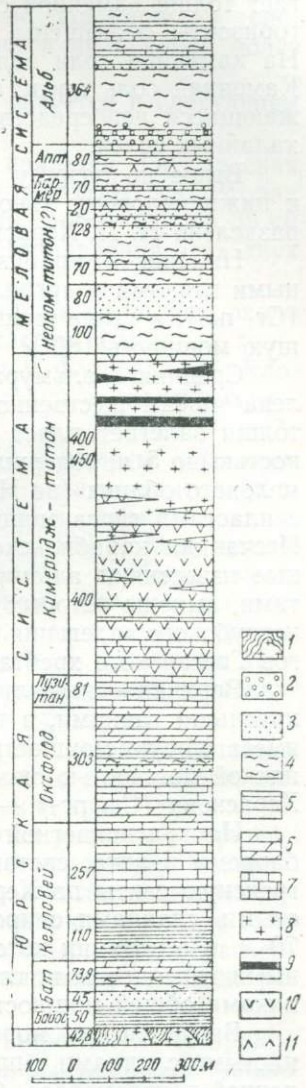


Рис. 65. Стратиграфический разрез Гаурдакского месторождения калийных солей. Составлен Н. П. Петровым по материалам В. В. Воинова, К. Е. Дунаевой-Мирович и Н. П. Петрова

1—кристаллические сланцы и гнейсы; *2*—конгломерат; *3*—песчаник; *4*—глина и аргиллит; *5*—сланцы глинистые и мергелистые; *6*—известняк глинистый; *7*—известняк; *8*—каменная соль; *9*—калийные соли; *10*—ангидрит; *11*—гипс

Выше залегают лагунные отложения гаурдакской свиты мощностью до 850 *м*, относящиеся к кимериджу — титону. Они начинаются толщей ангидритов мощностью 400—410 *м*, содержащей в нижней части несколько пластов известняка мощностью от 0,5 до 10 *м*, а на участке серного месторождения местами до 50 *м*, и в верхней части — прослои серой каменной соли. На ангидритах зале-

гает толща каменной соли мощностью 400—450 *м*, в которой отдельные горизонты обогащены калийными солями — сильвином и карналлитом. На каменной соли залегают покровные ангидриты мощностью 2—5 *м*. Каменная соль представляет собой наиболее древние отложения, обнажающиеся непосредственно на площади Гаурдакского месторождения калийных солей.

Выше по разрезу следует толща красноцветных пород, относимая к нижнемеловому (неокомскому) и отчасти титонскому возрасту. Она разделена Н. П. Херасковым (1934) на три свиты.

Нижняя — карабильская свита [1] представлена внизу вишнево-красными глинами и аргиллитами с прослойками тонкозернистых песчаников (Cr_1 nc_1), а выше вишнево-красными песчаниками (Cr_1 nc_2) и имеет общую мощность 180 *м*.

Средняя — альмурадская свита, имеющая мощность 70 *м*, представлена преимущественно глинистыми породами (Cr_1nc_{3-5}). В середине толщи залегает пласт доломитизированного известняка (Cr_1 nc_4) мощностью до 5 *м*, содержащий плохо сохранившиеся остатки фауны нижнемелового облика (по Н. П. Луппову); в верхней части глины чередуются с пластами гипса мощностью до 5—8 *м* (нижний гипсовый горизонт). Песчаники карабильской свиты и залегающие выше доломитизированные известняки альмурадской свиты являются характерными горизонтами, выходы которых на поверхность определяют участки сравнительно неглубокого залегания соляной толщи на территории юго-западных отрогов Гиссарского хребта.

Верхняя — кызылташская свита (Cr_1 nc_6) представлена в основании красными глинами, а выше чередованием красных глин и песчаников и имеет общую мощность до 128 *м*. Она покрывается гипсово-глинистой пачкой мощностью около 20 *м*, составляющей низы окузбулакской свиты Хераскова (Cr_1 nc_7), — верхний гипсовый горизонт.

На красноцветной толще залегают морские и лагунные отложения баррема и апта, составляющие бóльшую часть окузбулакской и калигрекскую свиты по Хераскову. Они представлены внизу серыми глинистыми сланцами с прослоями известняка с фауной общей мощностью 70 *м*, в основании которых залегает гипсоносная пачка, а выше — красными гипсоносными глинами, зелеными глинистыми сланцами и известняками общей мощностью до 80 *м*.

Выше следует морская толща альба, представленная глинами и глинистыми сланцами с прослоями известняка и песчаника, а в основании — пачкой конгломерата. Общая мощность ее более 350 *м*. Еще выше залегает мощная толща верхнего мела, представленная глинистыми породами с прослоями песчаников, ракушечников и известняков. Венчается разрез в районе месторождения известняками бухарского яруса, начинающими разрез палеогена.

Четвертичные отложения играют существенную роль в строении района месторождения. Они развиты главным образом по долине Кансай. Суммарная мощность их достигает 200 *м*. Всего намечается 5 циклов эрозии и 4 цикла аккумуляции.

На площади месторождения имеются два выхода соли на поверхность: западный выход — Тузкан — занимает площадь 1 *км*^{2}, восточный — Карикан — 0,5 *км*^{2}. На площади, сложенной красноцветной толщей неокома, каменная соль залегает на глубине от 50 до 400 *м*. На

[1] Эта свита, вероятно, относится еще к юре (титонскому ярусу). — *Прим. ред.*

площади, сложенной аптскими и альбскими отложениями, глубина залегания кровли соляной толщи достигает 600—700 *м*. На площади, сложенной верхним мелом, поверхность соли опускается на глубину более 1000 *м*.

Тектоническое строение Гаурдакского района рисуется в следующем виде.

Основной тектонической структурой района является Гаурдакская брахиантиклинальная складка длиной 20 *км* и шириной 10 *км*. Вторая тектоническая структура в районе — Узункудукский грабен длиной 35 *км* и шириной до 5—8 *км*, с амплитудой до 1500 *м*. Направления этих двух структур взаимно перпендикулярны.

Центральная часть Гаурдакской брахиантиклинали, площадью около 100 *км*^{2}, характеризуется почти горизонтальным, слегка волнистым залеганием слоев, нарушаемым небольшими сбросами и флексурами. Условия залегания пород на крыльях Гаурдакской складки в различных местах различны.

Южное погружение складки, сопряженное с северным разломом Узункудукского грабена, характеризуется крутыми углами падения (до 60—90°) известняков лузитана на юг, местами даже с опрокидыванием. Мощность ангидритовой толщи здесь уменьшается до 100—200 *м*, против нормальных 400 *м*. Меловые отложения, залегающие в грабене, сильно нарушены сбросами и сдвиго-надвигами. К северному разлому Узункудукского грабена приурочены: серное оруденение, выход нефти (Калугин, 1934), сильно минерализованный источник Тузкуль с дебитом 10—15 *л/сек*, а в районе калийного месторождения — сильно минерализованные воды с температурой +32°.

От этого нарушения на северо-восток простирается северо-западное крыло Гаурдакской складки, к которому и приурочено Гаурдакское месторождение калийных солей (рис. 66). Общее падение крыла здесь на северо-запад под углом в среднем 15°, однако имеются участки с горизонтальным залеганием, с пологим и иногда с крутым и обратным падением. Такие условия залегания связаны с наличием сбросовых дислокаций: продольных — кольцевых, огибающих брахиантиклинальную складку с юго-запада на северо-восток, и поперечных — радиальных. При этом образовались блоки, в пределах которых и наблюдаются отклонения от общих условий залегания пород.

К северу от ядра складки, где наблюдается широтное простирание крыла, соляная толща выщелочена и размыта, а покрывающие ее сильно нарушенные красноцветные породы титон-неокома и даже апта и альба различными своими свитами ложатся непосредственно на толщу ангидритов. К этим участкам на правой стороне долины Кансай приурочны выходы каменной соли, в которых характер залегания прослоев ангидритов и глин указывает на отсутствие микроскладчатости и на общее северное падение соляной толщи под углом от 10 до 30°. В то же время вышележащие отложения красноцветной толщи на отдельных участках имеют падение, обратное общему наклону антиклинали, т. е. на юго-восток, под углами от 5 до 70° и больше.

На северо-востоке Гаурдакская складка сужается и представляет собой антиклиналь с плавным погружением шарнира на северо-восток. К этому участку приурочено калийное месторождение Кызыл-Мазар, разведывавшееся в 1940—1942 гг. Разведка показала, что толща каменной соли в ядре складки размыта и замещена четвертичными отложениями

мощностью 100—110 *м*. Каменная соль сохранилась только на крыльях северо-восточной части Гаурдакской брахиантиклинали.

На юго-восточном крыле Гаурдакской складки южнее урочища Кызыл-Мазар имеется резко выраженный тектонический контакт. Здесь к толще ангидритов примыкают на севере отложения баррема, лежащие горизонтально, а южнее — породы, залегающие под барремом: красные

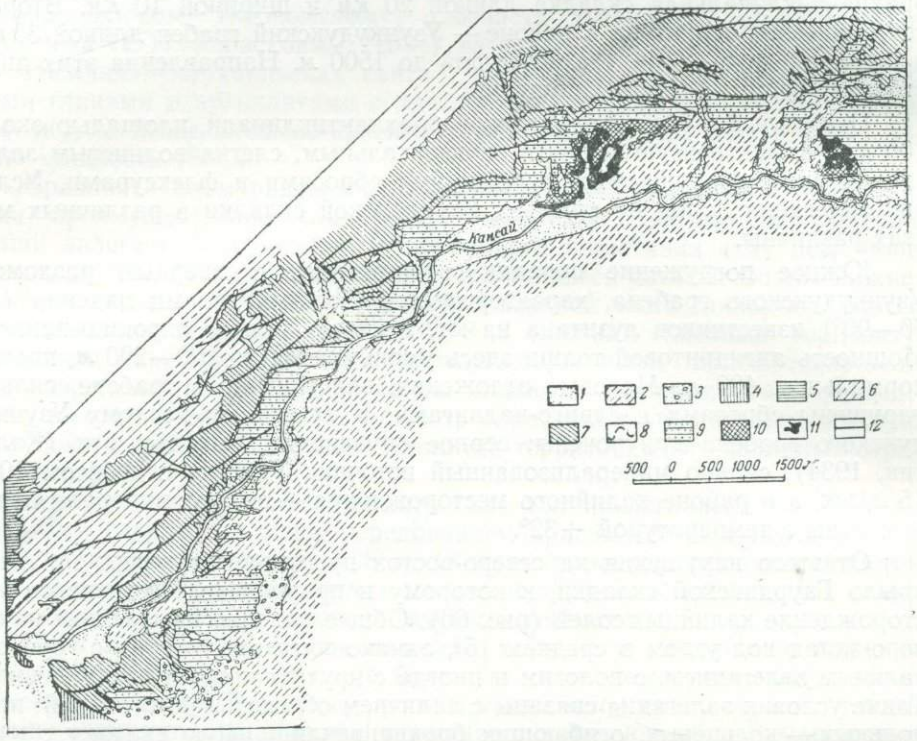


Рис. 66. Геологическая карта Гаурдакского месторождения калийных солей. Составлена Е. Г. Винокуровой, К. Е. Дунаевой-Мирович и Н. П. Петровым под редакцией Н. П. Петрова

1—аллювиальные и пролювиальные отложения Кансая; *2*—такырные отложения; *3*—пролювиально-аллювиальные отложения древнего Кансая; *4*—турон; *5*—альб; *6*—апт и баррем (калигрекская и окузбулакская свиты); *7—9*—красноцветная толща неокома и титона (?): *7*—кызылташская и альмурадская свиты, *8*—горизонт доломитизированных известняков в альмурадской свите, *9*—карабильская свита; *10—11*—титон-кимеридж (гаурдакская свита): *10*—гипсы и ангидриты, *11*—каменная соль; *12*—тектонические нарушения

песчаники кызылташской и карабильской свит. Углы падения крыла здесь крутые и достигают 70—80°. Толща каменной соли и покрывающая ее глинистая свита общей мощностью до 500 *м* оказались выжатыми. Это явление прослеживается и дальше к югу от Узункудукского грабена, где ангидриты и покрывающие их красноцветные породы примыкают к отложениям верхнего турона.

Таким образом, Гаурдакское месторождение калийных солей приурочено только к северо-западному крылу Гаурдакской брахиантиклинали, где соляная толща не подверглась уничтожению при тектонических процессах и в результате интенсивного эрозионного разрушения и выщелачивания.

Соляная толща и промышленная характеристика ее калиеносности. Соляная толща, как выше было сказано, имеет мощность 400—430 *м*. В ней присутствуют соляные минералы: галит, сильвин, карналлит и ангидрит. Преобладающее развитие имеет галит. Сильвин присутствует в значительном количестве в отдельных горизонтах, образуя сильвинит. Карналлит занимает явно подчиненное место, и содержание его в сильвините составляет в среднем не более 5%. Ангидрит проявляется в виде тонких прослоев в каменной соли и повсеместно в виде включений. Среди зерен ангидрита наблюдаются листочки гипса.

Глинистые образования, наблюдаемые в соли в виде включений и прослоев, представляют собой смесь терригенных и химических осадков. Исследования Н. П. Петрова, Я. Я. Яржемского и П. Л. Прихидько показали, что «глины» состоят из карбонатов магния и кальция, ангидрита и гипса, гематита и гётита, силикатов магния (сепиолита) и аутигенного кварца. Все эти минералы химического происхождения.

Встречаются минералы и терригенного происхождения: мелкие зерна кварца, полевого шпата и чешуйки слюд, серицита и хлорита. Примесь глинистого материала составляет в среднем для всей массы соли не более 10—15%.

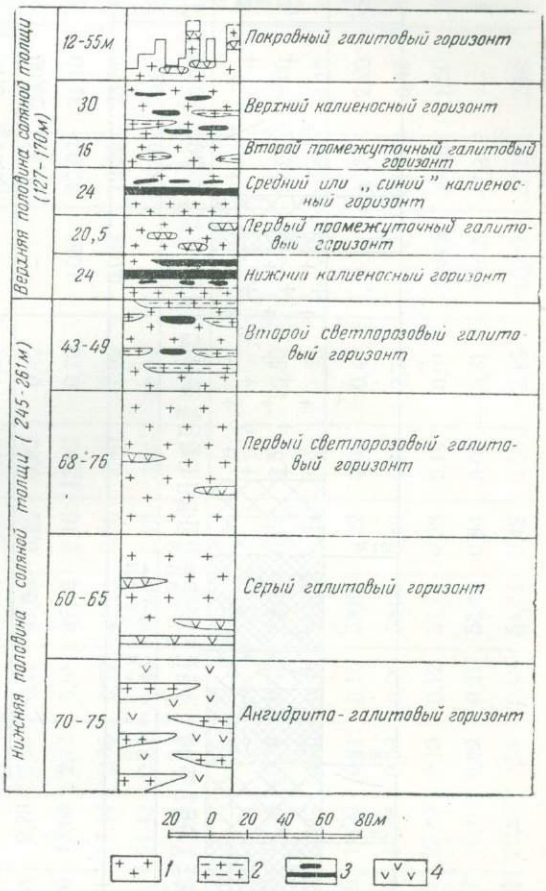


Рис. 67. Стратиграфический разрез соляной толщи Гаурдакского месторождения калийных солей

1—каменная соль; *2*—каменная соль глинистая; *3*—пласты и линзы калийных солей; *4*—ангидрит

Разрез соляной толщи на основании изучения ряда скважин приведен на рис. 67, из которого видно, что калийные соли приурочены к верхней половине толщи. Строение и состав калиеносных горизонтов отображены на рис. 68.

Всего на Гаурдакском месторождении насчитывается семь пластов калийных солей. Из них четыре пласта — Нижний I, Нижний II, Нижний III и «Синий» — являются более мощными, а три из них — промышленными.

Пласт Нижний I сложен системой пластообразных линз сильвинита. Пласт непостоянный и промышленного интереса не представляет.

Пласт Нижний II, наиболее постоянный и выдержанный, характеризуется высоким содержанием KCl (29—31%) и наличием в сильвините

карналлита от единичных включений до 60%. Большие количества карналлита отмечены только на одном участке, где в основании этого пласта

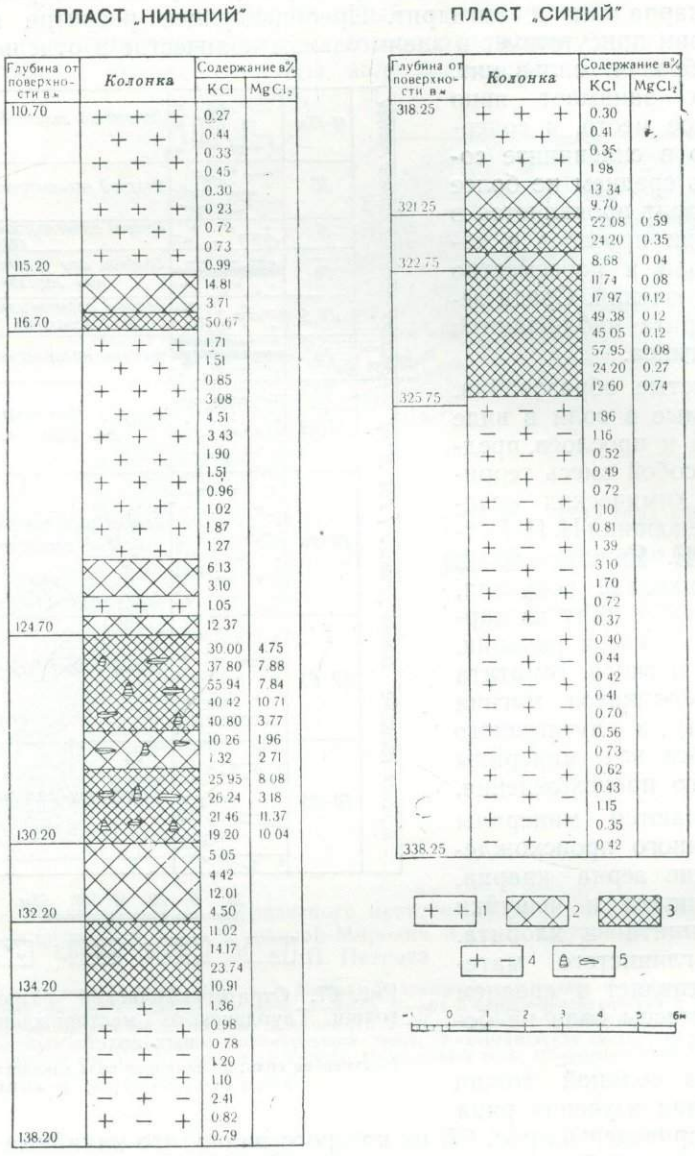


Рис. 68. Строение калиеносных горизонтов

1—каменная соль—серая, белая и розовая; *2*—сильвинит бедный; *3*—сильвинит богатый; *4*—каменная соль глинистая; *5*—включения и прослои карналлита

обнаружен слой карналлитовой породы мощностью 0,5 *м*. На всех других участках в пласте Нижний II содержание карналлита колеблется от 2 до 20%.

Пласт Нижний III представляет собой систему линз сильвинита, располагающихся близко друг к другу.

Таблица 57

Химический и минералогический состав калийных солей Гаурдакского месторождения

Название пласта	Глубина в *м*		Выход керна в %	Химический состав в %									Вероятный минералогический состав в %			
	от	до		K	Na	Mg	Ca	Cl	SO_4	H_2O	Нераств. остаток	Br	Сильвин	Карналлит	Галит	Ангидрит
Нижний II	385,61	386,11	92	5,45	33,44	0,14	0,88	56,80	0,58	—	1,49	—	10,00	1,60	84,88	0,82
	386,11	386,61	92	7,55	32,83	0,02	0,20	57,50	0,38	—	0,31	—	14,40	—	83,42	0,54
	387,11	387,61	92	21,66	22,69	0,07	0,24	55,00	0,39	0,10	0,35	—	41,10	0,70	57,61	0,55
	388,11	388,61	92	31,21	14,47	0,05	0,24	51,00	0,30	0,22	0,21	—	59,30	0,60	36,75	0,42
	388,61	389,11	92	13,38	26,21	0,07	0,56	53,00	1,06	0,31	3,36	—	25,31	0,70	66,57	1,50
	125,70	126,20	100	29,34	9,73	2,00	0,12	47,60	0,12	9,80	0,45	—	49,74	23,00	24,71	0,17
	126,20	126,70	100	21,20	13,08	2,73	0,08	47,40	0,16	13,02	0,70	0,052	32,02	31,10	33,22	0,11
	128,20	128,70	100	13,61	17,44	2,06	0,72	41,20	0,96	9,40	17,00	0,024	19,50	23,50	36,68	1,02
	128,70	129,20	100	13,76	21,43	0,81	0,44	48,60	0,13	3,80	10,64	—	23,80	9,00	54,43	0,18
	129,20	129,70	100	11,25	16,84	2,90	0,24	48,20	0,36	13,08	7,55	—	12,40	33,00	42,77	0,34
„Синий"	118,87	119,37	100	12,82	18,28	0,70	0,67	42,80	0,60	3,55	20,50	—	22,00	9,00	46,30	0,85
	119,87	120,37	100	6,08	32,47	0,36	0,35	57,0	0,38	1,62	1,30	Не опр.	10,50	4,10	82,47	0,54
	121,37	121,87	100	24,59	19,90	0,21	0,19	53,80	0,22	0,92	0,44	„ „	46,30	2,20	50,55	0,31
	313,97	314,44	100	29,35	14,98	0,03	0,26	50,00	0,42	0,10	2,78	„ „	55,70	0,40	38,05	0,59
	315,38	315,85	100	20,81	23,43	0,13	0,12	57,74	0,28	0,14	0,01	0,040	39,28	1,50	59,47	0,40
	316,79	317,24	100	24,83	10,16	0,02	0,21	53,41	0,54	0,00	0,31	0,053	47,34	—	51,21	0,71
	317,24	317,69	100	14,65	26,87	0,24	0,18	54,74	0,42	0,56	2,16	0,029	27,19	2,80	68,25	0,59

Пласт «Синий», постоянный по своей мощности и содержанию калия, является вторым (после пласта Нижний II) по своей мощности и запасам.

Химический и минералогический составы пластов Нижнего II и «Синего» показаны в табл. 57.

Средние содержания сильвина и карналлита в этих пластах, выведанные при подсчете запасов, показаны в табл. 58.

Таблица 58

Содержание сильвина и карналлита в пластах

Название пласта	Содержание в %	
	сильвина	карналлита
„Синий"	28,0	5,4
Нижний III	28,2	8,0
Нижний II	29,0	10,0

Условия залегания пластов калийных солей и всей толщи каменной соли соответствуют общему строению крыла Гаурдакской антиклинали: пласты полого падают на северо-запад под углом 10—18°. В краевой зоне правого борта долины древнего Кансая наблюдается угловое несогласие между соляной толщей и покрывающими ее породами титон-неокома (рис. 69). Если пласты калийных солей здесь падают на северо-запад под углом 12—18°, то покрывающие их глины и особенно вишнево-красные песчаники карабильской свиты падают на юго-восток под углом 5—6° или лежат горизонтально. Объясняется это угловое несогласие, по всей вероятности, подземным выщелачиванием соли.

На площади Гаурдакского месторождения имеют место вертикальные перемещения блоков пород, покрывающих соляную толщу. Амплитуда таких перемещений (обрушений) достигает 100 *м* и более. Они могли быть связаны: а) с подземным выщелачиванием соляной толщи с образованием карстовых провалов, амплитуда которых по мере углубления выщелачивания возрастает; б) с образованием флексур в толще соли, а в надсолевых породах — сбросовых трещин и в) с образованием крупных региональных разломов, захватывающих всю толщу соли и подстилающие и покрывающие ее отложения. К числу таких региональных разломов относится и Узункудукский грабен, в северной плоскости которого амплитуда смещения достигает 1100 *мм*.

Указанными вертикальными перемещениями площадь месторождения разбита на тектонические блоки. Наиболее благоприятными для подземной разработки являются участки блоков, располагающихся в области развития красноцветной толщи титон-неокома (см. рис. 66), где, по-видимому, имеет место нормальное и спокойное залегание пластов калийных солей. На этой площади выделяются два тектонических блока. Южный тектонический блок ограничивается на юго-западе Узункудукским грабеном, а на северо-востоке — первым поперечным сбросом, проходящим к северо-западу от высоты 483,9. Северный тектонический блок расположен к северо-востоку от указанного сброса до границы разведанного участка.

Гидрогеологические условия. Гидрогеологические условия месторождения для его эксплуатации благоприятны. Гаурдакский район расположен в малообводненной области юго-западных отрогов Гиссарского хребта. Основными водоносными горизонтами здесь являют-

ся ангидритовая толща, подстилающая соляную толщу, и песчаники карабильской свиты, залегающие выше кровли соли на 100 *м* и отделяющиеся от нее вишнево-красными глинами. Специальные гидрогеологические исследования, проведенные Г. Я. Рябчинским, показали, что указанные глины (нижняя часть карабильской свиты) и залегающий между ними и соляной толщей 3—4-метровый пласт покровного ангидрита не водоносны.

Общая схема циркуляции подземных вод рисуется в следующем виде. Подземные воды трещинного типа, связанные с подстилающими соляную толщу ангидритами, а также находящиеся в известняках мальма, в сланцах средней юры и в кристаллических породах палеозоя, поднимаются по северному сбросу Узункудукского грабена со значительной глубины, размывая при своем движении 400-метровую толщу соли. Эти воды, поднимаясь вверх, протекают в толщу вишнево-красных песчаников карабильской свиты и направляются по ним на протяжении 8 *км* вверх по Кансаю. Достигая сбросов, они выклиниваются и выходят в виде источников. Скважина № 32, заложенная у северного сброса Узункудукского грабена, вскрыла эту воду в песчаниках на глубине 320 *м;* скважина фонтанировала; дебит ее постоянный — 0,5 *л/сек.* Температура воды +32°; вода сильно минерализована, имеет плотный остаток около 250 *г/л,* является хлоридно-натриевой и содержит до 300 *мг/л* брома, а также следы бора и иода и бесцветный негорючий без запаха газ, видимо CO_2.

Таким образом, в районе Гаурдакского месторождения имеется только один водоносный горизонт. Общая водоотдача его составляет 12—16 *л/сек.* При отчетливо выраженной малообводненности района выделяются три обводненных участка, а также участки почти безводные.

Запасы калийных солей. Запасы калийных солей, подсчитанные в соответствии с требованиями технических условий(содержание K_2O не менее 10% в бортовых пробах и в среднем по блоку не менее 13%, при мощности пласта не менее 1,5 *м*), выражаются следующими цифрами (табл. 59).

Таблица 59

Запасы калийных солей Гаурдакского месторождения

Наименование пласта	Запасы калийных солей в млн. *т*			Среднее содержание K_2O в %
	B	C_1	B+C_1	
„Синий"	7,15	—	46,87	17,3
	—	39,72		18,3
Нижний II	14,72	—	52,13	19,9
	—	37,41		18,8
Нижний III	—	7,24	7,24	19,6
Всего по месторождению	21,87	—	106,24	19,1
	—	84,37		18,6

Приведенные запасы утверждены ВКЗ 15 декабря 1951 г. Запасы хлористого магния, не утвержденные ВКЗ, приведены в табл. 60.

Перспективные запасы калийных солей во много раз превышают приведенные цифры. Если включить площадь распространения отложений

Таблица 60

Запасы хлористого магния Гаурдакского месторождения

Наименование пласта	Запасы хлористого магния кат. $B+C_1$ в тыс. *т*	Содержание в %
„Синий"	762,0	1,63
Нижний II	2 373,6	4,01
Нижний III	182,7	2,52
Всего по месторождению	3 318,3	2,40

альба, где глубина залегания пластов калийных солей достигает 600—800 *м*, то перспективные запасы этих солей определятся в 1 млрд. *т*.

Кызылмазарское месторождение

Месторождение находится на погружении шарнира Гаурдакской складки в северо-восточном направлении, в средней части горной долины Кансай (см. рис. 69, *2*). Оно является естественным продолжением Гаурдакского месторождения, но отделяется от последнего зоной тектонических нарушений типа грабена. Месторождение расположено в 25 *км* к северо-востоку от конечной станции Гаурдакской ж.-д. ветки.

Район Кызылмазарского месторождения сложен теми же стратиграфическими толщами, что и район Гаурдакского месторождения.

Разведкой, проведенной в 1940—1942 гг., установлено, что ядерная часть складки размыта на значительную глубину. Процессы эрозии захватили также и соляную толщу, уничтожив более половины ее мощности. Поэтому в ядре складки скважинами была вскрыта только нижняя ее часть.

Пласты калийных солей располагаются на восточном крыле складки. Разрез соляной толщи примерно такой же, что и Гаурдакского месторождения. Отчетливо выявляются два пласта — Нижний III и «Синий».

Пласт Нижний III имеет мощность от 1,5 до 3 *м*. Содержание KCl, по данным опробования, колеблется от 14 до 32%, в среднем близко к 25%. Глубина залегания пласта в пределах разведанной площади колеблется от 80 до 250 *м*. Падает он на юго-восток под углом 20°.

Пласт «Синий» имеет меньшую мощность и низкое содержание калия. Промышленного интереса этот пласт не представляет.

Гидрогеологические условия месторождения благоприятные. Выходы подземных вод не зарегистрированы, исключая колодец, вскрывающий воды в ангидритовой толще, в подошве Гаурдакских гор. Дебит колодца 0,1 *л/сек*.

Северо-западное крыло складки не изучено и не разведано. Судя по общим геологическим данным, это крыло может быть более перспективным в отношении калийных солей. На площади в 5 $км^2$ пласты залегают почти горизонтально; глубина залегания нижнего пласта здесь, вероятно, не превышает 250—300 *м*.

Запасы калийных солей Кызылмазарского месторождения, утвержденные ВКЗ, составляют 1730 тыс. *т* по категории C_1 и 2137 тыс. *т* по категории C_2 (Банченко, 1944ф).

Лялимканское месторождение

Лялимканское месторождение каменной соли является одним из крупнейших в районе юго-западных отрогов Гиссарского хребта. Место-

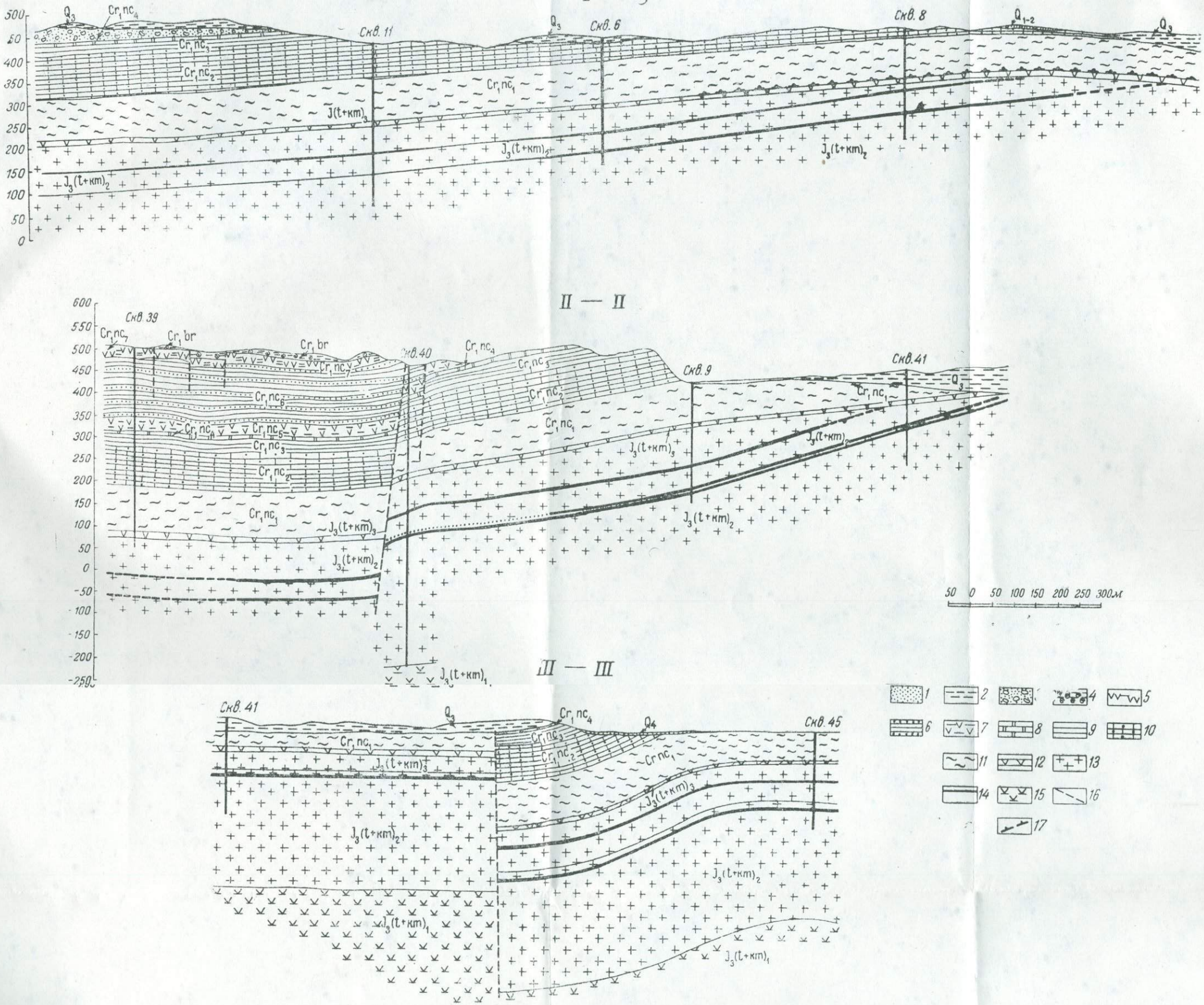


Рис. 69 Геологические разрезы по Гаурдакскому месторождению калийных солей (по К. Е. Дунаевой-Мирович и Н. П. Петрову)

1—пролювиальные отложения; *2*—такырные отложения; *3*—древние четвертичные отложения; *4*—баррем—серые сланцы с прослоями ракушечника (окузбулакская свита); *5—11*—красноцветная толща неокома и титона(?); *5*—гипсы и красные глины (низы окузбулакской свиты); *6*—красные глины с прослоями красного песчаника (кызылташская свита); *7*—красные глины с прослоями гипсов (верхняя часть альмурадской свиты); *8*—доломитизированные известняки (средняя часть альмурадской свиты); *9*—темно-красные глины (нижняя часть альмурадской свиты); *10*—вишнево-красные песчаники (верхняя часть карабильской свиты); *11*—вишнево-красные глины (нижняя часть карабильской свиты); *12—15*—титон-кимеридж (гаурдакская свита): *12*—покровные ангидриты, *13*—каменная соль, *14*—калийные соли, *15*—подстилающие ангидриты, *16*—тектонические нарушения, *17*—контакт выщелачивания

рождение расположено в 30 *км* к северо-востоку от Гаурдакского, в 75 *км* от б. районного центра Карлюк и в 95 *км* от ж.-д. станции Чаршанга.

Начало разработок Лялимканской соли относится, по-видимому, к давним временам. Указываемая И. В. Мушкетовым (1886) «каршинская соль», со слов местного населения, вывозилась, в частности, из Лялимканского месторождения, так как оно расположено ближе всех остальных к г. Карши. В настоящее время к месторождению проведена грунтовая дорога, доступная для проезда на автомобиле из Гузара и Чаршанги.

Выходы каменной соли в Лялимканском месторождении приурочены к плоскому дну довольно широкой долины, являющейся верховьем долины Кансай. Долина расположена по оси антиклинальной складки, крылья которой составляют борта долины.

Лялимканская складка является связующим звеном между Гаурдакской брахиантиклиналью на юго-западе и Тюбегатанской на северо-востоке. В плане складка имеет форму горизонтальной флексуры. В центральной части простирание ее широтное, на севере и юге — северо-восточное. Ядро Лялимканской складки сложено каменной солью. Крылья —красноцветной толщей титон-неокома, образующей гребни на бортах долины.

Выходы соли в Лялимкане подразделяются на две группы — северную и южную. В северной и центральной частях складки на дне долины имеются карстовые воронки, на стенках которых из-под четвертичных отложений обнажается каменная соль. В южной части имеется сплошное обнажение каменной соли, показывающее следующий разрез (снизу вверх):

1. Светло-розовая и белая прозрачная крупнокристаллическая каменная соль, весьма однородная. Видимая мощность 70—80 *м*.

2. Розовая крупнокристаллическая каменная соль, постепенно переходящая в темно-розовую, иногда глинистую. Мощность 5 *м*.

3. Темно-розовая каменная соль со значительным количеством включений ярко-красных и молочно-белых зерен сильвина. В образце из этого горизонта, взятом В. А. Вахрамеевым и А. В. Пейве (1933), было установлено содержание KCl 60%. Мощность горизонта 5 *м*.

4. Белая крупнокристаллическая каменная соль с включениями ярко-красных и оранжевых зерен сильвина, располагающихся полосами. Количество включений по простиранию резко меняется. Из взятых В. А. Вахрамеевым и А. В. Пейве двадцати проб в четырех содержание KCl оказалось в пределах 4—5%, в остальных пробах — не более 1—2%. Мощность горизонта 1,5—1,2 *м*.

5. Белая крупнокристаллическая прозрачная каменная соль с очень редкими мелкими включениями ангидрита. Видимая мощность 2 *м*. Общая видимая мощность соляной толщи 80—90 *м*.

Перспективы Лялимканского месторождения как калийного неясны. Запасы каменной соли, вероятно, достигают десятков миллионов тонн. Добыча ее возможна открытым способом.

Тюбегатанское месторождение

В 15 *км* к северо-востоку от Лялимканского находится Тюбегатанское месторождение, открытое в 1950 г. Расположено оно в Дехканабадском районе Кашка-Дарьинской области Узбекской ССР и по своему строению аналогично Гаурдакскому.

На северо-западном крыле Тюбегатанской складки, очень похожей на Гаурдакскую, обнажаются песчаники и аргиллиты карабильской свиты с углами падения до 15—20°. На площади месторождения в 1950 г. были пробурены три скважины: две из них — в южной части структуры, в до-

лине р. Шорсу на расстоянии друг от друга 1,2 *км* и третья — в 10 *км* к северо-востоку. Все скважины встретили под вишнево-красными глинами (аргиллитами) толщу каменной соли и в ней два горизонта калийных солей — нижний и «синий», очень похожие по своему строению на гаурдакские (рис. 70). Мощность нижнего калийного горизонта 20—25 *м*. Он, так же как и в Гаурдакском месторождении, состоит из трех пластов: Нижнего I, Нижнего II и Нижнего III. Пласты Нижние I и III не представляют промышленного интереса. Пласт Нижний II имеет среднюю мощность 4 *м* и среднее содержание KCl 30% (18,5% K_2O). Данные по химическому и минералогическому составу калийных солей этого пласта приведены в табл. 61.

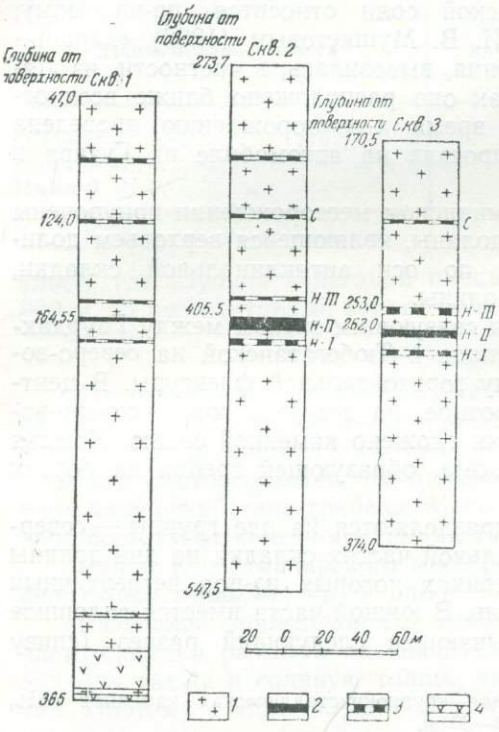


Рис. 70. Разрезы соляной толщи в Тюбегатанском месторождении по скважинам

1 — каменная соль; *2* — пласты калийных солей с содержанием KCl более 20%; *3* — то же с содержанием KCl менее 20%; *4* — ангидрит

Пласт «Синий», вскрытый всеми тремя скважинами, оказался непромышленным. По скв. № 1 и 2 среднее содержание KCl в пласте при его мощности в 1 *м* составляет 18,01%, а по скв. № 3 при мощности пласта 0,5 *м* содержание KCl 6%.

В тектоническом отношении месторождение значительно проще, чем Гаурдакское. Нарушения типа сбросов и грабенов здесь почти отсутствуют.

Запасы калийных солей, подсчитанные по пласту Нижнему II по трем скважинам, выражаются цифрой в 45 млн. *т* по категории C_1. Запасы ВКЗ не утверждались. Перспективные запасы калийных солей в пределах пласта Нижнего II, вероятно, значительно больше.

КУГИТАНГСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Месторождения Кугитангской группы расположены на северо-западном крыле Кугитангской антиклинали и на ее южном погружении.

Вдоль склонов хр. Кугитангтау с юга на север располагаются следующие месторождения: Ходжаиканское (Узбекская ССР), Окузбулакское, Ауджейканское, Базартюбинское, Караагачское, Карагызское, Саятское и Кырккызское.

Ходжаиканское месторождение

Ходжаиканское месторождение каменной соли расположено на юго-восточном склоне Кугитангтау, в 30 *км* к северо-западу от ст. Болдыр. Оно представляет собой мощный соляной купол с длинной осью, имеющей северо-восточное простирание и равной 5 *км*, и короткой осью, равной

2 *км*. Относительное превышение вершины горы Ходжаикан над окружающей местностью достигает 250—300 *м*.

Месторождение детально разведано в 1935—1936 гг. А. П. Королевой и И. П. Шараповым (1936, 1937).

В основании соляной толщи залегает мощная серия пластов серой соли, а выше — мощная пачка более толстослоистых пластов светло-розовой и белой каменной соли. Этот разрез соответствует разрезу нижней половины толщи каменной соли Гаурдакского месторождения, мощность которой составляет 250—260 *м*. Верхняя половина толщи каменной соли в Ходжаиканском месторождении отсутствует; по-видимому, она размыта. Этим можно объяснить отсутствие в Ходжаиканском месторождении калийных солей.

Месторождение эксплуатируется местной промышленностью; добывается каменная соль, запасы которой здесь практически неисчерпаемы.

Окузбулакское месторождение

Месторождение находится в 22 *км* к северо-востоку от ст. Келиф, в 8 *км* к западу от Ходжаиканского месторождения и в 12 *км* к юго-востоку от б. районного центра Карлюк.

Выход толщи каменной соли на месторождении приурочен к подошве северного склона хребта Актаг, сложенного отложениями нижнего мела (неокома, апта и альба). От Кугитангтау хребет Актаг отделяется ущельем Кампрек.

На этом месторождении в течение 1931—1934 гг. производились крупные разведочные работы (Гиммельфарб, 1932а, б, 1934; Шугин, 1934, 1937). На месторождении пройдена наклонная разведочная шахта глубиной 110 *м*. В шахте выявлено угловое несогласие между соляной толщей и покрывающими ее породами и вскрыты два пласта

Таблица 61

Химический и минералогический состав калийных солей Тюбегатанского месторождения

Наименование пласта	№ скважины	Глубина в *м* от	Глубина в *м* до	Выход керна в %	Химический состав в % K	Na	Mg	Ca	Cl	SO_4	H_2O	Нераств. остаток	Вероятный минералогический состав в % Сильвин	Карналлит	Галит	Ангидрит
Нижний II	2	406,00	406,50	100	21,09	22,86	0,01	0,09	54,40	0,26	0,16	0,64	40,17	—	58,11	0,37
		407,00	407,50	100	26,62	16,16	0,11	0,33	49,60	0,54	0,38	6,52	50,41	1,28	41,08	0,77
		408,50	409,00	100	20,72	23,37	0,04	0,11	55,00	0,23	0,06	1,04	39,48	0,48	59,41	0,33
		410,00	410,50	100	6,44	28,76	0,18	0,66	51,40	0,68	0,70	11,54	11,73	2,02	73,10	0,96
		411,00	411,50	100	10,08	21,90	0,12	0,86	44,40	0,55	0,62	21,46	18,59	2,28	55,67	0,78
	3	265,90	266,40	100	27,66	17,62	0,04	0,09	52,40	0,22	0,14	1,62	52,62	0,48	44,79	0,31
		266,90	267,40	100	11,52	30,13	0,02	0,12	57,00	0,28	0,08	0,44	21,97	—	76,59	0,40
		268,40	278,90	100	30,21	16,02	0,06	0,06	52,20	0,14	0,02	0,21	57,61	—	40,72	0,20
		269,40	269,90	100	17,70	21,19	0,04	0,66	49,40	0,86	0,30	10,10	33,64	0,48	53,86	1,22

калийных солей. Мощность одного из них (нижнего) от 1 до 6 *м* и второго (верхнего) около 2 *м*.

В 1941 г. геофизическими работами экспедиции Всесоюзного научно-исследовательского геологического института (Пылаев, 1941ф) выявлено наличие погребенного соляного тела под четвертичными отложениями к северо-западу от выходов соли на поверхность.

Скважиной № 3, пройденной в том же году Туркменским геологическим управлением в 2 *км* к северу от выходов соли, в зоне конуса выноса Кампрекского ущелья вскрыта под четвертичными отложениями на глубине 67 *м* толща каменной соли. На глубине 140 *м* скважина встретила нижний калиеносный горизонт, состоящий из двух пластов сильвинита мощностью по 2 *м* каждый. Разделены они друг от друга пятиметровым пластом каменной соли. Общая мощность нижнего калиеносного горизонта 20 *м*. В 30 *м* выше нижнего калиеносного горизонта вскрыт пласт сильвинита, по-видимому соответствующий пласту «Синему» Гаурдакского месторождения, но здесь этот пласт оказался непромышленным: содержание KCl в нем составляет всего 3—4%, а мощность его 2,5 *м*. Верхний калиеносный горизонт отсутствует; возможно, что он пропущен при бурении.

Запасы калийных солей (сильвинит) в Окузбулакском месторождении подсчитывались Б. М. Гиммельфарбом (1934) и А. А. Шугиным (1937). Первым они были определены в 100 тыс. *т* при содержании KCl 20% (K_2O — 12,95%), вторым — в 400 тыс. *т* с содержанием KCl 21%. Увеличение запасов связано с проходкой наклонной шахты. Данные, полученные скв. № 3, значительно расширяют перспективы месторождения. Эта скважина, во-первых, установила, что разрез Окузбулакского месторождения тот же, что и в Гаурдаке и Тюбегатане, а во-вторых, что Окузбулакское месторождение богаче калийными солями, чем это представлялось ранее. Окузбулакское месторождение нуждается в дополнительной разведке.

Ауджейканское месторождение

Месторождение находится в 6 *км* к западу от подошвы Кугитангтау и в 18 *км* к северу от б. районного центра Карлюк. Выходы соли приурочены к карстовым воронкам, развитым в лёссовидных суглинках второй террасы р. Кугитанг-Дарьи у подошвы правого борта долины, сложенной красноцветными породами, главным образом красными аргиллитами и песчаниками карабильской свиты.

На стенках воронок под четвертичными отложениями обнажается толща каменной соли мощностью 4—6 *м*. Соль имеет слоистое строение и содержит включения красной соли и красной глины.

Нижние слои каменной соли мощностью 2 *м* были опробованы в 1931 г. Н. П. Херасковым (1934) и не показали положительных данных в отношении наличия калия. В вышележащих слоях содержание хлористого калия оказалось около 1—4%, а в отдельных образцах до 20%.

Промышленные перспективы этого месторождения не ясны. Оно является вместе с Узункудукским и Базартюбинским краевой частью Айнабулакского, о котором речь будет идти ниже.

Базартюбинское месторождение

Это месторождение расположено в 8 *км* севернее Ауджейканского и в 25 *км* на север от б. районного центра Карлюк, на правой стороне долины р. Кугитанг-Дарьи, в 4 *км* от подошвы Кугитангтау.

Каменная соль здесь обнажена в стенках многочисленных оврагов и карстовых воронок, врезанных во вторую террасу. На протяжении 2,5 *км* вдоль долины имеется несколько выходов соли. Все они несут на себе следы мелких кустарных разработок. Обнажения каменной соли достигают 2—6 *м*. Обнажается светло-розовая каменная соль, глинистая. В соли встречаются включения сильвина красного цвета.

Опробование, выполненное в 1931 г. Н. П. Херасковым (1934), показало содержание в соли KCl от 1 до 8,17%. Верхняя часть толщи каменной соли здесь, вероятно, размыта и в разрезе месторождения имеются лишь остатки выщелоченного нижнего калиеносного горизонта.

Перспективы месторождения неясны. Подобно предыдущему, оно является краевой частью Айнабулакского месторождения.

Караагачское месторождение

В 10 *км* севернее Базартюбинского расположено Караагачское месторождение каменной соли.

Выход каменной соли приурочен к ядру небольшой складки, которая возникла, вероятно, в результате выщелачивания соляной толщи и оседания выщележащих красноцветных пород титон-неокома. Здесь, по Н. П. Хераскову (1934), наблюдается такой разрез:

1. В основании карстовых воронок обнажаются слои белой соли с включениями красного сильвина.
2. Выше залегают слои красной и розовой каменной соли, чередующиеся со слоями белой и зеленоватой соли общей мощностью 5 *м*. В соли встречаются редкие включения красного сильвина, содержание KCl не более 1%.
3. Соль покрывается серовато-зеленой глиной мощностью 6 *м*.
4. Вверху залегает покровный гипс видимой мощностью 5 *м*.

Это месторождение тесно связано с более северными и составляет с ними одно целое. К Айнабулакской группе его относить нельзя, так как оно вне пределов влияния Айнабулакской структуры и находится в несколько других геологических условиях.

Карагызское месторождение

В 4—5 *км* к северу от Караагачского находится Карагызское месторождение. Располагается оно на стыке второй террасы Кугитанг-Дарьи с правым бортом долины, сложенной нижним мелом. Соль обнажается вдоль левого склона оврага, в стенках карстовых воронок. Каменная соль светло-розового и белого цвета, с прослоями более темной и с включениями ярко-красного сильвина. Видимая мощность толщи соли 4—5 *м*. Прослежена залежь соли всего на 200—300 *м*. Залегание слоев горизонтальное. Н. П. Херасковым (1934) зафиксировано на этом протяжении 5 выходов соли. Опробования показали в соли следы KCl.

Саятское месторождение

В 10 *км* севернее предыдущего месторождения, на северной и северо-западной окраинах кишлака Саят, на стыке второй террасы Кугитанг-Дарьи с подошвой правого борта долины, в многочисленных оврагах обнажаются выходы каменной соли. Они прослеживаются вдоль долины на протяжении 2 *км*. В южной части участка, названной Н. П. Херасковым (1934) Саят II, соль обнажается в небольших выходах на протя-

жении 400 *м*, в северной части, названной Саят I, — на протяжении 100—150 *м*. Мощность обнаженной соли в Саят II 16—22 *м*, в Саят I 12 *м*. Соль покрывается гипсами мощностью 8—10 *м*

По данным Н. П. Хераскова, соль внизу чистая, почти белая, выше — розовая, пятнистая с прослоями глинистой темно-розовой, наверху — светло-розовая. Пробы из нижней части показали только следы KCl. Из 20 проб, взятых в средней части толщи, две показали содержание KCl более 2% (2,08 и 3,70%), а из 15 проб, взятых в верхней части толщи, только две показали содержание KCl более 1% (1,37 и 1,65%)

Кырккызское месторождение

В 2 *км* к северо-востоку от предыдущего находится Карккызское месторождение. Располагается оно на правом борту долины р. Кугитанг-Дарьи в саях и оврагах, спускающихся в долину с севера. На протяжении 2 *км* вдоль долины имеются три выхода соли.

В самом восточном выходе (Кырккыз II) на протяжении 50—80 *м* из-под красных глин карабильской свиты и покровных гипсов обнажается розовая и светло-розовая каменная соль с прослоями серовато-белой. Общая видимая мощность толщи соли 22—24 *м*. В пробах, взятых в 1931 г. Н. Г. Херасковым (1934), содержание KCl оказалось менее 1%; в двух пробах оно составляет 1,15 и 2,25%.

Второй выход — Кырккыз I, — расположенный в 150 *м* к западу от предыдущего, представлен мощным обнажением каменной соли, прослеженной вдоль долины более чем на 100 *м*. Видимая мощность толщи соли здесь 16—17 *м*. Каменная соль этого выхода, по В. А. Вахрамееву и Ю. А. Петроковичу (1934), относится к более низкому горизонту, чем в выходе Кырккыз II. В средней и нижней частях разреза соль белая с включениями красного сильвина, вверху — розовая, глинистая. Здесь в 1930 г. В. Е. Руженцев (1932а) обнаружил в одном из образцов 32,11% хлористого калия. Опробование, выполненное В А. Вахрамеевым и Ю. А. Петроковичем, показало в верхней части разреза содержание KCl до 41,55%. В белой соли содержание KCl от 1,5 и до 5,07%, а в отдельных пробах до 8—10,9%.

Сравнивая эти данные с данными по Гаурдакскому и Окузбулакскому месторождениям, можно прийти к выводу, что здесь обнажается нижний калиеносный горизонт. Опробованный на выходах, он дает такие же содержания KCl, как и на выходах в Тузкане Гаурдакского месторождения. Следовательно, вдали от краевого выхода в этом горизонте можно предполагать наличие промышленных пластов сильвинита.

Третий выход толщи каменной соли находится в 750 *м* западнее предыдущего. В одном из холмов, примыкающих к правому склону долины р. Кугитанг-Дарьи, на протяжении 100 *м* обнажается каменная соль с видимой мощностью 2 *м*. Соль темно-розовая, глинистая, переслаивается с белой. Опробование соли показало только следы KCl.

Между этим выходом и предыдущим имеется грабен меридионального простирания шириной 300 *м* с амплитудой 400 *м*. К северу через 1 *км* нарушение затухает.

Перспективы Кырккызского месторождения в отношении калийных солей, как и других подобных ему — Саятского, Карагызского и Караагачского, — еще не ясны. Все эти четыре месторождения, по-видимому, представляют отдельные выходы одного крупного Кугитангского соляного месторождения, протяженность которого достигает 20 *км*, т. е. больше, чем протяженность Гаурдакского месторождения.

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Эта группа приурочена к синклинальному погружению, располагающемуся между Гаурдакской и Кугитангской антиклиналями. Она характеризуется наличием ряда месторождений, весьма интересных по условиям залегания, а иногда и по своим большим перспективным запасам и предполагаемым благоприятным условиям залегания пластов калийных солей. К этой группе относятся Кундалянгское, Каттаурское, Альмурадское, Карабильское, Узункудукское и Айнабулакское месторождения. Первые три месторождения рассматриваются вместе, так как они находятся в сходных геологических условиях

Кундалянгское, Каттаурское и Альмурадское месторождения

Полотно железной дороги близ ст. Чаршанга пересекает структуру гор Кундалянгтау, которая представляет северное крыло антиклинальной складки восток-северо-восточного простирания. Протяженность складки 10 *км*. Ядро и южное крыло складки размыты р. Аму-Дарьей и погребены под ее аллювиальными отложениями. Обнажающееся северное крыло сложено верхними горизонтами красноцветных отложений нижнего мела. Геофизические исследования, выполненные экспедицией Всесоюзного научно-исследовательского геологического института в 1940—1941 гг. (Пылаев, 1941ф), установили глубину залегания кровли соли в северо-восточном окончании складки 100 *м*. К юго-западу идет довольно быстрое погружение складки и глубина залегания соли в связи с этим быстро увеличивается.

В 4 *км* к северо-востоку от ст. Чаршанга располагается вторая структура — Каттаурская. Здесь сохранились и северное и южное крылья складки, имеющей простирание ЗСЗ—ВЮВ. Восточная периклиналь складки имеет неправильное замыкание и через сигмоидную складку соединяется со следующей Альмурадской структурой.

В ядре Каттаурской складки расположен обширный такыр. Как показали геофизические исследования, мощность четвертичных отложений здесь достигает 30—60 *м* (Пылаев 1941ф). По оси складки они, вероятно, залегают прямо на толще каменной соли. Далее в стороны от оси они подстилаются вишнево-красными аргиллитами и песчаниками карабильской свиты, альмурадской свитой с доломитовым горизонтом и частично породами кызылташской свиты. Ширина соляного ядра, по геофизическим данным, 0,5 *км*. Скважина, пройденная трестом Ворошиловнефть в 1941 г. на северном крыле, вскрыла соль на глубине 260 *м* (Луппов и Чуенко, 1942ф). Соль в верхней части светло-серая, ниже через 40 *м* она приобретает темно-розовый цвет от примеси глинистых частиц и в ней появляются включения калийных солей, вероятно сильвина. Таким образом, наличие калийных солей здесь установлено фактическими данными, тогда как на соседних структурах Кундалянгской и Альмурадской они только предполагаются.

Альмурадская структура, примыкающая к восточной периклинали Каттаурской, прослеживается на 10—12 *км* почти в широтном направлении. Крылья складки сложены нижними свитами красноцветных отложений титон-неокома. Ядро складки сложено солью и покрывающими ее ангидритами и вишнево-красными аргиллитами. Геофизическими исследованиями (Пылаев, 1941ф) установлено наличие соляного ядра с крутыми углами падения. Ширина этого ядра на западе 150—200 *м*, к востоку увеличивается до 0,5 *км* (при простирании, близком к широтному),

а далее к востоку вновь уменьшается до 100—150 *м* (при северо-восточном простирании). Длина структуры с неглубоким залеганием соли около 6 *км*. Каменная соль на поверхности нигде не обнажается. В размытом ядре структуры на гипсах и соли залегают четвертичные отложения мощностью 20—40 *м*.

Перспективы этой структуры в отношении калийных солей пока совершенно не ясны.

Карабильское и Узункудукское месторождения

К северу от Альмурадской структуры и в 20 *км* от ст. Чаршанга находится платообразная гора Карабиль. В тектоническом отношении она представляет плоскую куполовидную складку с очень пологими углами падения. Сводовая часть складки сложена нижними горизонтами альба, верхние горизонты этого яруса и вышележащие альб-сеноманские отложения окаймляют эту структуру с юга и запада. С востока структура как бы открыта, и здесь обнажаются песчаники и аргиллиты карабильской свиты, покрывающей соляную толщу. Далее к востоку расположена долина р. Кугитанг-Дарьи с большим развитием аллювиальных отложений, прикрывающих соль и ангидрит. На севере Карабильская структура граничит с плоскостью южного сброса Узункудукского грабена, где обнажается соляная толща. Таким образом, оконтуривается площадь с залеганием соляной толщи на глубинах от 80 *м* на востоке до 600 *м* на западе. Площадь структуры составляет около 60 *км*^{2}.

Соляная толща, залегающая на указанных глубинах и на указанной площади, обнажается только в плоскости южного сброса Узункудукского грабена. Выход каменной соли прослеживается на 350 *м* в направлении с юго-востока на северо-запад на правом склоне широкого Узункудукского ущелья. Высота выхода соли до 15 *м*. Каменная соль слоистая, цвет ее светло-розовый и белый, встречаются прослои красной и красноватой соли. В кровле видны прослои вишнево-красной глинистой соли. Н. П. Херасков (1934) опробовал соль в западной части. Всего было взято 14 проб, из которых 10 проб показали содержание KCl более 2%, а одна, верхняя проба, длиной 2,2 *м* показала 13,29% KCl.

Таким образом, Узункудукское и Карабильское месторождения обнаруживают некоторые перспективы в отношении калийных солей.

Айнабулакское месторождение

Айнабулакское месторождение расположено к северу от Узункудукского грабена, в 35 *км* к северо-северо-востоку от ст. Чаршанга. В структурном отношении месторождение представляет куполовидную складку, осложненную четырьмя дополнительными более мелкими куполами. Переходы от мелких куполов к большому характеризуются флексурными изгибами с углами падения в 8—10°.

На юге площадь месторождения ограничена северным разломом Узункудукского грабена, на востоке — Ауджейканским и Базартюбинским выходами каменной соли, на севере и западе — распространением верхнеальбских и альб-сеноманских отложений Эти границы оконтуривают площадь в 48—50 *км*^{2}. На площади месторождения развиты отложения неокома, апта и нижней свиты альба. Это определяет глубины залегания соляной толщи от 100 до 600 *м*

Фактических данных о наличии здесь калийных солей не имеется.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные соляные месторождения приурочены к единому соляному бассейну, в котором в конце юрского периода — в кимериджское и титонское время — отложилась соляная толща мощностью до 400—450 *м*.

Площадь соляного бассейна охватывает область юго-западных отрогов Гиссарского хребта и составляет не менее 10 тыс. *км*^{2}.

На большей части этой площади (свыше 8 тыс. *км*^{2}) соляная толща лежит на больших глубинах, превышающих 800—1000 *м*, и потому не доступна для эксплуатации.

Все месторождения калийных солей (и каменной соли) приурочены к антиклинальным структурам, в которых соляная толща в результате тектонических и эрозионных процессов приближена к поверхности или выведена на поверхность.

В наиболее поднятых частях крупных антиклинальных структур на площади 1200—1300 *км*^{2} соляная толща полностью или частично уничтожена процессами эрозии и выщелачивания. Нацело соль уничтожена в сводовых частях Кугитангского, Гаурдакского и Тюбегатанского антиклинальных поднятий. Частично соляная толща подверглась уничтожению путем размыва и выщелачивания вдоль правого берега р. Кугитанг-Дарьи, а в Гаурдакском районе — по Кансаю.

На значительной площади соляная толща залегает на глубинах, доступных для подземных разработок. Нижний предел залегания пластов калийных солей, доступных для разработок, может быть принят в 800 *м*, из которых 700 *м* падают на покрывающие соляную толщу породы, а 100 *м* — на верхние горизонты соляной толщи. Площади с такими глубинами залегания соляной толщи приблизительно соответствуют площадям развития отложений нижнего мела и ориентировочно могут быть определены в 400 *км*^{2}.

В настоящее время детально разведано лишь Гаурдакское месторождение калийных солей, занимающее сравнительно небольшую часть указанной площади. Это месторождение заключает достаточные запасы для организации горно-химического предприятия по добыче и переработке калийных солей с производительностью 500—800 тыс. *т* природных солей в год, что сможет почти полностью покрыть потребность хлопковых полей среднеазиатских республик в калийных солях.

ТЕНАРДИТ И МИРАБИЛИТ

Общие сведения

В Туркменской ССР известны как ископаемые залежи сульфата натрия, так и озерные месторождения современных сульфатных озер. Среди последних различаются: а) месторождения периодической временной новосадки мирабилита, б) месторождения постоянных корневых отложений мирабилита, тенардита или астраханита и в) месторождения смешанного типа.

Условия осаждения из раствора сульфата натрия существенно отличаются от условий садки других солей соляных озер. В сульфатных озерах, рассолы которых находятся в состоянии ненасыщенности по отношению к хлористому натрию, но содержат достаточное количество ионов SO_4, ежегодно осенью и зимой при понижении температуры выпадает новосадка кристаллов десятиводного сульфата натрия — мирабилита.

Мирабилит является типичным зимним «холодным» минералом сульфатных озер. Садка мирабилита на Кара-Богаз-Голе начинается при +5°. Мирабилит, выпавший зимой, с повышением температуры переходит обратно в жидкую фазу. Летом же выпавшая зимой новосадка мирабилита в сульфатных озерах высокой концентрации часто обезвоживается и переходит в безводный сульфат натрия — тенардит, летний «теплый» минерал сульфатных озер. При температуре 32,3° мирабилит плавится, теряет воду и переходит в тенардит.

Группа месторождений ископаемых солей сульфата натрия представлена в Туркмении одним месторождением Узунсу. Наиболее мощным месторождением озерного типа является залив Кара-Богаз-Гол, представляющий собой лагуну, в которой запасы солей непрерывно пополняются за счет притока воды из Каспийского моря. Помимо Кара-Богаз-Гола, сульфат натрия содержится во многих соляных озерах Туркмении. Особенно много сульфатных озер на побережье Каспийского моря. Имеются они также по Узбою, в приамударьинской полосе и в некоторых других районах. По своим размерам и запасам эти мелкие озерные месторождения могут представлять интерес только для местной промышленности.

Промышленной разработке подвергаются лишь мирабилит Кара-Богаз-Гола и отчасти тенардит месторождения Узунсу. Астраханит в настоящее время как сырье для получения сульфата натрия не разрабатывается.

Месторождение смешанных солей Узунсу

Месторождение Узунсу представляет собою пластовую залежь смешанных солей, состоящую из галита, тенардита, мирабилита, астраханита и глауберита. Оно находится в северо-западной части Копет-Дага, в 18 *км* на юг от ст. Узунсу, Ашхабадской ж. д., между передовым хребтом Кюрен-Дага на севере и возвышенностью Ильялы на юге. Месторождение открыто в 1907 г. жителем Красноводска Осипьянцем и в том же году было посещено горным инженером Ф. Маевским. В 1926—1927 гг. месторождение исследовано И. И. Никшичем (1932б) и В. И. Рейнеке (1930, 1932), а в 1938 г. — Л. М. Лонским. С 1953 г. месторождение изучается Узунсуйской геолого-разведочной партией Главгеохимразведки Министерства химической промышленности СССР.

Месторождение расположено в большой удлиненной синклинали в неогеновых отложениях (Узекдагская синклиналь), имеющей на востоке широтное, а на западе юго-западное простирание (рис. 71). Общая длина синклинали — около 25 *км*. На юго-западе она заканчивается высоким обрывистым уступом горы Узек-Даг. Синклиналь имеет асимметричное строение: южное крыло ее пологое, с падением пластов под углами от 3 до 7°, северное крыло крутое, с падением пластов 55—65°. Ось синклинали поэтому сильно отодвинута к северному крылу.

Продуктивная толща приурочена к акчагыльским отложениям. Она залегает в нижней половине разреза акчагыльского яруса, в 80—90 *м* от его основания. Соляные отложения составляют часть пачки пород лагунного происхождения, ниже и выше которых залегают отложения с морской фауной. Соляная толща подстилается и покрывается гипсоносными песчанистыми глинами; в подошве ее лежит пласт глауберита ($Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$), установленный в 1953 г. (Воронкова, 1954), который прежними исследователями был принят за гипс; обнаружены также проявления калийных солей, имеющие лишь минералогический интерес.

Акчагыльские отложения подстилаются морскими палеогеновыми отложениями, а в западной части синклинали и местами на восточном конце ее — морскими отложениями миоцена. Выше акчагыльских отло-

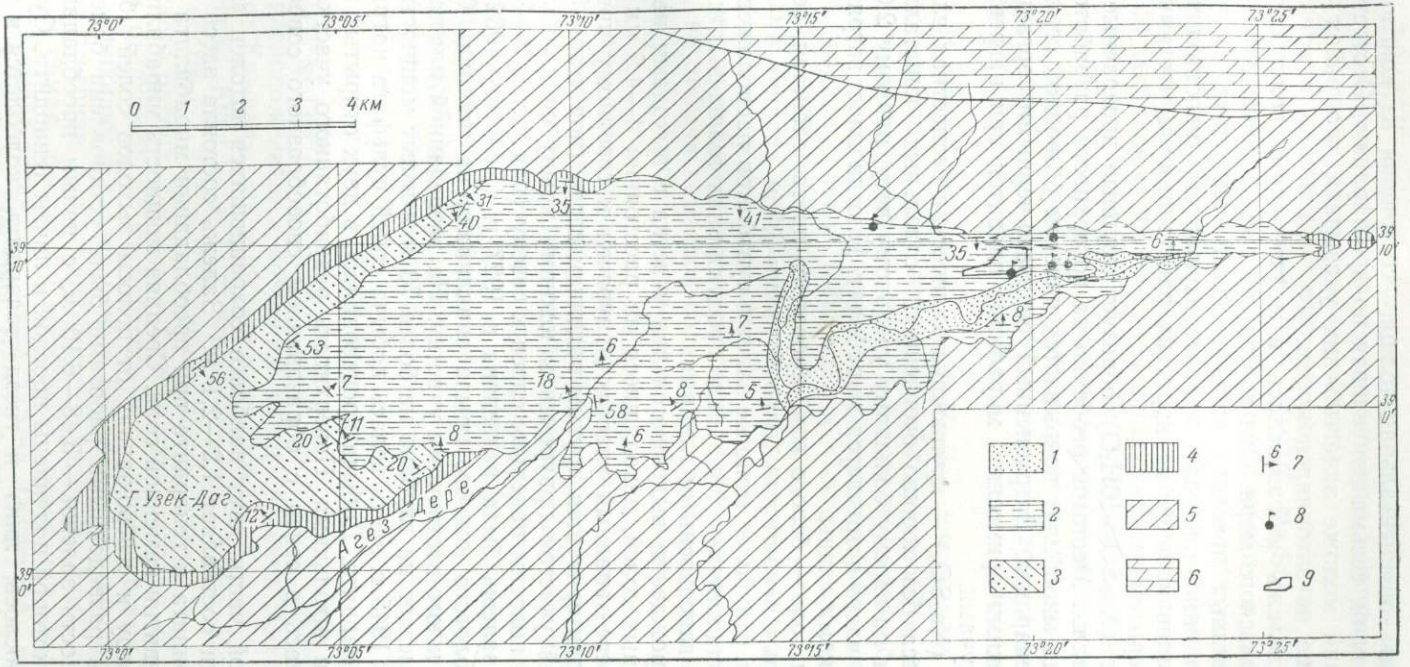


Рис. 71. Геологическая карта района месторождения Узунсу (по И. И. Никшичу)

1 аллювий; *2*—акчагыл; *3*—сармат; *4*—средний миоцен; *5*—палеоген; *6*—верхний мел; *7*—падение пластов; *8*—выходы тенардита; *9*—контур площади, разведанной в 1926 г. В. И. Рейнеке

жений залегает континентальная толща, состоящая из конгломератов, песчаников и глин, весьма изменчивая по простиранию. Отсутствие морских отложений моложе акчагыльских указывает, что район месторождения больше не затоплялся морем.

Соляная залежь образовалась в мелководном полуобособленном заливе акчагыльского моря. Она состоит из весьма прихотливо чередующихся линзовидных прослоев, линз и гнезд тенардита, мирабилита, астраханита и каменной соли, характеризующихся непостоянной мощностью, выклинивающихся на коротких расстояниях и местами подстилаемых глауберитом.

Мирабилит ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) образует крупные прозрачные льдообразные кристаллы. Местами, особенно на поверхности разработок в теплое время года мирабилит покрывается налетом безводной сернонатриевой соли — тенардита. Загрязненный серовато-черными органическими и неорганическими примесями, мирабилит плавится при нагревании его солнечными лучами.

Тенардит (Na_2SO_4) — крупнокристаллическая бесцветная или слегка дымчатая масса без хорошо очерченных отдельных кристаллов. Он легко отличим по своему большому удельному весу, равному 2,6. В трещинах пласта часто встречается мирабилит. Иногда пласт загрязнен тонкими прослойками глины.

Каменная соль — белого или сероватого цвета, слоистая, зернистая.

Максимальная мощность соляной толщи 6,1 *м*, средняя 4,4 *м*, минимальная 1,3 *м*. Наиболее мощные залежи сульфатов расположены в восточной части синклинали. На западе продуктивная толща выклинивается и замещается гипсоносными глинами.

На месторождении выделяются два участка с выходами на поверхность смешанных солей, находящиеся на расстоянии 4—4,5 *км* один от другого. Северо-западный участок приурочен к северному крылу синклинали и характеризуется крутым падением слоев (под углом 55—65°). Юго-восточный участок приурочен к южному крылу синклинали и характеризуется пологим падением слоев к северу (под углом 3—7°)

Соляная залежь была разведана в 1927 г. (Рейнеке, 1932) только в пределах пологого южного крыла синклинали на площади 0,91 $км^2$, прилегающей к юго-восточному участку. На разведанной площади соляная толща залегает на глубине не более 70 *м* и имеет мощность от 1,33 до 6,10 *м*. До 1945 г. здесь велась добыча солей сульфата натрия — мирабилита и тенардита. Добыча производилась в двух открытых карьерах и несколькими штольнями. Поверхность разработанного участка сильно деформировалась в связи с образованием своеобразного современного карста.

В устьевой части двух наиболее сохранившихся штолен мощность соляной толщи составляет 1,2—2,1 *м*. Залежь состояла здесь в основном из мирабилита и тенардита при преобладании мирабилита и незначительном развитии каменной соли. Средняя мощность мирабилита около 0,5 *м*. К северу и северо-западу от полосы выходов солей буровыми скважинами и разведочными работами была установлена более значительная мощность залежи — 3,48—6,10 *м*, с явным преобладанием каменной соли, которой подчинены прослои и линзы тенардита. Суммарная мощность прослоев, линз и гнезд тенардита колеблется в пределах 0,39—1,60 *м* (средняя мощность 0,90 *м*), каменной соли — 0,94—3,05 *м* (средняя мощность 2,03 *м*).

Несколько иное строение имеет соляная залежь на северо-западном участке месторождения. Здесь общая мощность соляной толщи дости-

гает 6,5—7,0 *м*. В нижней части ее залегает каменная соль мощностью 3,38—4,16 *м*, а выше наблюдается чередование каменной соли и тенардита с подчиненным развитием мирабилита.

Химические анализы показывают высокое качество сырья. В образцах тенардита констатировано 99,5—99,93% Na_2SO_4. По своему качеству тенардит вполне пригоден для использования в стекольном производстве. Также высоким качеством характеризуются мирабилит (96,85—100,0% $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) и каменная соль (свыше 99% NaCl).

Запасы тенардита на разведанном участке, по подсчетам В. И. Рейнеке (1932), составляли 2011 тыс. *т*, а запасы каменной соли 3751,4 тыс. *т*. Запасы отнесены к категории В и были утверждены как геологические особой комиссией по запасам Геологического комитета 8 мая 1928 г. В последних сводках «Баланс запасов» они фигурируют как балансовые. Запасы мирабилита не подсчитывались. Запасы на северо-западном участке не установлены, так как залежь здесь не прослежена по падению.

Месторождение смешанных солей Узунсу, несомненно, представляет промышленный интерес для добычи сульфатных солей и каменной соли. Залежи тенардита начиная с 1925 г. нерегулярно разрабатывались на юго-восточном участке открытыми и подземными выработками. Разработку производили сначала товарищество «Тенпро», а позднее, до 1945 г., Ашхабадский стекольный завод, использовавший сырье в стекольном производстве. В 1941 г. добыто всего 3,8 тыс. *т* сырых солей. В последние годы добыча не производилась.

Как месторождение каменной соли оно не имеет самостоятельного значения, но добыча каменной соли может производиться попутно с добычей тенардита. Также попутно может производиться добыча мирабилита.

Разработка месторождения чрезвычайно затрудняется сложным строением залежи, в которой каменная соль, тенардит и мирабилит находятся в очень сложных взаимоотношениях, и разделение их представляет большие трудности. Использование его затрудняется также отсутствием железнодорожной ветки к нему и сложными условиями водоснабжения. Очередными задачами являются детальные геологические и химические исследования всей соляной залежи и разработка методики разделения составляющих его компонентов, т. е. обогащения.

Кара-Богаз-Гол

Кара-Богаз-Гол представляет собой обширный, почти замкнутый бассейн, расположенный в восточной части среднего Каспия, в 230 *км* к северу от Красноводска и 290 *км* от г. Баку.

С севера Кара-Богаз-Гол ограничивается Южно-Мангышлакским плато, с востока с заливом граничат плато Устюрт и возвышенности Туаркырского района, с юга — Красноводское плато, а на западе Кара-Богаз-Гол отделяется от Каспийского моря двумя косами, расположенными по меридиану и разделенными Карабогазским проливом.

Самая северная точка Кара-Богаз-Гола (у Чагалы) имеет широту 42°09′02″, а самая южная (у восточного основания мыса Омчалы) 40°37′00″. Самая западная точка залива (Кургузул) имеет долготу 52°42′09″, а восточная 54°47′00″. Общая форма залива имеет вид пятиугольника. Наибольшее протяжение его составляет примерно 170 *км*, а по параллели — 160 *км*. Средняя ширина северной половины Кара-Богаз-Гола равна 100 *км*, южной — порядка 150 *км*.

Поверхность залива, вычисленная по данным гидрографической экспедиции УБЕКОКАСП [1] в 1933 г., соответствовала 18 825 *км*². В эту величину входят 18 813 *км*² водной поверхности и 12 *км*² поверхности островов.

В настоящее время в связи с значительным падением уровня рапы залива значительные площади прибрежной части Кара-Богаз-Гола превратились в соляные засухи. Схематическое изображение современного Кара-Богаз-Гола приводится на рис. 72 (по визуальным наблюдениям М. Ю. Гаркави, 1949 г. Штриховкой показаны соляные засухи). Гидрографические сведения о Кара-Богаз-Голе, по данным различных исследований, приведены на табл. 62.

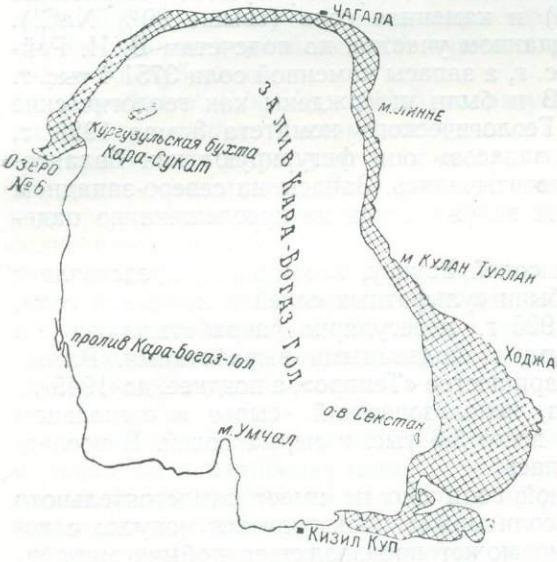


Рис. 72. Схематический план залива Кара-Богаз-Гол

Заштрихованный контур — соляные засухи, образовавшиеся в результате падения уровня рапы в заливе после 1929 г.

Положение залива на широте 41—42°, окруженного с трех сторон пустынными областями, господство восточных чрезвычайно сухих ветров, дующих часто с большой силой, высокая температура, достигающая летом 40°, богатство ясными днями—все это вызывает огромные испарения воды с поверхности Кара-Богаз-Гола и оказывает главное влияние на гидрохимический режим залива. Роль климата в вопросах промышленного освоения солевых богатств Кара-Богаз-Гола является решающей. Все технологические процессы получения мирабилита, его естественное обезвоживание и получение сульфата натрия, естественное сгущение рапы и получение концентрированных хлор-магниевых и бромных рассолов неразрывно связаны с сезонными изменениями климата района Кара-Богаз-Гола.

Таблица 62

Гидрографические сведения о Кара-Богаз-Голе

Исследователи	Площадь в *км*²	Объем рапы в *км*³	Максимальные глубины в *м*
Шпиндлер (1897 г.)	18 346	165,1	12,7
Книпович (1915 г.)	19 515	175,6	—
Валединский (1921 г.)	18 028	137,1	12,8
УБЕКОКАСП (1933 г.)	18 825	127,4	10,2
ВНИИ галургии (1942 г.)	17 000	80,0	—

В табл. 63 приводятся главнейшие метеорологические данные, характеризующие климат района между пос. Бекдаш и ур. Кургузул, где расположены предприятия комбината Карабогазсульфат.

[1] Управление по обеспечению безопасного кораблевождения по Каспийскому морю.

Таблица 63

Главнейшие метеорологические данные по Кара-Богаз-Голу

Месяц	Среднемесячная температура воздуха в °С	Среднемесячная абсолютная влажность в *мм* рт. ст.	Упругость паров воды в *мм* рт. ст.	Дефицит влажности в *мм* рт. ст.	Скорость ветра в *м/сек*	Сумма осадков в *мм*
I	—1,5	3,2	4,04	0,84	7,5	6,1
II	1,4	4,0	5,07	1,07	6,8	9,4
III	3,9	4,5	6,06	1,56	6,9	10,1
IV	11,9	6,7	10,46	3,76	6,8	11,6
V	18,7	9,5	16,18	6,68	6,9	10,2
VI	22,8	11,4	20,82	9,42	7,2	3,6
VII	27,8	13,9	28,93	14,3	6,6	1,7
VIII	27,7	13,9	27,87	13,97	6,6	1,6
IX	21,7	11,0	19,47	8,47	7,0	0,9
X	14,6	8,2	12,46	4,26	6,7	9,2
XI	6,9	5,5	7,46	1,96	7,6	5,4
XII	2,1	4,4	5,33	0,93	7,8	5,0
Среднее за год	13,2	8,0	11,38	3,38	7,0	Σ=74,8

Первые весьма скудные сведения о существовании на восточном берегу Каспийского моря залива были получены в начале XVIII века от местного населения — туркмен. Наличие постоянного быстрого течения вод из Каспия в залив, создало вокруг него целые легенды о существовании какой-то бездонной всепоглощающей пучины, где погибает всякий, кто осмелится туда проникнуть. Отсюда и само название залива — Кара-Богаз, что в переводе означает «Черная пасть».

В 1720 г. по работам А. Бековича-Черкасского, А. И. Кожина и др. была опубликована первая карта Каспия, на которой имеется указание на существование Кара-Богаз-Гола [1]. В 1726 г. Ф. И. Соймонов определил координаты входа в Карабогазский пролив. В 1764 г. И. В. Токмачев попытался проникнуть в залив, но подводные отмели у входа в пролив остановили его. Токмачеву обязаны мы первой попыткой составить карту Кара-Богаз-Гола. В 1825 г. геолог Э. Эйхвальд пытался проникнуть в залив, но капитан судна категорически воспротивился этому желанию — столь сильна была боязнь моряков тех времен перед легендарной «всепоглощающей пучиной» — Кара-Богаз-Голом.

Честь первого проникновения в Кара-Богаз-Гол принадлежит известному естествоиспытателю Г. С. Карелину (1883). В 1836 г. корабль Карелина бросил якорь у входа в пролив. Карелин со своим помощником Бларамбергом на двух шлюпках прошел весь Карабогазский пролив и вошел в залив. Проникновение Карелина в залив хотя и не внесло ничего в научные познания самого залива, но имело большое историческое значение: была доказана реальная возможность плавания по заливу. Спустя 11 лет, в 1847 г., лейтенант Жеребцов на пароходе «Волга» прошел через пролив в Кара-Богаз-Гол и обошел его вокруг. Жеребцов (1848) произвел подробные промеры глубин пролива, сделал первую морскую опись берегов залива и дал качественную характеристику карабогазской рапы и грунта залива.

[1] Несколько более правильное представление о заливе дает составленная в 1715 г., но оставшаяся неопубликованной карта Бековича-Черкасского (Шафрановский и Княжецкая, 1952). — *Прим. ред.*

В дальнейшем изучением Кара-Богаз-Гола занимались многие ученые, в том числе академики К. М. Бэр и Н. И. Андрусов. В то время никто еще не распознал в Кара-Богаз-Голе неисчерпаемого источника ценнейшего химического продукта — сульфата натрия.

На огромное значение Кара-Богаз-Гола для промышленности в 1897 г. впервые указал А. А. Лебединцев. Ему мы обязаны первой наиболее полной и, главное, наиболее достоверной качественной и количественной характеристикой карабогазской рапы. А. А. Лебединцеву принадлежат первые высказывания о практической необходимости использовать неисчерпаемые запасы карабогазского сульфата натрия для русской химической промышленности.

С 1902 г., после выхода из печати трудов А. А. Лебединцева по работам Карабогазской экспедиции (Шпиндлер и Лебединцев, 1902), Кара-Богаз-Гол привлек значительный интерес научных кругов и промышленников России. На основании работ этой экспедиции соляной отдел горного департамента начал выдавать отводы на промышленное использование карабогазского сульфата натрия. С этого времени до последних дней своей жизни Кара-Богаз-Голом занимался академик Н. С. Курнаков. По его инициативе в 1909 г. была организована новая Карабогазская экспедиция, в состав которой вошел ближайший помощник Н. С. Курнакова — Н. И. Подкопаев («Карабугаз», 1916). Одновременно с изучением Кара-Богаз-Гола академик Н. С. Курнаков совместно с проф. С. Ф. Жемчужным изучили равновесную взаимную систему хлористый натрий — сернокислый магний; их работа является классическим примером применения теории на практике (Курнаков и Жемчужный, 1919; «Карабугаз», 1930).

В 1910 г. производилась кустарная добыча мирабилита и сульфата натрия частными предпринимателями. Общая добыча составляла около 30 тыс. *т* готового продукта.

Промышленное значение Кара-Богаз-Гола получило заслуженную оценку лишь после Великой Октябрьской революции. Освоение богатств Кара-Богаз-Гола стало одним из актуальных вопросов развития советской химической промышленности. О роли Кара-Богаз-Гола в развитии народного хозяйства Советской России указал Владимир Ильич Ленин в своей известной статье «Очередные задачи Советской власти». Это указание В. И. Ленина легло в основу всестороннего глубокого изучения и промышленного освоения Кара-Богаз-Гола. В 1918 г. при Горном Совете ВСНХ был создан Карабогазский комитет, во главе которого был поставлен акад. Н. С. Курнаков. Этим комитетом были разработаны программы по всему обширному комплексу изучения Карабогазского залива. В 1921 г. в Кара-Богаз-Гол была послана научно-производственная экспедиция под руководством Н. И. Подкопаева («Карабугаз», 1930). В 1924 г. был организован трест Карабусоль. В 1927 г. организовалось еще одно государственное предприятие по добыче мирабилита и сульфата натрия, принадлежащее Дагестанской горно-технической конторе.

В 1929 г. три организации, занимавшиеся эксплуатацией карабогазского мирабилита, были объединены в единое предприятие — Государственный всесоюзный трест Карабогазсульфат. С организацией треста Карабогазсульфат научное и промышленное освоение Кара-Богаз-Гола получило широкий размах. Масштабы производства сульфата натрия непрерывно возрастали. Карабогазский сульфат натрия завоевал прочное положение в химической промышленности Союза, как продукт высшего качества.

Начиная с 1929 г. изучением Кара-Богаз-Гола стала заниматься Соляная лаборатория, преобразованная позднее во Всесоюзный институт галургии (В. П. Ильинский, Г. С. Клебанов, Я. Б. Блюмберг, А. Д. Пельш и др.), а с 1937 г. также Институт общей и неорганической химии АН СССР (Н. С. Курнаков, В. И. Николаев, В. С. Егоров, Г. Т. Уразов и др.). Работами Всесоюзного института галургии была создана новая технологическая схема получения мирабилита на Кара-Богаз-Голе: бассейный метод В. П. Ильинского (Ильинский и Клебанов, 1932, 1935). Наряду с совершенствованием методов получения мирабилита и приспособлением технологического процесса его получения к непрерывно меняющемуся составу карабогазской рапы Институтом разрабатывались экономически целесообразные схемы извлечения из карабогазской рапы таких ценных компонентов, как сульфат магния, хлористый магний и бром. В настоящее время сульфат магния уже добывается комбинатом Карабогазсульфат. В качестве очередных задач стоит строительство предприятий по получению брома и хлористого магния. В стадии изучения находятся схемы извлечения из рапы Кара-Богаз-Гола солей лития и бора.

* *
*

На процесс формирования солевого комплекса карабогазской рапы оказывали влияние главным образом физико-географические факторы формирования берегового рельефа восточного берега Каспия. По современным воззрениям, на формировании рельефа суши, примыкающей к восточной части Каспийского моря, сказались процессы трансгрессий и последующих регрессий Каспийского бассейна. В результате последней (послехвалынской) регрессии вскрылась и та часть суши, которая составляет в настоящее время прибрежную полосу восточного берега Каспия. По мере того как отступали воды Каспийского моря, обнажались банки и косы, образованные деятельностью волн и течений. Последующее преобразование конфигурации берегов и формирование современного нам рельефа этой части суши происходило под влиянием климатических агентов и гидрологических факторов, активно способствовавших геологическим процессам. Геологическая деятельность ветра и воды преобразовывала намечавшиеся границы раздела в мощные косы — перемычки, благодаря которым вдающиеся в материк бухты и лагуны оказались отрезанными от моря. Благоприятные для процессов концентрирования рапы климатические условия (сухость) восточного берега Каспия способствовали быстрому сгущению каспийской воды, заполнявшей обособляющиеся бассейны.

Обособление отдельных бухт и лагун на восточном берегу Каспия происходило настолько интенсивно, что можно проследить за некоторыми из этих процессов. Для этой цели достаточно сопоставить современное нам очертание берега Каспия (рис. 73) с описаниями береговой полосы, которые мы находим в материалах, опубликованных в XVIII и XIX веках. Во время путешествия Г. С. Карелина в 1836 г. залив Александр-Бай был соединен проливом (шириной около одной версты и в сажень глубиной) с бухтой «Бектемир-Ишаном», которую Г. С. Карелин характеризовал как «отличную якорную стоянку». В настоящее время эта бухта представляет собой вполне сформировавшееся соляное озеро с мощными солевыми отложениями. В Киндерлинской бухте Г. С. Карелин, спустя 73 года после посещения его Ладыженским в 1763 г., констатировал образование косы, которая соединила материковый берег с островом Азысада. В настоящее время Киндерлинская бухта почти полностью отшнурована от Каспийского моря.

Значительно изменило карту Каспийского моря последнее понижение уровня Каспия (с 1929 г.). В результате этого понижения на севере залив Комсомолец перестал существовать, на юге — Балханский залив высох, а остров Челекен соединился с берегом и превратился в полуостров (рис. 73).

Колебания уровня Каспийского моря в совокупности с геологическими процессами и климатом восточного побережья Каспия, создав условия для образования кос-перемычек, отделивших Кара-Богаз-Гол от моря, способствовали установлению современного режима соленакопления в обособляющемся заливе и развитию физико-химических процессов, преобразовывающих морскую воду в концентрированные соляные рассолы—рапу.



Рис. 73. Обзорная карта Каспийского моря

За штрихованный контур — площадь, осушившаяся в результате понижения уровня моря после 1929 г.

Н. И. Андрусов (1896), давший первое геологическое описание карабогазских кос, различает 5 основных этапов геологического формирования современного Кара-Богаз-Гола.

1. В начале послетретичного периода, когда уровень Каспия был выше современного более чем на 130 *м*, Кара-Богаз-Гол был широко открытым заливом Каспийского моря. В то время состав воды моря и залива были одинаковыми и залив был населен той же фауной, что и Каспий. Еще в тот период от мысов, отделявших берег собственно Каспия от контуров залива, под влиянием волн и течений начали образовываться песчаные банки (отмели).

2. С началом спада вод банки выступили на поверхность и продолжали расти как в подводной части, так и вдоль береговой линии. Обнаженные части подвергались разрушительному действию ветра, постепенно перерабатываясь в дюны.

3. Косы продолжали расти в направлении друг к другу, стремясь соединиться. Рельеф их усложнялся, образовались лагуны, параллельные берегу и соединенные с Карабогазским заливом.

4. Косы сошлись так близко, что между ними остался лишь узкий проход. Затруднился обмен водами между заливом и морем. Под влиянием сухого климата поверхность Кара-Богаз-Гола испаряла грандиозное количество воды. Вследствие большого испарения Кара-Богаз-Гол постепенно осолонялся. Первоначальная богатая фауна с ростом концентрации воды в заливе исчезла, уступая бедной видами фауне (главным образом *Cardium edule L.*).

5. Уровень Каспия понижался, достигая высоты, соответствующей нашей эпохе. Пролив сделался совсем узким (250—300 *м*). Осолонение вод залива увеличилось. Фауна с *Cardium edule L.* исчезла совершенно, уступив место соленоозерной (*Artemia salina*). Лагуны отделились от залива, превратившись в солесадочные озера.

Значительное испарение с поверхности залива поддерживает раз-

ность уровней между Каспием и заливом, в результате чего морская вода устремляется в Карабогазский залив. Таким образом, через Карабогазский пролив осуществляется накопление морских солей в рапе Кара-Богаз-Гола. Процесс непрерывного соленакопления в заливе будет продолжаться до тех пор, пока существует связь его с Каспийским морем.

Для познания геологического прошлого Кара-Богаз-Гола и для выяснения условий накопления солей в подобного рода водоемах ценный материал дают результаты бурения на дне залива. При бурении дна залива в 1934—1935 гг. (работы Карабогазской экспедиции Всесоюзного института галургии) под 10-и метровым покровом глинисто-илистых отложений были обнаружены прослойки астраханита ($Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$), эпсомита ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) и тенардита ($Na_2SO_4$) мощностью до 1,5 *м* (Православлев, 1939). Присутствие в донных отложениях Кара-Богаз-Гола этих своеобразных «химических реперов» указывает, что раньше уже была стадия значительного осолонения каспийской воды, заполнявшей котловину Кара-Богаз-Гола.

[Более полные данные о характере отложений, залегающих на дне Кара-Богаз-Гола, получены при бурении на дне залива в последние годы.

В 1951 г. Карабогазской геолого-разведочной партией Всесоюзного научно-исследовательского института галургии (руководитель работ М. Ю. Гаркави) в заливе были пробурены четыре скважины глубиной от 25 до 40 *м*. Одна из этих скважин была заложена в северо-западной части залива, в 8 *км* от берега, две — в северной части залива, в 8 и 13 *км* от берега, и одна — в юго-восточном углу залива, в 30 *км* от коренного берега по направлению к центру залива. Указанные скважины вскрыли следующий разрез (сверху вниз):

1. Верхний (современный) соляной пласт, представленный в восточной части поваренной солью с примесью глауберита, а в северной части залива — поваренной солью с значительной (до 30%) примесью астраханита и эпсомита; мощностью до 2 *м*.
2. Карбонатно-гипсовый ил, обильно пропитанный рапой; мощность до 4 *м*.
3. Средний соляной пласт, сложенный главным образом поваренной солью и глауберитом; мощность около 8 *м*.
4. Карбонатно-гипсовый ил; мощность около 6—8 *м*.
5. Нижний соляной пласт, сложенный поваренной солью и глауберитом, а также астраханитом и мирабилитом на участках, где пласт имеет большую мощность; мощность до 16 *м*.

Подстилаются отложения залива оливково-зелеными и желтовато-зелеными глинами олигоцена.

В 1952 г. разведка соляных отложений производилась в Кургузульской бухте Карабогазского залива. Здесь, по данным В. А. Вахрамеевой (1952ф), был вскрыт следующий разрез (сверху вниз):

1. Верхний (современный) соляной пласт, сложенный поваренной солью с примесью астраханита и эпсомита; мощность до 1—1,5 *м*.
2. Карбонатно-глинистый ил, содержащий в нижних слоях водоросли; мощность до 5 *м*.
3. Средний соляной пласт, имеющий сложное строение, представлен двумя слоями глауберита мощностью по 1,5 *м* каждый, чередующимися с двумя слоями поваренной соли мощностью 2—3,5 *м*.
4. Карбонатно-гипсовый ил мощностью до 4 *м*.
5. Нижний соляной пласт, сложенный глауберитом и ниже поваренной солью с тонкими прослоями карбонатно-гипсового ила. Мощность слоя глауберита до 7 *м* и поваренной соли до 4—4,5 *м*. Подстилается соляной пласт карбонатно-гипсовым илом, засоленным и местами в кровле содержащим слои (до 1 *м*) астраханита с глауберитом. Общая мощность нижнего соляного пласта до 14 *м*.

Подстилаются отложения бухты зеленовато-бурой гипсоносной глиной олигоцена.

Таким образом, судя по приведенным разрезам, в жизни Карабогазского залива имели место чередования периодов опреснения, когда на площади залива происходило более или менее мощное накопление карбонатно-гипсового ила, с периодами сильного засолонения, когда в заливе отлагались соли разного состава в зависимости от степени концентрирования рапы. В настоящее время залив переживает стадию засолонения.

Указанные периоды, несомненно, имели прямую связь с колебаниями уровня Каспийского моря, зависящими от общих климатических условий.

Полученные данные показывают также, что в Карабогазском заливе мощность лагунных накоплений не превышает трех-четырех десятков метров, чем рассеивается предположение, высказанное в свое время еще К. Окселиусом, что в этом заливе имеется соляная залежь огромной мощности[1].

* * *

Связь уровня Каспийского моря и расхода воды в Карабогазском проливе может иллюстрироваться данными сводки Б. Д. Зайкова (1946). Сведения приводятся за период 1929—1945 гг. (табл. 64).

Таблица 64

Связь уровня Каспийского моря и расхода воды в Карабогазском проливе (по Б. Д. Зайкову)

Год	Уровень Каспия над нулем футштока у г. Баку в *см*	Расход воды в проливе в $км^3$
1929	327	25,6
1930	315	20,5
1931	303	16,9
1932	311	21,1
1933	308	18,4
1934	286	13,1
1935	267	11,5
1936	246	10,5
1937	224	9,4
1938	193	8,6
1939	163	6,0
1940	148	6,5
1941	143	6,7
1942	152	9,4
1943	155	10,9
1944	153	10,8
1945	134	10,1

Водный баланс Кара-Богаз-Гола, по данным С. Я. Щербака, может быть представлен следующим уравнением:

$$Q + N = E + H,$$

где Q—сток воды Каспия через Карабогазский пролив;
N—атмосферные осадки, выпадающие на поверхность залива;
E—испарение с поверхности залива;
H—изменение уровня моря.

[1] Текст в скобках написан А. А. Ивановым.

Водный баланс залива Кара-Богаз-Гол в среднем многолетнем периоде, по С. Я. Щербаку, представляется в следующем виде (табл. 65).

Таблица 65

Водный баланс Кара-Богаз-Гола по Щербаку

Приход		Расход	
Q — сток воды из моря	24 $км^3$	E — испарение	25,6 $км^3$
N — атмосферные осадки	1,6 $км^3$		
Всего . . .	25,6 $км^3$		25,6 $км^3$

Начиная с 1930 г. это равновесие нарушено вследствие снижения уровня Каспия, продолжающегося по настоящее время. В результате этого в Кара-Богаз-Голе наблюдается потеря воды через испарение. Математическое выражение водного баланса залива в современных условиях (при $E>Q+N$) приобретает следующий вид: $Q+N+M-E=0$, где величина M выражает потери коренной воды в заливе.

В процессе формирования каждого соляного бассейна необходимо различать три основные фазы. Первая фаза характеризуется осолонением воды бассейна до концентрации, соответствующей удельному весу 1,02—1,03. Этот этап характеризуется главным образом осадками геологического происхождения. Химические осадки (солевые) отсутствуют.

Вторая фаза характеризуется увеличением концентрации в интервале значений удельного веса 1,03 до 1,116. Данный этап характеризуется выделением первых химических осадков: окислов железа и главным образом карбонатов кальция и магния. В конце этого этапа наступает момент выделения в донные отложения также гипса. Вследствие этого соляные отложения постепенно усыхающего бассейна покоятся на известковых и прогипсованных песках.

На третьей фазе концентрация рапы достигает максимального значения (для озер восточного берега Каспия), соответствующего значениям удельного веса 1,24—1,30. Этот этап характеризуется почти полным выделением из рапы солей кальция (главным образом гипса). При достижении величин удельного веса порядка 1,25 рапа становится насыщенной поваренной солью, которая выделяется и составляет основную солевую массу донных отложений. В дальнейшем наступает момент насыщения сульфатными солями натрия и магния. Конечный этап концентрирования рассолов 1-го класса соответствует эвтоническому раствору системы $NaCl+MgSO_4+H_2O$ и характеризуется значительным содержанием хлористого магния. В твердых фазах наряду с магнезиальными соединениями присутствуют также соединения калия.

По своему химическому составу рапа Кара-Богаз-Гола относится к рассолам 1-го класса (по классификации акад. Н. С. Курнакова). В солевой комплекс рапы залива входят как основные компоненты хлориды и сульфаты натрия и магния. Помимо этих компонентов, в карабогазской рапе присутствуют в меньших количествах соединения калия, брома, бора и лития, названные компонентами-спутниками. Кроме того, спектральным анализом обнаружено в карабогазской рапе присутствие таких элементов, как цезий, рубидий, барий и стронций.

В зависимости от степени сгущения карабогазской рапы роль отдельных компонентов, входящих в солевой комплекс, вскрывается неод-

новременно. Следует различать две основные стадии влияния солевого комплекса на физико-химические свойства рапы при ее естественном сгущении. На первой стадии влияние калия на физико-химические свойства карабогазской рапы незначительно, так как его концентрация в рапе мала, по сравнению с концентрацией хлористого натрия. Поэтому при рассмотрении физико-химических процессов, происходящих в карабогазской рапе на первой стадии, пользуются свойствами водной системы. $2NaCl + MgSO_4 \rightleftarrows Na_2SO_4 + MgCl_2$. Однако при значительном сгущении карабогазской рапы концентрация калия увеличивается, вследствие чего становится необходимым учитывать его влияние в физико-химических процессах. На этой стадии карабогазскую рапу рассматривают как пятикомпонентную морскую систему: $KCl + NaCl + MgSO_4 + H_2O$.

Концентрации солей брома, бора, лития и пр. не достигают тех величин, которые смогли сказаться на равновесных состояниях карабогазской рапы при различной степени ее естественного сгущения. Однако при промышленной оценке рапы Кара-Богаз-Гола принимается во внимание концентрация «компонентов-спутников», особенно концентрация брома.

Применение к Кара-Богаз-Голу взаимной водной системы хлористый натрий — сернокислый магний объясняет все условия изменений солевого комплекса его рапы как при летнем сгущении, так и при охлаждении зимой. Данные этой системы определяют также условия выделения и обратного растворения мирабилита в Карабогазском заливе.

Для графического изображения физико-химических процессов, которые характеризовали Кара-Богаз-Гол в прошлом, характеризуют его настоящее состояние и дают возможность предвидеть ход изменений карабогазской рапы в будущем, используется квадратная диаграмма указанной взаимной водной системы (рис. 74). На этой диаграмме сплошными линиями очерчены поля кристаллизации солей при 25°, прерывистыми линиями — при нуле. Кроме того, на диаграмме нанесены границы метастабильных равновесий: поваренной соли — тенардита (линия *I—II*), поваренной соли — эпсомита (*II—III*) и тенардита — эпсомита (*II—IV*). Температуры 25° (для лета) и 0° (для зимы) являются наиболее близкими к естественным условиям. На диаграмму нанесены фигуративные точки твердых и жидких фаз, образующихся из рапы Кара-Богаз-Гола при различных условиях концентрирования и охлаждения. При рассмотрении этой диаграммы становятся понятными образование карабогазской рапы из воды Каспия и выделение (в прошлом) из рапы мирабилита. Состав воды Каспийского моря (КМ) лежит на луче кристаллизации мирабилита из рапы Кара-Богаз-Гола (фигуративные точки *4, 7, 5*). Фигуративные точки *4* и *7* (те же номера в табл. 66) отвечают осенним рапам Кара-Богаз-Гола. Рапа Кара-Богаз-Гола осенью характеризуется максимальным содержанием SO_4 вследствие окончания растворения выделившегося зимой мирабилита. Точка *5* характеризует состав зимней рапы, когда содержание в рапе SO_4 является минимальным (выделение мирабилита).

Положение точки *КМ*, соответствующей составу воды Каспийского моря, совпадает с лучом кристаллизации мирабилита в Карабогазском заливе и тем самым указывает на генетическую связь, существующую между Каспием и Кара-Богаз-Голом (см. табл. 66).

Геометрический отрезок прямой между точками *КМ* и *5—6* или *5—4* является в данном случае тем путем эволюции, по которому видоизменился состав рапы Карабогазского залива на раннем этапе отделения от моря. Соответствующий расчет показывает, что около 23% иона SO_4 от всего содержания его в сухом остатке воды Каспийского моря

выделилось в виде мирабилита при ее естественном сгущении в Кара-Богаз-Голе. При отсутствии побочных факторов, способствующих удалению мирабилита из системы залива, состав рапы последнего должен был иметь такие же численные значения в соотношениях отдельных компонентов (хотя бы $\frac{MgSo_4}{MgCl_2}$), как и воды Каспия. Благодаря тому, что процесс растворения мирабилита протекает значительно медленнее, чем его

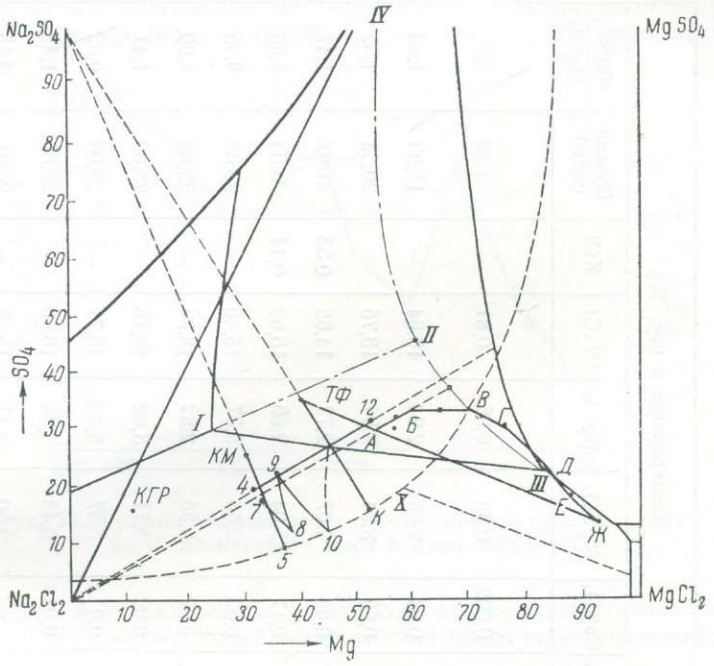


Рис. 74. Квадратная диаграмма системы $NaCl+MgSO_4+H_2O$
На диаграмме нанесены фигуративные точки составов рапы и твердых фаз Кара-Богаз-Гола на различных этапах концентрирования. Пояснения даны в тексте

выделение, некоторая часть его изолируется от растворения в рапе залива осадками химического (карбонаты и гипс) и эолового происхождения. В толще донных отложений залива встречаются отдельные включения и прослойки мирабилита.

Прямолинейность луча кристаллизации мирабилита указывает на чистоту выделяющегося мирабилита, без всяких примесей солей.

Процесс накопления солей, значительный рост концентрации рапы Кара-Богаз-Гола являются совершенно естественным и логическим следствием гидрогеологического и климатического режимов Каспийского моря и его районов. О том, что Карабогазский залив представляет собой своего рода «магазин», в котором Каспийское море отлагает свои соли, известно со времени первых исследователей Кара-Богаз-Гола. Исходя из предположения неизменности (для 1897 г.) поступления воды Каспия в залив А. Лебединцев (Шпиндлер и Лебединцев, 1902) расчетным путем установил, что через 150 лет наступит момент насыщения карабогазской рапы поваренной солью. Однако природа внесла в этот расчет свои коррективы и насыщение карабогазской рапы поваренной солью наступило в 1939 г., когда началось выделение этой соли в донную фазу

Таблица 66

Состав рапы Кара-Богаз-Гола за период 1929—1950 гг.

№ точек на диаграмме	Наименование пробы	Время взятия пробы	Содержание в вес. %								Индексы для диаграммы	
			$Ca^{\cdot\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$, HCO_3', CO_3''	$CaSO_4$	$MgSO_4$	$MgCl_2$	NaCl	KCl	Сумма солей	$\frac{MgSO_4}{MgCl_2}$	Mg	SO_4
КМ	Вода Каспийского моря		0,022	0,092	0,30	0,06	0,81	—	1,28	5,0	31,2	24,9
1	Вода залива Кара-Богаз-Гол	Июнь 1897 г.	0,037	0,03	2,96	2,23	10,64	—	15,90	1,33	34,5	17,7
2		Осень 1929 г.	0,11	0,08	3,74	2,84	13,76	—	20,53	1,32	34,2	17,4
3		„ 1933 г.	0,09	0,06	4,07	2,77	14,65	0,33	21,97	1,47	33,1	17,8
4		„ 1936 г.	0,11	0,17	5,04	2,66	16,62	0,44	25,03	1,90	32,5	19,4
5		Зима 1937 г.	0,06	0,03	2,46	5,37	15,40	—	23,32	0,46	37,0	9,8
6		Осень 1937 г.	0,06	0,07	5,36	2,82	18,34	—	26,65	1,90	31,9	19,3
7		Сентябрь 1939 г.	0,09	0,02	5,11	3,62	19,16	—	28,00	1,41	32,9	17,4
8		Зима 1940 г.	0,09	0,01	3,57	5,68	16,71	—	26,06	0,62	38,5	12,8
9		Осень 1940 г.	0,09	0,01	6,48	3,44	18,63	—	28,65	1,88	36,1	21,6
10		Зима 1941 г.	0,08	—	3,50	7,71	15,32	—	26,61	0,45	45,6	12,1
11		Осень 1944 г.	0,13	—	9,87	5,52	13,85	0,83	30,20	1,79	52,7	30,9
12		„ 1950 г.	—	—	10,21	5,96	15,46		31,63	1,71	52,5	30,3

залива (Дзенс-Литовский, 1940б). Столь быстрое нарастание концентрации солей в рапе Кара-Богаз-Гола явилось следствием значительного падения уровня Каспия и снижения стока морской воды через Карабогазский пролив. Характер нарастания концентрации карабогазской рапы в зависимости от стока морской воды приводится на рис. 75.

Насыщенная поваренной солью карабогазская рапа является источником возникновения процессов метаморфизации донных отложений залива. Термический режим донных горизонтов рапы является весьма благоприятным для процесса дегидратации мирабилита в присутствии по-

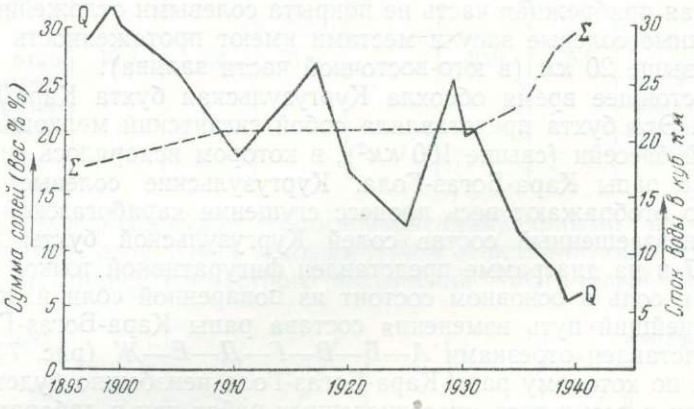


Рис. 75. График зависимости суммы солей в рапе от стока воды Каспийского моря в Кара-Богаз-Гол

варенной соли и образования тенардита. Присутствие этого минерала в поверхностных донных отложениях залива было констатировано осенью 1939 г.

За относительно короткий промежуток времени (с 1939 по 1950 гг.) рапа Карабогазского залива значительно изменилась и приобрела новые физико-химические свойства. В результате непрерывного процесса выделения поваренной соли карабогазская рапа по своим физико-химическим свойствам приближается к концентрированным рассолам, близким к насыщению эпсомитом.

Современное состояние рапы Кара-Богаз-Гола характеризуется фигуративной точкой № 12 (см. рис. 74). Как видно из диаграммы, путь, по которому изменился состав рапы за последние 10 лет, соответствует лучу кристаллизации поваренной соли (точки *4, 9, 12*). Сезонные изменения состава рапы, связанные с выделением и растворением мирабилита, характеризуются не прямолинейными лучами кристаллизации, а криволинейными, указывающими на совместное выделение мирабилита и поваренной соли.

Современные свойства карабогазской рапы создают условия для кристаллообразования новой твердой фазы (в летних условиях) — астраханита $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$. Этот минерал был впервые обнаружен в поверхностных солевых отложениях современного Кара-Богаз-Гола в 1944 г. А. Д. Пельшем.

За период 1939—1950 гг. изменился не только состав рапы Кара-Богаз-Гола. Вследствие падения уровня залива резко изменился и его внешний облик. Падение уровня залива способствовало образованию но-

вых кос и продвижению в залив ранее существовавших отмелей и мысов. Подобное изменение рельефа берега с образованием новых барьеров-кос внутри самого залива привело к своеобразной дифференциации рапы залива по ее физико-химическим свойствам. Постепенное падение уровня залива и одновременный рост концентрации солей в его рапе обнажили громадное пространство береговой полосы, заполненное (в северо-восточной, восточной и юго-восточной частях) солевыми отложениями. Только лишь в зоне опресняющего влияния каспийской воды, которая имеет распространение вдоль северной и южной карабогазской кос, а также захватывает часть юго-восточного побережья до Кызылкупа, обнаженная прибрежная часть не покрыта солевыми отложениями. Вновь образованные солевые засухи местами имеют протяженность (считая от берега) свыше 20 *км* (в юго-восточной части залива).

В настоящее время обсохла Кургузульская бухта Кара-Богаз-Гола (рис. 72). Эта бухта представляла собой гигантский мелководный испарительный бассейн (свыше 100 $км^2$), в котором испарялось значительное количество рапы Кара-Богаз-Гола. Кургузульские солевые отложения полностью отображают весь процесс сгущения карабогазской рапы.

Средневзвешенный состав солей Кургузульской бухты приводится в табл. 67 и на диаграмме представлен фигуративной точкой *КРГ*. Кургузульская соль в основном состоит из поваренной соли и астраханита.

Дальнейший путь изменения состава рапы Кара-Богаз-Гола может быть представлен отрезками *А—Б—В—Г—Д—Е—Ж* (рис. 74). Указанный путь, по которому рапа Кара-Богаз-Гола неизбежно будет изменяться, получен в результате многочисленных работ как в лабораторных, так и в естественных условиях. В частности, приводимые данные характеризуют условия испарения карабогазской рапы 1950 г. в опытном бассейне, расположенном в б. Кургузульской бухте. Отрезок пути *А—Б* характерен выделением в твердую фазу поваренной соли, отрезок *Б—В* характеризуется выделением в твердую фазу поваренной соли, астраханита с примесью эпсомита и, наконец, отрезок пути испарения рапы *В—Ж* характерен выделением в твердую фазу смеси эпсомита и поваренной соли. Выделившаяся соль представляет собой плотносцементированную массу с объемным весом порядка 1,9—2,2 $т/м^3$. Эта соль, как и соляные отложения прибрежной части Кара-Богаз-Гола (в том числе и в Кургузуле), обладает весьма значительной механической прочностью, свободно выдерживающей движение нагруженных автомобилей. Средневзвешенный состав соли, полученной в опытном бассейне, представлен в табл. 67, а фигуративная точка (см. рис. 74) под символом *Тф*. Соль представлена в основном поваренной солью и эпсомитом с незначительными примесями астраханита.

На процесс выделения солей из рапы в естественных условиях оказывают значительное влияние как суточные, так и сезонные колебания температуры. При этом, в основном, изменения в процессах отложений солей связаны с сезонными колебаниями.

Для промышленной оценки Кара-Богаз-Гола необходимо установить изменения в его гидрохимии и гидрометрии. Каждое новое качественное состояние карабогазской рапы требует специфического оформления технологии получения солей и, в частности, главнейшего продукта—мирабилита. На рис. 76 схематически нанесены границы, в пределах которых теоретически возможно получение мирабилита при охлаждении карабогазской рапы. Выделение мирабилита возможно из рапы таких составов, фигуративные точки которых ложатся в пределах площади квадратной

Таблица 67

Характеристика солевых отложений, образующихся при испарении карабогазской рапы

Характеристика образца	Содержание в вес. %				Индексы для диаграммы		Минеральный состав
	$MgSO_4$	$MgCl_2$	NaCl	Na_2SO_4	Mg	SO_4	
Солевые отложения Кургузульской бухты, средневзвешенный состав	20,5	—	58,0	4,2	24,6	28,8	В основном галит с астраханитом; незначительная примесь эпсомита
Солевые отложения в опытном бассейне, средневзвешенный состав	19,8	2,2	31,5	—	40,9	35,9	В основном галит с эпсомитом; незначительные включения астраханита

диаграммы, заштрихованной взаимноперпендикулярными линиями. Эта часть диаграммы ограничена вековым лучом кристаллизации мирабилита (линия *1—2*), линией совместного насыщения $NaCl+Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ при

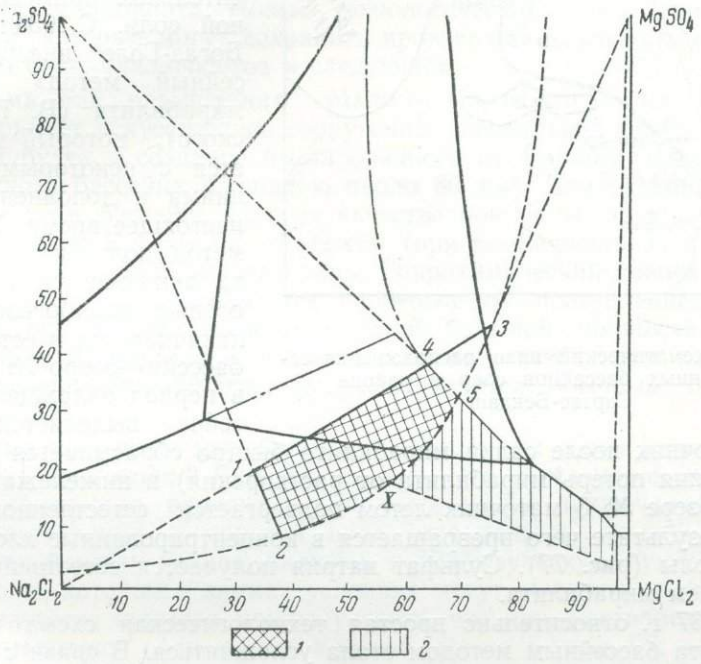


Рис. 76. Квадратная диаграмма системы $NaCl+MgSO_4+H_2O$

На диаграмме указаны области возможной кристаллизации мирабилита и эпсомита из рапы. *1*—мирабилит; *2*—эпсомит. Остальные пояснения даны в тексте

нуле (*2—X—5*), лучом кристаллизации поваренной соли (*1—4*) и метастабильной линией совместной кристаллизации (при 25°) $NaCl+MgSO_4 \cdot 7H_2O$. При рассмотрении диаграммы становится очевидным, что дальней-

шее сгущение карабогазской рапы создает условия для перехода в новое качественное состояние, при котором выделение мирабилита в твердую фазу станет невозможным, в то время как эпсомит явится основной твердой фазой, выделяющейся из рапы при ее охлаждении. Область возможного выделения эпсомита на диаграмме показана вертикальной штриховкой.

Этапы промышленного получения мирабилита на Кара-Богаз-Голе охарактеризованы следующими технологическими схемами.

До выделения поваренной соли (до 1935 г.) процесс получения мирабилита сводился к сбору его в зимнее время. На Кара-Богаз-Голе применялись два способа получения мирабилита. Старый, «ручной», способ заключался в сборе мирабилита, выброшенного на берег зимними штормами. Этот способ просуществовал около 30 лет. Начиная с 1939 г. «ручной» способ утратил всякое значение, так как выбросы мирабилита содержали значительные примеси поваренной соли. С 1934 г. на Кара-Богаз-Голе внедрен «бассейный метод» получения мирабилита (В. П. Ильинского), который применяется с некоторыми изменениями и дополнениями и в настоящее время. Бассейный метод получения мирабилита заключается в том, что осенью карабогазская рапа накачивается в естественный бассейн—озеро № 6. Зимой, в период охлаждения, в бассейне выделяется мирабилит. Маточник после садки мирабилита быстро сбрасывается (для предотвращения потерь мирабилита от растворения) в нижележащее озеро № 5. В озере № 5 маточник летом подвергается естественному сгущению, в результате чего превращается в концентрированные хлор-магниевые рассолы (рис. 77). Сульфат натрия получается естественным обезвоживанием мирабилита.

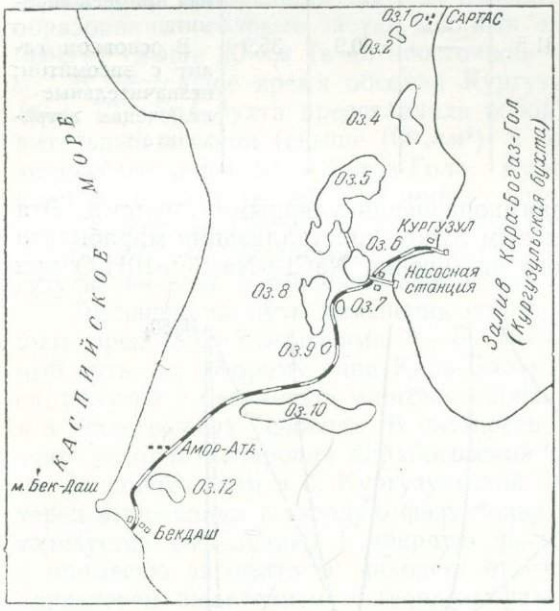


Рис. 77. Схематический план расположения естественных бассейнов озер в районе Сартас-Бекдаш

С 1937 г. относительно простая технологическая схема получения мирабилита бассейным методом стала усложняться. В связи с падением уровня рапы залива (изменение гидрометрии Кара-Богаз-Гола) потребовались дополнительные сооружения насосных станций и рапоподводящих каналов. В настоящее время для перекачки рапы в производственные бассейны построены две насосные станции (первого и второго подъемов) и сооружен рапоподводящий канал протяженностью около 17 *км*.

В 1939 г., когда поваренная соль начала выделяться из рапы залива, потребовались мероприятия, обеспечивающие сохранение высокого качества мирабилита, выделяющегося в производственных бассейнах. Так возникла необходимость искусственного разбавления морской водой рапы

залива, заканчиваемой в бассейны. Для этой цели в 1939 г. были построены специальный трубопровод (длиной около 12 *км*) и насосная станция, при помощи которых перекачивалась каспийская вода, необходимая для разбавления карабогазской рапы. Однако дальнейшее изменение состава карабогазской рапы, особенно в летний период (период максимального испарения), потребовало внесения дополнительных изменений в технологию получения мирабилита бассейным способом. Были изменены сроки перекачки рапы — рапа весеннего состава (наиболее благоприятная по своему составу) перекачивается не в озеро № 6, а в озеро № 8, так как в этот период в озере № 6 проводятся мероприятия по обеспечению сбора сульфата в летний сезон. В течение всего лета в озеро № 8 непрерывно накачивается морская вода в количествах, компенсирующих испарение с поверхности озера. Таким образом, озеро № 8 явилось промежуточным бассейном, в котором карабогазская рапа сохраняется до осеннего периода. Осенью, после того как весь сульфат с озера № 6 вывезен на склад, карабогазская рапа самотеком спускается в озеро № 6, где и происходит выделение мирабилита обычным путем.

Ближайший этап изменения состава рапы Кара-Богаз-Гола, как было указано выше, должен характеризоваться невозможностью выделения мирабилита в твердую фазу. Следовательно, для сохранения на Кара-Богаз-Голе сульфатного производства необходимо менять способы производства мирабилита. Новые технологические схемы производства мирабилита, которые могут сохранить производство сульфата натрия на Кара-Богаз-Голе, заключаются в следующем:

1. Схема так называемого «Малого Кара-Богаз-Гола» (рис. 78) предусматривает искусственное сооружение специальной дамбы в б. Кургузульской бухте и создание изолированного от Карабогазского залива искусственного бассейна площадью около 80 *км*^{2}. Для первоначального создания в этом бассейне запасов качественной рапы используются солевые отложения Кургузульской бухты (при растворении их в морской воде) и частично карабогазская рапа. Гидрохимический режим «Малого Кара-Богаз-Гола» поддерживается непрерывным поступлением каспийской воды (при помощи насосных станций большой мощности и специальных каналов), которая и является основным источником накопления солей. Получение мирабилита предусматривается обычным бассейным методом.

2. Схема получения мирабилита из смешанных солей путем переработки солевых отложений Кара-Богаз-Гола. Эта схема может иметь значительное количество вариантов. Сущность схемы заключается в том, что при растворении в морской воде современных отложений солей (в прибрежной части залива, включая и Кургузульскую бухту) образуются рассолы, которые в зимних условиях могут выделять чистый мирабилит. В качестве примера можно указать, что при растворении кургузульской смешанной соли, состав которой указан в табл. 67, получается рассол, при охлаждении которого выделяется (из 1 $м^3$) 150—200 *кг* чистого мирабилита.

Смешанная соль, полученная при испарении современной рапы (табл. 67, состав № 2), обладает большим содержанием сернокислых солей; следовательно, при ее растворении в морской воде образуются рассолы, из которых может выделяться 200—250 *кг* чистого мирабилита.

Наибольшее преимущество имеет вариант переработки смешанной соли в заводской аппаратуре. Основное преимущество его заключается

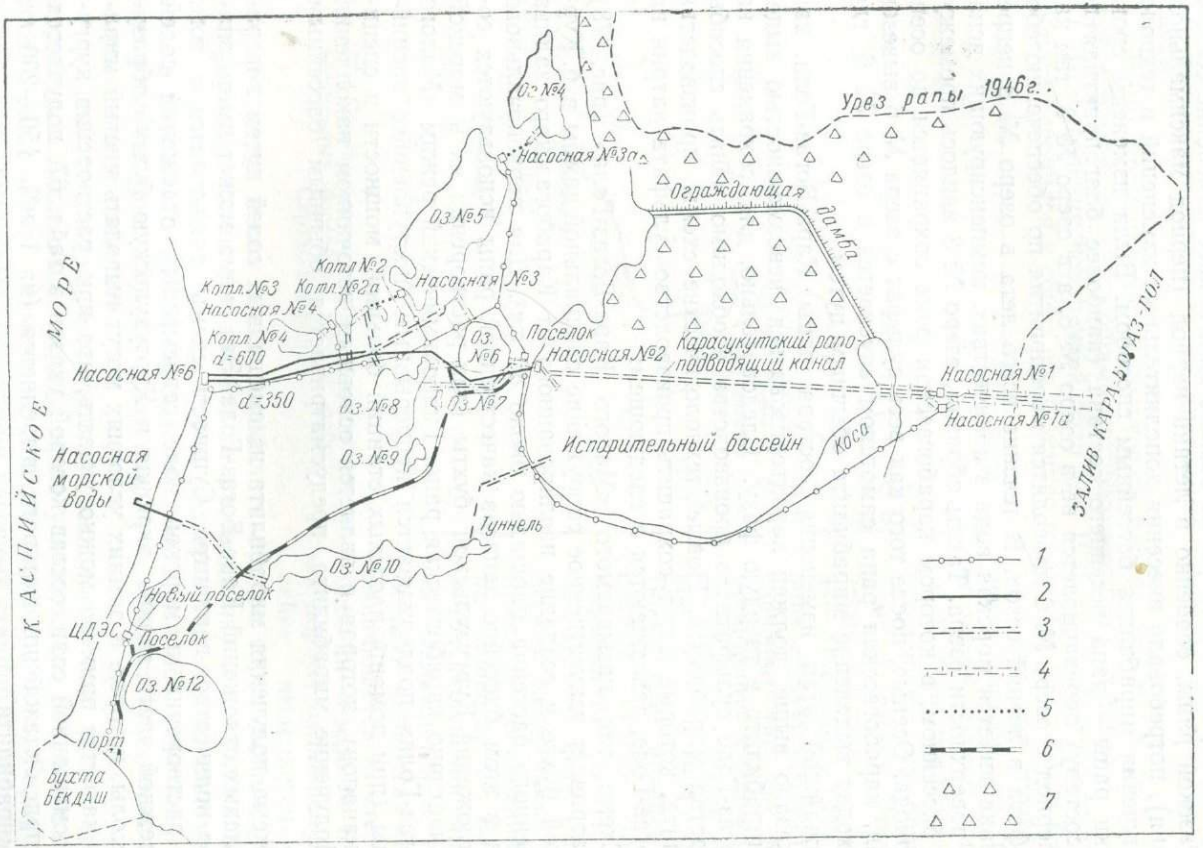


Рис. 78. Схема Малого Кара-Богаз-Гола

1—высоковольтная линия; *2*—водопровод морской воды; *3*—канал для перекачки морской воды; *4*—канал для перекачки рапы и рассолов; *6*—узкоколейная железная дорога; *7*—донная соль

в полном устранении влияния климата и сезонности на производственные процессы получения мирабилита и сульфата натрия.

Принципиальная схема получения мирабилита и сульфата натрия из смешанной соли заключается в следующем (рис. 79).

Смешанная соль, добытая в карьере горномеханическим способом, доставляется на завод, где подвергается дроблению и растворению в морской воде. Полученный рассол с концентрацией солей 27% подается на аммиачно-компрессорную установку, где происходит охлаждение рассола и выделение (кристаллизация) мирабилита (табл. 68).

Мирабилит поступает на установку, где под влиянием нагревания (до температуры около 80°) происходит его плавление. Раствор отделяется от выделившегося сульфата натрия и подается в аппараты, где при помощи дополнительного количества смешанной соли происходит высаливание основного количества сульфата натрия. Сульфат натрия отделяется от маточника, подсушивается и затаривается. Маточник используется для получения мирабилита. Для этого он подается в начало процесса — на аммиачно-компрессорную установку.

Таблица 68

Сведения, характеризующие возможность получения мирабилита через смешанные соли

Источник получения мирабилита (карабогазские рассолы и смешанные соли)	Физико-химическая характеристика источника для получения мирабилита	Выход смешанной соли из 1 $м^3$ рассола в $т$	Из 1 $т$ смешанной соли получается рассола (в $м^3$)	Из 1 $м^3$ рассола выделяется мирабилита (в $кг$)	Выход мирабилита из 1 $м^3$ начального рассола в $кг$
1. Современная карабогазская рапа	$\frac{Cl'}{Mg^{\cdot\cdot}}$ 4; $\frac{MgSO_4}{MgCl_2}$ 1,3	—	—	—	90—100
2. Смешанная соль, полученная при испарении карабогазских рассолов различных составов	$\frac{Cl'}{Mg^{\cdot\cdot}}$ 4; $\frac{MgSO_4}{MgCl_2}$ 0,6	0,2	2,7	206	100
	$\frac{Cl'}{Mg^{\cdot\cdot}}$ 3, 2; $\frac{MgSO_4}{MgCl_2}$ 0,9	0,24	2,5	250	150
	$\frac{Cl'}{Mg^{\cdot\cdot}}$ 2, 7; $\frac{MgSO_4}{MgCl_2}$ 1,1	0,32	3,0	180	172
	$\frac{Cl'}{Mg^{\cdot\cdot}}$ 2, 6; $\frac{MgSO_4}{MgCl_2}$ 0,9	0,30	3,0	156	140
3. Солевые отложения Кургузульской бухты	$\frac{MgSO_4}{NaCl}$ от 0,1 до 0,7	—	4,0	150—200	—

Характерным для всех этапов концентрирования рапы Кара-Богаз-Гола является накопление в ней солей магния, калия, брома и некоторых «компонентов-спутников» (лития и бора). В табл. 69 и 70 приводится содержание этих компонентов в различных рассолах Кара-Богаз-Гола. Многолетними наблюдениями за естественным концентрированием карабогазской рапы установлено максимальное содержание в ней хлористого

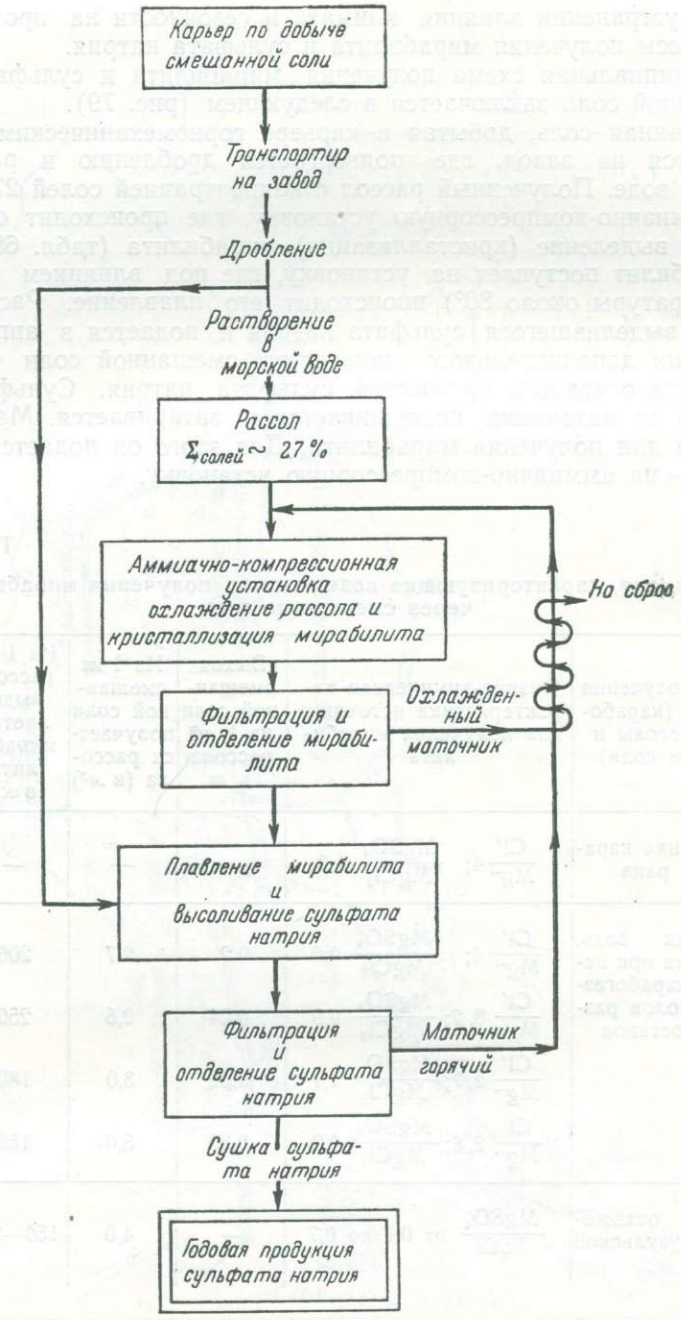


Рис. 79. Принципиальная схема получения сульфата натрия из карабогазской смешанной соли

Пояснения даны в тексте

Таблица 69

Состав карабогазских рассолов на различных этапах концентрирования (в вес. %)

$MgSO_4$	$MgCl_2$	NaCl	KCl	Сумма солей
2,65	5,40	16,14	0,44	24,68
4,16	9,44	13,34	—	26,94
6,27	13,90	6,39	0,62	27,04
9,04	14,68	6,31	1,64	31,67
8,50	19,27	2,27	2,02	32,06
5,81	23,73	4,03	—	33,63
4,91	26,20	2,09	—	33,20
4,15	28,51	1,29	—	33,95
3,11	31,95	0,71	—	35,78

Таблица 70

Содержание „компонентов-спутников" в карабогазских рассолах на различных этапах концентрирования (в вес. %)

Сумма солей	Бром	Бор B_2O_3	Литий Li_2SO_4
23,4	0,012	0,023	0,0084
28,5	0,020	0,048	0,0185
31,7	0,034	0,0897	0,0313
37,2	0,091	0,255	0,077
38,2	0,113	0,287	0,083
27,0	0,022	0,047	0,0185
31,5	0,030	0,056	0,019
34,8	0,094	0,157	0,050

магния (32%) и брома (0,09%). В концентрированных карабогазских рассолах среднее содержание хлористого магния соответствует 28%, а брома 0,065%. Зависимость содержания брома от концентрации хлористого магния представлена на рис. 80.

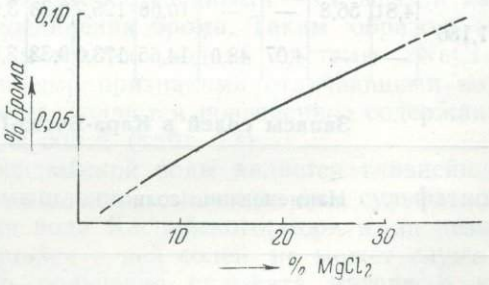


Рис. 80. График зависимости концентрации брома от концентрации хлористого магния в карабогазских рассолах

Запасы солей в Кара-Богаз Голе

Благодаря своим громадным размерам Кара-Богаз-Гол представляет практически неисчерпаемый источник различных солей.

Для подсчета запасов солей использованы данные промеров экспедиции УБЕКОКАСП в 1933 году. По этим данным построены кривые площадей и объемов Кара-Богаз-Гола (см. рис. 81). Несмотря на значительные изменения, которые произошли в карабогазской ванне за период 1933—1950 гг., суммарные запасы солей Кара-Богаз-Гола остались без изменения. За указанный период времени часть поваренной соли, а также сульфатов натрия и магния перешла из жидкой

фазы в твердую[1]. Запасы в рапе солей брома, лития, бора и калия практически не изменились.

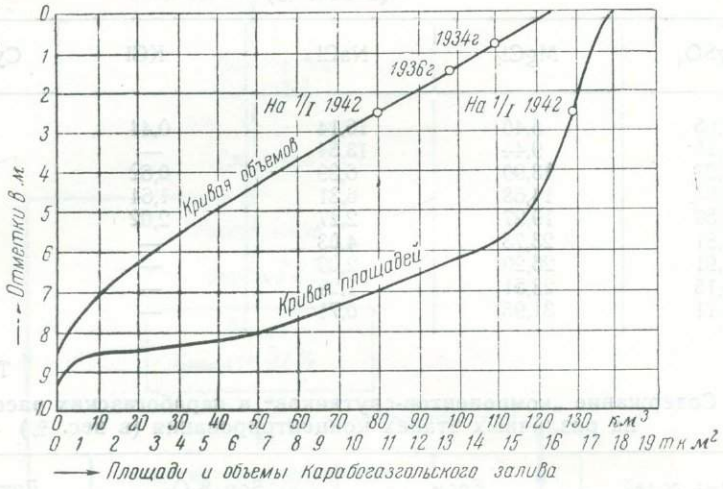


Рис. 81. Кривые объемов и площадей Карабогазского залива по промерам экспедиции Управления безопасного вождения кораблей по Каспийскому морю (УБЕКОКАСП) в 1933 г.

Состав рапы, принятой для подсчета запасов солей, приведен в табл. 71, а запасы солей — в табл. 72.

Таблица 71

Состав рапы Кара-Богаз-Гола, принятый для подсчета запасов солей (в вес. % и *кг/м³*)

Удельный вес	Na_2SO_4		$MgSO_4$		NaCl		KCl		$MgCl_2$		Бром		B_2O_3		Li_2SO_4	
	%	*кг/м³*	%	*кг/м³*	%	*кг/м³*	%	*кг/м³*	%	*кг/м³*	%	*кг/м³*	%	*кг/м³*	%	*кг/м³*
1,180	4,81	56,8	—	—	10,68	126,2	0,33	3,9	6,0	70,9	0,013	0,15	0,023	0,27	0,0084	0,099
	—	—	4,07	48,0	14,65	173,0	0,33	3,9	2,77	32,7	0,013	0,15	0,023	0,27	0,0084	0,099

Таблица 72

Запасы солей в Кара-Богаз-Голе (объем рапы 127 *км³*)

Наименование соли	Запасы солей в млн. *т*	
	I вариант подсчета	II вариант подсчета
Na_2SO_4 — сернокислый натрий	7 213,6	—
$MgSO_4$ — сернокислый магний	—	6 096,0
NaCl — хлористый натрий	16 027,4	21 971,0
$MgCl_2$ — хлористый магний	9 004,3	4 152,9
KCl — хлористый калий	495,3	495,3
Br_2 — бром	19,1	19,1
B_2O_3 — бор	34,3	34,3
Li_2SO_4 — литий	12,6	12,6

Запасы солей подсчитаны в двух вариантах.

[1] В 1933 г. в донных отложениях Кара-Богаз-Гола этих солей не было.

Первый вариант предусматривает, что реакция обмена протекает в направлении $MgSO_4 + 2NaCl \rightarrow Na_2SO_4 + MgCl_2$. Второй вариант исходит из реакции обмена: $MgSO_4 + 2NaCl \leftarrow Na_2SO_4 + MgCl_2$.

При оценке запасов солей Кара-Богаз-Гола с промышленной точки зрения необходимо иметь в виду следующие обстоятельства:

1. На определенной стадии сгущения рапа Кара-Богаз-Гола не будет выделять сульфат натрия (в виде мирабилита или сульфата натрия).

2. Извлечение из карабогазской рапы хлористого калия является весьма сложным технологическим процессом, возможность применения которого с экономической точки зрения является в настоящее время еще не доказанной.

3. Значительный интерес представляют запасы солей магния и брома. Кара-Богаз-Гол является одним из крупнейших месторождений этих солей. Технология извлечения их разработана.

4. Практический интерес представляют запасы солей бора и лития. Извлечение их из карабогазской рапы возможно в комплексе с магниевыми солями и бромом.

Вода Каспийского моря как база для организации производства сульфата натрия

Возможность использования воды Каспийского моря для производства сульфата натрия выявилась в результате обширных исследований политермы системы Na, Mg, Cl и SO_4.

В совокупности со знанием физико-географических и гидрологических условий района (климата, испарительных сил, рельефа местности и пр.) физико-химические исследования в области гетерогенных солевых равновесий создали метод сознательного управления процессами естественного концентрирования и охлаждения природных рассолов и получения промышленно-ценных солей.

По химическому составу вода Каспийского моря отличается от воды океана и сообщающихся с ним морей. Основными компонентами солевого комплекса каспийской воды, как и воды океана, являются поваренная соль, сульфат и хлорид магния, второстепенными — сульфат и карбонат кальция, хлорид калия и соединения брома. Таким образом, эти воды подчиняются равновесному состоянию водной системы $2NaCl + MgSO_4 \rightleftarrows Na_2SO_4 + MgCl_2$. Главными признаками отличающими воду Каспийского моря от океанской воды, являются повышенное содержание сульфатов и меньшая концентрация солей (табл. 73).

Химическая характеристика каспийской воды является главнейшим фактором, определяющим ее промышленное значение для сульфатного производства. Однако натуральная вода Каспийского моря из-за незначительной концентрации содержащихся в ней солей не может служить источником для непосредственного получения сульфата натрия, а является рассредоточенным сырьем, которое, перед тем как стать промышленно-эксплуатационным, требует серьезного преобразования, т. е. превращения в новое качественное состояние с новыми физико-химическими свойствами, необходимыми для получения качественного товарного продукта.

Одним из методов преобразования природных минерализованных вод является метод концентрирования. При концентрировании достигается относительное увеличение некоторых компонентов и абсолютное уменьшение ряда солей, достигающих степени насыщения. При концен-

Таблица 73

Сравнение состава воды Каспийского моря с составом воды океанов и других морей

Ион	В пересчете на плотный остаток (в вес. %)						
	Тихий океан	Атлантический океан	Средиземное море	Красное море	Черное море	Балтийское море	Каспийское море
$Na^{\cdot}$	30,608	30,26	30,64	30,81	31,36	30,47	24,82
$K^{\cdot}$	1,09	1,11	1,09	0,97	1,02	0,96	0,66
$Mg^{\cdot\cdot}$	3,703	3,90	3,65	3,87	3,84	3,53	5,70
$Ca^{\cdot\cdot}$	1,19	1,24	1,23	0,89	1,31	1,67	2,70
Cl'	55,201	55,18	55,11	55,60	55,23	55,01	41,73
Br'	0,188	0,18	0,19	0,13	0,183	0,13	0,06
HCO_3'	0,277	—	—	0,06	—	0,09	—
CO_3''	0,020	0,21	0,20	0,02	—	0,14	0,84
SO_4''	7,722	7,91	7,89	7,65	7,54	8,00	23,49
Cl'/SO_4''	7,15	6,98	6,98	7,27	7,32	6,88	1,78
$Cl'/Mg^{\cdot\cdot}$	14,90	14,15	15,1	14,37	14,38	15,58	7,32
Соленость в %	35,03	35,0	38,789	39,76	17,32—21,69	7,215	12,68—12,90

трировании каспийской воды до определенного предела относительное увеличение претерпевают хлористый натрий, а также сульфат и хлорид магния. Содержание этих солей в концентрированной воде Каспия значительно повышается. При этом создаются условия возможности смещения равновесия в системе $NaCl + MgSO_4 + H_2O$ в сторону образования сульфата натрия. Ряд солей, содержащихся в каспийской воде (карбонаты и сульфаты кальция, окислы железа и пр.), достигают при этом степени насыщения еще на ранних этапах концентрирования и выделяются в твердую фазу. Соединения калия и брома из-за незначительной концентрации не могут оказать существенного влияния на солевой баланс процесса концентрирования каспийской воды. Поэтому в дальнейшем эти соли не принимаются во внимание при расчетах указанного процесса.

Сульфат натрия является первым промышленно-ценным компонентом, который выделяется в виде десятиводной соли — мирабилита ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) при понижении температуры сконцентрированной каспийской воды [1]. Выделившийся мирабилит, отделенный от маточника [2], при соответствующей обработке легко превращается в товарный продукт — безводный сульфат натрия. Процесс образования мирабилита и его превращение в сульфат натрия могут быть представлены следующими химическими схемами:

$$2NaCl + MgSO_4 + nH_2O \xrightarrow{\text{охлаждение}} Na_2SO_4 \cdot 10H_2O + MgCl_2 + (n - 10H_2O);$$

$$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O \xrightarrow{\text{обезвоживание}} Na_2SO_4 + 10H_2O.$$

Принципиальная технологическая схема получения сульфата натрия из воды Каспийского моря представлена на рис. 82.

Количество выделяющегося мирабилита зависит от концентрации рассола и степени его охлаждения. Зависимость выхода мирабилита от

[1] В дальнейшем концентрированная каспийская вода будет называться рассолом.

[2] Рассол, из которого выделен мирабилит, в дальнейшем будет именоваться маточником или маточным рассолом.

концентрации и температуры рассола приведена на рис. 83. Однако в случае применения каспийской воды для получения качественного сульфата натрия существует предел концентрирования.

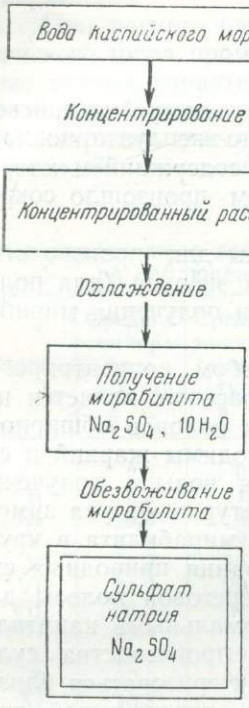


Рис. 82. Принципиальная схема получения сульфата натрия из воды Каспийского моря

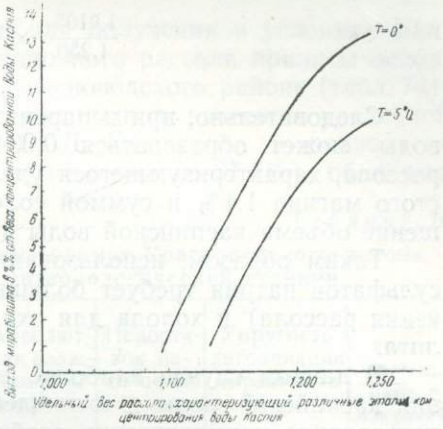


Рис. 83. График зависимости выхода мирабилита от веса рассола, характеризующего различные этапы концентрирования воды Каспия, при температурах 0 и 5° (по В. П. Ильинскому и Г. С. Клебанову)

Рассол, характеризующийся суммой солей порядка 28% (уд. вес $> 1{,}250$), является уже насыщенным поваренной солью. В сульфатном производстве эта концентрация является критической, так как выделение поваренной соли совместно с мирабилитом значительно снижает качество последнего, а следовательно, и товарного продукта — сульфата натрия.

Ниже приводится химический состав рассола, полученного при концентрации воды Каспия, для использования в сульфатном производстве.

$d = 1{,}250$

NaCl	— 19,3% (вес.) или	241,1	кг/м³
$MgSO_4$	— 7,0% „ „	87,3	„
$MgCl_2$	— 1,4% „ „	17,6	„
Сумма солей	27,7% „	346,0	кг/м³
H_2O	— 72,3% „	904,0	„
	100,0%	1250,0	кг/м³

Теоретическое количество промышленно-эксплуатационного рассола указанного выше состава, которое может быть получено при концентрировании одного кубического метра воды Каспийского моря, определяется по формуле: $\frac{d_1 C_1}{d_2 C_2}$, где d_1 и d_2 — начальное и конечное значения удельного веса, а C_1 и C_2 — начальное и конечное содержания хлористого магния.

Подставляя в данное выражение численные значения удельного веса и содержания хлористого магния в каспийской воде и рассоле, легко определить искомую величину:

$$\frac{1{,}0105}{1{,}250} \times \frac{0{,}06}{1{,}4} = 0{,}0346\ м^3.$$

Следовательно, при испарении одного кубического метра каспийской воды может образоваться 0,0346 $м^3$ промышленно-эксплуатационного рассола, характеризующегося удельным весом 1,25, содержанием хлористого магния 1,4% и суммой солей 27,7%. При этом произошло сокращение объема каспийской воды в 29 раз.

Таким образом, использование каспийской воды для производства сульфатов натрия требует больших затрат тепловой энергии (для получения рассола) и холода для охлаждения рассола и получения мирабилита.

В данном случае наиболее эффективным способом концентрирования каспийской воды и охлаждения полученного рассола является использование климатических особенностей некоторых районов обширного побережья Каспийского моря. Для этой цели необходимы жаркий и сухой климат в летнее время (для концентрирования воды и получения рассола) и достаточно низкие и устойчивые температуры воздуха зимой, необходимые для охлаждения рассола и получения мирабилита в крупных промышленных масштабах. Полноту использования природных сил необходимо дополнить благоприятным рельефом береговой полосы для организации развитого бассейного хозяйства с минимальными капитальными затратами. Наконец, район для организации производства сульфата натрия на базе каспийской воды должен характеризоваться близостью железнодорожных и водных коммуникаций и перспективой промышленного развития. Совокупность перечисленных условий создает благоприятные технико-экономические предпосылки для организации крупного сульфатного производства на базе воды Каспийского моря.

Таким условиям больше всего удовлетворяет Красноводский залив восточного берега Каспия. Сухой и жаркий климат Красноводского района является исключительно благоприятным для концентрирования больших количеств морской воды и естественного обезвоживания мирабилита. Падение температуры воздуха зимой в этом районе вполне достаточно для устойчивого охлаждения рассола и получения мирабилита. Красноводский залив изобилует большим количеством бухт и лагун, которые, будучи отделены от моря специальными дамбами, могут быть развиты в бассейное хозяйство. Наиболее удобным объектом для организации бассейного хозяйства является высохший ныне Балханский залив, глубоко вдающийся в берег. Непосредственная близость к Балханскому заливу Ашхабадской ж. д. и Красноводского порта обеспечивает будущее производство удобными транспортными коммуникациями.

Технологический процесс получения мирабилита из рассола, полученного из каспийской воды, а также технология естественного обезвоживания мирабилита в случае организации производства на Балханском шоре будут полностью соответствовать осуществляемому производству сульфата натрия из рапы Кара-Богаз-Гола. Концентрированный рассол из испарительных бассейнов должен накачиваться в садочный бассейн (по аналогии с Кара-Богаз-Голом, где рассол накачивается в озеро № 6), в котором в зимнее время он охлаждается с выделением мираби-

лита. Маточник после садки мирабилита сбрасывается[1], пласт мирабилита дренируется, крепнет и таким образом подготовляется к естественному обезвоживанию и превращению в товарный продукт — сульфат натрия.

При расчете бассейного хозяйства для получения в условиях Балханского шора промышленно-эксплуатационного рассола приняты основные данные, характеризующие климат Красноводского района (табл. 74). Величины полезного испарения каспийской воды и рассолов различной концентрации рассчитаны по методу О. Д. Кашкарова и приводятся в табл. 75. Рассолы, содержащие 340 *кг/м*³ солей (~27,7%), обладают

Таблица 74

Среднемесячные данные, характеризующие климат Красноводского района, по наблюдениям Красноводской метеорологической станции

Месяц	Средняя температура воздуха в °С	Средний минимум температуры в °С	Скорость ветра в *м/сек*	Осадки в *мм*	Абсолютная влажность в *мм* рт. ст.	Недостаток насыщения в *мм*	Упругость диссоциации мирабилита в *мм* рт. ст.	Упругость насыщ. пара в *мм* рт. ст.
I	2,3	0,1	3,6	12	4,3	1,7	4,0	5,4
II	3,8	1,3	3,4	11	4,6	2,0	4,7	6,0
III	8,3	4,8	4,3	16	5,6	3,2	6,5	8,3
IV	13,6	9,6	4,4	17	7,3	5,0	8,7	11,6
V	20,5	16,2	4,4	7	9,7	9,6	14,0	18,0
VI	24,9	20,7	5,0	5	12,1	12,9	19,0	23,8
VII	28,3	24,1	4,9	4	14,4	16,2	24,4	29,0
VIII	28,4	24,3	4,7	5	13,2	17,0	24,0	28,9
IX	23,6	19,6	4,4	3	10,8	11,2	16,8	21,4
X	17,0	12,8	3,5	6	8,4	6,7	11,0	14,5
XI	10,3	7,1	4,0	9	6,3	3,4	7,2	9,4
XII	5,6	2,9	3,9	13	3,1	2,2	5,6	7,1
год	15,6	12,0	4,2	108	—	—	—	—

Таблица 75

Величины испарения с учетом осадков для каспийских рассолов различных концентраций (в *мм*)

Месяц	Упругость пара в *мм* рт. ст.		
	18	20	23,8
I	—	5,0	14,6
II	8,6	14,8	25,4
III	31,1	29,9	58,2
IV	71,5	83,5	102,0
V	142,0	150,0	179,0
VI	172,0	187,0	211,0
VII	195,0	213,5	245,0
VIII	176,8	189,0	214,0
IX	119,6	136,0	160,3
X	70,6	80,5	98,0
XI	33,8	47,0	54,5
XII	5,2	12,2	24,5
За год	1 026	1 186	1 386

[1] На базе маточника может быть организовано крупное галургическое производство, основанное на комплексном использовании всех солей, входящих в состав воды Каспийского моря (включая также и бром).

упругостью пара около 18 *мм* рт. ст., а упругость паров воды Каспийского моря незначительно отличается от упругости паров чистой воды.

Для определения выхода мирабилита при охлаждении эксплуатационного рассола (27,7% солей) принята температура +2,5°. Выбор этой температуры находится в соответствии с данными среднемесячных температур воздуха: в январе наблюдается наименьшая среднемесячная температура воздуха, равная 2,3°. Эта температура гарантируется тем, что в январе наблюдается средний минимум температуры воздуха 0,1°.

При охлаждении 100 *г* эксплуатационного рассола до 2,5° выделяется около 11,5 *г* мирабилита, что соответствует 147,5 *кг/м*³.

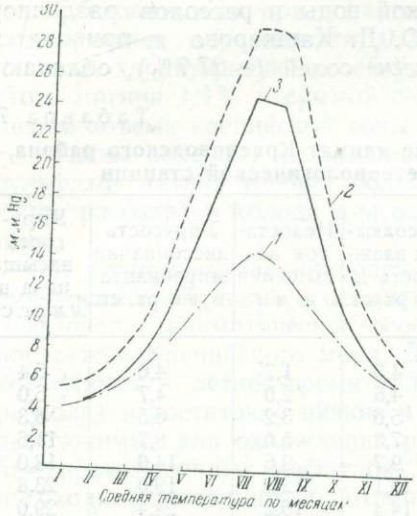


Рис. 84. График соотношения абсолютной влажности, упругости паров воды и упругости диссоциации мирабилита по месяцам

1—абсолютная влажность; *2*—упругость паров воды; *3*—упругость диссоциации мирабилита

Готовый продукт—сульфат натрия — в условиях б. Балханского залива в Красноводском районе может быть получен путем естественного обезвоживания мирабилита. Этому процессу благоприятствует климат данного района. В табл. 74 приводятся необходимые сведения, которые положены в основу обоснования технологического процесса естественного обезвоживания мирабилита. Для большей наглядности эти данные представлены на графике (рис. 84). На этом графике вместо среднемесячных температур воздуха (табл. 74) на нижней ординате нанесены месяцы.

Сопоставление кривых показывает, что начиная с марта месяца упругость диссоциации мирабилита больше абсолютной влажности. Следовательно, мирабилит, находящийся при данных климатических условиях, может выветриваться, т. е. обезвоживаться. Максимальной величины процесс обезвоживания достигает в июле-августе. Затем этот процесс начинает постепенно затухать, достигая равновесия в декабре, когда величина упругости диссоциации мирабилита и значение абсолютной влажности практически равны. В промышленных условиях производства сульфата натрия период естественного обезвоживания мирабилита распространяется на май—сентябрь.

В заключение приводятся некоторые ориентировочные сведения, характеризующие производство природного сульфата натрия на Балханском шоре из воды Каспийского моря.

1. Из 1 *м*³ эксплуатационного рассола d=1,250 (27,7% солей), при охлаждении до 2,5° выделяется 147,5 *кг* мирабилита.

2. Из 1 *т* мирабилита, с учетом всех потерь, может быть получено 250 *кг* товарного сульфата натрия.

3. Для получения 1 *м*³ эксплуатационного рассола требуется упарить 29 *м*³ воды Каспийского моря.

4. Для получения 1 *т* товарного продукта потребуется:

а) мирабилита 4 *т*;

б) эксплуатационного рассола $\frac{1,0}{0,1475} \times 4 = 27,1$ *м*³;

в) каспийской воды $29 \times 27,1 = 785,9$ *м*³ или, округляя, 786 *м*³.

5. Для упаривания 786 $м^3$ воды Каспийского моря и получения 27,1 $м^3$ эксплуататационного рассола (для 1 $т$ товарного продукта) требуется около 600 $м^2$ площади бассейнов, построенной по принципу динамической системы концентрирования рассолов.

6. Для осаждения 4 $т$ мирабилита (для получения 1 $т$ товарного продукта) потребуется около 16,25 $м^2$ площади садочного бассейна.

МАГНИЕВЫЕ СОЛИ

Высоким содержанием и большими запасами магниевых солей в Туркмении отличаются залив Кара-Богаз-Гол, озера Куули, Султан-Санджар и другие менее изученные озера (Данов, 1945; Дзенс-Литовский, 1939; Бергман, 1935; Ильинский, Клебанов и Бадер, 1932). На некоторых минеральных озерах Туркмении в течение летних месяцев рапа концентрируется настолько, что весь хлористый натрий выделяется из нее, а в жидкой фазе остаются только хлор-магниевые и хлор-кальциевые рассолы. К концу лета из рапы многих озер Туркмении происходит садка магниевых солей. Летом 1934 г. А. И. Дзенс-Литовским наблюдалась садка природного кристаллического сернокислого магния — эпсомита ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) на оз. Султан-Санджар.

По запасам высококачественных рассолов Кара-Богаз-Гол можно рассматривать как основную базу магниевых солей Туркмении. Происходящее в настоящее время неуклонное повышение концентрации рапы Кара-Богаз-Гола, создающее угрожающее положение для дальнейшего развития промыслов сульфата натрия, благоприятствует накоплению магниевых солей.

Существующее хозяйство по добыче соли на системе Кара-Богаз-Гола—шестое озеро—пятое озеро—в основном предназначено для получения мирабилита [1]. Отходы мирабилитового промысла — маточные растворы после кристаллизации и выпадения мирабилита — являются сырьем для получения эпсомита. В настоящее время эти рассолы лишь частично используются для получения эпсомита.

Для использования маточных рассолов в качестве эпсомитового сырья необходимо их подвергнуть испарению для выделения избыточного галита и получения эпсомитовых рассолов соответствующих составов, обеспечивающих при их охлаждении кристаллизацию чистого эпсомита. Кроме маточных рассолов после садки мирабилита, сырьем для получения эпсомита может служить рапа залива зимнего состава, а также частично летняя рапа с последующим концентрированием в испарительных бассейнах. При переработке заводским способом твердых солевых отложений Кара-Богаз-Гола на сульфат натрия, маточные рассолы после получения мирабилита также могут быть использованы для получения эпсомита.

Из 1 $т$ мирабилитового маточника или зимней рапы залива при испарении удаляется 0,35 $т$ воды, кристаллизуется 0,1 $т$ смешанной соли $NaCl + MgSO_4 \cdot 7H_2O$ и получается 0,55 $т$ эпсомитового рассола. На 1 $м^3$ эпсомитового рассола требуется около 1,9 $м^3$ исходной рапы.

При испарении мирабилитовых источников, получаемых при заводской переработке твердых солей, количество эпсомитового рассола составляет 35—40% от веса исходной рапы (маточника).

При организации крупного промышленного производства эпсомита на комбинате Карабогазсульфат можно использовать существующий бассейный промысел с вводом в эксплуатацию естественных котловин № 3 и 4, расположенных в непосредственной близости от этого промы-

[1] См. очерк «Кара-Богаз-Гол» в этом томе.

сла. При этом в качестве испарительного бассейна может быть использовано озеро № 5 площадью до 8 $км^2$ с возможной глубиной налива до 1,5 *м*. Садочными бассейнами могут служить котловины № 3 и 4. В соответствии с испарительными силами района, с поверхности озера № 5 можно получить за сезон 4—5 млн. $м^3$ эпсомитовой рапы. Для обеспечения необходимого для такой производительности количества эпсомитовой рапы необходимо испарить 8—10 млн. $м^3$ сбросного мирабилитового маточника или зимней рапы залива.

В зимний период эпсомитовая рапа должна подвергаться охлаждению до 0° в котловинах № 3 и 4. При этом выделится около 450 тыс. *т* эпсомита. Принимая производственные потери по эпсомиту равными 50%, можно рассчитывать на получение на базе существующего промысла около 200 тыс. *т* товарного эпсомита.

Для осуществления этого варианта потребуется сравнительно небольшая реконструкция действующего на комбинате промысла по добыче сульфата натрия с использованием сбросных мирабилитовых источников и частично рапы залива. В перспективном плане на базе запасов рапы залива следует предусмотреть строительство эпсомитового бассейнового промысла на площади высохшей Кургузульской бухты на любую производительность, оправданную экономическими соображениями.

Другой возможной сырьевой базой магниевых солей в Туркмении является озеро Куули[1], в котором имеется около 30 млн. *т* донного астраханита.

Наиболее рациональной схемой переработки астраханита оз. Куули на эпсомит является совмещенная схема получения сульфата натрия и эпсомита. По этой схеме предусматривается растворение астраханита в высокопроизводительных растворителях каспийской водой при обычной температуре с получением растворов, близких к насыщению (85%). Астраханитовые растворы должны подвергаться охлаждению до 0°, в результате чего кристаллизуется мирабилит в количестве 0,4 *т* из 1 $м^3$ рассола. Маточные рассолы после выделения мирабилита должны подвергаться естественному испарению в испарительных бассейнах. При испарении мирабилитовых маточников кристаллизуется эпсомит в количестве 0,2 *т* из 1 $м^3$ маточника или 0,15 *т* из 1 $м^3$ исходной рапы. По этой схеме из 1 *т* астраханита можно получить мирабилита 0,9 *т*, эпсомита 0,3 *т*, маточника после садки эпсомита 0,7 *т*.

Исходя из запасов астраханита в оз. Куули около 30 млн. *т*, при 25—30-летней их эксплуатации годовая производительность промыслов по товарному эпсомиту может быть ориентировочно определена в количестве 200—250 тыс. *т*. Наряду с указанным количеством эпсомита на Куулинском промысле будет получаться мирабилит ориентировочно в количестве 600 тыс. *т* (с учетом 30% потери), что в пересчете на безводный сульфат натрия в среднем составит 200 тыс. *т*.

Из минеральных озер долины Аму-Дарьи, расположенных на территории Туркменской ССР, как серьезную сырьевую базу магниевых солей можно рассматривать оз. Султан-Санджар.

А. В. Данов (1945) указывает повышенное содержание магниевых солей в некоторых озерах Западного Узбоя. По более поздним данным Н. П. Лужной и Е. И. Лукьяновой (1953), высокое содержание магниевых солей свойственно озерам средней части Узбоя, на участке Куртыш—Меликоч. Рапа этих озер характеризуется превышением хлори-

[1] См. очерк «Поваренная соль» в этом томе.

стого магния над хлористым натрием: среднее содержание в ней $MgCl_2$ составляет 16,4%, а $MgSO_4$ 4,2%, при среднем содержании NaCl 6,1%.

В последнее время разведочными работами Туркменского геологического управления установлено присутствие магниевых солей и в соляных залежах в русле Узбоя. В нижних горизонтах соляной залежи на участке Куртышской излучины содержание эпсомита достигает 82%.

Возможности получения магниевых соединений из карналлитов Гаурдакского месторождения еще не изучены.

СЕЛИТРА

В Туркмении издавна известны залежи так называемой туркестанской селитры.

В 1883 г. А. М. Коншин опубликовал некоторые данные о месторождениях селитры Аннау и Имамбаба (1888). Немного позднее месторождения селитры в Шоркала (Геок-Тепинский район) изучали М. Н. Новаковский (1889) и А. В. Дамский (1891). Незадолго до первой мировой войны Горным департаментом, Русским географическим обществом и отдельными лицами были возобновлены работы по выявлению запасов природной селитры. Результаты исследований этого периода сведены в работах П. Н. Чирвинского (1916, 1927) и В. Н. Вебера (1917).

Месторождения селитры в Байрам-Алийском и Куня-Ургенчском районах, ранее известные местному населению, обследовались в 1925—1927 гг. под руководством Н. И. Курбатова Каунчинской станцией удобрений.

В 1928—1932 гг. работы по изучению месторождений селитры Средней Азии (Исфаринское и др.) проводились Научным Институтом по удобрениям (Казаков и Одинцова, 1935).

В 1942 г. Туркменским филиалом АН СССР и Московским ботаническим садом в лице И. В. Арбузова, О. М. Джумаева, В. Г. Зольникова, А. К. Носова и других проведено обследование большинства известных в Туркмении месторождений селитры в пределах Ашхабадской, Марыйской и Ташаузской областей с целью определения их современного состояния и оценки запасов (Арбузов, 1942; Джумаев и Носов, 1948; Джумаев, 1951; Пархоменко, 1942).

В 1943 г. партией Туркменского геологического управления (М. Л. Пархоменко) проведены геолого-разведочные работы на Куня-ургенчском месторождении селитры.

К настоящему времени в пределах Туркмении выделяется несколько районов месторождений селитры: Прикопетдагский, Мургаб-Тедженский и низовьев Аму-Дарьи.

ПРИКОПЕТДАГСКИЙ РАЙОН

Месторождения селитры в Прикопетдагском районе разбросаны в предгорной полосе Копет-Дага (Аннау, Багир, группа месторождений в окрестностях Геок-Тепе, Келята и Кизыл-Арвата). Прикопетдагские месторождения нитратов связаны общностью геологического строения: они расположены в зоне распространения делювиально-пролювиальных выносов, т. е. в области развития процессов современной аккумуляции солей. Все они находятся в условиях сухого пустынного климата. Солевые профили месторождений свидетельствуют о приуроченности нитра-

тов к поверхностным горизонтам. Строение селитряных горизонтов обычно следующее (сверху):

1. Тонкая корочка мощностью в несколько миллиметров, очень богатая селитрой. Содержание KNO_3 до 30%.
2. «Пухлый» горизонт — рыхлая почва с большим содержанием разных солей, в том числе и селитры. Содержание KNO_3 в среднем 2—4%, мощность до 20 *см*.
3. «Материнская порода» (обычно суглинки), в которой до глубины 2 *м* от кровли обычно присутствует селитра, но количество ее книзу постепенно убывает.

В зимнее время в период выпадения осадков, происходит миграция солей (в том числе и нитратов) в нижние горизонты, а летом наблюдается обратный процесс.

Месторождение Аннау. Месторождение Аннау расположено в 13 *км* юго-восточнее Ашхабада; оно занимает территорию бывшего поселения Аннау. Площадь его составляет около 0,5 *км*^{2}. Содержание KNO_3 в поверхностном горизонте 3,77%; запасы селитры незначительны. Месторождение в прошлом эксплуатировалось кустарным способом.

Месторождение Багир. В предгорьях Копет-Дага, в 16 *км* юго-западнее Ашхабада, в сел. Багир, на территории бывшего древнего поселения Неса расположено месторождение Багир. В поверхностном горизонте содержание калийной селитры составляет до 8 *кг* на 1 *м*^{3}; примеси представлены хлоридами и сульфатами. Месторождение кустарно эксплуатируется окрестными колхозами, использующими селитряную землю (без предварительного обогащения) для удобрения полей.

В районе Геок-Тепе известен ряд небольших селитряных месторождений, приуроченных к древним курганам (Эриктепе, Караултепе) или к местам древних поселений. Они временами также эксплуатируются окрестными колхозами для удобрения полей.

Между поселками Безмеин и Геок-Тепе расположен большой солончак Шоркала. Содержание селитры определено в нем от 0,34% (А. В. Дамский) до 2,5% (Яковлев). Несколько небольших селитряных месторождений известны также в районе Келята и Кизыл-Арвата.

МУРГАБ-ТЕДЖЕНСКИЙ РАЙОН

В бассейне рр. Теджен и Мургаб известен ряд месторождений селитры, более крупных, чем в Прикопетдагском районе (месторождения в окрестностях Байрам-Али, Векиль-Базара, Тахта-Базара, Серахса, Туркмен-Кала, Иолотани и др.). Реки Теджен и Мургаб по выходе из горной области текут по широким долинам с хорошо выраженными террасами, сложенными речными отложениями; заканчиваются эти реки слепыми пустынными дельтами, окруженными песками. Предгорная область богата грунтовыми водами, содержащими хлориды, сульфаты и другие соли. Количество солей увеличивается в направлении от гор к равнине.

Месторождение Султан-Санджар. В 4 *км* севернее ст. Байрам-Али находится месторождение Султан-Санджар, приуроченное к территории древнего поселения. Селитроносная площадь, по И. В. Арбузову (1942), составляет 225 *га*; содержание калийной селитры в верхнем 20-сантиметровом слое почвы (в зимние месяцы) от 1 до 2%, или от 10 до 20 *кг* на тонну селитроносной земли; в летние же месяцы содержание селитры в верхних слоях значительно выше (табл. 76).

В прошлом на месторождении велась добыча селитры для производства пороха.

Таблица 76

Химический состав селитроносной земли месторождения Султан-Санджар (образцы зимних сборов, разрез № 6)

Горизонт в *см*	Содержание в весовых процентах								
	NO_3'	KNO_3	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	Органический азот	Валовое P_2O_5	Гумус
0—15	0,27	0,44	0,14	0,29	0,58	0,17	0,082	0,09	0,61
15—30	1,23	2,0	0,6	—	—	—	0,070	0,11	0,68
30—50	1,36	2,23	0,9	—	—	—	0,120	0,12	1,05
50—70	1,36	2,23	1,1	0,24	1,05	0,19	0,070	0,09	1,05
70—100	1,36	2,23	0,92	1,25	1,29	0,17	0,062	0,104	0,61
100—130	1,85	3,03	1,1	0,67	1,29	0,21	0,082	0,09	0,61
130—150	1,25	2,05	0,8	0,77	0,82	0,17	—	0,11	—
150—200	0,23	0,38	0,35	0,29	0,7	0,19	0,120	0,07	1,05

Месторождение Абдулла-Ханкала. Месторождение Абдулла-Ханкала расположено на окраине г. Байрам-Али. Площадь месторождения 49 *га*; среднее содержание селитры 2%, или 20 *кг* на 1 *т* селитроносной земли; содержание селитры в зависимости от времени года изменяется.

Месторождение Байрам-Али Ханкала. К предыдущему месторождению примыкает месторождение Байрам-Али Ханкала. Селитроносная площадь составляет здесь 22 *га*; содержание калийной селитры 1—3%, или от 10 до 30 *кг* на 1 *т* земли.

Векильбазарская группа. В 1 *км* от районного центра Векиль-Базар расположена группа курганов и возвышенностей, отстоящих друг от друга на 300—500 *м*, к которым приурочены отдельные месторождения селитры общей площадью 20 *га*. Содержание калийной селитры в горизонте 0—40 *см* колеблется от 2 до 6%, или от 20 до 60 *кг* на 1 *т* селитроносной земли.

Месторождение Порсыкала. В 10 *км* юго-западнее ст. Семенник, Кушкинской ветки Ашхабадской ж. д., расположено месторождение Порсыкала, приуроченное к территории древнего поселения. Селитроносным является слой культурных напластований. Из 80 *га*, занимаемых развалинами Порсыкала, как селитроносная выделена площадь в 16 *га*.

Содержание калийной селитры, по данным В. Г. Зольникова (Арбузов, 1942), на этом месторождении по горизонтам следующее: 0—10 *см* — 3,06%, 15—20 *см* — 1,06%, 50—60 *см* — 0,32%. Необходимо отметить, что в селитроносной земле Порсыкала процентное содержание хлористого натрия очень высоко и превышает содержание селитры. Расположенные вблизи Порсыкала земли бывшего древнего поселения Менаракала на отдельных пятнах, площадью не более 30—40 *м*², характеризуются повышенной селитроносностью.

Месторождение Серахс. В 2 *км* к югу от современного пос. Серахс на площади разрушенного города с полусохранившимися строениями расположено месторождение Серахс. Общая площадь бывшего поселения 35—40 *га*, из них около 25 *га* заняты селитроносными землями, располагающимися в повышенной, покрытой щебнем части городища и на отдельных холмах; на пониженных ровных местах развиты такыровидные сероземы и такыры, также содержащие селитру, однако

в меньших количествах. Среднее содержание селитры по горизонтам, по В. Г. Зольникову (Арбузов, 1942), следующее: 0—10 *см* — 1,19%, 10—30 *см* — 1,68%, 30—70 *см* — 1,72%; среднее в 10—70 *см* — 1,53%.

На месторождении Имам-Баба, давно известном в литературе, при обследовании в 1942 г. не обнаружено сколько-нибудь значительной концентрации селитры.

НИЗОВЬЯ АМУ-ДАРЬИ

Месторождение Куня-Ургенч. На аллювиальной равнине низовьев Аму-Дарьи, вблизи районного центра Куня-Ургенч, на территории разрушенного древнего города расположено месторождение селитры того же названия. Культурные напластования на территории бывшего города достигают нескольких метров (до 10 *м* и более в отдельных точках); по механическому составу грунтов это суглинки. М. Л. Пархоменко на этом месторождении произвел в 1942 г. полевое определение нитратов по 71 разрезу, а в 1943 г. — дополнительно геолого-разведочные работы. Содержание селитры показано в табл. 77.

Таблица 77

Содержание KNO_3 в селитроносной земле месторождения Куня-Ургенч

Горизонт в *см*	Содержание в %		
	Разрез I	Разрез II	Разрез III
0— 10	2,10	1,30	0,99
10— 20	2,75	1,46	0,63
20— 30	2,59	1,30	0,34
30— 40	1,78	1,30	0,34
40— 50	1,94	1,30	0,34
50— 70	1,62	1,81	0,19
70—100	1,46	0,73	0,13
100—200	0,50	0,50	0,10

На месторождении выделено три селитроносных контура. Первый контур занимает 50 *га* (охарактеризован разрезом I), второй 32 *га* (разрез II), третий 75 *га* (разрез III). На остальной площади содержание селитры колеблется в пределах от 1,1 до 0,07%. График солевого профиля свидетельствует о высокой засоленности нитратного горизонта хлоридами и сульфатами. Месторождение эксплуатируется предприятиями местной промышленности для получения калийной селитры.

Как видно из приведенного обзора, на территории Туркмении известно большое число месторождений селитры. Следует отметить приуроченность большинства известных месторождений к местам бывших поселений — развалинам городов, крепостей, курганам и т. п., что многими исследователями принимается как доказательство гипотезы об органическом происхождении селитры (теория «отбросов»); отсюда этот тип месторождений селитры получил название курганного (Джумаев и Носов, 1948).

Значительно расходится с указанной точкой зрения мнение С. Н. Селякова (1941), который на основании своих исследований и анализа литературных данных пришел к выводу, что месторождения селитры рав-

нинной части Средней Азии представляют собой особую форму солончаков, характерную для экстрааридных областей. Процесс образования таких селитряных солончаков, по С. Н. Селякову, хотя и длительный, но современный. По мнению С. Н. Селякова, обнаружение большинства месторождений в городищах объясняется тем, что поиски селитры велись только на местах развалин городов и крепостей и только один солончак Шоркала, на котором не было развалин, был частично исследован.

Для изученных в Туркмении месторождений более приложима первая точка зрения, согласно которой селитра имеет органическое происхождение. Месторождения селитры солончакового типа, не связанные с местами бывших поселений, в Туркмении пока не известны.

Известные в настоящее время в Туркмении месторождения селитры невелики. Однако они часто удовлетворяют местные потребности. Селитроносная земля используется или непосредственно в качестве удобрения или, применяя несложную технологию, из нее получают калийную селитру. Нет сомнения, что в будущем, при исследовании широко распространенных в Туркмении явлений засолонения грунтов, должное внимание будет уделено и нитратам.

Иод, бром и бораты

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Бром и особенно иод в малых содержаниях широко, почти повсеместно распространены преимущественно в природных водах. Однако места концентраций этих элементов, могущих иметь промышленную ценность, ограничены. В соответствии с условиями их распространения и концентрации различаются следующие типы месторождений иода и брома (см. табл. 78).

Таблица 78

Классификация типов месторождений иода и брома

№ п/п	Тип месторождений
	А. Иодо-бромные месторождения
1	Морские водоросли, скапливающиеся на побережьях в местах их современных выбросов или извлекаемые тралением
2	Месторождения типа Лапоминки — подземные воды четвертичной бореальной толщи на побережье морей и океанов в зоне древних выбросов и отложений морских водорослей, ныне ископаемых (например, на побережье Белого моря)
3	Месторождения чилийского типа — минералы J и Br в рудной массе селитроносных отложений
4	Подземные нефтяные (и сопочные) воды и источники
	Б. Бромные месторождения
5	Соляные озера, замкнутые морские лагуны и заливы типа Кара-Богаз-Гола
6	Соляные залежи — месторождения каменных и калийных солей (например, типа соликамских, иркутских, страссфуртских)

Практическая ценность того или иного месторождения минеральных иод- и бромсодержащих вод определяется: а) величиной содержания иода и брома в минеральной воде; б) дебитом минеральной воды и гид-

родинамическими условиями ее получения (например, наличие или отсутствие самоизлива); в) химическим составом минеральной воды (щелочные воды значительно менее пригодны для технологии извлечения вышеупомянутых элементов, чем жесткие воды; присутствие или отсутствие нафтеновых кислот и их количество далеко не безразличны и т. д.); г) естественной температурой воды (так как для технологии производства желательна температура воды, близкая к 40—50°); д) природными и экономическими условиями района месторождения и, конечно, е) степенью потребности на данный период времени со стороны отраслей народного хозяйства, потребляющих эти элементы.

Как видно из приведенной классификации, все типы иодо-бромных месторождений непременно и тесно связаны с органикой[1]. Для брома же характерна, кроме того, высокая растворимость его соединений, большая чем даже хлористых (при этом бром не обладает способностью улетучиваться, что так характерно для иода). Отсюда понятно нахождение брома в повышенных концентрациях в остаточных морских рассолах замкнутых или полузамкнутых лагун или заливов, в рапе соляных озер, в минералах последних фаз солевой кристаллизации соляных залежей.

Бор в природе встречается в виде двух групп соединений: а) боросиликаты и алюмо-боросиликаты и б) борнокислые соединения. Первые широкого практического использования для извлечения из них бора не получили вследствие своей относительной редкости и главным образом из-за сложности технологического процесса. Большое практическое значение приобретают борнокислые соединения (бораты), встречающиеся в горячих источниках районов вулканической деятельности, в вулканических выделениях, но преимущественно в осадочных образованиях древних озер или болот, в соляных морских отложениях, наконец, в нефтяных и сопочных водах.

Совместное нахождение иода, брома и бора, например, в нефтяных водах разъясняется работами последних лет. Имеющиеся данные о распространении бора показывают, что более высокие содержания его характерны для пород осадочного происхождения, для морских растений, нефтяных вод и вод грязевых вулканов. Это дает основание предполагать об общности исходного материала для иода и бора в нефтяных водах. Исходным материалом являлись, вероятно, морские растительные и отчасти животные организмы и продукты их распада.

Выявленные иодо-бромные и борные месторождения Туркмении связаны с нефтяными и сопочными водами (четвертый тип месторождений по вышеприведенной схеме); кроме того, месторождения брома, а возможно, и бора встречаются в связи с соляными озерами (пятый тип месторождений).

Степень изученности и разведанности месторождений иода, брома и особенно бора Туркменской ССР далеко недостаточная; однако имеющиеся материалы, собранные за последние 15—20 лет в результате работ советских геологов, свидетельствуют о большой народнохозяйственной значимости и ценности туркменских иодо-бромных месторождений и об определенной перспективности в отношении бороносности Туркменской ССР.

---

[1] Напрашивается вывод об общности исходного материала (морские животные и растительные организмы и продукты их разложения), служившего для образования нефти и иода.

Месторождения иода и брома Юго-Западной Туркмении — одной из нефтеносных провинций Средней Азии и первой и пока единственной в Туркменской ССР — по своим размерам, концентрации и ресурсам выдвигаются в ряд наиболее крупных и ценных месторождений Союза ССР.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Еще в 1882 г. А. М. Потылицын (1882—1883) впервые отметил наличие иода в нефтяных водах. Однако в Средней Азии, и в том числе на территории нынешней Туркмении, до 1925 г. о наличии месторождений или даже признаков иода, а также брома и бора ничего не было известно.

Первые указания на наличие иода в водах источников Небит-Дага приводятся С. А. Ковалевским (1926). Анализы, фиксирующие присутствие иода в нефтяных водах Юго-Западной Туркмении, впервые опубликованы в отчете Геологического Комитета за 1926—1927 гг. (1929, стр. 473—475).

Одной из первых работ, посвященных изучению иодоносных вод Туркмении, является работа Г. И. Смолко (1932а), который в 1928 г. обследовал источники возвышенностей Боя-Дага, Монжуклы и Небит-Дага. Автор рассматривал обследованные им источники только как иодсодержащие, не предполагая о наличии в них повышенных содержаний брома и бора.

В 1929 г. Н. В. Тагеева (1934а), проводившая геохимические исследования на Челекене, отметила содержание иода и брома в челекенских водах.

А. И. Косыгин (1931, 1935а-г), занимавшийся с 1928 г. в течение нескольких лет изучением газовых вулканов у Чикишляра, обратил внимание на высокое содержание иода и брома в водах грязевых сопок. Им же ориентировочно подсчитаны запасы иода и брома в рассолах кратерных озер Чикишляра. Большую работу по выявлению и изучению иодо-бромных вод Челекена выполнил В. Б. Порфирьев. Им были также собраны материалы об иодо-бромных водах других месторождений Юго-Западной Туркмении: Боя-Дага, Небит-Дага, Сыртланли, Монжуклы (Порфирьев, 1933б, в, 1934 б, в). Примерно с 1932 г. на Челекене из нефтяных вод началась промышленная добыча сначала иода, а затем брома и бора (Климовских, 1934а; Волынский, 1934а, б). Позже на Челекене в целях обеспечения иодо-бромного завода водой-сырцом проводились дополнительные исследования различными специалистами (А. М. Агаджанов, А. В. Данов, Н. А. Плотникова, Е. С. Гавриленко и др.). Из них опубликована лишь статья К. Б. Аширова (1940).

Краткие сведения о новых месторождениях иодо-бромных и борсодержащих вод — Ялма и Безымянный Бугор — приводятся М. И. Варенцовым и П. Г. Суворовым (1939, 1940) на основании проведенных ими геологических исследований в районе западных отрогов Копет-Дага.

Отрывочные сведения о новых точках иодо-бромных проявлений находим у П. И. Калугина (1934ф) по району Гаурдака и у М. М. Иваницына (1936ф) по району Кызылкупа.

Посещение и ознакомление с отдельными месторождениями иодо-бромных и борсодержащих вод Западной Туркмении Б. А. Бедером и его исследования аналогичных месторождений Ферганы, Южного Узбекиста-

на и Юго-Западного Таджикистана способствовали составлению им ряда сводных работ, в том числе первых сводок по запасам, относящихся, в числе других районов, и к Западной Туркмении (Бедер, 1948, 1949, 1942ф, 1944ф, 1946ф и др.). Опубликованный в 1943 г. баланс запасов иода и брома СССР по состоянию на 1 января 1942 г. (Баланс запасов, вып. 63 и 64, 1943) в отношении месторождений Средней Азии, и в том числе Туркмении, приводит данные из сводки запасов, составленной Б. А. Бедером.

Что касается вопроса изучения брома и бора в озерах Туркмении, то значительная работа, связанная с изучением соляных озер и имевшая значение для последующего выявления бромных и боратовых проявлений в озерах Туркменской ССР, была проведена геологами и специалистами смежных дисциплин, изучавшими соляные озера.

Присутствие брома в воде залива Кара-Богаз-Гол впервые было отмечено А. А. Лебединцевым (Шпиндлер и Лебединцев, 1902). Позднее наличие брома в воде этого залива и прилегающих к нему озер, а также оз. Куули указывается Н. И. Подкопаевым и В. Л. Ронкиным («Карабугаз», 1930). Более полные данные о содержании брома в рапе залива и прилегающих озер и перспективах организации его добычи имеются в статьях А. Г. Байчикова (1933), А. И. Китайгородского (1935), В. П. Ильинского, Г. С. Клебанова и Я. Б. Блюмберга (1936).

Касаясь данных о боре Туркмении, необходимо отметить, что к настоящему времени они далеко еще не достаточны вследствие слабой изученности его месторождений, которые ждут широких специальных исследований в самое ближайшее время. После единичных анализов с данными о присутствии бора в водах Челекена, приведенных Н. В. Тагеевой (1934), первые сведения о боре Юго-Западной Туркмении встречаются в статье Н. В. Тагеевой, С. Г. Цейтлин и А. И. Морозовой (1934). В первой сводке запасов бора Юго-Западной Туркмении (Мин. ресурсы СССР, вып. IV, 1930) приводятся данные о содержании и количестве бора в водах отдельных скважин Челекена, Небит-Дага и Боя-Дага. В статье А. Г. Бергмана (1937) указывается об обнаружении бора в оз. Султан-Санджар и источниках района озера, а в статье И. Б. Фейгельсона, М. Г. Валяшко и А. Г. Бергмана (1939) — о наличии бора в соляных озерах Сарыкамышской впадины и побережья Аму-Дарьи. Сведения о месторождениях бора в Средней Азии, в том числе и на территории Туркменской ССР, имеются в работах Б. А. Бедера (1941ф, 1944ф). Более широкое освещение месторождений иода, брома и бора в Средней Азии, связь их с водами нефтяных месторождений и соляными озерами, зональность (районы) распространения даются тем же автором в его работе в 1946 г. (1946ф). В 1952 г. им же проводились исследования ряда озер района низовьев Аму-Дарьи, в том числе нескольких озер и на территории Туркменской ССР (Султан-Санджар, Капарас, Кранч, Кок-Чага и др.).

ИОДО-БРОМНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Расположенная в юго-западной части Туркменской ССР, Прикаспийская низменность рассматривается исследователями как значительная по размерам тектоническая депрессия, открытая с запада и ограниченная с севера системой Красноводских гор и хребтами Большой и Малый Балханы, с востока и юго-востока — западными отрогами хребта Копет-Даг. Прикаспийская низменность сложена мощной толщей третичных песчано-

глинистых отложений. Подстилающие эту толщу отложения мела и юры обнажаются в окружающих депрессию хребтах. С поверхности третичные осадки Прикаспийской низменности скрыты под четвертичным покровом эоловых песков и аллювиально-пролювиальных и морских рыхлообломочных отложений.

На равнинной поверхности Прикаспийской низменности в отдельных местах из-под четвертичного покрова поднимаются изолированные невысокие возвышенности, представляющие собой антиклинальные складки, сложенные породами неогена: Чохрак на п-ове Челекен, Небит-Даг, Боя-Даг, Монжуклы, Сыртланли, Ялма, Безымянный Бугор. Складки эти являются одновременно и нефтяными, и иодо-бромными месторождениями. В тектоническом отношении все складки представляют собой поднятия с широким сводом, углами падения крыльев от 10—15° до 60°, разбитые многочисленными сбросами, нередко со значительными амплитудами смещения. Со сбросами связаны естественные выходы минеральных иодо-бромных, борсодержащих вод в виде родников. Кроме того, эти же минеральные воды вскрываются на ряде структур глубокими разведочными или эксплуатационными на нефть скважинами, пробуренными до нефтеносных пластов в красноцветной толще.

Одним из основных источников пополнения и возобновления подземных вод Прикаспийской низменности, вероятно, служат подземные воды, заключенные в водоносных горизонтах мела и третичных пород и получающие питание за счет атмосферных осадков на выходах в хребтах Большого и Малого Балханов и в западных отрогах Копет-Дага. Воды эти спускаются в силу естественного уклона пластов на юг и запад, на своем пути обогащаются выщелоченными из пород солями и в пределах Прикаспийской низменности, метаморфизуясь под действием углеводородов, приобретают благодаря этому специфический состав. Преобладающим типом нефтяных иодо-бромных и борсодержащих вод Юго-Западной Туркмении, как и других нефтеносных областей Средней Азии (Ферганы, Южного Узбекистана), а также большинства нефтеносных провинций и областей СССР и зарубежных стран является тип хлоридно-натриево-кальциевых вод (см. табл. 79—82).

Челекен — наиболее крупное по своей водообильности и ресурсам иодо-бромное месторождение Туркмении и одно из наиболее крупных и перспективных месторождений Советского Союза. Челекен представляет собой ныне полуостров на восточном побережье Каспийского моря, в 60—70 *км* на юг от Красноводска.

В геолого-структурном отношении Челекен является антиклинальной складкой, сложенной песчано-глинистыми отложениями апшерона, акчагыла и красноцветной толщи. Складка разбита густой сетью сбросов. С сетью сбросовых трещин тесно связаны естественные водопроявления (родники) и водообильность пробуренных на Челекене свыше 200 скважин на нефть. Все скважины, вошедшие в красноцветную толщу, дали иодо-бромную воду, во многих из них самоизливающуюся. Дебит воды преобладающего числа самоизливающихся скважин от 1 до 6—7 *л/сек*. Отдельные скважины, например старая скважина Арамазд на урочище Мирзабек, обладают расходами воды в 20—23 *л/сек*. При этом расход воды скважин в течение многолетнего периода наблюдений характеризуется постоянством или колеблется в незначительных пределах.

Глубокое разведочное бурение на иодо-бромную воду, предпринятое на Челекене в последние годы, выявило наличие в красноцветной толще многих новых многодебитных водоносных горизонтов (только для верх-

Результаты химического анализа

№ п/п	Наименование скважины или источника и дата взятия пробы	Сухой остаток в *г/л*	Единица измерения	Cl'	SO_4''	HCO_3'	CO_3''	Σ_1
1	Скв. № 60 Мухихан	290,3	*г/л*	156,190	0,263	0,0189	—	—
			мг-экв	4 40480	5,48	0,63		4 410,91
			% мг-экв	49,93	0,06	0,01		50,00
2	Скв. № 2 Кузьмина	271,3	*г/л*	153,520	0,148	0,0156	—	—
			мг-экв	4 329,30	3,08	0,52		4 332,9
			% мг-экв	49,96	0,03	0,01		50,00
3	Скв. № 101 Б. Солончак	295,5	*г/л*	164,490	0,222	0,0189	—	—
			мг-экв	4 638,90	4,62	0,63		4 644,15
			% мг-экв	49,94	0,05	0,01		50,00
4	Скв. Новая Гек-Тепе	293,2	*г/л*	159,170	0,235	0,0105	—	—
			мг-экв	4 488,80	5,31	0,35		4 494,46
			% мг-экв	49,94	0,05	0,01		50,00
5	Источник в ур. Алигул	251,8	*г/л*	138,750	0,016	—	—	—
			мг-экв	3 912,77	0,13	1,30		3 914,2
			% мг-экв	49,98	0,002	0,018		50,00
6	Скв. Азизбек	220,0	*г/л*	129,2	0,180	0,017	—	—
			мг-экв	3 643,9	3,7	0,8		3 947,9
			% мг-экв	49,94	0,05	0,01		50,00
7	Скв. № 6 Дагаджик (26/X 1946 г.)	203,0	*г/л*	120,2	сл.	0,052	—	—
			мг-экв	3 390,0	—	0,9		3 390,9
			% мг-экв	49,99		0,01		50,00
8	Скк. № 4 Чохрак (30/X 1946 г.)	218,0	*г/л*	128,2	0,063	0,013	—	—
			мг-экв	3 615,6	1,3	0,2		3 617,1
			% мг-экв	49,98	0,02			50,00
9	Скв. № 93 (31/X 1946 г.)	222,0	*г/л*	130,7	0,167	0,052	—	—
			мг-экв	3 686,1	3,5	0,9		3 690,5
			% мг-экв	49,94	0,05	0,01		50,00
10	Горячий источник (из красноцветов)	297,0	*г/л*	165,5	0,366	—	—	—
			мг-экв	4 670,4	7,6			4 678,0
			% мг-экв	49,92	0,08			50,00

Таблица 79

минеральных иодо-бромных вод Челекена

$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	Σ_2	J	Br	B_2O_3	Формула Курлова
75,332 3 265,97 37,04	18,686 932,61 10,60	2,582 212,33 2,36	— 4 410,91 50,0	0,030	0,412	—	$J_{0,030}\,Br_{0,412}\,M_{290}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{74}\,(Ca_{21})}$
69,912 3 045,02 35,13	20,570 1 026,70 11,85	3,175 261,18 3,02	— 4 332,9 50,00	—	—	—	$M_{271}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{70}\,(Ca_{24})}$
80,178 3 481,77 37,48	18,804 938,56 10,11	2,722 223,82 2,41	— 4 644,15 50,00	0,027	0,621	—	$J_{0,027}\,Br_{0,621}\,M_{295}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{75}\,(Ca_{20})}$
76,083 3 308,75 36,81	18,121 904,41 10,06	3,420 281,30 3,13	— 4 494,46 50,00	0,021	0,507	—	$J_{0,021}\,Br_{0,507}\,M_{293}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{74}\,(Ca_{20})}$
65,230 2 802,40 36,80	17,652 881,0 11,25	2,806 230,8 2,95	— 3 914,2 50,00	—	—	—	$M_{252}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{72}\,(Ca_{23})}$
— 2 700,5 37,01	15,4 768,7 10,54	2,17 178,5 2,45	— 3 647,9 50,00	0,035	0,461	—	$J_{0,035}\,Br_{0,461}\,M_{220}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{74}\,(Ca_{21})}$
— 2 481,4 36,59	14,2 708,8 10,45	2,44 200,7 2,96	— 3 390,9 50,00	0,028	0,487	—	$J_{0,028}\,Br_{0,487}\,M_{213}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{71}\,(Ca_{21})}$
— 2 580,1 35,66	17,3 863,5 11,94	2,11 173,5 2,40	— 3 617,1 50,00	0,019	0,516	—	$H^2S\,J_{0,019}\,Br_{0,516}\,M_{218}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{71}\,(Ca_{24})}$
— 2 773,0 37,57	15,3 763,7 10,35	1,87 153,8 2,08	— 3 690,5 50,00	—	—	—	$M_{222}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{75}\,(Ca_{21})}$
— 3 483,3 37,27	19,7 983,3 10,52	2,51 206,4 2,21	— 4 678,0 50,00	—	—	—	$M_{297}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{75}\,(Ca_{21})}$

ней части красноцветной толщи насчитывается до 20 водоносных горизонтов), приуроченных к пластам песчаников. Полученные расходы воды из этих глубоких скважин достигали 80 *л/сек* (7000 *м³/сутки*) и более. Температура воды источников (максимальная) была зафиксирована 65—70°, температура воды скважин — до 100°. Даже неглубокие скважины, например упомянутая выше старая скважина Арамазд глубиной всего 117 *м*, дают самоизливающуюся воду с постоянной температурой 66°.

Высокие температуры подземных вод Челекена ранее объяснялись некоторыми исследователями предположением о близости залегания магматических пород и их тепловом воздействии на близлежащие к ним породы и подземные воды. Нам этот факт представляется иначе. Многочисленные глубокие тектонические трещины (сбросы), секущие в различных направлениях породы, слагающие Челекен, являются выводящими каналами для глубоких подземных напорных термальных вод, приуроченных к песчаным пластам мощной красноцветной толщи. Бурящиеся скважины, встречая на своем пути трещины, получают горячую напорную воду, дебит и температура которой зависят от количества и величины встреченных скважиной водовыводящих трещин и от глубины залегания водоносного пласта (или водоносных пластов), питающего напорной водой эти трещины. При температуре воды даже 100° и условно принятой величине геотермической ступени 30 *м*, близкой к обычной (33 *м*), глубина, с которой возможен подъем воды с такой температурой, равна примерно 2—2,5 тыс. *м*, что близко к действительной обстановке.

По степени и характеру минерализации иодо-бромные (и одновременно борсодержащие) воды различных водоносных горизонтов красноцветной толщи Челекена являются сильно минерализованными хлоридно-натриево-кальциевыми рассолами с величиной плотного остатка свыше 200 *г/л*.

Результаты химических анализов и формула Курлова иодо-бромных вод из отдельных скважин и источников Челекена приведены в табл. 79.

Для глубоких скважин отмечается, что с глубиной увеличиваются расходы воды водоносных пластов (горизонтов) благодаря увеличению песчанистости пород и в том же направлении постепенно падает величина общей минерализации воды.

Содержание иода в воде скважин Челекена из красноцветной толщи колеблется от 16—20 до 30 *мг/л*, брома — от 300—400 до 990 *мг/л* и бора (B_2O_3) — от 40 до 70 *мг/л*. В воде естественных источников содержание этих элементов примерно аналогичное, колеблется в несколько больших интервалах.

В 1936 г. Центральной комиссией по запасам (ЦКЗ) были утверждены следующие ресурсы иодо-бромных вод Челекена: а) по категории A_2 суммарный дебит самоизливающихся вод существовавших на 1936 г. скважин определялся в 78 *л/сек* (6740 *м³/сутки*) и суммарный дебит вод источников (акаров) — в 100 *л/сек* (8640 *м³/сутки*); б) по категории C_1 утвержден суммарный расход воды 24 запроектированных скважин 120 *л/сек* (10 370 *м³/сутки*) со средним дебитом воды по 5 *л/сек* для каждой. Такие ресурсы минеральных иодо-бромных вод при среднем утвержденном содержании иода 27 *мг/л* и брома 500 *мг/л* обеспечивают ежегодную добычу по категории A_2 около 155 *т* иода и 2800 *т* брома и по категории C_1 из вод 24 запроектированных скважин 104,5 *т* иода и около 1880 *т* брома.

По состоянию на 1 января 1936 г. был произведен ориентировочный подсчет бора, выносимого водами некоторых скважин Челекена (Мин.

ресурсы СССР, вып. IV, 1936). Только по пяти точкам (скв. Мирзабек, скв. № 200, скв. Кошкина № 60, Каракын и воды иодного завода) с суммарным дебитом воды 38,2 *л/сек* (3300 *м³/сутки*) при среднем содержании B_2O_3 56 *мг/л*[1] получалось 75 *т* B_2O_3 в год. По вышеприведенным подсчетам учтены далеко не все скважины Челекена и совершенно не включены воды источников (акаров).

Если принять для ориентировочного подсчета запасов бора утвержденный ЦКЗ суммарный расход воды существовавших на 1936 г. скважин и источников 178 *л/сек* и среднее содержание B_2O_3 56 *мг/л*, получим 311 *т* в год; для 24 запроектированных скважин с суммарным дебитом 120 *л/сек* количество бора при том же содержании его в воде (56 *мг/л*) определяется в 208 *т* в год.

Глубокое бурение последних лет на Челекене, благодаря которому были вскрыты многодебитные водоносные горизонты, существенно увеличивает ресурсы минеральных иодо-бромных и борсодержащих вод Челекена. Приведенные выше данные о запасах этих элементов в водах Челекена должны уже в ближайшее время возрасти в несколько раз. Челекен — одно из крупнейших иодо-бромных месторождений СССР — должен эксплуатироваться комплексно с одновременным извлечением иода, брома и бора, а возможно, и хлористого кальция.

Боя-Даг — перспективная на нефть и одновременно на иодо-бромные воды структура — находится в 35—40 *км* на юг от станции Айдин, Ашхабадской ж. д.

В структурном отношении Боя-Даг представляет собой антиклинальную складку широтного простирания с крутым (до 50°) северным крылом и пологим (около 15°) южным, сложенную теми же отложениями, что и Челекенская. Складка разбита серией сбросов. Почти все сбросы Боя-Дага водообильны. Большое количество источников, среди которых нередки источники с расходами 3—6 и даже 10—12 *л/сек*, выходит в основном в осевой части складки, приурочиваясь к сбросам. Водоносными породами являются песчаные горизонты в красноцветной толще.

Вода источников сильно минерализована, с величиной общей минерализации от 150 до 200 *г/л*. По характеру минерализации это хлоридно-натриево-кальциевые иод-, бром- и борсодержащие рассолы.

Результаты химического анализа и формула Курлова воды Боя-Дага сведены в табл. 80.

По Г. И. Смолко (1932а), содержание иода в воде источников колеблется от 14 до 48,7 *мг/л*; по В. Б. Порфирьеву (1933в), содержание иода — от 20 до 64,5 *мг/л* и брома — от 275 до 600 *мг/л*. Содержание бора в водах источников Боя-Дага, по единичным анализам, от 136 до 202 *мг/л* (Тагеева, Цейтлин и Морозова, 1934), что в 2—3 раза превышает таковое в водах Челекена.

Принимая общий дебит воды источников Боя-Дага 21,24 *л/сек* и среднее содержание иода 26,8 *мг/л*, Г. И. Смолко определил величину выносимого водами иода в 50,61 *кг/сутки*. Подсчет выносимого водами Боя-Дага брома Г. И. Смолко не делал, по-видимому, не предполагая о его присутствии. Если принять среднее содержание брома в водах Боя-Дага в 400 *мг/л* (некоторые анализы показали его содержание до 600 *мг/л*)

[1] Анализов на содержание бора в водах Челекена, так же как и других месторождений Туркмении, известно незначительное количество. Поэтому за среднее содержание B_2O_3 принимаются величины, приведенные в опубликованных работах (Мин. ресурсы СССР, вып. IV, 1936; Цейтлин, 1936), где для вод Челекена принято среднее содержание 56 *мг/л*.

Таблица 80

Результаты химического анализа минеральных иодо-бромных вод Боя-Дага и Сыртланли

№ п/п	Наименование скважин или источников	Сухой остаток в г/л	Единица измерения	Cl′	SO_4''	KCO_3'	CO_3''	Σ_1	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	Σ_2	J	Br	B_2O_3	Формула Курлова
																Боя-Даг
1	Скв. № 2 (красноцветы)	188,0	г/л	117,2	1,178	0,161	—	—	—	10,6	0,778	—				
			мг-экв	3 302,0	25,0	3,0		3 330,0	273,8	528,0	64,0	3 330,0				
			% мг-экв	49,58	0,38	0,04		50,00	41,11	7,92	0,97	50,00				$M_{188}\frac{Cl_{99}}{Na_{88}(Ca_{16})}$
2	Скв. № 3 (красноцветы)	155,0	г/л	93,1	—	0,043	—	—	—	8,68	1,821	—	—	—	—	
			мг-экв	2 625,0	—	1,0		2 626,0	2 047,0	433,0	150,0	2 626,0				
			% мг-экв	49,98	—	0,02		50,00	38,90	8,24	2,86	50,00				$M_{155}\frac{Cl_{100}}{Na_{78}(Ca_{16})}$
3	Скв. № 4 (красноцветы)	164,0	г/л	100,6	—	0,076	—	—	—	9,48	0,816	—	—	—	—	
			мг-экв	2 837,0	—	1,0		2 838,0	2 298,0	473,0	67,0	2 838,0				
			% мг-экв	49,98	—	0,02		50,00	40,48	8,34	1,18	50,00				$M_{164}\frac{Cl_{100}}{Na_{81}(Ca_{17})}$
4	Источник в осевой части Боя-Дага	174,0	г/л	129,2	0,040	0,054	—	—	—	9,64	1,09	—	—	—	—	
			мг-экв	3 641,0	1,0	1,0		3 642,0	3 074,0	481,0	88,0	3 642,0				
			% мг-экв	49,58	0,01	0,01		50,00	42,19	6,62	1,19	50,00				$M_{174}\frac{Cl_{99}}{Na_{84}(Ca_{13})}$
5	Источник № 5 (зап. часть)	195,7	г/л	119,67	0,01	0,09	—	—	61,91	10,99	1,60	—	—	—	—	
			мг-экв	3 372,9	0,2	1,5		3 374,6	2 693,5	548,5	132,6	3 374,6				
			% мг-экв	49,98	—	0,02		50,00	39,91	8,13	1,96	50,00				$M_{196}\frac{Cl_{100}}{Na_{80}(Ca_{16})}$
6	Источник № 17 (зап. часть)	195,0	г/л	119,7	Следы	0,02	—	—	61,55	11,88	1,46	—	0,030	0,350	—	
			мг-экв	3 376,1	—	0,3		3 376,4	2 667,2	592,8	120,3	3 380,3				
			% мг-экв	49,97	—	0,01		49,98	39,47	8,77	1,78	50,00				$J_{0,030}\,Br_{0,350}\,M_{195}\frac{Cl_{100}}{Na_{79}(Ca_{18})}$
7	Источник № 24 (центр. часть)	162,6	г/л	99,6	0,02	0,06	—	—	51,8	9,29	1,25	—	—	—	—	
			мг-экв	2 809,0	0,4	1,0		2 810,4	2 253,0	464,6	103,1	2 820,7				
			% мг-экв	49,88	0,01	0,02		49,91	40,01	8,25	1,83	50,09				$M_{163}\frac{Cl_{100}}{Na_{80}(Ca_{17})}$
8	Источник № 26 (вост. часть)	157,0	г/л	96,33	Следы	0,04	—	—	50,40	8,64	1,28	—	0,035	0,600	—	
			мг-экв	2 717,0	—	0,7		2 717,7	2 181,1	431,3	105,6	2 718,0				
			% мг-экв	49,99		0,01		50,00	40,13	7,93	1,94	50,00				$J_{0,035}\,Br_{0,600}\,M_{157}\frac{Cl_{100}}{Na_{80}(Ca_{16})}$
9	Источник № 35 (вост. часть)	181,3	г/л	111,3	0,01	0,043	—	—	57,0	10,97	1,53	—	—	—	—	
			мг-экв	3 138,0	0,2	0,7		3 138,9	2 466,0	547,4	125,6	3 139,0				
			% мг-экв	49,99	—	0,01		50,00	39,28	8,72	2,0	50,00				$M_{181}\frac{Cl_{100}}{Na_{79}(Ca_{17})}$
																Сыртланли
10	Источник № 1	192,7	г/л	118,0	0,12	0,04	—	—	58,89	11,58	2,61	—	Есть	Есть	—	
			мг-экв	3 327,0	2,4	0,6		3 330,0	2 559,0	578,2	215,0	3 352,2				
			% мг-экв	49,79	0,03	0,01		49,83	38,30	8,65	3,22	50,17				$J_{есть}\,Br_{есть}\,M_{193}\frac{Cl_{100}}{Na_{77}(Ca_{17})}$
11	Источник № 2	231,9	г/л	142,4	0,08	0,05	—	—	71,55	14,45	2,26	—	»	»	—	
			мг-экв	4 015,0	1,8	0,8	—	4 017,6	3 111,0	721,2	185,8	4 018,0				
			% мг-экв	49,97	0,02	0,01		50,00	38,72	8,97	2,31	50,00				$J_{есть}\,Br_{есть}\,M_{232}\frac{Cl_{100}}{Na_{77}(Ca_{18})}$
12	Источник № 3	228,2	г/л	141,3	0,20	0,02	—	—	70,50	14,80	2,20	—	»	»	—	
			мг-экв	3 986,0	4,0	0,3		3 990,3	3 066,0	743,7	180,1	3 989,8				
			% мг-экв	49,93	0,05	0,005		50,00	38,42	9,32	2,26	50,00				$J_{есть}\,Br_{есть}\,M_{228}\frac{Cl_{100}}{Na_{77}(Ca_{19})}$
13	Источник № 5	250,0	г/л	153,8	0,26	0,05	—	—	75,55	16,72	2,82	—	»	»	—	
			мг-экв	4 337,0	5,5	0,8		4 343,3	3 285,0	749,1	231,2	4 265,3				
			% мг-экв	49,93	0,06	0,01		50,00	38,16	8,70	2,69	49,55				$J_{есть}\,Br_{есть}\,M_{250}\frac{Cl_{100}}{Na_{76}(Ca_{17})}$
14	Источник № 7	225,0	г/л	139,3	0,49	0,05	—	—	69,63	14,09	2,70	—	»	»	—	
			мг-экв	3 928,4	10,4	0,8		3 939,6	3 019,0	703,0	222,0	3 944,2				
			% мг-экв	49,83	0,13	0,01		49,97	38,29	8,92	2,82	50,03				$J_{есть}\,Br_{есть}\,M_{225}\frac{Cl_{100}}{Na_{77}(Ca_{18})}$

и бора 170 *мг/л* при том же дебите источников, который замерен Г. И. Смолко (21,24 *л/сек*), получим, что за сутки водами источников Боя-Дага выносится свыше 730 *кг* брома (или 262,8 *т* в год) и 312 *кг* бора (или 114 *т* в год). Однако следует согласиться с мнением В. Б. Порфирьева о том, что главными гидротермальными ресурсами Боя-Дага являются не родники, а глубокие буровые скважины на воду, обещающие по его заключению, получение самоизливающейся воды с большим суммарным дебитом. При этом В. Б. Порфирьев ссылается на опыт бурения в аналогичных условиях геологического строения на Челекене и Небит-Даге. Исходя из таких перспектив, ресурсы иода, брома и бора Боя-Дага неизмеримо возрастут. Правда, экономические и бытовые условия Челекена, как уже освоеннного объекта, несравненно более благоприятны, чем Боя-Дага, но последний должен рассматриваться как серьезный резервный фонд иодо-бромного сырья, а возможно, и как сырья для добычи бора.

Сыртланли — антиклинальная складка, расположенная в 2—3 *км* к востоку от Боя-Дага, сложенная теми же породами, что и Боя-Даг, и так же разбитая системой сбросов.

По трещинам сбросов в различных местах складки выходят сильно минерализованные источники с величиной общей минерализации воды от 190 до 250 *г/л* хлоридно-натриево-кальциевого состава, т. е. аналогичного составу вод Челекена, Боя-Дага, Небит-Дага и др.

Результаты химического анализа и формула Курлова минеральных вод Сыртланли приведены в табл. 80.

Качественно в воде источников Сыртланли установлено присутствие иода и брома. К сожалению, не имеется количественных определений этих элементов, но можно с достаточным основанием предполагать, что величины их содержания, так же как и содержание бора, близки к таковым в водах Боя-Дага.

По заключению В. Б. Порфирьева (1933в), Сыртланлинская структура является «чрезвычайно интересным объектом для разведочного бурения на весь комплекс полезных ископаемых — нефть, газ и иодо-бромные воды, так как здесь с наименьшими затратами может быть пройдена до подошвы красноцветная свита и выяснен характер подстилающих ее свит и условия залегания в них всех этих ископаемых».

Здесь к комплексу перечисленных полезных ископаемых следует добавить также и бор; при бурении структуры и гидрохимическом исследовании ее подземных вод наряду с определением иода и брома необходимо определение и бора.

Небит-Даг — крупное, ныне эксплуатируемое нефтяное месторождение — может и должен одновременно рассматриваться как иодобромное и боратовое месторождение. Он находится в 27—30 *км* на юго-запад от города Небит-Дага и связан с последним железнодорожной веткой нормальной колеи. Орографически Небит-Даг — невысокая куполообразная возвышенность, расположенная в центральной части громадного солончака Баба-Ходжа.

В структурном отношении Небит-Даг является пологой антиклинальной складкой восток-северо-восточного простирания. Породы на крыльях складки падают под углами 15—40°. На поверхности обнажаются лишь отложения апшеронского яруса. Так же как и Челекенская складка, Небитдагская разбита густой сетью сбросовых трещин. Естественные выходы подземных вод — родники — приурочены к наиболее крупным сбросам, но общее количество родников и их водообильность ничтожны. По данным Г. И. Смолко (1932а), суммарный дебит источ-

ников равен 0,35 *л/сек*. В. Б. Порфирьев (1933в) считает эту величину сильно преуменьшенной и определяет ее в 2—3 *л/сек*. Слабость естественных водопроявлений на Небит-Даге объясняется тем, что водоносная красноцветная толща перекрыта мощной пачкой глинистых пород, а трещины тектонических разрывов не имеют того «зияющего» характера, как это мы видим на Боя-Даге. По амплитуде вертикального смещения они тоже значительно меньше челекенских и боядагских сбросов (Порфирьев, 1933в).

Конечно, не существующими расходами естественных источников характеризуется водообильность пород красноцветной толщи. О фактической ее водообильности на Небит-Даге можно судить по мощным водяным фонтанам, в том числе по водяному фонтану из скв. № 6 с глубины 210 *м* с расходом в 5000 *м*^{3}*/сутки* (т. е. около 58 *л/сек*). Интенсивный самоизлив воды отмечался и в ряде других скважин (№ 24, 12, 9, 10 и др.).

Воды Небит-Дага представляют собой высокоминерализованные хлоридно-натриево-кальциевые, содержащие иод, бром и бор рассолы с величиной общей минерализации от 96 до 320 *г/л*. Результаты химического анализа и формула Курлова воды отдельных скважин и источников Небит-Дага помещены в табл. 81.

Содержание иода колеблется в широких пределах, от 12 до 32 *мг/л*; о содержании брома имеются лишь единичные данные (150—200 *мг/л*). Заслуживает внимания повышенное содержание бора в водах Небит-Дага, превышающее более чем в 4 раза содержание бора в водах Челекена и почти в 2 раза — в водах Боя-Дага. Содержание B_2O_3 в воде скв. № 15 равно 269 *мг/л* и скв. № 21 — 394 *мг/л*.

Г. И. Смолко определяет количество иода, выносимого 15 источниками (с суммарным дебитом 0,35 *л/сек*), в 0,71 *кг/сутки*. По В. Б. Порфирьеву, количество выносимого иода (при дебите 2—3 *л/сек*) составляет 4—5 *кг/сутки* (или 1,8 *т* в год). Но, как уже было указано выше, степень водообильности красноцветной толщи характеризуется не малодебитными источниками, а мощными водяными фонтанами из скважин в 50 *л/сек* и более.

В настоящее время, когда Небит-Даг представляет собой крупное эксплуатируемое нефтяное месторождение, о специальном бурении скважин на иодо-бромную и борсодержащую воду говорить, по-видимому, преждевременно, так как это может отрицательно отразиться на режиме нефтяной залежи. При наличии таких месторождений, как Челекен и Боя-Даг, это тем более не вызывается необходимостью. Поэтому Небит-Даг следует рассматривать как резервный фонд иодо-бромного и боратового сырья.

На данном этапе целесообразно использовать для добычи нефтяные воды, извлекаемые скважинами из недр одновременно с нефтью и являющиеся ныне отбросами нефтедобычи, а также воды законтурных[1] скважин (но без ущерба для нефтяного месторождения).

Однако недостаточность гидрогеологических данных о водоносных горизонтах, вскрытых глубокими скважинами на месторождении Небит-Даг, и неполнота качественной характеристики минеральных вод этих горизонтов вызывают необходимость рекомендовать проведение ревизионного гидрогеологического обследования и опробования этих вод.

Монжуклы — брахиантиклинальная складка, расположенная в 15—18 *км* на восток от Небит-Дага, среди солончаковой пустыни Баба-

[1] Т. е. скважин, расположенных за пределами контура нефтяной залежи.

Таблица 81

Результаты химического анализа минеральных иодо-бромных вод Небит-Дага, Монжуклы, Ялмы и Безымянного Бугра

№ п/п	Наименование скважин или источника, и дата взятия пробы	Сухой остаток в г/л	Единица измерения	Cl'	SO_4''	HCO_3'	CO_3''	Σ_1	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	Σ_2	J	Br	B_2O_3	Формула Курлова
																Небит-Даг
1	Источник № 1	180,0	г/л мг-экв % мг-экв	86,000 2 425,3 49,73	0,082 1,7 0,06	Следы » —	—	— 2 427,0 49,79	45,087 1 960,3 40,14	7,689 389,8 7,87	1,179 96,9 1,99	— 2 441,0 50,00	0,013	Есть	—	$J_{0,013}\,Br_{\text{есть}}\,M_{180}\,\frac{Cl_{99}}{Na_{80}\,(Ca_{16})}$
2	Источник № 2	321,6	г/л мг-экв % мг-экв	168,790 4 760,0 49,88	0,021 0,45 0,01	Следы » —	— —	— 4 760,450 49,89	82,338 3 579,9 37,49	19,839 990,2 10,37	2,480 204,0 2,14	— 4 774,1 50,00	0,025	»	—	$J_{0,025}\,Br_{\text{есть}}\,M_{322}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{75}\,(Ca_{21})}$
3	Источник № 3	144,8	г/л мг-экв % мг-экв	72,071 2 032,5 49,82	0,085 4,78 0,04	Следы » —	—	— 2 034,28 49,86	37,975 1 651,0 40,67	6,003 299,6 7,34	0,987 81,2 1,99	— 2 031,8 50,00	0,032	»	—	$J_{0,032}\,Br_{\text{есть}}\,M_{145}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{81}\,(Ca_{15})}$
4	Скв. № 58 (красноцв. III)	96,0	г/л мг-экв % мг-экв	52,8 1 488,5 49,76	0,008 0,2 0,01	0,428 7,0 0,23	—	— 1 495,7 50,00	— 1 234,6 41,27	3,96 197,8 6,61	0,770 68,3 2,12	— 1 495,7 50,00	0,036	0,151	—	$J_{0,036}\,Br_{0,151}\,M_{96}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{83}\,(Ca_{13})}$
5	Скв. № 102 (красноцв. IIIа) (2/III 1941 г.)	223,0	г/л мг-экв % мг-экв	124,1 3 500,0 49,99	—	0,030 1,0 0,01	—	— 3 501,0 50,00	— 2 662,0 38,02	14,3 714,0 10,19	1,52 125,0 1,79	— 3 501,0 50,00	—	—	—	$M_{223}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{76}\,(Ca_{20})}$
6	Скв. № 65 (красноцв. IV) (9/V 1944 г.)	240,0	г/л мг-экв % мг-экв	113.1 4 035,0 49,97	—	0,093 2,0 0,03	—	— 4 037,0 50,00	— 3 099,0 38,35	16,4 821,0 10,17	1,42 117,0 1,45	— 4 037,0 50,00	—	—	—	$M_{240}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{77}\,(Ca_{20})}$
7	Скв. № 67 (красноцв. V) (2/II 1941 г.)	237,0	г/л мг-экв % мг-экв	132,9 3 743,0 49,95	0,156 3,0 0,04	0,073 1,0 0,01	—	— 3 752,0 50,0	— 2 911,0 38,80	14,5 724,0 9,64	1,43 117,0 1,56	— 3 752,0 50,00	—	—	—	$M_{237}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{78}\,(Ca_{19})}$
																Монжуклы
8	Источник Восточный	120,0	г/л мг-экв % мг-экв	67,2 1 896,0 49,74	0,39 8,0 0.21	0,095 2,0 0,05	—	— 1 906,0 50,00	— 1 510,0 39,61	6.14 307,0 8,05	1,085 89,0 2,34	— 1 906,0 50,00	—	—	—	$M_{120}\,\frac{Cl_{99}}{Na_{79}\,(Ca_{16})}$
9	Источник Южный	73,0	г/л мг-экв % мг-экв	44,5 1 255,0 49,80	0,009 — —	0,085 5,0 0,20	—	— 1 260,0 50,0	— 1 048,0 41,59	3,20 159,0 6,31	0,649 53,0 2,10	— 1 260,0 50,00	—	—	—	$M_{73}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{83}\,(Ca_{13})}$
																Ялма
10	Источник № 4	160,0	г/л мг-экв % мг-экв	91,556 2 582,579 49,89	0,1839 3,829 0,08	0,0641 1,051 0,03	—	— 2 587,459 50,00	0,1688 2 126,101 41,02	6,9093 344,464 6,65	1,4696 120,724 2,33	— 2 591,289 50,00	0,033	0,286	0,270	$J_{0,033}\,Br_{0,286}\,B_2O_{3\,0,270}\,M_{160}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{82}\,(Ca_{13})}$
11	Источник № 5	140,0	г/л мг-экв % мг-экв	77,943 2 198,213 49,93	0,0422 0,879 0,04	0,0550 0,902 0,03	—	— 2 199,994 50,00	0,1602 1 811,272 41,10	5,9259 295,293 6,70	1,1834 96,859 2,20	— 2 203,424 50,00	0,041	0,246	0,233	$J_{0,041}\,Br_{0,246}\,B^2O^3{}_{0,233}\,M_{140}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{82}\,(Ca_{13})}$
																Безымянный Бугор
12	Источник № 1	230,0	г/л мг-экв % мг-экв	128,399 3 621,252 49,94	0,1461 3,042 0,04	0,0624 1,023 0,02	—	— 3 625,317 50,00	0,1855 2 786,441 38,44	12,4032 619,160 8,53	2,6695 219,716 3,03	— 3 625,317 50,00	—	—	0,123	$H^2S_{0,014}\,B^2O^3{}_{0,123}\,M_{230}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{77}\,(Ca_{17})}$

Ходжа. В отличие от Небит-Дага, в ядре на поверхности обнажаются породы красноцветной толщи. Южная половина складки разбита несколькими сбросами. На водоразделе возвышенности Монжуклы выходит несколько источников с незначительным дебитом, приуроченных к сбросу. Вода источников — высокоминерализованная, хлоридно-натриево-кальциевая, аналогичная водам других месторождений Прикаспийской низменности.

Результаты химического анализа и формула Курлова вод Монжуклы помещены в табл 81.

По единичным определениям, содержание иода колеблется от 30 до 44 *мг/л*. Количественные определения брома и бора неизвестны. При разведочном бурении структуры на нефть могут быть получены практически интересные данные и о ресурсах иодо-бромных вод.

Ялма и Безымянный Бугор — две новые антиклинальные структуры, выявленные в Западной Туркмении в результате исследований М. И. Варенцова и П. Г. Суворова (1939, 1940).

В 35 *км* на юго-юго-запад от станции Ахча-Куйма, Ашхабадской ж. д., на северо-запад от Данатинской антиклинали, на погружении ее северо-западного крыла, находится небольшая почти симметричная антиклиналь, названная Ялминской (или Ялма). С поверхности складка сложена отложениями акчагыла. В ядре складки обнажается толща подакчагыльских конгломератов. Из этих пород на складке выходит большое количество горько-соленых, часто газирующих (преиму-

Результаты химического анализа минеральных

№ п/п	Наименование скважины или источника	Сухой остаток	Единица измерения	Cl'	SO_4''	HCO_3'	CO_3''	Σ_1
1	Кипящий Бугор, грифон 5	27,02	*г/л*	13,935	0,1687	3,4603	0,1516	—
			мг-экв	392,97	3,51	56,72	5,05	458,25
			% *мг-экв*	42,89	0,38	6,18	0,55	50,00
2	Кеймир, южное озеро	~215,0	*г/л*	121,000	0,3395	1,572	0,6705	—
			мг-экв	3 412,29	7,07	25,82	22,35	3 467,53
			% *мг-экв*	49,06	0,10	0,37	0,32	49 85
3	Кеймир, северная группа, кратерное озеро „а"	27,300	*г/л*	15,612	Следы	1,3501	—	—
			мг-экв	440,28	—	22,13	—	462,41
			% *мг-экв*	47,62	—	2,38	—	49,82
4	Кеймир, северное глубокое озеро № 7	252,2	*г/л*	138,800	13,113	0,8589	1,2471	—
			мг-экв	3 957,15	283,4	14,08	41,57	4 296,2
			% *мг-экв*	46,04	3,28	0,18	0,49	50,00
5	Порсу, большое центральное озеро	297,79	*г/л*	164,780	3,426	2,385	10,056	—
			мг-экв	4 647,38	71,33	39,11	335,22	5 093,04
			% *мг-экв*	45,64	0,70	0,38	3,28	50,00
6	Кеймир, скв. № 3	165,0	*г/л*	96,10	0,055	0,134	—	—
			мг-экв	270,7	1,0	2,0		2 710,0
			% *мг-экв*	49,94	0,02	0,04		50,00

щественно метаном) источников, вытекающих по трещинам и сбросам. Глубина, с которой поднимаются воды, по-видимому, небольшая, так как максимальная температура воды источников не превышает 22°.

Степень и характер минерализации воды источников аналогичны таковым Боя-Дага, Небит-Дага и других месторождений Прикаспийской низменности: это воды сильно минерализованные, хлоридно-натриево-кальциевые, иод-, бром- и борсодержащие. В табл. 81 помещены результаты химического анализа и формула Курлова воды источников Ялмы.

В 3 *км* на запад-северо-запад от Ялминской структуры, на линии Ялма — Сыртланли, располагается небольшая брахиантиклиналь, сложенная с поверхности породами акчагыла, образующими так называемый Безымянный Бугор. В центральной ее части выходит сероводородный источник. Вода источника, как и в Ялминской складке, сильно минерализованная, типично нефтяная, хлоридно-натриево-кальциевая. Результаты химического анализа и формула Курлова этой воды приведены в табл. 81. Ялма и Безымянный Бугор заслуживают специального изучения и постановки на них разведочного бурения.

Чикишляр. В Кеймиро-Чикишлярском районе вдоль восточного побережья Каспийского моря, на протяжении 50 *км*, среди плоской прибрежной равнины зарегистрировано несколько групп грязевых газовых вулканов-сопок (Калицкий, 1914б, д; Косыгин, 1931, 1935а). Наиболее крупные из них: группа Кипящий Бугор, Чикишлярская подводная сопка, Акпатлаух, вулкан Калицкого, группа Кеймир, Гекпатлаух, группа Порсу и Камышлджа.

Таблица 82

иодо-бромных вод Чикишлярского района

$Na^{'}+K^{'}$	$Ca^{''}$	$Mg^{''}$	Σ_2	J	Br	B_2O_3	Формула Курлова
9,8044 429,45 46,86	0,0679 3,39 0,37	0,309 25,41 2,77	— 458,25 50,00	0,018	Сл.	—	$J_{0,018}\,Br\,M_{27}\,\frac{Cl_{86}\,(HCO_{3\,12})}{Na_{94}}$
79,197 3 443,8 49,60	0,1361 6,79 0,15	0,3189 26,57 0,40	— 3 477,16 50,15	0,152	0,680	—	$J_{0,152}\,Br_{0,680}\,M_{215}\,\frac{Cl_{98}}{Na_{99}}$
10,078 444,53 50,00	0,2073 10,34 1,11	0,0917 7,54 0,81	— 462,41 50,00	0,027	Сл.	—	$J_{0.027}\,Br\quad M_{27}\,\frac{Cl_{95}}{Na_{96}}$
92,630 4 028,83 46,89	1,191 59,47 0,69	2,528 207,9 2,42	— 4 296,2 50,00	0,509	1,677	—	$J_{0,509}\,Br_{1,677}\,M_{252}\,\frac{Cl_{92}}{Na_{94}}$
117,230 5 098,45 49,94	Следы — —	0,0791 6,51 0,06	— 5 093,04 50,00	0,204	0,824	—	$J_{0,204}\,Br_{0,824}\,M_{298}\,\frac{Cl_{91}\,(CO_7^3)}{Na_{100}}$
— 2 054,0 37,90	8,02 400,0 7,38	3,11 256,0 4,72	— 2 710,0 50,00	—	—	—	$M_{165}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{76}\,(Ca_{15})}$

В кратерах отдельных сопок образовались озера от нескольких до сотни и более метров в диаметре с периодически поступающими из недр воды горючим газом, сопочной грязью и нефтяной эмульсией. Уровень и концентрация воды, заполняющей озера, подвержены в различные годы резким колебаниям в зависимости от интенсивности притока и разбавления атмосферными осадками.

Воды кратерных озер Чикишляра по химическому составу резко отличаются от вод всех нефтяных месторождений Юго-Западной Туркмении[1]. Это хлоридно-натриевые (или хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые) иод-, бром-, и борсодержащие щелочные рассолы высокой минерализации с преобладанием натрия над хлором. В табл. 82 приводятся результаты химического анализа и формула Курлова вод Чикишляра.

Вода, поступающая из недр и скопляющаяся в кратерных озерах, содержит иод, бром и бор в количествах, примерно равных количествам их в буровых водах Челекена, Боя-Дага и других месторождений этого района. Однако вследствие бессточности большей части кратерных озер и значительного и постоянного испарения воды из озер, в последних происходит медленное накопление этих элементов. Это распространяется в данном случае и на иод, который обычно, в условиях другого химического состава вод (не щелочных), чрезвычайно летуч, а в условиях же щелочных вод Чикишляра способен накапливаться, давая более стойкие иодистые соединения (щелочность вод Чикишляра, выраженная в $см^3$ 0,1-N-H_2SO_4, равна от 65 до 730). Для одного из озер — «Глубокого северного» озера Кеймир в 1930 г. отмечено содержание иода 1808,8 *мг/л* и брома 9262,0 *мг/л* (Косыгин, 1935а, г). Приведенное содержание иода и брома является одним из наиболее высоких, наблюдавшихся в природных растворах.

По подсчету А. И. Косыгина (1935а, б), запасы иода и брома в водах отдельных кратерных озер Кеймиро-Чикишлярского района выражаются следующими величинами (см. табл. 83).

Таблица 83

Запасы иода и брома в кратерных озерах Кеймиро-Чикишлярского района (по А. И. Косыгину)

Название озера и год взятия пробы	Содержание в воде в *мг/л*		Запасы в *кг*	
	иода	брома	иода	брома
Южное озеро Кеймир, 1931 г. . . .	212,0	685,0	5 100	16 400
Северное глубокое озеро Кеймир, осенью 1931 г. (после увеличения притока воды и повышения уровня озера)	509,6	1 677,0	550	2 200
Порсу, 1931 г.	200,0	463,0	1 000	2 400
Итого	—	—	6 650	21 000

Приведенные выше запасы иода и брома по наиболее крупным кратерным озерам Чикишляра накопились в течение продолжительного времени и могут быть извлечены из вод сравнительно быстро. Но после

[1]Воды чикишлярских кратерных озер аналогичны по типу и характеру минерализации водам кратерных озер Челекена, а также водам из низов красноцветной толщи, вскрываемым глубокими скважинами на Челекень и Небит-Даге. Вероятно, питание тех и других в основном связано с водоносными горизонтами, лежащими в низах красноцветной толщи.

их извлечения добыча прервется, пока дальнейшие естественные процессы обогащения не создадут новых концентраций иода и брома. Следует иметь в виду, что технологический процесс извлечения этих элементов из щелочных вод осложняется и удорожается необходимостью употребления серной кислоты для подкисления вод.

В водах сопочных озер Чикишляра установлено также наличие высоких содержаний бора (табл. 84).

Таблица 84

Содержание бора в кратерных озерах Кеймиро-Чикишлярского района (по Тагеевой, Цейтлину и Морозовой, 1934)

Название сопки или озера	Минерализация раствора в *г/л*	B_2O_3 к весу минеральной части раствора в %	B_2O_3 в *г/л*
Вулкан Акпатлаух	68,77	0,7097	0,4881
Оз. Кеймир северное	—	—	2,8747
Оз. Кеймир среднее	99,6	0,642	0,6430
Оз. Кеймир южное	176,90	3,9123	6,9210
Кеймир, скв. № 2	147,04	0,1668	0,2452

А. И. Косыгин (1935б) указывает, что глубоким бурением в 1934—1935 гг. в Кеймиро-Чикишлярском районе вскрыты в верхах неогена мощные водоносные горизонты, содержащие иод до 30,5 *мг/л* и бром до 321,6 *мг/л*. Эти воды могут явиться источником получения иода и брома в значительных количествах и в течение длительного времени. По характеру минерализации они хлоридно-натриево-кальциевые, аналогичные нефтяным водам Челекена, Боя-Дага и других месторождений Юго-Западной Туркмении.

Следует упомянуть об обнаружении иода и брома в малых количествах в воде скважины в урочище Кызылкуп (на южном берегу залива Кара-Богаз-Гол). Этой скважиной, глубиной 356 *м*, в породах мелового возраста было вскрыто 8 водоносных горизонтов с минерализованной хлоридно-натриево-кальциевой водой (плотный остаток 30—33 *г/л*), в которой содержится иода от 0,3 до 2 *мг/л* и брома от 1,3 до 27 *мг/л* (Иваницын, 1936ф).

При разведке на воду в районе серного месторождения Гаурдак (юго-восточная окраина Туркменской ССР) в юрских отложениях были обнаружены отчетливые признаки нефти и выход ее в одном из шурфов. В воде ручья Шуаркяриз отмечено присутствие (качественно) иода, брома и бора (Калугин, 1934ф).

ОЗЕРА, СОДЕРЖАЩИЕ БРОМ И БОР

Крупнейшим водоемом с повышенным содержанием брома является Кара-Богаз-Гол — залив Каспийского моря на восточном его побережье. Залив с площадью 18 436 *км²* при средней глубине около 10 *м* соединяется с морем узким проливом, через который вода моря поступает в залив. Благодаря постоянному испарению воды залива концентрация ее к настоящему времени возросла по сравнению с водой моря в 24—25 раз; при этом концентрация брома в воде залива достигла 160—180 *мг/л*. Исходя из названной выше площади, средней глубины залива и среднего содержания брома 160 *мг/л* (анализы 1930—1932 гг.), получим 29,3 млн. *т* брома в заливе (по А. Г. Байчикову, 1933, 25 млн. *т*).

Для технологического процесса далеко не безразлична величина концентрации брома в перерабатываемой рапе. Экономически более выгодными для производства являются растворы с более высокой концентрацией брома, порядка 500—1500 *мг/л*. Благоприятные климатические условия района, обеспечивающие высокую испаряемость, способствуют применению в целях повышения концентрации брома в рапе метода бассейнизации рапы Кара-Богаз-Гола. В непосредственной близости к этому заливу удачно расположен ряд котловин, например оз. Шахнефес, пригодных для использования их в качестве садочных бассейнов. При этом методе из карабогазской рапы могут одновременно извлекаться, кроме брома, также мирабилит, поваренная соль, смешанная соль $MgSO_4 \cdot 7H_2O + NaCl$, карналлит и хлористый магний.

В районе, прилегающем к Кара-Богаз-Голу, известно несколько изолированных соляных озер с высокой концентрацией рапы и высоким содержанием брома. Таким озером является оз. Бекдаш на Северной Карабогазской косе, в 60 *км* на северо-северо-запад от пролива. Озеро образовалось в результате отшнуровывания от моря. Содержание брома в рапе 250 *мг/л*. Общие запасы брома, по данным А. Г. Байчикова (1933), выражаются в 250 *т*. Аналогичным вышеописанному является оз. Аллатепе (в 18 *км* на юго-восток от озера Бекдаш) площадью около 7 $км^2$ с содержанием брома 320 *мг/л*. Запасы брома в озере определяются в 600—700 *т* (Байчиков, 1933).

Вдоль восточного побережья Каспийского моря, между г. Красноводск и заливом Кара-Богаз-Гол, расположено вытянутое на 65 *км* соляное озеро Куули шириной до 1—2 *км*. Общий запас солей в этом озере исчисляется в 170 млн. *т*. Концентрация брома в рапе озера 450 *мг/л*. Ориентировочные запасы брома в озере выражаются величиной 10—15 тыс. *т* (Байчиков, 1933). Озеро Куули представляет собой серьезный объект для бромной промышленности.

Группа соляных озер (без названий) расположена на южном побережье залива Кара-Богаз-Гол, на мысе Омчалы близ Кызылкупа. Общая площадь озер — до 65—75 $км^2$. Некоторые озера имеют значительные размеры; таково, например, озеро № 28 площадью около 25 $км^2$. Питание озер связано с Карабогазским заливом. К осени большинство мелких озер временно пересыхает. В рапе озер содержится бром от 200 до 380 *мг/л*. К сожалению, данных о содержании бора в рапе вышеописанных озер и Кара-Богаз-Гола не имеется. Необходимо специальное исследование их в отношении содержания бора.

Заслуживает большого внимания и детального изучения в отношении бороносности район низовьев Аму-Дарьи. Об этом свидетельствуют данные о высоком содержании бора в рапе соляных озер этого района.

Большой интерес представляет соляное озеро Султан-Санджар в Дарганатинском районе Туркменской ССР, в 25 *км* на юго-восток от сел. Питняк. Площадь озера около 25 $км^2$, общие запасы солей порядка 15 млн. *т*. Соляная масса озера на 90—95% состоит из поваренной соли. Отличительной особенностью озера является высокое содержание в его рапе бора, до 2000 *мг/л* B_2O_3. Содержание бора в оз. Султан-Санджар равно или близко таковому в озерах заведомо бороносных районов, например в Индерском озере, в рапе которого содержание B_2O_3 составляет 2300 *мг/л*. Повышенное содержание бора отмечается и для восходящих источников района оз. Султан-Санджар: Агарбулак, Хырсбулак и др. (Бергман, 1937). По последним данным Б. А. Бедера, бор содержится также в иловых отложениях этого озера в количестве 0,0054—0,1407 *г* на 100 *г* сухой грязи.

В низовьях Аму-Дарьи в пограничных районах Туркменской и Узбекской ССР имеются и другие озера, рапа которых характеризуется повышенным содержанием бора (табл. 85).

Таблица 85

Содержание бора и брома в рапе соляных озер низовьев Аму-Дарьи (по Б. А. Бедеру)

Название озера	Величина общей минерализации в *г/л*	Содержание Br в *мг/л*	Содержание B_2O_3	
			в *мг/л*	в % к сухому остатку
Оз. Султан-Санджар, северная часть	365,44	2 048,7	1 942,2	0,531
То же, южная часть	342,16	2 926,7	783,7	0,229
Оз. Капарас (у кишл. Капарас, в 10 *км* к северу от оз. Султан-Санджар)	337,68	171,7	128,2	0,038
Оз. Калакуль (Хазараспское)	186,08	12,3	143,0	0,077
Оз. Кранч (10—12 на ЮЗ от Хазараспа)	62,47	5,3	216,7	0,348
Оз. Шиили (4 *км* на В от Тахиа-Таша)	13,70	2,7	25,0	0,182
Оз. Асун-Куль (4 *км* на ССВ от Нукуса	84,32	9,3	90,0	0,107

К числу озер с повышенным содержанием бора относится также оз. Карагачмаяк, расположенное в Дейнауском районе Туркменской ССР, на левом берегу Аму-Дарьи, между Чарджоу и Дарганата. Содержание B_4O_7 в рапе этого озера равно 419 *мг/л* (Фейгельсон, Валяшко и Бергман, 1939).

Повышенное содержание бора, определяемое величиной от 191 до 359 *мг/л* B_4O_7 (Фейгельсон, Валяшко и Бергман, 1939), установлено в соляных озерах, лежащих в Сарыкамышской котловине.

Приуроченность к низовьям Аму-Дарьи в пределах Кара-Калпакской АССР широкого культивирования семенной люцерны, для которой основным удобрением является бор, может служить еще одним доказательством и биологическим поисковым критерием бороносности района (Бедер, 1947ф).

Район низовьев и дельты Аму-Дарьи вырисовывается как перспективный в отношении бороносности района, почему здесь и особенно в районе оз. Султан-Санджар необходима постановка специальных геолого-поисковых исследований на бор.

Существенным является вопрос о первоисточнике бора в низовьях Аму-Дарьи. Наиболее богатым по содержанию бора в рапе, как видно из сказанного выше, является озеро Султан-Санджар, в котловине которого выходит множество восходящих источников. Интересно отметить, что соотношение между сухими остатками и рядом ингредиентов — хлором, натрием и бором — в рапе озера и в воде восходящих источников показывает значительное сходство (табл. 86).

Указанное обстоятельство позволяет предполагать, что формирование минерализации озера происходит за счет прямой концентрации (под действием длительного, возможно многовекового, испарения с поверхности озера) воды восходящих источников, питание которых происходит за счет напорных вод из пород мелового возраста. В таком случае повышенное содержание бора в оз. Султан-Санджар (а также и в других озе-

Таблица 86

Соотношение между содержанием хлора, натрия и бора и сухим остатком в рапе оз. Султан-Санджар и в воде восходящих источников

	Отношение к сухому остатку		
	Cl'	Na'	B_2O_3
Рапа озера	0,497	0,365	0,0040
Вода источника	0,498	0,375	0,0048

рах) можно объяснить поступлением его (вместе с другими солями) с водой источников из меловых отложений, видимо обогащенных бором.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имеющиеся материалы свидетельствуют, что Туркмения занимает одно из ведущих мест среди республик Советского Союза в отношении иодо-бромных месторождений, которые имеют общесоюзное значение. Такие месторождения, как Челекен, Боя-Даг, Небит-Даг, Кара-Богаз-Гол, Куули, являются исключительно ценными объектами для химической, и в том числе для иодо-бромной, промышленности СССР.

Кроме того, Туркмения должна рассматриваться как перспективный регион в отношении выявления месторождений бора, и первоочередными районами и объектами являются низовья Аму-Дарьи с их соляными озерами и Прикаспийская низменность с ее ценными многодебитными минеральными водами нефтяных месторождений, содержащими повышенные концентрации бора. Одновременно следует рекомендовать изучение соляных озер восточного побережья Каспийского моря и залива Кара-Богаз-Гол на бор. Возможно, что здесь наряду с бромом и другими солями будет обнаружен и бор в повышенных содержаниях. Интересно также изучение месторождений каменных и калийных солей Туркменской ССР в отношении их бороносности и бромоносности (Ходжаикан, Гаурдак, Окузбулак и др.).

Совершенно необходимо сочетать разведку перспективных на нефть структур с разведкой и изучением нефтяных иодо-бромных и борсодержащих вод. В этом отношении многообещающим является глубокое бурение на всю мощность красноцветной толщи (а возможно, и глубже), которое позволит выявить новые мощные водоносные горизонты иодо-бромных вод.

Крайне интересно и необходимо исследование нефтей различных месторождений, так как не исключена возможность наличия иода и брома и в самой нефти. Имеются единичные указания на нахождение иода и брома в нефти и в золе после сжигания нефти (Губкин, 1937; Наметкин, 1939). Возможно, что иод и бром нефти могут иметь и практический интерес и что при перегонке нефти на одной из стадий будет целесообразным улавливание из нефти иода и брома. Учитывая же громадное количество перерабатываемой нефти, количество иода и брома, добываемых из нее, в этом случае может быть очень значительным.

Бентониты

Огланлинское месторождение

Промышленным месторождением бентонита[1] в Туркмении является Огланлинское месторождение, находящееся в ее западной части, в Небит-Дагском районе Ашхабадской области.

Ближайшими к месторождению железнодорожными пунктами являются станции Джебел и Ягман, Ашхабадской ж. д., отстоящие на расстоянии 38—39 *км* и соединенные с ним грунтовыми дорогами. В 14 *км* к западу от Огланлы находится Ягманское угольное месторождение.

Орографически Огланлинское бентонитовое месторождение приурочено к северному склону гряды Кошасейра—Порсух, представляющей ответвление хр. Большой Балхан. К северу от гряды расположена холмистая предгорная равнина, а еще севернее — пески Чильмамедкумы.

Водообеспеченность района месторождения характеризуется наличием ряда небольших кяризов и колодцев с солоноватой (иногда горько-соленой) и, реже, пресной водой. Пресные воды для бытовых нужд рудника берутся из соседних колодцев Кяриз и Огланлы, расположенных в 1,5 и 12 *км* от рудника.

Бентонитовые глины Огланлинского месторождения были давно известны местному населению, называвшему их «савындаш», что означает «мыльный камень». Население применяло эти глины для различных хозяйственных целей, обезжиривания шерсти, в качестве заменителя мыла и пр. Как месторождение глин (с невыясненными их свойствами) оно впервые было указано инженером В. В. Гартнером в 1922 г., а позднее отмечено инженером А. П. Еськовым, посетившим его в 1927 г. Краткие сведения о месторождении приводятся в опубликованной работе А. С. Телетова (1928). Кратко упоминается о месторождении и в работе Л. А. Никитюк (1932).

Однако все вышеуказанные источники не дают сколько-нибудь полного представления о геологическом строении месторождения, а также характеристики самого полезного ископаемого. Впервые геологическое изучение Огланлинского месторождения бентонитовых глин и его оценка были произведены в 1932—1934 гг. А. В. Дановым (1934ф), который дал геологическое описание месторождения и подробную качественную характеристику бентонитов. После исследований А. В. Данова на месторождении производились разведочные работы, имевшие целью промышленную оценку его запасов. Разведочные работы велись трестом Союзформолитье в 1936 г. (Шоболов, 1936ф) и Туркменским геологическим Управлением в 1940 г. (Цыбышев, 1942ф) и в 1949—1950 гг. (Богданов, 1950ф). Краткий геологический очерк месторождения и минералого-петрографическая характеристика бентонита содержатся в опубликованной статье Б. Я. Меренкова и В. Н. Разумовой (1947).

Первые попытки кустарной разработки Огланлинского месторождения относятся к 1931 г., но плановая эксплуатация месторождения началась лишь в конце 1934 г.

Огланлинское месторождение бентонитовых глин расположено на северном крыле Большебалханского антиклинального поднятия (рис. 85).

Разрез отложений района месторождения, начиная с верхнемеловых, по А. В. Данову, представляется в следующем виде:

[1] Согласно Т. Райсу, бентонит (от названия горной цепи Бентон в США) — «широко распространенный вид глины, который является результатом расстекловывания и химического изменения стекловатых частичек вулканического пепла или туфа».

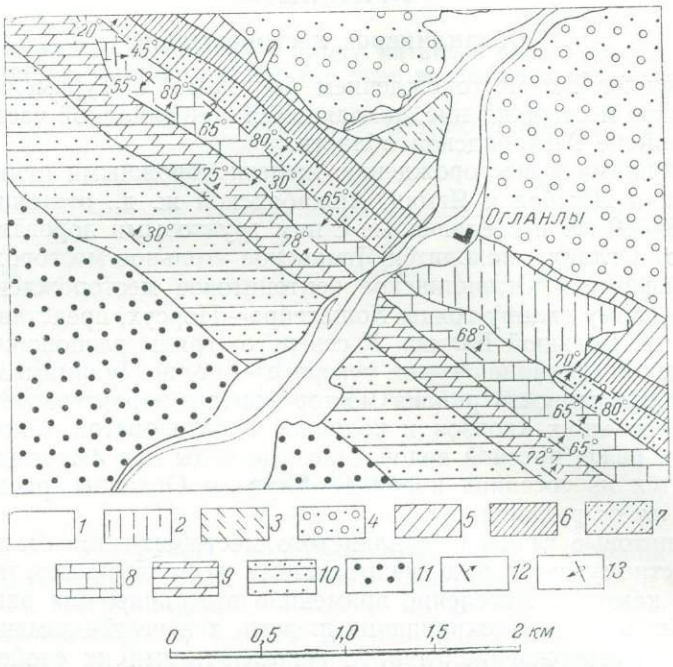


Рис. 85. Геологическая карта района Огланлинского месторождения бентонитов (по А. В. Данову)

1–3—четвертичные отложения: *1*—аллювиально-пролювиальные отложения Кяризской долины, *2*—отложения шоров, *3*—делювиальные отложения, осыпи; *4*—континентальные неогеновые отложения (кюрянинская свита); *5–7* палеоген: *5*—свита олигоценовых зеленых глин, *6*—огланлинская свита, *7*—кяризская свита; *8–10*—верхний мел: *8*—датский ярус, свита песчанистых известняков и известковистых песчаников, *9*—сенон, свита белых мергелей и известняков, *10*—турон и сеноман; *11*—нижний мел, альб и апт; *12*—нормальное залегание слоев; *13*—опрокинутое залегание слоев

Верхний мел (сенон—датский ярус)

а) Свита белых мергелей и известняков, иногда песчанистых, с прослоями серого песчаника. Мощность 120 *м*.

б) Свита светло-серых песчанистых известняков и известковистых песчаников Мощность 160 *м*.

Палеоген

а) Кяризская свита — свита зеленых и кирпично-красных песчаников с *Amphidonta eversa* Mellev. и гастроподами, предположительно палеоцен — нижний эоцен. Мощность 115 *м*.

б) Огланлинская свита — свита сланцеватых трепелов (бентонитовые мергели и сланцы, по А. В. Данову) с заключенным в них пластом бентонитов и пропластками оливково-зеленых глин с остатками рыб; предположительно средний и верхний эоцен. Мощность 100—120 *м*.

в) Свита зеленых глинистых песчаников и сланцеватых глин с фораминиферами; нижний олигоцен. Мощность 150 *м*.

Более высокие слои палеогена скрыты под неогеновыми отложениями.

Неоген

Мощная толща конгломератов и галечников, слагающих плоские возвышенности, ограничивающие с севера долину с выходами бентонитовых глин. Рассматриваемая толща является древним пролювиальным образованием. Толща залегает с резким угловым несогласием на меловых и палеогеновых отложениях. Видимая мощность около 50 *м*.

Четвертичные отложения

Новейшие покровные образования. Суглинки с включенными в них обломками нижележащих пород; мощность покровных образований обычно 2—3 *м*, но местами значительно превышает указанную цифру.

В пределах восточного участка Огланлинского месторождения расположен обширный шор (солончак) с поверхностью, образованной пухлой песчано-глинистой коркой, пропитанной сульфатами. Мощность шоровых образований не превышает 1,5—2,5 *м*.

Пролювиальные отложения развиты в саях и котловинах; они представлены щебнем и галькой верхнеюрских и неокомских известняков и мергелей и являются водоносными. Мощность до 15 *м*.

Бентониты Огланлинского месторождения приурочены к палеогеновым отложениям. Свита пород, вмещающая бентонитовые глины и относимая к среднему и верхнему эоцену, названа А. В. Дановым огланлинской. Нижняя часть ее представлена сланцеватыми трепелами, внизу плотными, наверху тонкоплитчатыми, с заключенной между ними пачкой бентонитовых глин. Выше следуют трепеловидные сланцы, переслаивающиеся с оливково-зелеными глинами, иногда гипсоносными.

Верхнемеловые и палеогеновые отложения в районе месторождения интенсивно дислоцированы и характеризуются крутыми углами залегания. Более интенсивные дислокации наблюдаются в западной части месторождения. Здесь сеноманские отложения падают на северо-северо-восток под углом не менее 75°, а палеогеновые отложения принимают опрокинутое залегание с крутым падением на юго-юго-запад. В восточной части месторождения преобладает несколько менее крутое падение сенонских, датских и палеогеновых отложений на северо-северо-восток под углом 60—70°, но местами и здесь А. В. Дановым отмечаются обратные падения палеогеновых отложений.

Существенными структурными элементами месторождения, установленными в результате проведенных разведочных работ, являются продольные и поперечные нарушения надвигового и сбросового характера. В западной части месторождения с явлениями опрокидывания пластов связывается резкий пережим пласта бентонита на глубине при одновременных раздувах мощности пласта выше по падению. В восточной части месторождения пласт бентонитов находится в более спокойном залегании, скрываясь под новейшими покровными образованиями.

Гидрогеологические условия месторождения характеризуются отсутствием грунтовых вод в западной, наиболее приподнятой части месторождения и наличием соленых вод в покровных делювиально-пролювиальных отложениях в восточной части месторождения с неглубоким их залеганием (1—5 *м*).

Бентонитовые глины представляют глиноподобную породу зеленовато-серого оттенка; при выветривании они белеют и рассыпаются, во влажном состоянии вязки и пластичны. В бентонитовой пачке встречаются включения конкреционных эллипсовидных образований.

Важнейшими минералогическими компонентами огланлинских бентонитов являются монтмориллонит, галлуазит и (в более крупном кластическом материале) полевые шпаты, биотит, кварц и др. В отдельных участках бентониты и вмещающие их сланцеватые трепелы окрашены в интенсивный черный или темно-серый цвет, заключая налеты, примазки и тончайшие прожилки углистого вещества. Природа этих образований еще недостаточно выяснена. А. В. Данов связывает эти образования с возможностью накопления наряду с минеральным веществом и органических веществ.

В химическом отношении огланлинские бентонитовые глины характеризуются следующим образом (табл. 87).

Таблица 87

Физические свойства и химический состав огланлинских бентонитовых глин по данным анализов, выполненных в лаборатории треста Союзформолитье в Москве в 1940 г.

Коллоидальность в %	Прочность при 2% влажности в *кг/см²*	Химический состав в %						
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O+K_2O	SO_3
100	35	70,50	14,72	1,60	3,50	0,85	1,72	0,93
100	35	71,66	12,97	1,39	3,83	1,47	1,88	0,65
99	44	63,55	15,94	2,51	4,04	2,77	0,40	0,47
80	38	67,88	15,52	2,02	3,30	2,06	0,37	1,20
54	—	72,20	12,98	2,11	2,22	1,03	0,61	0,57
42	—	66,11	13,67	5,47	4,23	1,85	0,61	0,70

Изучение вещественного состава бентонитовых глин Огланлинского месторождения и геологических условий месторождения позволило А. В. Данову прийти к выводу, что бентонитовые глины — сравнительно глубоководные морские отложения, состоящие из механически и химически измененных стекловатых частичек вулканического пепла трахитового состава.

Помимо минералого-петрографических и химических исследований бентонитовых глин Огланлинского месторождения, изучались и их технологические свойства, вначале как глин-адсорбентов и позднее как связующих добавок и синтетическим формовочным смесям, применяемым в литейной промышленности.

В качестве глин-адсорбентов огланлинские бентониты получили высокую оценку Центральной геохимической лаборатории Всесоюзного научно-исследовательского геологического института. Как показали произведенные в этой лаборатории исследования, огланлинские бентониты могут быть сопоставлены с лучшими американскими флоридиновыми глинами. По данным исследований, произведенных в Азербайджанском нефтяном научно-исследовательском институте, огланлинские бентониты при активировании их серной кислотой не уступают по качеству лучшим германским активированным глинам.

В качестве связующих добавок к синтетическим формовочным смесям огланлинские бентониты испытывались в научно-исследовательской лаборатории треста Союзформолитье в Москве, а также на ряде заводов, в том числе и на крупнейшем машиностроительном заводе им. С. М. Кирова в Ленинграде. По данным произведенных лабораторных испытаний, все не загрязненные посторонними примесями пробы соответствуют кондиционным условиям литейной промышленности: коллоидальность до 100% и не ниже 50%, прочность при 2% влажности до 48 *кг/см²* и не ниже 30 *кг/см²*. Заводские испытания показали превосходное качество огланлинских бентонитов в производственных условиях.

Можно отметить и другие возможности применения огланлинских бентонитов. Так, например, при разработке Туркменским филиалом АН СССР (проф. М. А. Безбородов) состава шихты для получения фарфора из глинистых сланцев Джерданакского и Вандобского месторождений бентонитовые глины оказались компонентом, вполне пригодным в качестве плавня вместо полевого шпата. Огланлинские бентониты могут

применяться в качестве наполнителей в бумажной и резиновой промышленности. Они также с успехом были применены в лечебных заведениях г. Ашхабада в медицинских целях. Необходимо отметить также широкое применение бентонитов в качестве добавки к глинистому раствору при бурении скважин.

В результате проведенного в течение ряда лет изучения и разведочных работ на Огланлинском месторождении бентонитовых глин последнее в настоящее время является детально разведанным и изученным объектом с утвержденными крупными цифрами запасов. Месторождение разведано по простиранию на 3—4 *км* и по падению до 30 *м* с установленной разведочными работами мощностью пласта бентонитов от 1,5 до 26 *м*. Оно условно разделено на четыре участка — Западный, Средний 1-й, Средний 2-й и Восточный. Распределение разведанных запасов по участкам показано на табл. 88.

Таблица 88

Запасы бентонитов месторождения Огланлы

Название участка	Категория запасов	Запасы в тыс. *т*			Кем и когда производилась разведка	Кем и когда утверждены запасы
		Утверждены ВКЗ или ТКЗ	Из них выработано	Числится на 1/I 1953 г.		
Западный	A_2	676	54	622	В. Цыбышевым в 1941—1942 гг.	ВКЗ 19/VI 1943 г.
Средний I и Средний II (совместно)	C_1 A_2+C_1	486 1 162	— 54	486 1 108		
Восточный	A_2 B A_2+B	496 83 579	7 — 7	487 83 570	П. В. Богдановым в 1949—1950 гг.	ТКЗ 12/IX 1950 г.

Утвержденными цифрами разведанных запасов бентонитовых глин на Огланлинском месторождении не исчерпываются перспективы этого месторождения как по падению, так и по простиранию. Однако поиски этих глин, проведенные В. В. Цыбышевым в западном направлении, показали, что палеогеновые отложения здесь перекрываются покровными образованиями значительной мощности. В восточном направлении перспективы месторождения более благоприятны.

В экономическом отношении Огланлинское месторождение бентонитовых глин имеет ряд преимуществ, к которым могут быть отнесены сравнительная близость месторождения от линии железной дороги (около 38 *км*) и возможность разработки открытыми горными работами. Лишь отсутствие на самом месторождении пресных вод несколько снижает его общую экономическую ценность.

Наличие крупных запасов, высокие технологические свойства огланлинских бентонитов и возможность их использования в ряде важнейших отраслей промышленности ставит Огланлинское месторождение на первое место среди других аналогичных месторождений Советского Союза.

Фосфориты

Месторождения фосфоритов в Туркменистане известны в Копет-Даге, низовьях Аму-Дарьи, Туаркырском и Гаурдак-Кугитангском районах.

ФОСФОРИТЫ КОПЕТ-ДАГА

До последнего времени в Копет-Даге не было известно сколько-нибудь значительных залежей фосфоритов, хотя давно были известны их отдельные находки.

Фосфоритные конкреции были обнаружены А. Д. Архангельским в полевых сборах А. Д. Нацкого из сеномана Копет-Дага (Иванов, 1927). И. И. Никшич, производивший исследования в Копет-Даге в 1923 г., отметил присутствие желвачных фосфоритов в слоях неокома (1924). В последующие годы в процессе геолого-разведочных работ и при геологической съемке Копет-Дага (В. П. Соколов, Н. П. Васильковский, П. И. Калугин, М. П. Сукачева) были обнаружены многочисленные выходы фосфоритных прослоев в отложениях аптского, альбского и сеноманского ярусов.

В 1942 г. в Копет-Даге партией Туркменского геологического управления проведены поисково-разведочные работы на фосфориты (Айзенберг, 1942). Выходы фосфоритов в слоях верхнего альба у р. Шерлаук, открытые в 1940 г. П. И. Калугиным, были прослежены во всем районе Гяурской антиклинали. Затем здесь же были проведены поисково-разведочные работы, которые распространились позднее на весь Копет-Даг (Айзенберг, 1940ф).

В Копет-Даге фосфориты желвачного типа приурочены к глауконитовой песчано-глинистой серии апта, альба и сеномана, состоящей из зеленовато-серых глауконитовых песчаников, алевролитов и темно-серых глинистых сланцев с септариями и сферическими конкрециями.

Наибольшая концентрация фосфоритов наблюдается в осадках верхнего альба, где содержится пять фосфоритовых горизонтов. Наиболее значительный по своей продуктивности фосфоритовый горизонт приурочен к контакту свиты песчаников, относящейся к среднему альбу и нижней части верхнего, с глинистой толщей, венчающей альбский ярус.

Этот горизонт представляет собой фосфоритную плиту, состоящую из темных галек фосфорита, спаянных в одно целое более светлым песчано-фосфоритовым цементом. Вмещающая порода — мелкозернистый песчаник. Величина включенных фосфоритных галек варьирует в пределах от нескольких миллиметров до 1—1,5, реже 3—5 *см*, но преобладающей фракцией фосфоритов является 0,8—1,0 *см*. В них значительное место занимают ядра двустворок родов *Aucella* и *Nucula*, изредка встречаются гастроподы и аммониты (*Lepthoplites*). Нижняя граница слоя ясная, волнистая, карманообразная; верхняя — ровная. Концентрация фосфоритов в слое увеличивается снизу вверх от 15—20 до 75%. Мощность слоя 0,30—0,35 *м*.

Опробование продуктивного слоя в Восточном Копет-Даге (в районе совхоза Куру-Гаудан) дало до 200 *кг* фосфоритов на 1 $м^2$. Содержание фосфорного ангидрида в фосфоритах колеблется в пределах 13—16%. Например, в Восточном Копет-Даге в районе сел. Гярус в фосфоритах 15,8% P_2O_5 и 41,33% нерастворимого в HCl остатка, а ядра пелеципод из фосфоритового слоя содержат 13,1% P_2O_5 и 40,86% нерастворимого остатка. Из района р. Шерлаук в фосфоритах 15,8% P_2O_5. В районе совхоза Куру-Гаудан 15,43% и 16,06% P_2O_5 и соответственно 43,12% и 42,87% нерастворимого остатка. В Центральном Копет-Даге, в районе р. Арваз, в фосфоритах содержится 15,65 и 16,72% P_2O_5. В Западном Копет-Даге в районе Арпаклен в фосфоритах 15,20% P_2O_5, в районе ущелья Чехрок 16,08%, в ущелье Кичинбаки 12,10%.

Химические анализы показали значительное содержание P_2O_5 также в исходной руде — фосфоритной плите (11—12,85%) — без ее обогащения.

Отрицательными особенностями месторождений фосфоритов желвачного типа в Копет-Даге, затрудняющими их освоение, являются наклонное залегание слоев, сравнительно низкая их продуктивность и отсутствие дорог на большинстве участков месторождений.

Не исключена возможность, что в Копет-Даге, кроме залежей желвачных фосфоритов, будут обнаружены пластовые химически осажденные нежелвачные фосфориты, например, в неокомской известняковой серии. Однако каких-либо данных в этом направлении пока еще не известно: отдельные анализы образцов из стратиграфического разреза показали содержание P_2O_5 0,1—0,3%, что соответствует обычному содержанию рассеянного фосфора в морских осадочных отложениях.

ФОСФОРИТЫ НИЗОВЬЕВ АМУ-ДАРЬИ

Фосфориты в низовьях Аму-Дарьи известны в литературе с конца прошлого века (Барбот де Марни, 1875). Специальными исследованиями в низовьях Аму-Дарьи в 1912—1915 гг. А. Д. Архангельского и Б. Н. Семихатова установлено наличие пяти горизонтов фосфоритов — трех горизонтов в меловых отложениях и двух в третичных (Архангельский, 1931; Архангельский и Семихатов, 1915).

Наиболее древний из фосфоритовых горизонтов приурочен к основанию нижнесенонских отложений. Фосфоритные гальки заключены в известковистом песчанике. Фосфориты состоят из желтоватых довольно однородных галек небольших размеров (1—5 *см*), но изредка достигают и 10—15 *см* в поперечнике. Нередко гальки цементируются песчаным фосфоритом второй генерации в более крупные желваки. Структура фосфоритового слоя весьма непостоянна и изменяется даже на очень близких расстояниях: мелкие гальки оказываются рассеянными в пластах плотных песчаников и известняков и, кроме того, концентрируются местами в линзы конгломерата.

Нижнесенонские фосфориты широко распространены, но продуктивность фосфоритов этого горизонта незначительна. Наибольшей продуктивности горизонт достигает на левобережье Аму-Дарьи в меловых останцах у г. Ходжейли. Фосфоритоносные залежи на останцах Джильтегерментау, Дусунишан, Гяуркала, Музлумхан были объектами геолого-разведочных работ в 1930 (Мячков, 1932) и 1932 гг. (Запорожцева, 1934, 1935). Изученный фосфоритовый слой залегает в основании нижнесенонских отложений. Продуктивный слой непостоянной мощности, от 0,15 до 0,35 *м*. Фосфоритные желваки обычно хорошо окатаны; размер их чрезвычайно разнообразен — от мельчайших до 15 *см* в поперечнике, но преобладают желваки размером 3—10 *см*. В изломе фосфориты показывают песчанисто-конгломератовидное строение. Вмещающими породами являются песчанистые известняки. Продуктивность слоя, по данным А. С. Запорожцевой, достигает 130 *кг* на 1 $м^2$ при 7,46% P_2O_5 и 46,8% нерастворимого в HCl остатка. Площадь фосфоритовых участков 1—1,25 $км^2$.

Выше в разрезе, на границе глин и мергелей с *Belemnitella mucronata* и подстилающих их песков и песчаников нижнего сенона, залегает горизонт фосфоритов более значительной продуктивности и имеющий несравненно большее распространение, нежели все другие известные

в низовьях Аму-Дарьи фосфоритовые слои. Наилучше он развит к востоку от Султануиз-Дага. В полосе меловых пород, окаймляющих восточный конец Султануиз-Дага, фосфоритовый слой состоит из крупных неправильных конкреций, нередко спаянных в сплошной пласт. Мощность слоя до 0,15 *м*. Продуктивность этого слоя у восточного конца Султануиз-Дага, по А. Д. Архангельскому, 90—130 *кг* на 1 $м^2$ слоя, а запасы на площадях ненарушенного залегания слоя оцениваются в 500 тыс. *т*. Анализы образцов фосфоритов показали 14,9 и 18,1% P_2O_5 при содержании нерастворимого в HCl остатка соответственно 46,7 и 46,5%.

Севернее параллели Султануиз-Дага рассматриваемый фосфоритовый слой также выходит на поверхность. На пространстве между оз. Ходжакуль и сел. Назархан по краю Кызылкумов часто встречаются участки, покрытые конкрециями верхнесенонских пород. Продуктивность таких россыпей ничтожна. Однако там, где фосфоритовый слой не разрушен и прикрыт почвой, продуктивность его близка к продуктивности у восточного конца Султануиз-Дага.

Верхний из меловых фосфоритовых слоев приурочен к границе глинисто-мергельного и песчаного горизонтов верхнего сенона. Выходы его очень немногочисленны. Горизонт сохраняется на отдельных возвышенностях и останцах — на Бурлытау, Мамырдынкаракыр, на Учиджаке, Машеклыкала и др. Обычно фосфориты этого горизонта сцементированы фосфатовым же цементом в конгломерат, местами же, где слой разрушен, небольшие песчанистые фосфоритовые гальки (2—4 *см*) лежат свободно, образуя россыпи на поверхности останцов. Встречаются и более крупные фосфоритные конкреции, имеющие конгломератовое строение. По А. Д. Архангельскому, продуктивность слоя, определенная на Бурлытау, около 200 *кг* на 1 $м^2$. Содержание P_2O_5 в гальках колеблется от 13,4 при 54,7% нерастворимого остатка до 22,8% P_2O_5 при 22,9% нерастворимого остатка.

Выше в разрезе фосфориты отмечены А. Д. Архангельским лишь в одном пункте — на северо-западном склоне Учиджака, на границе сенонских известняков и покрывающих их глин и мергелей, относящихся к палеогену. Фосфоритные желваки имеют типичную конкреционную, неправильную форму и достигают значительных размеров, до 15 *см* в поперечнике. В них содержится всего 13,8% P_2O_5 при 52,6% нерастворимого остатка. Продуктивность слоя не определена.

Наиболее юный фосфоритовый горизонт А. Д. Архангельским отмечен в песчаных породах среднемиоценового возраста в чинке Устюрта между мысами Клыбурун и Куимчалик. Обычно фосфориты приурочены к тонкому слою в основании песчаных пород, но иногда они рассеяны в мощной толще песков. Фосфориты этого горизонта представляют в большинстве случаев хорошо окатанные песчаные гальки небольших размеров (3—6 *см*) и лишь изредка достигают 10—15 *см*. Анализы песчаных желваков дали 15—16% P_2O_5 при 45% нерастворимого остатка. Однако опробование слоя ввиду явно малого количества фосфоритов в нем не производилось.

Третичные фосфориты, наличие которых в низовьях Аму-Дарьи отмечалось А. Д. Архангельским в ограниченных масштабах распространения (всего в двух-трех местах), при более поздних исследованиях открыты в ряде новых, более значительных месторождений. К ним следует отнести месторождения палеогеновых фосфоритов Тюямуюнского антиклинального поднятия, служивших объектами геолого-разведочных работ, поставленных Научным институтом по удобрениям и инсектофун-

гисидам в 1934 г. (Мурашкин, 1937). В 8 *км* западнее пристани Тюямуюн на Аму-Дарье на месторождении фосфоритов в районе сел. Шейх-Арык продуктивность палеогенового фосфоритового слоя, по определениям геолого-разведочной партии указанного института, 105 *кг* на 1 $м^2$. Химические анализы отдельных желваков показали содержание P_2O_5 15,84; 15,04; 16,15% при нерастворимом остатке соответственно 45,31; 40,30; 43,94%. Фосфориты песчанистые. Против сел. Шейх-Арык, где горизонт фосфоритов залегает на поверхности, имеются большие россыпи фосфоритных конкреций.

В Тюямуюнском районе в 1940—1941 гг. работами Туркменского геологического управления при геологической съемке открыт ряд новых месторождений палеогеновых фосфоритов.

Таким образом, в низовьях Аму-Дарьи площади фосфоритовых залежей чрезвычайно обширны. Наиболее значительные месторождения приурочены к меловым отложениям, распространенным севернее и восточнее Султануиз-Дага.

Общее мнение исследователей в оценке перспектив промышленного использования фосфоритовых месторождений в низовьях Аму-Дарьи таково, что фосфориты здесь имеют значительные площади распространения, но обнаруживают невысокую продуктивность и бедны по содержанию P_2O_5. Они могут найти применение в сельском хозяйстве в случае их эффективности как непосредственного удобрения (в виде фосфоритной муки) или при ином дешевом способе переработки фосфоритов на удобрение.

ФОСФОРИТЫ ТУАРКЫРСКОГО РАЙОНА

В складчатой области, расположенной восточнее Кара-Богаз-Гола, между заливом, песками Чильмамедкум и Узбоем фосфоритоносными являются отложения апта, альба, сеномана и турона (Луппов, 1932).

Наиболее перспективными в промышленном отношении являются сеноманские фосфориты. Представлены они довольно рыхлыми известковистыми песчаниками с фосфоритовыми гальками. Залегание слоев слабо наклонное, имеются большие площади для открытых разработок. Мощность фосфоритовых слоев 0,4—0,5 *м*. Опробование их не производилось. Фосфориты составляют, по Н. П. Луппову, примерно от одной трети до половины всей породы. Химические анализы фосфоритов этого района дали следующие результаты: образец из Геокбуруна 8,89% P_2O_5, из окрестностей колодца Кемаль 14,11%, из района Капланкыра против Кум-Себшена 19,15% P_2O_5 (Луппов, 1932).

Учитывая, что сеноманские фосфориты Туаркырского района являются продолжением фации сеноманских фосфоритов смежного Мангышлакского района, изученных достаточно подробно, в этом районе также следует ожидать обширные фосфоритоносные площади с запасами 15—16% песчанистых фосфоритов. Они могут иметь серьезное значение в будущем при обводнении этого края и комплексном освоении его ресурсов (Кара-Богаз-Гол, Туаркыр).

ФОСФОРИТЫ ГАУРДАК-КУГИТАНГСКОГО РАЙОНА

По сообщению А. В. Данова, желвачные фосфориты встречаются в меловых отложениях (турон) Гаурдак-Кугитангского района. Фосфориты имеют форму угловато окатанных галек преобладающего размера 2—3 *см* в поперечнике, заключенных в известняковой породе. Содержание фосфоритов в слое незначительное.

Следует подвергнуть дополнительному исследованию и новой оценке ранее известные месторождения фосфоритов низовьев Аму-Дарьи и Туаркырского района как сырьевую базу для производства удобрений.

При поисках новых фосфоритовых месторождений особое внимание необходимо уделить поискам фаций фосфоритов пластового нежелвачного типа.

Минеральные краски

В пределах Туркмении имеется довольно много месторождений минеральных красок; среди них месторождения, имеющие практическое значение находятся на п-ове Челекен (Сарыкая, Бишикли), в районе Прикаспийской низменности (Боя-Даг), в Западном Копет-Даге и в районе Аму-Дарьи (Султан-Санджар). Минеральные краски представлены охрами, мумиями, охристыми разновидностями лимонита.

Минеральные краски Прикаспийской низменности приурочены к трещинам, в частности к трещинам вдоль сбросов, и связаны с минеральными источниками.

Месторождения минеральных красок Западного Копет-Дага образовались в зонах окисления сульфидных месторождений, в местах выхода на поверхность железных шляп. Месторождения железных шляп приурочены или к линии главного надвига, проходящего вдоль северо-восточного подножья передовой цепи Копет-Дага, или к трещинным зонам антиклиналей той же цепи. Возраст оруденения весьма молодой, по всей вероятности нижнеплиоценовый.

Месторождение минеральных красок озера Султан-Санджар, образовалось, очевидно, под влиянием жизнедеятельности бактерий, осаждающих гидрат окиси железа из его солей.

Следует отметить, что все месторождения минеральных красок Туркмении изучены весьма слабо. Это обстоятельство не позволяет судить с достаточной ясностью о характере месторождений, распространении минеральных красок, их качестве и запасах.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Месторождение охр Сарыкая находится на п-ове Челекен, в 65 *км* к юго-востоку от Красноводска.

Местному населению месторождение известно давно. Эксплуатация его кустарным способом проводилась еще в дореволюционное время. Месторождение описано в 1927 г. С. П. Шоболовым и в 1940 г. И. Молоковым.

Наибольшее скопление охр и мумий находится в урочище Сарыкая и приурочено к сбросовым трещинам в местах действия иссякших минеральных источников. Средняя мощность охристых жил достигает 0,7 *м*. Песчаный покров над охрами, легко уносимый ветром, достигает мощности 0,25—1,0 *м*. Породы, вмещающие охры, подстилаются темно-коричневой глиной бакинского яруса.

Охры представляют собой рыхлую землистую разность красочных глин, преимущественно желтого цвета, с большим содержанием окислов железа. Наряду с охрами в урочище Сарыкая встречаются ярозиты, гипсы, купоросы, квасцы.

Ориентировочные запасы охристых земель, по данным С. П. Шоболова, составляют 10 500 *т*, чистой охры 8925 т по кат. C_2 (Телетов, 1928).

Бугры Сарыкая можно разрабатывать открытым способом.

Для более полного представления о месторождении охр Сарыкая необходима постановка специальных работ с целью выяснения запасов охр и их качественной характеристики.

Месторождение Боя-Даг расположено в 40 *км* к юго-западу от ст. Айдин и в 35 *км* к юго-востоку от ст. Бала-Ишем. Первые краткие сведения о месторождении даны в 1923 г. Н. А. Кудрявцевым. В 1927 г. несколько более детально обследовано месторождение С. П. Шоболовым.

Район месторождения сложен осадочными породами, глинами, ракушечниками и песчаниками бакинского яруса. Сырьем для получения охр считаются ожелезненные песчаники, приуроченные к отложениям бакинского яруса на северо-западном склоне Боя-Дага. Однако, пригодность этих песчаников в качестве сырья для минеральных красок нуждается в тщательной проверке. Охристые породы наблюдаются по сбросовым трещинам и представлены охристыми песчаниками или обломочным материалом глин и песчаников, сцементированных различными сульфатами.

Запасы ожелезненных песчаников установлены ориентировочно С. П. Шоболовым в количестве 45 000 *т* категории C_2 (Телетов, 1928).

На месторождении необходимо проведение разведочных и испытательных работ.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОЛЬШОГО БАЛХАНА

В северном крыле Большебалханской антиклинали на значительном протяжении (под горой Геркез, близ колодцев Огланлы, у родников Даната, в районе Утунджа, на вершине плато Большой Балхан у родника Узяклису), под конгломератами, залегающими между юрой и мелом, прослеживается с перерывами пестроцветный горизонт, сложенный рыхлыми песчаниками и фиолетовыми глинами с налетами квасцов. В этом горизонте местами прослеживаются охристые скопления яркожелтого цвета, залегающие в виде линз. Размеры последних невелики и измеряются несколькими метрами.

В районе горы Утунджа администрацией Ягманских угольных копей была сделана попытка эксплуатации охры для изготовления красок, но хороших результатов получено не было. Месторождение по запасам оказалось весьма незначительным, хотя охры отмечаются во многих местах.

Для выяснения практического значения месторождения требуется постановка специальных исследований.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНОГО КОПЕТ-ДАГА

Месторождение Пырнуар расположено в 18 *км* на юго-восток от ст. Кизыл-Арват (по прямой линии).

Месторождение осмотрено в 1936 г. А. А. Лавровым (Бурачек, Лавров и др., 1936ф). Оно приурочено к мощной брекчированной зоне на контакте нижнемеловых и третичных отложений по линии надвига меловых отложений Передовой цепи Копет-Дага.

Брекчия сложена обломками известняка, сцементированными кальцитом, и в местах выхода окремнена. Мощность брекчии достигает 100 *м*. Вершина холма, где выходит брекчия, покрыта глыбами и обломками окремненной породы, пропитанной окислами железа. В обломках, кроме резко преобладающих желтых и красноватых охр и лимонита,

встречены гнезда пирита, а также ячеистый смитсонит и налеты медистых минералов.

Месторождение хорошо доступно. От ст. Кизыл-Арват к нему идет хорошая автомобильная дорога, и в случае необходимости она может быть доведена без особого труда до самого месторождения.

Джанахирское месторождение охр расположено в 15 *км* к юго-западу от Кизыл-Арвата, в 3 *км* к востоку от родника Секизхан. Месторождение описано в 1936 г. А. А. Лавровым (Бурачек, Лавров и др., 1936ф). В 1940 г. И. Молоковым проводилась разведка этого месторождения, но проделанная работа не осветила истинного его характера.

Джанахирское месторождение расположено в передовом хребте Копет-Дага, в верхних частях обрыва, обращенного к предгорной равнине, на высоте 300—400 *м* от основания обрыва, что затрудняет доступ к нему. Здесь в нижних горизонтах нижнего апта и верхних горизонтах баррема, представленных мергелями, глинистыми известняками и известково-глинистыми песчаниками, протягивается осветленная и ожелезненная зона, достигающая общей мощности 350—400 *м*. На этом участке породы окварцованы, разбиты мелкими продольными разрывами и пронизаны мелкими жилками белого крупнокристаллического кальцита. Осветленная зона переполнена цветными охрами желтого, красного, бурого и черного цветов. Кроме охр и лимонита, в незначительном количестве встречаются квасцы в виде рыхлых налетов и небольших зеленоватых корок, а также самородная сера, зерна окисленного пирита, барит, халькопирит и налеты малахита. На глубине 4 *м* наблюдается уменьшение содержания охр; известковистые песчаники только слегка окрашены в желтоватый цвет.

Анализов охр не производилось. Запасы не подсчитывались.

А. А. Лавровым отмечаются также выходы охр в основании северного склона передового хребта, где они приурочены к линии надвига. Здесь брекчированные и окремненные известняки неокома пропитаны окислами железа, а глинистые горизонты свиты сильно алунитизированы. В значительном количестве встречаются жилы грубокристаллического кальцита мощностью от нескольких сантиметров до 3—4 *м* с налетами желтых и красных охр. Часто встречаются гипсы, в большинстве случаев заохренные в виде рыхлого туфа. Выходы охр прослеживаются на протяжении до 1 *км*.

Для выяснения значения и характера месторождения необходима его разведка.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ АМУДАРЬИНСКОГО РАЙОНА

Месторождение Султан-Санджар расположено в 25 *км* к юго-востоку от кишлака Питняк, в 250 *км* к северо-западу от районного центра Дарганата Ташаузской области. Местным жителям месторождение известно давно. Первые сведения о нем опубликованы Г. Леоновым (1897). В 1934 г. месторождение кратко описано А. И. Дзенс-Литовским (1935ф).

Месторождение находится на юго-восточном берегу оз. Султан-Санджар в сеноманских песчаниках. Минеральные краски представлены охрами и мумиями различных желтых и ярко-красных оттенков, залегающих в виде отдельных линз мощностью до 0,5 *м*. По крутому юго-восточному склону сохранилось много закопушек кустарей-краскоискате-

лей. Запасы красок, по заключению А. И. Дзенс-Литовского, значительны, но месторождение продолжает оставаться неисследованным. Оно может быть использовано для местных нужд.

Кроме описанных месторождений, выходы охр указываются в районе Дарвазинских серных бугров, в 250 *км* к северу от Ашхабада.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Месторождения минеральных красок Туркмении изучены крайне недостаточно. В большинстве схематических описаний нет ни сведений о распространении полезного ископаемого, ни характеристики его основных свойств, определяющих возможность использования полезного ископаемого в качестве минеральных красок.

2. Наиболее значительным из всех описанных месторождений по своим запасам и площади распространения является Джанахирское; для выяснения его значения требуется проведение специальных геологических работ (разведка, опробование, подсчет запасов).

3. Месторождения минеральных красок Сарыкая, Боя-Даг, Пырнуар, Султан-Санджар, по имеющимся данным, могут быть использованы для местных нужд.

Практическое значение остальных выходов минеральных красок не выяснено.

Глава четвертая

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Общие сведения

Комплекс известных минеральных строительных материалов Туркменской ССР включает в себя следующие виды сырья и естественных материалов: известняки, мраморы, белый мел, мергели, доломиты, гипсы, ангидриты и гипсовые породы, глины и суглинки, глины огнеупорные, кварцевые пески и песчаники, песчаники строительные, жильный кварц и кварциты, пески строительные (для бетонов и растворов), трепеловидные породы, гравийно-галечниковые и щебневые породы, изверженные породы (граниты, порфириты, андезиты, базальты и другие), вулканические туфы, талько-хлоритовые породы, органические материалы (природные нефтебитумы и кировые породы), промышленные отходы. Сырьевые источники строительных материалов приурочены к осадочным толщам и к массивам изверженных и метаморфических пород, слагающим территорию Туркменистана. Распространение различных видов строительных материалов показано на схематических картах (рис. 86 и 87).

Приведенный перечень минеральных строительных материалов Туркменистана можно считать достаточно полным, однако выявленная сеть месторождений этих полезных ископаемых далеко не соответствует огромным сырьевым ресурсам Туркменистана и запросам промышленности и строительства.

Отдельные изученные месторождения, охваченные даже детальной разведкой, не увязаны между собой фациально литологическими исследованиями. Еще в меньшей мере минеральное сырье и естественные строительные материалы изучены технологически.

Известняки

Известняки относятся к числу широко распространенных горных пород Туркменистана. В стратиграфическом отношении основные месторождения известняков приурочены к отложениям различного возраста: верхнеюрские известняки имеются на Большом Балхане, в Куба-Даге и Гаурдак-Кугитангском районе; неокомские — в Копет-Даге и на Большом и Малом Балханах; верхнемеловые — в области низовьев Аму-Дарьи; неогеновые — в Западном Копет-Даге, на Красноводском плато, Устюрте и Южно-Мангышлакском плато.

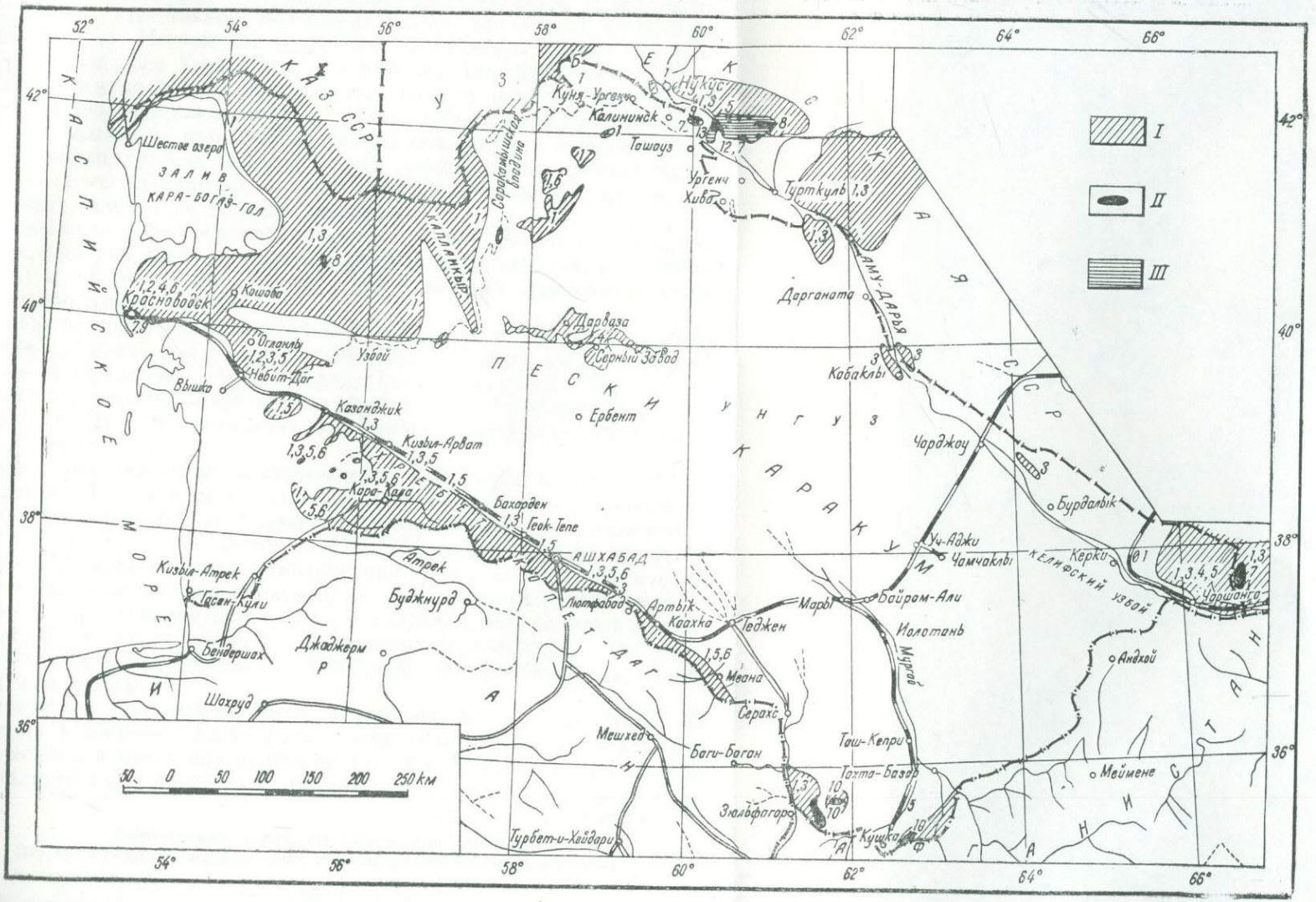


Рис. 86. Карта распространения каменных строительных материалов в Туркменской ССР. Составлена Ю. Б. Айзенбергом

Площади распространения горных пород, с которыми связаны каменные строительные материалы: *I*—дочетвертичные осадочные породы; *II*—изверженные породы; *III*—метаморфические породы. Месторождения каменных строительных материалов: *1*—известняки; *2*—доломиты; *3*—песчаники; *4*—гипсовый камень; *5*—гравийно-песчаные породы (природные смеси); *6*—конгломераты; *7*—граниты и гранодиориты; *8*—габбро; *9*—порфириты; *10*—андезиты, базальты и вулканические туфы; *11*—кристаллические сланцы; *12*—мраморы; *13*—тальк-хлориты

Зак. 3083

ИЗВЕСТНЯКИ КОПЕТ-ДАГА

а) Неокомские известняки

В Копет-Даге от района ст. Гяурс в западном направлении более чем на 300 *км*, до Кара-Кала и Казанджика, прослеживается толща неокомских плотных известняков, имеющая весьма значительную мощность (свыше 1000 *м*). Неокомские известняки опробованы поисковыми работами в краевой зоне Копет-Дага — в районах Ашхабада, Безмеина, Келята, Бами, Кизыл-Арвата, Казанджика. Во всех пунктах, прилегающих к железной дороге, производится частичная добыча камня для строительства и для обжига на известь. Следует указать, что для производства извести в прикопетдагских районах иногда добыча сырья производится не из коренных месторождений, а путем сбора известнякового камня и известняковых галечников в руслах горных рек.

Неокомская известняковая толща Копет-Дага состоит из серых, темно-серых, местами почти черных органогенных (брахиоподовых, орбитолиновых) и оолитовых известняков с подчиненными прослоями песчаников и алевролитов.

Наиболее крупные месторождения известняков, частично эксплуатируемые для получения строительного камня, а также для производства извести, — Гяурсдагское, Яблоновское, Гындувардагское, Фирюзинское (Ашхабадский район), Келятинское, Арчманское, Кизыларватское, Казанджикское. Эти месторождения обеспечены практически неограниченными запасами.

Известняки указанных месторождений микрокристаллические, плотные, крепкие. По данным испытаний штуфных проб известняков Яблоновского, Гяурсдагского и Фирюзинского месторождений, механическая прочность известняка на сжатие 1483—1730 *кг/см²*. Пробы известняка выдержали 25-кратное замораживание при —16°, —18°. Толстая слоистость и монолитность известняков (редкая трещиноватость) позволяет вырабатывать строительные камни всех размеров. Плотные микрокристаллические разновидности известняков принимают полировку и по техническим данным удовлетворяют требованиям, предъявляемым к облицовочным материалам.

По своему петрографическому и химическому составу (табл. 89) неокомские известняки Копет-Дага достаточно чистые и однородные; в основной своей массе они пригодны для обжига извести, производства портланд-цемента, в стекольном производстве.

Таблица 8

Химическая характеристика известняков (по материалам опробования Яблоновского месторождения)

Содержание в вес. %					
CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	П.п.п.
50,89—54,09	0,58—2,34	0,30—1,26	0,01—0,55	0,43—3,39	42,01—43,67

В 1933 и 1937 гг. Средне-Азиатским геологическим трестом в районе ст. Безмеин произведено опробование месторождений сырья для портланд-цемента. По геологическим, технологическим и экономическим данным в этом районе представилось возможным для производства портланд-цемента заменить основной вид сырья — известняки, залегающие

в коренном месторождении Копет-Дага — известняковыми галечниками, образующими на предгорной равнине Фирюзинский конус выноса. Этот конус выноса сложен мощной толщей перемежающихся галечников, суглинков и супесей. Мощность пластов известняковых галечников достигает 30 *м*, суглинков — до 8,5 *м*. Преобладающий размер галек 1—5 *см*. Химический состав их показан на табл. 90.

Таблица 90

Средний химический состав галечников по результатам опробования

Содержание в вес. %							
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3+FeO	CaO	MgO	CO_2	SO_3	П.п.п.
9,10	2,28	1,30	47,88	0,91	33,31	0,76	38—58

Механическая прочность известняковых галек на сжатие до 1920 *кг/см*^{2}. Силикатный модуль галечника, характеризующий его как сырьевой компонент для производства портланд-цемента, 2,16—3,38. Глиноземистый (железистый) модуль галечника 1—3.

Технологическое исследование безмеинских галечников и суглинков в качестве сырьевых компонентов портланд-цемента выполнено проектно-изыскательским институтом Гипроцемент. Месторождения известняковых галечников и суглинков в районе ст. Безмеин обеспечены практически неограниченными промышленными запасами и легко доступны для разработки карьером. На базе этого месторождения работает Безмеинский цементный завод.

б) Неогеновые известняки

В районе ст. Келята в разрезе Копет-Дага появляются неогеновые (сармат) известняки-ракушечники, увеличивающиеся в мощности в западном направлении. В районе Кизыл-Арвата из неогеновых отложений производится добыча известнякового камня-гюши.

Неогеновые известняки в районе Кизыл-Арвата представлены двумя разновидностями, пригодными для выработки стеновых блоков: 1) известняк детритусовый, с включениями отдельных целых раковин, мелкопористый, мягкий, светло-серого цвета; 2) известняк-ракушечник мягкий, пористый, местами ноздреватый (размеры пустот от 2—3 до 5 *мм*), с редкими включениями мелких окатанных галек плотного известняка, светло-желтого цвета.

Основные физико-механические свойства известняков при стандартных испытаниях следующие: 1) объемный вес от 1,490 до 1,900, в среднем 1,711; 2) водопоглощение от 10,4 до 18,5%, в среднем 13,7%; 3) пористость от 27,6 до 42,7%, в среднем 35,0%; 4) предел прочности при сжатии 50 *кг/см*^{2}.

Известняки сравнительно легко поддаются механической обработке. По механической прочности и основным техническим показателям они соответствуют техническим условиям для стенового камня марки «50».

В районе Кизыл-Арвата добыча сарматского известняка производилась около 50 лет назад, во время постройки Ашхабадской ж. д., для строительства жилых, административных и производственных зданий.

Выходы неогеновых известняков в Копет-Даге известны также в районе Искандера, Кодж, Бами, Беурмы, Бахардена.

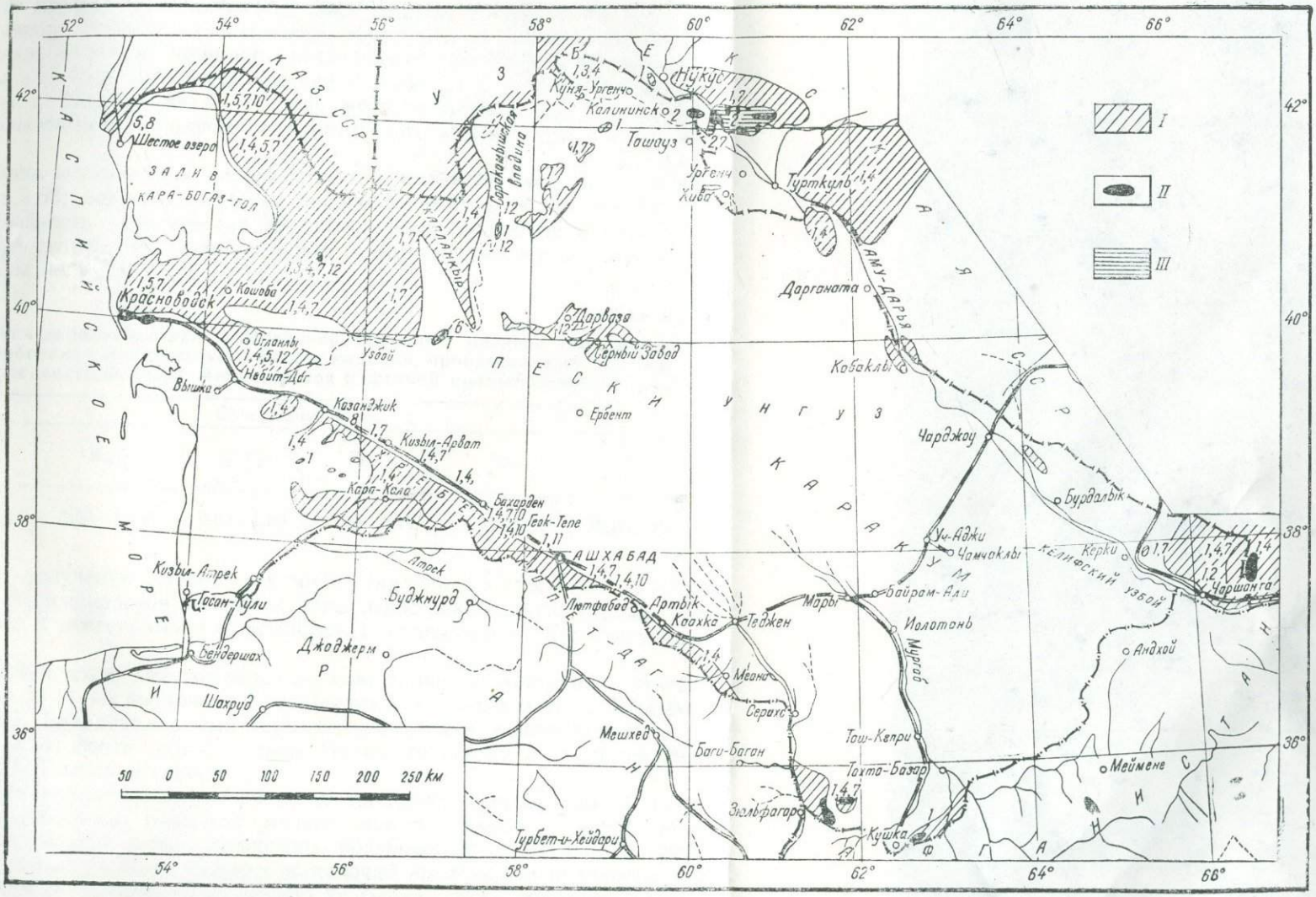


Рис. 87. Карта распространения минерального сырья для вяжущих веществ в Туркменской ССР. Составлена Ю. Б. Айзенбергом;

Площади распространения горных пород, с которыми связаны месторождения минерального сырья для вяжущих веществ: *I*—дочетвертичные осадочные породы; *II*—изверженные породы; *III*—метаморфические породы. Месторождения минерального сырья для вяжущих веществ: *1*—известняки; *2*—мраморы; *3*—белый мел; *4*—мергели; *5*—доломиты; *6*—магниевые рассолы и соли; *7*—гипсы и гипсовые породы; *8*—мирабилит и тенардит; *9*—барит; *10*—кварцевые пески; *11*—цементное сырье (известняки и суглинки); *12*—трепеловидные породы (гидравлические добавки)

Зак. 3083

ИЗВЕСТНЯКИ КУБА-ДАГА И БОЛЬШОГО БАЛХАНА

Крупное промышленное значение имеют месторождения известняков в Куба-Даге и на Большом Балхане, находящиеся вблизи линии железной дороги: Красноводское, Джебельское и Небитдагское. Плотные, крепкие микрокристаллические известняки и доломитизированные известняки, имеющие мощность исчисляемую десятками метров, приурочены в районе Большого Балхана и Куба-Дага к отложениям верхней юры и нижнего мела. На этих месторождениях производится добыча известняка для получения строительного камня и производства извести.

Физико-механические свойства этих известняков следующие: объемный вес 2,68; пористость 6,62%; водопоглощение в % по весу 0,18%; морозостойкость — выдержали 25 циклов замораживания; предел прочности при сжатии 987 *кг/см*². Данные о химическом составе известняков приведены на табл. 91.

Таблица 91

Химическая характеристика известняков Большого Балхана (по материалам опробования Небитдагского месторождения, произведенного трестом Центроспецстройпроект Министерства нефтяной промышленности СССР)

Содержание в вес. %					
CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	П.п.п.
27,43—31,67	8,57—12,90	0,80—1,60	0,40—0,40	1,32—0,96	45,96—45—60

Для получения стеновых камней (пиленых и тесаных) изучено крупное Красноводское месторождение известняков-ракушечников, приуроченное к неогеновым (акчагыльским) отложениям Красноводского плато.

Красноводское месторождение известняка-ракушечника — «гюши» находится в 11 *км* восточнее Красноводска, у разъезда № 2 Ашхабадской ж. д. Разрабатываемый горизонт известняка мощностью от 1 до 10 *м* залегает почти горизонтально. Породами вскрыши являются желтовато-серые пески и супеси.

Известняк светло-серого цвета, мелкопористой структуры, большей частью однородный, содержит мелкие обломки раковин; встречаются отдельные участки сильно пористого, ноздреватого известняка с включениями целых раковин. Порода достаточно крепкая, но поддается ручной обработке — теске и распиловке на блоки. Ниже горизонта светло-серого известняка-ракушечника залегает белый известняк, более плотный, содержащий прослои твердого плитчатого ракушечника, конгломерата и мергеля.

Геолого-разведочные работы на Красноводском месторождении были проведены в 1936 г. Средне-Азиатским геологическим трестом. Пробы известняка изучались в Узбекском научно-исследовательском институте местной промышленности (табл. 92 и 93).

Испытанные образцы выдержали 25-кратное замораживание при —20°. При испытаниях на изгиб образцы выдержали нагрузку от 45,6 до 59,7 *кг/см*².

Каменные блоки, получаемые механической обработкой известняка, так называемая «гюша», широко применяются в качестве стенового

строительного материала в городах Красноводске, Небит-Даге, а также и в Ашхабаде.

Таблица 92

Химическая характеристика известняков Красноводского месторождения

Разновидности	Содержание в вес. %				
	CaO	MgO	R_2O_3	SiO_2	П.п.п.
Известняк светло-серый, пористый	51,8—48,4	0,3—0,2	1,9—3,3	5,6—9,2	40,3—38,5
Известняк белый, более плотный	53,40	0,21	1,06	4,33	41.47

Таблица 93

Физико-механические свойства известняков Красноводского месторождения

Показатели	Разновидности	
	Известняк светло-серый пористый	Известняк белый, более плотный
Объемный вес	1,590	1,710
Водопоглощение (в % к весу в сухом состоянии)	17,0	12,6
Пористость в %	38,8	34,4
Предел прочности при сжатии в *кг/см²*:		
а) в сухом состоянии	96,9	123,9
б) при полном водонасыщении . .	54,4	70,1

ИЗВЕСТНЯКИ ДРУГИХ РАЙОНОВ

В северной части Туркменистана, в обрывах плато Устюрт, обнажаются отложения морского неогена, включающие горизонты известняков различной мощности. Известняки Устюрта должны быть исследованы как естественные каменные материалы и сырье для получения извести.

В низовьях Аму-Дарьи среди коренных отложений известняковые породы известны в верхнемеловых отложениях, обнажающихся в районе Тюя-Муюна (севернее Дарганата), на правобережье Аму-Дарьи от Нукуса до Султануиз-Дага, на останцах у города Ходжейли. Месторождения Тюя-Муюна и Ходжейли разрабатываются для получения строительного камня и для производства извести.

В Гаурдак-Кугитангском районе мощные толщи известняков приурочены к верхнеюрским, меловым и палеогеновым отложениям. В строительстве Гаурдака и в населенных пунктах, расположенных у железной дороги, известняки применяются в качестве каменных материалов, а также производится их обжиг на известь.

В Бадхызе и Карабиле к отложениям палеогена приурочены месторождения известняков Моргуновско-Кушкинское, группа месторождений Пеленговали. Известняки Моргуновского месторождения применялись в качестве бутового камня. По результатам испытаний отдельных проб их прочность на сжатие 408 *кг/см²*. Моргуновско-Кушкинское месторождение разрабатывалось для получения строительного камня и для производства извести.

Травертины

Травертины (известковые туфы) в Туркменистане известны в ряде пунктов Копет-Дага и Бадхыза. Они приурочены к выходам термальных источников. Травертины в Туркменистане имеют весьма ограниченное распространение, и поэтому их практическое использование в качестве известкового сырья или в виде естественного камня (стеновой материал) может иметь лишь местное значение. В настоящее время они не используются.

Мраморы

Мраморы в пределах Туркменской ССР известны только в низовьях Аму-Дарьи в метаморфической толще палеозоя левобережных отрогов Султануиз-Дага — в горах Джимуртау и Кубатау. Крупное месторождение мраморов Актау имеется также в Султануиз-Даге на правобережье Аму-Дарьи.

Месторождение Джимуртау. В юго-западной части Джимуртау среди зеленых метаморфических сланцев палеозоя залегают мраморы и мраморовидные известняки, имеющие крутое, почти вертикальное падение и северо-западное простирание. Общая мощность мраморов и мраморовидных известняков около 80 *м*. В толще выделяются три разновидности: 1) темные, серовато-черные мраморовидные известняки и мраморы мощностью до 40 *м*; 2) светло-серые мраморы мощностью около 20 *м;* 3) светлые, розовато-белые мраморы мощностью 15—20 *м*. Протяженность выхода толщи мраморов на поверхности около 500 *м*.

В северной части Джимуртау обнажается вертикально стоящий пласт темного мрамора мощностью около 10 *м*. На продолжении простирания, в прилегающей равнине, находится отдельный выход, также образованный темным мрамором. Выход этих пород на поверхности прослежен на протяжении 500—600 *м*.

При исследовании под микроскопом мраморы представляют собой полнокристаллические, равнозернистые породы, состоящие из кальцита без существенных примесей. Отдельные образцы мрамора Джимуртау, по данным геологического опробования месторождения, произведенного Средне-Азиатским геологическим трестом в 1936 г., характеризуются такими показателями (табл. 94 и 95).

Таблица 94

Химический состав мраморов месторождения Джимуртау (в вес. %)

Разновидности	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	Нерастворимый в HCl остаток	SiO_2
Темный, серовато-черный	53,80	1,39	1,19	0,36	Не опр.	2,08
Светло-серый	55,00	0,59	0,54		1,11	Не опр.
Розовато-белый	54,80	0,93	0,70	0,55	Не опр.	0,99

При испытании на механическую прочность при полном водонасыщении образцы мраморов не потеряли своей первоначальной прочности. Образцы розовато-белого мрамора выдержали испытание на замораживание, проводившееся в течение 25 дней. В опытах на истираемость

Таблица 95

Некоторые физические свойства мраморов месторождения Джимуртау

Разновидности	Объемный вес	Водопоглощение в %		Прочность на сжатие в *кг/см²*
		по весу	по объему	
Темный серовато-черный	2,770	1,79	4,94	513
Черный	2,740	1,06	2,93	545
Светло-серый	2,80	0,0	0,0	1 018,2
	2,60	0,48	1,31	544,2
	2,70	0,31	0,85	877,0
Розовато-белый	2,92	Не опр.	Не опр.	1 558
	2,67	» »	» »	1 686

в барабанах Деваля износ образцов розовато-белого мрамора выразился в 3,1%. Приведенные данные физико-механических испытаний отдельных образцов характеризуют мраморы Джимуртау с качественной стороны. Месторождение мраморов Джимуртау, однако, не было изучено с точки зрения возможности получения естественных каменных материалов необходимых размеров.

Месторождение расположено вблизи пристани на Аму-Дарье. В настоящее время на месторождении производится добыча мраморов для обжига на известь.

Месторождение Кубатау. На юго-восточном склоне Кубатау по контакту с метаморфическими сланцами залегает пласт серого мрамора. Выход мрамора на поверхность прослежен на 300 *м*. Мощность пласта изменяется от 0,9 до 4 *м*. В западном направлении пласт тектонически срезается, в восточном направлении пласт мрамора скрывается под четвертичными отложениями.

Месторождение мрамора в Кубатау было опробовано в 1936 г. партией Средне-Азиатского геологического треста. По своим запасам это месторождение имеет местное значение. В районе его имеются обжиговые печи для производства извести из местного мрамора.

Учитывая ограниченность распространения мраморов в Туркменистане, поисковые работы и специальные лабораторные исследования должны быть направлены на изыскания возможных заменителей мраморов в качестве облицовочных и декоративных камней и специальных изделий. В первую очередь должны быть опробованы кристаллические мраморовидные известняки из меловых отложений Копет-Дага и из юрских отложений Куба-Дага, Большого Балхана и Гаурдак-Кугитангского района, способные принимать полировку и характеризующиеся достаточно красивой окраской.

Белый мел

В разрезе осадочных отложений Туркменистана белый мел известен в Туаркырском районе — на Коймат-Даге и Ирсарыбаба — и на Юго-Восточном Устюрте.

Месторождение на Юго-Восточном Устюрте приурочено к отложениям неогена (сарматский ярус) на северном склоне мыса Аккелен. Месторождение изучалось Геологическим институтом Туркменского филиала АН СССР в 1943 г.

Горизонт белого мела является пластовой залежью мощностью до 1,5 *м*. Микроскопически меловая порода из Аккелена характеризуется однородностью минерального и зернистого состава. Вся порода почти целиком сложена из мельчайших зернышек кальцита размерами 0,01 *мм*, за исключением примеси редких частиц кварца, глауконита и глинистого вещества ($CaCO_3$ более 95%). Примеси — полуторные окислы, сильно влияющие на цвет породы, — содержатся в меловой породе в меньших количествах, чем это допускается техническими условиями. Отрицательным фактором является повышенное содержание нерастворимого остатка (до 4%). Порода белого или слегка сероватого цвета, пачкается — прекрасный пишущий материал. По техническим свойствам, как и по внешнему виду, меловая порода из Аккелена не отличима от мела других месторождений.

Белый мел Аккелена пригоден для применения в строительстве, при отделочных работах — для шпаклевки и грунтовки окрашиваемых поверхностей, покраски и изготовления замазок и т. п. Начиная с 1943 г. месторождение временами эксплуатировалось кустарным способом для удовлетворения потребности школ Ташаузской области.

Месторождение белого мела в Туаркырском районе — на Койматдаге и Ирсарыбаба, приуроченные к отложениям верхнего мела, имеют более значительную мощность (10—15 *м*). Эти месторождения, однако, еще не изучены.

Мергели

Мергели, так же как и известняки, широко распространены в Туркменистане. В технологическом отношении, как минеральное сырье для производства цементов (портланд-цемента, роман-цемента), мергели Туркменистана не изучались. Поэтому в настоящем разделе ограничимся лишь указанием на их геологическую распространенность.

В Копет-Даге светло-серые мергели слагают толщу верхнего баррема мощностью до 250—300 *м*. Выше в стратиграфическом разрезе в мощной толще отложений сенона и палеогена (до 1700 *м* общей мощностью) преобладающими породами являются зеленовато-серые мергели и мергелистые глины, которым подчинены пласты известняков и песчаников. Отдельные горизонты мергелей известны в толще морского неогена в Западном Копет-Даге, где они залегают среди известняков-ракушечников, песчаников и глин.

В Большом Балхане зеленовато-серые мергели содержатся в барремских отложениях, где мергели переслаиваются с плотными фарфоровидными известняками. В верхнемеловых отложениях Большого Балхана, в сеноне, присутствует толща мергелей зеленовато-белого, в нижней части зеленого цвета, общей мощностью около 200 *м*. В палеогене (верхний эоцен) содержится горизонт зеленовато-серых мергелей с прослоями зеленых глин мощностью в несколько десятков метров.

В геологическом разрезе Куба-Дага мергели и доломитовые мергели известны в отложениях нижнего мела. Мощность отдельных горизонтов исчисляется метрами.

В Туаркырском районе мергели известны в туронских, сенонских и палеогеновых отложениях. Мощность сенонской мергельной толщи достигает 80—100 *м*.

На северном и восточном побережье Кара-Богаз-Гола в отложениях миоцена (сарматский ярус) развита толща ярко-белых доломитовых мергелей, чередующихся с доломитами, общей мощностью до 20 *м* и более

(см. раздел «Доломиты»). К востоку от Кара-Богаз-Гола мергели широко распространены в миоценовых отложениях Устюрта. Мощности мергельных пластов здесь достигают 10—15 *м*.

В области низовьев Аму-Дарьи горизонт верхнемеловых мергелей мощностью до 4 *м* прослеживается на всем протяжении Тюямуюнской гряды от одноименной пристани на Аму-Дарье до соляного озера Султан-Санджар.

В работах ближайшего времени в связи с изысканиями цементного сырья мергели Туркменистана должны быть охвачены геологическими и технологическими исследованиями.

Доломиты

Доломитовые породы известны почти во всех районах, сложенных коренными породами. Наиболее изученные месторождения находятся в Куба-Даге.

Присутствие доломитов и доломитизированных пород установлено во многих пунктах Куба-Дага, от Красноводска на восток до ст. Кайлю, причем они приурочены к различным горизонтам. Доломиты имеются в титонский лагунно-континентальной толще, в толще валанажинских известняков и в лагунных отложениях готеривского яруса. Сильно доломитизированные известняки имеются и в верхнеюрской известняковой толще. Всего в Красноводском районе зарегистрировано семь месторождений доломитов.

Наиболее изученное месторождение доломитов, имеющее разведанные промышленные запасы и уже частично эксплуатируемое, находится на 14-ом километре к востоку от Красноводска, вблизи железнодорожной линии. На месторождении проводились геолого-разведочные работы в 1938 г. Средне-Азиатским геологическим трестом и в 1941 г. Ленинградским трестом нерудных ископаемых. В 1947 г. Красноводское месторождение доломитов изучалось Физико-техническим институтом Туркменского филиала АН СССР в связи с технологическим исследованием доломитов в качестве минерального сырья для производства каустического доломита и магнезиальных цементов.

Месторождение приурочено к лагунной неокомской толще, к пластам, относимым Н. П. Лупповым (1949) к готеривскому ярусу. Горизонты доломитов суммарной мощностью 31—33 *м* венчают в этом месте разрез Куба-Дага.

По литологическим и петрографическим признакам на месторождении выделяются три горизонта доломитов. Нижний горизонт, мощностью 11,5—20,0 *м*, представлен серыми и темно-серыми доломитами с большим и неоднородным содержанием кластического материала и характеризуется содержанием MgO 14,36—17,6%.

Средний горизонт представлен доломитом желтовато-серым с красноватым оттенком, мощностью 6,5—15,2 *м*, характеризуется минералогической однородностью без значительных примесей. Химический состав породы показан в табл. 96.

Доломиты верхнего горизонта, мощностью 2,8—9,0 *м*, светло-серого или серого цвета, песчаниковидные, отличаются несколько большим содержанием кремнезема.

Доломиты указанного месторождения представляют собой крепкие и плотные породы с микрокристаллической структурой. Физические и строительные свойства доломитов как строительного камня специально не изучались, однако известен опыт их применения в качестве

Таблица 96

Химический состав в вес. % красноводских доломитов среднего горизонта по 76 анализам (по результатам опробования, выполненного Ленинградским трестом нерудных ископаемых)

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	П.п.п.
0,27—4,00	0,06—1,58	0,19—0,54	30,23—31,34	19,47—22,35	43,65—46,70

крупного штучного камня при сооружении мостов на Ашхабадской ж. д. Доломиты среднего горизонта месторождения применялись в качестве добавки к шихте при производстве стекла на ашхабадских стекольных заводах и признаны для этой цели вполне пригодным сырьем.

В Физико-техническом институте Туркменского филиала АН СССР доломиты Красноводского месторождения были исследованы для производства каустического доломита и магнезиальных цементов (Айзенберг, Антонов, 1950). Из красноводских доломитов получена лабораторная проба каустического доломита и магнезиальных цементов с использованием для затворяющих растворов магнезиальных солей и рассолов Кара-Богаз-Гола. Таким образом, установлена возможность производства магнезиальных цементов с механической прочностью, соответствующей цементам марок «250»—«300» и выше.

Красноводское месторождение доломитов характеризуется большими запасами и находится в условиях, благоприятных для добычи и транспортировки. Участки месторождения прилегают непосредственно к линии железной дороги вблизи разъезда № 2; разработка возможна карьером с широким фронтом добычи. Поисково-опробовательскими работами 1938 г. и геолого-разведочными работами 1941 г. здесь оконтурен участок с запасами доломитов по категории В 174 тыс. *т*, категории C_1 1955 тыс. *т* и C_2 2700 тыс. *т*. Дополнительными геолого-разведочными работами запасы могут быть увеличены.

Кроме вышеуказанного месторождения доломитов, в Куба-Даге известен ряд других месторождений доломитов, которые до настоящего времени недостаточно изучены. По имеющимся поисковым данным, эти месторождения обладают значительными запасами. Краткие сведения о месторождениях приводятся в табл. 97.

Таблица 97

Химическая характеристика доломитов Кубадагских месторождений

Месторождения	Содержание в вес. %			
	MgO	CaO	R_2O_3	Нерастворимый в HCl остаток
У бухты Соймонова	16,60	34,87	0,26	0,48
На 3 *км* по Ашхабадской ж. д.	19,15	32,87	0,85	2,04
На 9 *км* по Ашхабадской ж. д.	19,47	32,15	0,93	2,59
У ст. Кайлю	19,63	32,76	0,64	2,04

Для кубадагских месторождений, находящихся на третьем и девятом километрах по Ашхабадской ж. д., запасы доломитов по категории C_2 составляют соответственно 1380 и 2300 тыс. *т*.

В районе Кара-Богаз-Гола доломиты и доломитовые мергели прослежены в неогеновых отложениях (сарматский ярус), обнажающихся

в береговых обрывах северного и восточного побережья залива, от Чагалы почти до Ходжасу, на протяжении свыше 120 *км*. Толща чередующихся пластов мощностью от 0,20 до 2—3 *м* мягких и плотных слоистых ярко-белых доломитов и доломитовых мергелей имеет суммарную мощность до 20 *м* и более. Химическая характеристика пород приведена в табл. 98.

Таблица 98

Химическая характеристика (в вес. %) доломитов и доломитовых мергелей Прикарабогазгольского района (по А. И. Китайгородскому, 1935)

CaO	MgO	CO_2	R_2O_3	SO_3	SiO_2
20,00	23,00	38,49	5,26	—	6,95
27,57	13,00	38,65	5,94	9,66	5,99
32,91	18,32	45,14	0,86	1,54	1,15
30,73	16,14	43,77	2,29	—	4,14
32,65	6,20	29,15	6,84	—	17,28

В связи с возможным более широким промышленным развитием района Кара-Богаз-Гола доломитовые породы этого района могут быть использованы для производства магнезиальных цементов на основе каустического доломита и магнезиальных солей и рассолов соляного промысла Кара-Богаз-Гола.

К востоку от побережья Кара-Богаз-Гола неогеновые (сарматские) доломиты, по-видимому, широко распространены на площади Южного Устюрта. В юго-восточном чинке Устюрта (Аккелен) в этих же отложениях известны породы с содержанием MgO до 17%.

В других районах Туркменистана присутствие доломитов установлено в верхнеюрских отложениях Копет-Дага близ Бахардена, Большого Балхана и в юрских отложениях Гаурдак-Кугитангского района. Эти месторождения, однако, не изучены, и пока неизвестно, каково их промышленное значение. По геологических условиям есть основания для поисков в Гаурдак-Кугитангском районе крупных месторождений доломитов.

Доломитизированные известняки имеются в неокомских отложениях Копет-Дага, в верхнеюрских и неокомских отложениях Большого Балхана, Куба-Дага и в неогеновых отложениях Устюрта. По анализам единичных образцов в известняках Копет-Дага обнаружены доломитовые породы с содержанием MgO до 11%, а на Большом Балхане — породы с содержанием MgO до 16%. Доломитизированные известняки должны быть в дальнейшем охвачены исследованиями, имея в виду их достаточно широкое распространение и возможности применения для производства вяжущих веществ (главным образом магнезиальной извести) и в качестве естественных каменных материалов.

Гипсы и гипсовые породы

Гипсы и гипсовые породы пользуются в Туркменской ССР значительным распространением. Гипсовые месторождения приурочены к отложениям юрской, меловой и третичной систем.

Основные месторождения гипса относятся к типу осадочных пластовых месторождений, являясь химическими осадками водных бассей-

нов. Типичным примером месторождений осадочного типа служит Гаурдакское месторождение гипса и ангидрита, приуроченное к верхнеюрской толще, содержащей также каменную соль, калиевые и магнезиальные хлориды и сульфаты.

Весьма широко распространены в Туркменистане месторождения так называемых «землистых гипсов» (гажа, глиногипсы), образовавшихся в толщах современных и более древних песчано-глинистых отложений и в почвах в результате вторичных процессов гипсообразования или как первичные осадки небольших замкнутых водоемов.

Почти повсеместно, где распространены коренные осадочные породы, часто встречаются гипсы в виде крупных кристаллических сростков и натечных образований, заполняющих трещины и пустоты в осадочных породах, однако сколько-нибудь значительных скоплений они не образуют (гипсы в пещерах на Гаурдаке, в грядах и останцах меловых отложений в низовьях Аму-Дарьи и др.).

I. ГИПСЫ ДОЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Красноводское месторождение. Наиболее изученным месторождением гипсов в Туркменской ССР является Красноводское месторождение в Куба-Даге. Благоприятные условия добычи и транспортировки сырья и выгодное географическое положение выдвинули Красноводское месторождение в число первых разрабатываемых в Туркменистане месторождений минерального сырья.

В Куба-Даге продуктивная гипсоносная толща приурочена к готеривскому ярусу (Луппов, 1949). В нижней части толщи чередуются горизонты глин и кристаллического гипса мощностью до 0,5 *м* каждый. Продуктивная часть толщи представлена двумя пластами кристаллического гипса с мощностью нижнего от 6,5 до 8,25 *м* и верхнего до 12,9 *м*. Между гипсовыми пластами залегает пачка с изменчивой мощностью (от 2,5 до 10 *м*) листоватых глин с прослоями песчаников.

Пласты гипса прослежены по простиранию на протяжении до 4 *км*. Залегание пластов слабо наклонное, падение на северо-запад под углом 10—12°, на отдельных участках месторождения наблюдается почти горизонтальное залегание (наклон в 1—2° на север). Полная обнаженность местности и отсутствие на значительной части площади месторождения вскрыши над гипсовыми пластами благоприятствуют ведению горных работ. В зоне эксплуатации отсутствуют грунтовые воды и процессы карстообразования.

Гипс Красноводского месторождения содержит чрезвычайно мало примесей. В качестве побочных включений встречаются лишь редкие зерна карбонатов и частицы глины, иногда тонко распыленной полосами среди зернистой массы, причем содержание в гипсе глинистых примесей приурочено к отдельным небольшим участкам гипсового горизонта. Химический состав гипса приведен в табл. 99.

Для месторождения является типичным содержание в добытом сырье 95—98% гипса. Большая загрязненность встречается сравнительно редко, при разработке участков, где гипсовый пласт содержит глинистые пропластки (мощность пропластков от 0,05 до 0,30 *м*). Учитывая, что загрязнение гипса происходит в основном за счет глинистых пропластков, видимых с поверхности и легко отделяющихся от гипса, при рациональной добыче можно получить почти чистый гипс.

Таблица 99

Химическая характеристика гипсов Красноводского месторождения (по результатам опробования 1946 г.)

Наименование пласта	Содержание в вес. %					
	CaO	SO_3	MgO	R_2O_3	Нерастворимый в HCl остаток	H_2O
Нижний гипсовый пласт	32,04	44,78	0,16	0,89	1,28	20,54
	31,46	43,63	0,55	0,56	2,85	20,81
	29,81	40,41	1,11	1,25	6,29	20,55
	32,34	46,41	0,10	—	—	21,11
Верхний гипсовый пласт	31,51	43,65	0,83	0,47	1,71	21,44
	30,75	43,06	0,75	0,76	3,01	21,34
	30,66	42,49	0,78	0,61	4,49	20,30
	27,80	38,84	1,60	1,85	9,09	20,34

В 1946 г. на одном из участков Красноводского месторождения гипса Туркменским геологическим управлением проведены геолого-разведочные работы; разведан участок с запасами порядка 500 тыс. *т*.

В 1946—1947 гг. Физико-техническим институтом Туркменского филиала АН СССР была проведена исследовательская работа по изучению гипсового сырья Красноводского месторождения и технологии производства варочного гипса повышенной прочности с учетом намеченной реконструкции Красноводского завода стройматериалов на базе нового оборудования.

На базе Красноводского месторождения гипса проектируется организация крупного предприятия строительных материалов. Проектирование ведет специализированное учреждение Министерства промышленности строительных материалов СССР — Гипрогипс.

Кроме изученного Красноводского месторождения, в этом районе известен ряд других месторождений в отложениях верхней юры и нижнего мела. Наиболее мощные пласты гипса имеются в верхнеюрских отложениях у бухты Соймонова, западнеее Красноводска.

На Большом Балхане месторождение гипсов известно в верхнеюрских отложениях в районе колодца Борджоклы (севернее Ашхабадской ж. д. между ст. Белек и Ягман). Гипсовый пласт мощностью 15—18 *м* прослежен по простиранию на протяжении 2 *км*. Гипс крупнокристаллический, белого цвета, местами загрязнен глинисто-песчаными включениями. Месторождение не опробовано.

В Центральном Копет-Даге гипсы приурочены к верхнеюрским отложениям, где они залегают среди песчаных известняков и доломитов. Гипсы обнажаются в хр. Коу близ Бахардена. С ними связано возникновение Бахарденской пещеры. Наиболее мощный гипсовый пласт имеет мощность до 8—9 *м* и прослежен на протяжении около 2 *км*.

В Западном Копет-Даге гипсы содержатся в слоях морского неогена. Группа месторождений гипсов расположена в районе между ст. Кодж, Кизыл-Арватом и Искандером. Мощность гипсовых пластов от 0,5 до 3 *м*. Месторождения не изучены.

В Бадхызе крупные месторождения гипсов известны в палеогеновых отложениях, например в районе Пуль-и-Хатума месторождение Данагермаб. Мощность гипсовых пластов в нем доходит до 20 *м*. Выходы гипсов небольшой мощности имеются также в палеогеновых отложениях в районе оз. Еройлан-Дуз.

Гаурдакское месторождение. В разрезе гаурдакской серосодержащей и соленосной свиты, венчающей собой юрскую систему, значительную часть составляют гипсо-ангидритовые породы. Площадное распространение гаурдакской свиты достаточно широкое. Гипсо-ангидритовые породы на Гаурдаке известны и в поверхностом, и в глубинном залегании. Они были вскрыты горными выработками при добыче серы и буровыми скважинами при поисковых и разведочных работах на калийные соли. Мощность гипсо-ангидритовых слоев исчисляется первыми сотнями метров.

Крупное обнажение гипса находится в центральной части Гаурдака, в районе 3-го участка серного месторождения. Видимая мощность гипсовых слоев здесь более 40 *м*. Гипс мелкокристаллический, однородный, без видимых включений, серого, светло-серого цвета, достаточно плотный и крепкий.

Гипс Гаурдакского месторождения опробован в Физико-техническом институте Туркменского Филиала АН СССР как сырье для производства ангидритового цемента. Полученный вяжущий материал по механической прочности и срокам схватывания и другим показателям удовлетворяет техническим требованиям на ангидритовый цемент наивысшей марки «200».

В Гаурдак-Кугитангском районе гипсы известны также в нижнемеловых отложениях и в палеогене. В нижнемеловой красноцветной толще содержатся пласты гипсов мощностью до 4—5 *м*. В отложениях морского палеогена, распространенных в западной и юго-западной частях района, известен ряд месторождений гипсов; из них месторождения в районе ст. Самсоново, месторождения Керкичи и Мукры, частично разрабатываются для получения штукатурного гипса.

Прикарабогазгольские месторождения. Почти по всей прибрежной полосе северного, восточного и южного побережья залива Кара-Богаз-Гол в отложениях миоценового возраста присутствуют гипсы. Мощность гипсовых пластов на различных участках колеблется от 2 до 20 *м*. Например, на восточном побережье у мыса Кулангурлан мощность пластов гипсов, не содержащих посторонних прослоев, достигает 10—12 *м*, на южном побережье (Умчал) — 3—4 *м*.

Гипсовые породы по своему минералогическому составу достаточно однородны, без значительных примесей. Запасы гипсов в Прикарабогазгольском районе весьма велики, также благоприятны условия их разработки.

Гипсы Устюрта. Миоценовая гипсоносная толща к востоку от Кара-Богаз-Гола широко распространена на площади Южного Устюрта. Исследователи Устюрта указывают на наличие гипсов почти всюду в разрезах осадочных пород, слагающих плато. У колодца Караиман, например, мощность гипсового пласта более 5 *м*. В районе колодцев Дахлы, Кумсебшен и Гокленкую и далее на юг до Узбоя мощности отдельных пластов гипса достигают 6—8 *м*. Крайний восточный выход гипсоносной толщи описан на юго-восточном чинке Устюрта на мысе Аккелен. До последнего времени устюртские гипсы в качестве строительных материалов не изучались.

2. ГИПСОВЫЕ ПОРОДЫ („ГАЖА“)

На территории Туркменистана зарегистрировано несколько десятков месторождений гипсовых пород, известных под названием «гажа» (глиногипсы). Породы состоят из смеси мелкокристаллического гипса

с песчано-глинистыми частицами. Иногда в породе содержатся карбонаты и растворимые соли, а также включения грубообломочного материала. Месторождения «гажи» известны среди делювиально-пролювиальных отложений в предгорьях Копет-Дага, Гаурдака, Кугитангтау и Султануиз-Дага, в районе Бадхыза и Карабиля, в Приамударьинской полосе, в бассейне рр. Теджен и Мургаб. Большая часть из известных месторождений землистых гипсов ограничена небольшими площадями, но тем не менее они представляют практический интерес для развития местного производства строительных материалов, чему благоприятствуют многочисленность месторождений и сравнительно несложная технология производства вяжущего материала и изделий.

Несмотря на широкую распространенность месторождений «гажи» в Туркменистане, изучено и опробовано лишь одно Ашхабадское месторождение и частично опробовано месторождение Джимуртау на Аму-Дарье.

По испытаниям проб Ашхабадского месторождения, содержание гипса в «гаже» колеблется от 37 до 61%, среднее из 17 испытаний составляет 49,5%. Кроме гипса, порода содержит песчано-глинистые частицы и включения галек известняка (последние отсеиваются при добыче).

Из числа зарегистрированных месторождений «гажи» в Туркменистане следует отметить ряд месторождений, известных и разрабатываемых местным населением и кустарным промыслом в районах Казанджика, Ленинска, Ильялы, Тахта, Гаурдака, Мукры и др.

Для повышения водостойкости «гажи» представляется возможным воспользоваться ее глино-гипсо-карбонатным характером (или путем введения искусственной добавки извести) и оптимальным обжигом получать продукт, подобный глино-гипсовому цементу, обладающему гидравличностью, а путем высокотемпературного обжига (порядка 1275°) получать цементы типа гипсо-силикатных.

В заключение обзора по гипсовому сырью Туркменистана и его технологической изученности следует отметить, что в климатических условиях Туркменистана гипсовые вяжущие материалы и ангидритовый цемент могут стать широко используемыми строительными материалами.

Глины и суглинки

Глины и суглинки в Туркменистане представлены следующими типами: 1) глины дочетвертичных отложений; 2) глины древнекаспийских морских отложений; 3) глины аллювиальных отложений; 4) ирригационные наносы; 5) суглинки делювиально-пролювиальных отложений; 6) глины элювиальные в коре выветриванаия.

ГЛИНЫ ДОЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Из первой группы были технологически изучены глины из палеогена Копет-Дага (Калининское и Келятинское месторождения) и из апшерона Прикаспийской низменности (Небитдагское и Монжуклинское месторождения).

Палеогеновые глины по своему составу тонкие, однородные, зеленого цвета, высокопластичные, в естественном состоянии имеют плотное сложение. Ниже приводятся данные, характеризующие эти глины

по результатам проб Калининского месторождения (табл. 100 и 101).

Таблица 100

Химический состав (в вес. %) глин Калининского месторождения

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	SO_3	CO_2	П.п.п.
62,60	12,33	5,17	9,96	4,10	0,23	3,96	7,84

Таблица 101

Гранулометрический состав глин Калининского месторождения

Фракция в *мм*	1,0—0,25	0,25—0,10	0,10—0,05	0,05—0,01	Меньше 0,01
Содержание в % . .	0,2	0,2	8,5	47,0	44,1

Некоторые технологические свойства:

1) пластичность в определении по методу Аттерберга 24,63;
2) влажность рабочего теста 21,4%;
3) усушка 7,37%;
4) механическая прочность обожженных образцов при стандартных керамических испытаниях на образцах-кубиках на сжатие от 260,9 до 276,2 *кг/см²*, на растяжение от 31,1 до 115,2 *кг/см²*;
5) температура плавления 1180°;
6) температурный интервал нормального обжига 950—1000°.

По результатам технологического опробования, проводившегося в Узбекском научно-исследовательском институте местной промышленности, глины Калининского и Келятинского месторождений признаны пригодными в качестве основного компонента (при добавке лёссовидных суглинков) для производства черепицы. В настоящее время они частично применяются для указанной цели.

Небитдагское месторождение глин, приуроченное к апшеронским отложениям, находится на горе Небит-Даг. Мощность глинистой толщи здесь до 100 *м*. Глины пластичные, плотного сложения, темно-серые, жирные на ощупь. В 1941 г. месторождение опробовано Туркменским геологическим управлением. Химический состав глин показан в табл. 102.

Таблица 102

Химический состав (в вес. %) глин Небитдагского месторождения

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	П.п.п.
47,7	16,25	6,0	13,19	2,45	2,42	12,32

Содержание песка в глинах до 4,5%, удельный вес 1,3.

Монжуклинское месторождение, также приуроченное к апшеронским отложениям, находится в том же районе, на возвышенности Монжуклы. Мощность толщи глин до 15 *м*. Глины пластичные, плотного сложения, темно-серого, почти черного цвета, жирные

на ощупь. По химическому и гранулометрическому составу они близки к небитдагским глинам. Запасы глины весьма значительны. Глины Небитдагского и Монжуклинского месторождений применяются для приготовления глинистых растворов в бурении. Их применение для других целей не изучено.

ГЛИНЫ ДРЕВНЕКАСПИЙСКИХ МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

В Прикаспийской области широко распространены древнекаспийские морские отложения.

В Красноводском районе опробован ряд месторождений глин и суглинков, приуроченных к древнекаспийским отложениям, — Красноводское (в 2,5 *км* восточнее Красноводска, на территории известкового завода), Уфринское и месторождения у ст. Янгаджа и разъезда № 13 Ашхабадской ж. д.

На Красноводском и Уфринском месторождениях опробованы глины двух разновидностей. Глины бурые, пластичные, слегка загипсованные, мощностью от 3,5 до 4 *м* и глины зеленые, мергелистые, мощностью до 3 *м*. Гранулометрический состав бурой глины показан в табл. 103.

Таблица 103

Гранулометрический состав бурой глины Уфринского месторождения (по материалам опробования 1942 г.)

Фракции в *мм*	0,25—0,05	0,05—0,01	Меньше 0,01
Содержание в %	25,0	10,0	65,0

Некоторые физические свойства бурой глины: влажность рабочего теста 25, 27; число пластичности по Аттербергу 15,52; удельный вес 2,81; объемный вес 1,93.

Бурая глина Уфринского месторождения применялась для глинования нефтяных ям. Весьма близкие по качеству глины Красноводского месторождения применялись для производства обожженного кирпича.

ГЛИНЫ И СУГЛИНКИ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ИРРИГАЦИОННЫХ НАНОСОВ

В аллювиальных отложениях, широко распространенных в области низовьев Аму-Дарьи, почти повсеместно известны глины и суглинки. В разрезе они перемежаются с супесями и песчаными породами. Вдоль современных оросительных каналов, в результате их периодической очистки, и в древних амударьинских руслах и притоках накопились огромные массы глин и суглинков ирригационных наносов.

Местным населением приамударьинских районов глины и суглинки издавна применяются в виде кирпича-сырца, сырцовых блоков или в виде монолитного сырцового материала при строительстве жилищ и хозяйственных построек. Большой известностью пользуется также местное производство гончарных изделий.

Для заводского производства обожженного кирпича в Ташаузской области Средне-Азиатским геологическим трестом в 1936 г. и Туркменским геологическим управлением в 1940 г. было произведено поисковое

опробование на 11 участках и более детальное в зоне карьера Ташаузского кирпичного завода.

В среднем мощность толщ глин и суглинков достигает 2 *м*. Породы землистого или уплотненного сложения, желтовато-серых тонов. Данные о химическом и гранулометрическом составе глин, разрабатываемых Ташаузским кирпичным заводом, приведены в табл. 104 и 105.

Таблица 104

Химическая характеристика (в вес. %) глин из карьера Ташаузского кирпичного завода (по данным опробования 1936 г.)

SiO_2	R_2O_3	CaO	MgO	SO_3	П.п.п.
50,54	19,57	13,74	2,93	0,51	11,89

Таблица 105

Гранулометрическая характеристика глин из карьера Ташаузского кирпичного завода

Фракции в *мм*	Больше 0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	Меньше 0,01
Содержание в % . . .	0,0—0,25	3,94—11,12	16,84—32,44	62,14—75,67

Некоторые технологические свойства:

1) водозатворение 25,53%;

2) пластичность в определении по методу Аттерберга 12,31—13,53;

3) усушка 4,58%;

4) прочность сырцовых образцов на сжатие 18,06 *кг/см²*, на растяжение 5,5 *кг/см²*;

5) температура спекания 1140°;

6) температура плавления 1160—1180° (интервал спекания менее 30—40°);

7) водопоглощение 19,5—22,0%;

8) механическая прочность обожженных образцов на сжатие 337,05—556,5 *кг/см²*, на растяжение 43,4—57,9 *кг/см²*;

9) объемный вес 1,541—1,609.

Опробованные глины по результатам технологических испытаний признаны пригодными для производства строительного обожженного кирпича. Температурный интервал нормального обжига 1000—1080°.

У г. Чарджоу геологическим опробованием охвачено два участка суглинков и участок глин. Мощность суглинков до 2,5 *м;* мощность опробованного пласта глин до 4,7 *м,* Глинистые породы уплотненного сложения, желтовато-серого цвета. В Чарджоуском районе опробованы месторождения суглинков и глин для производства кирпича — Кагановическое и Фарабское.

У г. Керки также известен ряд участков суглинков и глин, охваченных предварительным поисковым геологическим опробованием и разрабатываемых для производства обожженного кирпича. В Керкинском районе, в окрестностях ст. Самсоново, на правом берегу Аму-Дарьи обследовано крупное месторождение суглинков.

Аллювиальные отложения рр. Теджен и Мургаб содержат слои и прослои глин и суглинков изменчивой мощности — в районах Мары от

0,8 до 2,5 *м*, в Байрам-Али от 2 до 5,1 *м* в районе г. Теджена до 3 *м*. В районе гг. Мары и Байрам-Али выявлено семь участков суглинков и глин; на пяти из них Туркменским геологическим управлением в 1940 г. произведены геолого-разведочные работы.

СУГЛИНКИ ДЕЛЮВИАЛЬНО-ПРОЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

В предгорной полосе Копет-Дага, в толщах делювиально-пролювиальных отложений, состоящих из перемежающихся слоев рыхлообломочных материалов — галечников, песков и суглинков, — известен ряд месторождений суглинков, изученных для производства обожженного кирпича, и одно месторождение, изученное в качестве сырья для производства портланд-цемента.

В районе г. Ашхабада геологическими поисками выявлено восемь участков лёссовидных суглинков, из них три участка были опробованы в 1936 г. Средне-Азиатским геологическим трестом. Слои не выдерживаются по простиранию, изменчивы по составу и мощности. Максимальная мощность суглинков на отдельных участках от 3 до 8 *м*.

Химический и гранулометрический состав суглинков Ашхабадского района показан в табл. 106 и 107.

Таблица 106

Химический состав (в вес. %) суглинков Ашхабадского района (по материалам Туркменского филиала АН СССР)

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	Na_2O	SO_3	Cl	П.п.п	Растворимые соли
50,50	17,50	0,38	2,04	13,80	Следы	Следы	1,22	0,04	13,60	1,93

Таблица 107

Гранулометрический состав типичных разностей суглинков Ашхабадского района (по материалам Туркменского филиала АН СССР)

Фракции в *мм*	1—05	0,5—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	Меньше 0,001
Содержание в %	Нет	0,28	21,61	27,10	38,63	2,50	9,87

Следует отметить, что на некоторых участках в пределах контура изученного месторождения наблюдается исключительная неоднородность суглинков по их гранулометрическому составу по простиранию и в разрезе. К числу отрицательных особенностей суглинков как сырья для производства кирпича относятся их засоленность на отдельных участках и содержание известковых включений («известковый дутик»). Поэтому участки, предназначенные для эксплуатации, должны быть предварительно подвергнуты детальному геолого-разведочному опробованию с разработкой схемы развития карьера, методов добычи и контроля за качеством сырья.

В районе ст. Безмеин, в толщах Фирюзинского конуса выноса (известняковые галечники, песчаные и глинистые породы), Средне-Азиатским геологическим трестом в 1933 и 1937 гг. опробован ряд участков суглинков. Максимальная мощность выклинивающихся слоев достигает 7 *м*.

Суглинки из района Безмеина технологически изучались как сырье для производства кирпича в Узбекском научно-исследовательском институте местной промышленности; сырье признано пригодным для производства обожженного кирпича. Суглинки одного из участков месторождения были также технологически исследованы специализированным проектно-изыскательским институтом Гипроцемент в качестве сырьевого компонента для производства портланд-цемента.

В Прикопетдагской предгорной равнине известен ряд других месторождений суглинков — Артыкское, Каахкинское, Геоктепинское, Бахарденское, Кизыларватское, Казанджикское, — эксплуатируемых местной промышленностью для производства кирпича. Дальнейшими геологическими поисками в этом районе сеть исследованных месторождений может быть значительно расширена.

Месторождения элювиальных глин в Туркменистане пока не имеют практического значения. Они известны в Бадхызе, где приурочены к коре выветривания вулканических пород.

В технологическом отношении, кроме производства кирпича, глины Туркменистана изучались: в качестве добавки в смешанных строительных растворах вместо извести (суглинки Ашхабадского месторождения), для получения искусственных камней типа мостового клинкера путем плавления глин (глины из районов Чарджоу и Байрам-Али), в качестве сырьевого компонента для производства портланд-цемента (суглинки Безмеинского месторождения).

Глины огнеупорные

Огнеупорные глины открыты и изучены в Гаурдак-Кугитангском районе на восточном склоне хребта Кугитангтау. Они приурочены к нижней и средней частям юрской континентальной толщи. Выходы огнеупорных глин прослежены по всему восточному склону Кугитангтау. Изученные месторождения — Джерданакское и Вандобское — находятся в его южной части.

Джерданакское месторождение огнеупорных сланцевых глин расположено в долине Джерданак, в 45 *км* севернее ст. Болдырь, Ашхабадской ж. д. в 7 *км* от сел. Вандоб.

Здесь в основании юрского разреза на палеозойских гранитах и кислых эффузивных породах залегает пачка кварцитов и кварцитовидных песчаников, вмещающих многочисленные линзы огнеупорных глинистых сланцев.

Наиболее мощная линза огнеупорных глинистых сланцев находится на правобережном склоне долины Джерданак. Линза простирается на 200 *м* и имеет максимальную мощность 3 *м*. В течение 1943—1945 гг. эта линза служила объектом разработки (Сарычев, 1946ф). Вмещающие породы — кварциты — также являются сырьем для производства огнеупоров.

Образец типичных джерданакских глинистых сланцев исследован под микроскопом Д. С. Белянкиным и В. П. Петровым. Основу джерданакской глины составляют мелкие листочки, параллельные сростки и агрегаты слюдоподобного минерала, угловатые зерна кварца и относительно редкие листочки каолинита. Содержится также органическое вещество, тонко рассеянное в массе породы, окрашивающее породу в темный цвет; встречаются редкие иголочки рутила. По оптическим данным

основной породообразующий минерал Д. С. Белянкиным и В. П. Петровым определен как переходный от слюд к каолиниту (из группы гидрослюд-монотермит).

В табл. 108 приведен количественно-минералогический состав исследованного образца джерданакской глины на основании микроскопического подсчета и путем пересчета валового химического анализа, которые взаимно дополняют друг друга, а в табл. 109 — химический состав этой глины.

Таблица 108

Минералогический состав джерданакской глины

Минералы	Содержание в %	
	по микроскопическому подсчету	путем пересчета химического анализа
Каолинит	10—25	19
Гидрослюдисто-монотермитная часть	70—80	74
Кварц	3—4	3
Мусковит	2—3	2
Органические вещества	3—5	4

Таблица 109

Химический состав (в вес. %) джерданакской глины

SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O гигр.	П.п.п.	Сумма
44,17	0,19	39,08	0,45	0,37	0,20	2,76	0,65	1,22	10,98	100,07

Некоторые химико-технологические свойства джерданакской глины (М. А. Безбородов, 1944):

1) огнеупорность джерданакской глины опредлялась в криптоловой печи по сравнению с пироскопами; она оказалась выше 1770°;

2) температура спекания джерданакской глины находится около 1150°; огневая усадка этой глины при температуре спекания ниже 3%; таким образом, интервал спекания джерданакской глины весьма значительный, что повышает ее технологическую ценность;

3) огневая усадка 2,9% (при 1350°);

4) водозатворение 12%;

5) воздушная усадка 1,5%.

Естественный цвет джерданакской глины темно-серый, в свежих изломах почти черный. Будучи плотной каменистой породой, джерданакская глина не размокает и не дает пластического теста. Лишь в очень тонком помоле (10 000 *отв/см*^{2}) проявляются пластические свойства с числом пластичности при определении по методу П. А. Земятченского равным 1,5—2,0.

При обжиге до 1200—1300° она приобретает снежно-белый цвет без каких-либо оттенков, что объясняется выгоранием органического вещества и небольшим содержанием красящих окислов. Благодаря этому свойству огнеупорная джерданакская глина является основным компонентом в составе туркменского фарфора. Выше уже было сказано, что джерданакская глина применялась для производства шамотных огнеупоров и ряда других технических изделий.

По мнению Д. С. Белянкина и В. П. Петрова, технологические особенности джерданакской глины выдвигают ее в разряд уникальных образований и делают ее одной из лучших глин СССР, не имеющей полных аналогов среди глинистых материалов известных месторождений.

Промышленные запасы сырья Джерданакского месторождения весьма ограничены (до 10 тыс. *т;* в поверхностной зоне они в значительной мере уже выработаны) ввиду линзовидного характера и крутого залегания пластов.

Разведанные запасы глин Джерданакского месторождения могут служить источником сырья для производства специальных технических изделий типа электротехнических, санитарно-технических, кислотоупорных и других, не требующих значительных поставок сырья.

По восточному склону хребта Кугитангтау работами Физико-технического института Туркменского филиала АН СССР в 1945 г. открыт ряд новых залежей сланцевых глин типа джерданакских в районе селений Кемпыртюбе, Шелкан, Кызылалма, которые, однако, еще не изучены.

Вандобское месторождение. Вандобское месторождение огнеупорных глин расположено на восточном склоне хребта Кугитангтау, в 2 *км* южнее сел. Вандоб (неподалеку от Джерданакского месторождения). Глины Вандобского месторождения прослежены между долинами Вандоб и Челон на протяжении 1500 *м* при ширине полосы 100—150 *м* (Сарычев, 1946ф).

Огнеупорные глины на Вандобском месторождении приурочены к более высоким горизонтам юрского разреза Кугитангтау по сравнению с глинами Джерданакского месторождения. Изученные вандобские огнеупорные глины вмещаются в нижнеюрской толще переслаивающихся песчаников и сланцев с прослойками угля. Контур Вандобского месторождения с запада ограничен выходами гранитов ядра Кугитангской антиклинали.

Залегание слоев крутое, местами слои поставлены на голову или имеют обратное падение в сторону гранитного массива. В результате тектонических подвижек и большого бокового давления глинистые горизонты оказались пережатыми, собранными в линзы с переменной мощностью. Отдельные прослои огнеупорных глин имеют незначительную мощность (0,4—0,6 *м*). Добыча глин производится траншеями с последующей ручной сортировкой сырья.

Вандобская глина в природном состоянии серого цвета, небольшой крепости, мягкая, пластичная. Пластичность глины, определенная по методу П. А. Земятченского, равна 5—6.

Минералогическое исследование ряда образцов вандобской глины выполнено Д. С. Белянкиным и В. П. Петровым (табл. 110).

Таблица 110

Минералогический состав вандобской глины (количественно-минералогический подсчет в объмных процентах)

Минералы	Содержание
Монотермит	40—50
Каолинит	20 - 30
Кварц	20—25
Гидробиотит, рутил и окислы железа	3—5
Органические вещества	5—7

Кривые нагревания вандобской глины дают первый экзотермический эффект при 260—500°, что соответствует выгоранию органических веществ; вторая остановка — эндотермическая при 570° и третья — экзотермическая при 940°. Эндотермический эффект при 570° и экзотермический эффект при 940° характерны для каолинита.

Таблица 111

Химический состав (в вес. %) вандобской глины[1]

SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O гигр.	П.п.п.	Сумма
56,68	0,85	26,65	1,20	0,50	0,78	2,26	0,50	2,05	8,67	100,14

[1] Анализ выполнен Л. Б. Тумилович (Институт геологических наук АН СССР).

Вандобская глина относится к дисперсным породам, однако отличается повышенным содержанием крупных фракций, что сказывается на ее пластичности.

По минералогическому и химическому составу (табл. 110 и 111), а также по технологическим свойствам вандобская глина близка к глинам многих других месторождений Союза, типа часовъярской глины Украины, бускульской и нижнеувельской на Урале. Огнеупорность вандобской глины, установленная по расчету исходя из химического состава, находится в пределах 1660—1690°, т. е. эта порода относится к глинам со средней огнеупорностью.

Вандобская глина практически применялась в составе шамотных масс вместе с джерданакской глиной в производстве шамотных огнеупоров и в качестве одного из компонентов бесполевошпатового туркменского фарфора. До 1946 г. месторождение разрабатывалось конторой по изысканиям и эксплуатации карьеров управления Ашхабадской ж. д. Запасы сырья на Вандобском месторождении, по данным разведки, производившейся в 1942 г. Туркменским геологическим управлением, составляют по категории В 60 тыс. *т* (Сарычев, 1946ф). Следует учесть, что разработка Вандобского месторождения связана с рядом трудностей, вызванных условиями залегания слоев — выклиниванием глинистых горизонтов, незначительной мощностью. Поэтому при добыче огнеупорных глин должна производиться соответствующая сортировка сырья.

Работами Физико-технического института Туркменского филиала АН СССР в 1945 г. открыт ряд новых выходов пластичных глин типа вандобской в отложениях средней юры по восточному склону хребта в районе сел. Ширджан, в урочищах Тамча и Мечелли, в районе селений Шелкан и Кызылалма, в долине р. Зарауг.

Представляют также интерес для опробования на огнеупорность глины из межугольных пластов на угольной шахте Кугитангского месторождения. По данным химических анализов некоторых образцов этих пород, можно ожидать, что они окажутся огнеупорными.

Зеаглинское месторождение. Кроме Гаурдак-Кугитангского района, огнеупорные глинистые породы известны также в Центральных Каракумах в районе серного бугра Зеагли в виде небольших линзовидных прослоев. Эти породы галлуазитового состава, характеризуются высоким содержанием глинозема и малым содержанием окисей железа, кальция, магния. Обжиг образцов галлуазита до 1450° почти не

дал никаких признаков спекания вещества. Химический состав породы приведен в табл. 112 (Безбородов, 1944).

Таблица 112

Химический состав (в вес. %) глинистой породы из Зеагли

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	П.п.п
38,15	33,99	0,49	0,20	0,28	4,03	19,41

Ввиду слабой изученности Зеаглинского месторождения галлуазита промышленное значение его пока не известно.

По геологическим соображениям можно ожидать открытия огнеупорных глин в юрских угленосных толщах Туаркырского района и на Большом Балхане.

Кварцевые пески и песчаники (для стекольного производства)

КОПЕТДАГСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В Копет-Даге кварцевые пески и песчаники, исследованные для стекольного и силикатного производства, приурочены к палеогеновым отложениям. Толща кварцевых песков и песчаников мощностью 60—100 *м* широко распространена на Восточном и Центральном Копет-Даге. Зарегистрированные месторождения в районе станций Баба-Дурмаз и Гяурс, в долине р. Кельте-Чинар, у пос. Калининский, в районе станций Келята и Бахарден являются лишь отдельными выходами на дневную поверхность отложений этой толщи. По простиранию в ней обнаруживаются существенные изменения. На востоке (Баба-Дурмаз, Гяурс, Кельте-Чинар, Калининский) толща состоит из кварцевых песчаников, достаточно плотных и крепко сцементированных. Западнее у Келята песчаники слабо сцементированные, рыхлые, рассыпающиеся при добыче, а еще далее на запад, у Бахардена, толща представлена почти несцементированными песками. По направлению с востока на запад породы становятся более однородными и по химическому составу.

В целом толща кварцевых песков и песчаников Копет-Дага, несмотря на ее значение как сырьевой базы, специально не изучалась. Некоторые из известных месторождений были в разное время частично опробованы в связи с производственными запросами. Ниже рассматриваются отдельные месторождения.

Бабадурмазское месторождение находится в 7,5 *км* южнее ст. Баба-Дурмаз, Ашхабадской ж. д., в 75 *км* восточнее Ашхабада. Между ст. Баба-Дурмаз и месторождением проложена грунтовая дорога.

В Баба-Дурмазе разрабатывается толща серых, светло-серых, местами желтоватых песчаников мощностью до 45 *м*. Угол падения пластов 20—25°. Песчаники состоят в основном из зерен кварца с примесью зерен полевых шпатов (микроклин и плагиоклаз), слюды и кальцита; встречаются редкие зерна турмалина, хлорита, апатита, рутила и опала.

По результатам механических анализов, выполненных для большого числа образцов, бабадурмазские песчаники характеризуются по своему зернистому составу следующими показателями: 88,92% зерен (по весу)

содержится во фракции 0,5—0,1 *мм* и 9,02% — во фракции мельче 0,1 *мм*.

Геолого-разведочными работами на Бабадурмазском месторождении выделены три участка: южный, западный и участок «Сопка». На опробованных участках запасы исчисляются сотнями тысяч тонн. В табл. 113 приведена химическая характеристика песчаников южного и западного участков.

Таблица 113

Химическая характеристика (в вес. %) кварцевых песчаников южного и западного участков (средневзвешенные данные по результатам опробования)

Участок	SiO_2	R_2O_3	Fe_2O_3	CaO
Южный	68,73—89,13	2,52—5,59	0,08—0,20	1,36—2,37
Западный	76,34—89,40	2,51—7,96	0,08—0,16	3,14—6,48

На месторождении эксплуатируется участок «Сопка», более доступный к разработке и более однородный по качеству песчаника. В табл. 114 сведены результаты обработки 231 химических анализов песчаника с участка «Сопка», выполненных в лаборатории механизированного стекольного завода за 4 года.

Таблица 114

Химическая характеристика (в вес. %) песчаника эксплуатируемого участка „Сопка"

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	П.п.п
Средневзвешенные данные	71,83—90,50	3,05—6,91	0,13—0,32	2,85—9,17	0,10—0,64	0,99—7,57
Среднеарифметические данные	87,17	4,83	0,24	4,95	0,38	3,98

Ленинградским институтом Механобр были проведены опыты обогащения бабадурмазских песчаников методом магнитной и электростатической сепарации, что позволило довести в исследованных пробах содержание SiO_2 до 97,20% и Fe_2O_3 до 0,10%.

Ашхабадские стекольные заводы используют бабадурмазские песчаники в качестве сырья для варки стекла без их обогащения, установив систему постоянного лабораторного контроля в карьере и на заводе за качеством добытых песчаников.

Калининское и Кельтечинарское месторождения находятся в 22 и 25 *км* юго-восточнее Ашхабада и связаны с городом грунтовой дорогой. Кварцевые песчаники этих месторождений представляют собой плотные, крепкие породы, мелкозернистые, белого цвета. На отдельных участках они имеют облик «сливных» песчаников.

Месторождения были охвачены поисковым опробованием. На месторождении у пос. Калининский мощность опробованной толщи кварцевых песчаников около 40 *м*. Химический состав песчаников показан в табл. 115.

Таблица 115

Химическая характеристика (в вес. %) пробы песчаника Калининского месторождения

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	SO_3	CO_2	K_2O+NaO	П.п.п.
81,32	2,07	0,13	0,04	8,77	0,15	0,10	6,08	1,4	6,36

Песчаники не однородны по содержанию кремнезема. В единичных пробах содержание SiO_2 доходит до 92,13%.

Келятинское месторождение находится в 70 *км* западнее Ашхабада, в 8 *км* южнее ст. Келята, Ашхабадской ж. д. От станции к месторождению ведет грунтовая дорога. Участки месторождения расположены по левому и правому берегу горной речки Бахчасу. Толща кварцевых песчаников мощностью до 100 *м* хорошо обнажена и доступна для разработки карьером на правобережном участке месторождения. Залегание слоев крутое, падение под углом до 80°. Фронт добычи идет по простиранию. Песчаники представляют собой мелкозернистую породу, слабо сцементированную (при ударе рассыпается), серого, светло-серого цвета, с включениями мелких листочков слюд.

На месторождении производилось поисковое опробование песчаников в качестве стекольного сырья. В 1950 г. месторождение было повторно опробовано лабораторией строительных материалов. Физико-технического института Туркменского филиала АН СССР в связи с опытной исследовательской работой по технологии силикатного кирпича на местном сырье (табл. 116).

Таблица 116

Химический состав (в вес. %) кварцевых песчаников Келятинского месторождения (по результатам опробования 1950 г.)

Название участка	SiO_2	R_2O_3	CaO	MgO	П.п.п	Естественная влажность
Правобережный участок	82,46	9,64	1,89	0,49	3,69	1,59
Левобережный участок	84,27	9,11	1,59	0,42	1,94	0,98

Келятинское месторождение имеет значительные запасы сырья на опробованном участке по категории C_1 500 тыс. *т* и C_2 625 тыс. *т*. Рельеф местности благоприятен для развития крупного механизированного карьера на базе правобережного участка месторождения. В настоящее время келятинские пески в ограниченных количествах используются в качестве формовочных песков в литейном деле.

Бахарденское месторождение расположено в 110 *км* западнее Ашхабада и в 18 *км* юго-западнее районного центра и ж.-д. станции Бахарден. На расстоянии 6 *км* от месторождения находится разъезд Караган, Ашхабадской ж. д.

Горизонт кварцевых песков обнажается в правобережной части долины горной речки Караган. Мощность толщи до 60 *м*, залегание пластов крутое, угол наклона 80—85°. Разработка месторождения возможна по простиранию с широким фронтом добычи.

Породы Бахарденского месторождения представляют собой кварцевые пески мелкозернистые, слабо сцементированные, беловато-серого цвета. Химический состав их показан в табл. 117.

Таблица 117

Химический состав (в вес. %) бахарденских песков (по материалам опробования месторождения 1943 г.)

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	П.п.п.
Средневзвешенные данные	86,54—90,37	4,29—5,09	0,10—0,34	2,29—2,84	0,48—1,70	2,45—2,98
Среднеарифметические данные	88,19	4,73	0,19	2,63	0,89	2,72

Ашхабадский механизированный стекольный завод в 1942 г. разрабатывал Бахарденское месторождение. В 1943 г. на месторождении были закончены геолого-разведочные работы, проводившиеся Ленинградским трестом нерудных ископаемых. Запасы, утвержденные ВКЗ, составляют по категории C_1 1410 тыс. *т*.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПРИКАРАБОГАЗГОЛЬСКОГО РАЙОНА (ЧАГАЛИНСКОЕ)

Кварцевые пески в районе Кара-Богаз-Гола приурочены к неогеновым отложениям. Они изучались Научно-исследовательским институтом удобрений им. Я. В. Самойлова на северном побережье залива в районе промыслов Чагалы (Кудинов, 1934б). Мощность толщи кварцевых песков равна 10—15 *м*. Их выходы на поверхность прослежены на десятки километров к западу и востоку от Чагалы. В толще кварцевых песков содержатся прослои известняка, мергеля и глины, мощность которых колеблется от 0,3 до 3 *м*. На отдельных участках мощность пластов песков, не содержащих прослои других пород, доходит до 5 *м*.

Содержание SiO_2 в песках от 90 до 96%, содержание Fe_2O_3 варьирует от следов до 1,25%, Al_2O_3 — от 0,30 до 3%, а в некоторых образцах и выше. Простейшие испытания песков на обогащение промывкой (до отделения мути) показали возможность обогащения песков до содержания в них 96—98,5% SiO_2. Запасы песков весьма значительны.

Широко распространены в Туркменистане каракумские пески. Судя по технологическим изысканиям, пески могут явиться сырьевой базой для производства изделий из темного стекла и силикатных и пеносиликатных материалов автоклавного твердения.

Песчаники строительные

В геологическом разрезе различных районов Туркменистана (в Копет-Даге и Куба-Даге, на Большом Балхане, в низовьях Аму-Дарьи, в Гаурдак-Кугитангском районе и др.) песчаники распространены так же широко, как и известняки.

Песчаники Туркменистана в качестве строительного камня еще почти не изучались. Отчасти это объясняется тем, что песчаники распространены в тех же районах, где имеются известняки, пригодные в качестве строительного камня. В связи с работами по обводнению и освоению Каракумов большую практическую ценность имеют выходы песчаников на группе Серных бугров в Центральных Каракумах (Дарваза и др.). Это весьма крепкие песчаники, пригодные для выработки бутового камня и блоков. Начиная с 1929 г. естественные каменные материалы, добываемые на Серных буграх, используются в строительстве жилых, административных и производственных зданий Каракумского сер-

ного предприятия. Засвидетельствована сохранность местного камня в условиях эксплуатации в качестве стенового материала без покрытия стен штукатуркой, во влажном помещении автоклавного цеха при высоких температурах и при воздействии пара, в фундаментах под машины.

Нет сомнений, что в будущих работах песчаники Туркменистана найдут более широкое применение в строительстве в качестве бута, камней и в виде щебня.

Пески строительные (для бетонов и растворов)

Сырьевые источники песков в Туркменистане можно классифицировать следующим образом:

1. Пески пустынные, каракумские. Технологически изучались пески из краевой зоны пустыни — прикопетдагской полосы Каракумов (по отдельным пробам из районов Аннау, Ашхабада, Келята, Бахардена), а также из районов Северных Каракумов.

2. Пески аллювиальные развиты в долине Аму-Дарьи, в районах Мукры, Керки, Чарджоу. В низовьях Аму-Дарьи пески образуют линзовидные залежи среди глинистых осадков.

3. Пески древнеаллювиальных отложений изучались только у Репетека, где имеется песчаный карьер. Эти пески петрографически аналогичны амударьинским речным пескам.

4. Пески древнекаспийских морских отложений. Крупные месторождения природной гравийно-песчаной смеси разведаны в районах Малого и Большого Балханов в береговых валах древнекаспийских (хвалынских) морских отложений (об этих месторождениях см. в разделе «Гравийно-галечниковые и щебневые породы»).

Мелкозернистые пески также широко развиты в Прикаспийской низменности в морских отложениях (вне участков береговых валов).

5. Пески, отсеянные из предгорных галечниковых отложений (пески горные). Горные пески (известняковые) высеваются при добыче гравийно-галечниковых пород в предгорной полосе Копет-Дага, в сухих руслах горных рек и в конусах выноса. Месторождения этих песков имеются в районах Калининского, Ашхабада, ущелья Бикрава, Фирюзы, Безмеина. Содержание песка в породе от 8 до 20%. Добыча горного песка производится Ашхабадским заводом строительных материалов № 3.

Крупное месторождение природной гравийно-песчаной смеси разведано в Султануиз-Даге (Каракольское месторождение с геологическими запасами гравийно-песчаной породы около 4,5 млн. $м^3$, в том числе песка до 2,5 млн. $м^3$).

6. Пески элювиальные в зоне выветривания каменных пород. Пески крупнозернистые, несортированные, с включениями дресвы и щебня. Наиболее крупные залежи приурочены к зоне выветривания гранитов Кубатау в низовьях Аму-Дарьи и Кугитангтау.

7. Пески дочетвертичных отложений: палеогеновые пески Копет-Дага (см. раздел «Кварцевые пески и песчаники»); песчаные породы в меловых отложениях, распространенных в области низовьев Аму-Дарьи; пески неогеновых морских отложений, широко развитые в Прикаспийской низменности.

8. Пески искусственные, дробленые. Производство искусственных дробленых песков возможно повсеместно, где развиты каменные породы. Выпуск дробленых известняковых песков осуществляется Ашхабадским заводом строительных материалов № 3.

На территории Туркменистана наиболее распространены пустынные пески Каракумов. Физико-техническим институтом Туркменского филиала АН СССР и Центральным научно-исследовательским институтом промышленных сооружений МСПТИ СССР были исследованы пробы песков из прикопетдагской полосы Каракумов для их применения в растворах и бетонах.

Пески эти в основном кварцевые, мелкозернистые, угловатоокатанные. В фракции с диаметром зерен меньше 0,1 *мм* содержатся примеси слюдистых минералов и частиц глины. Поверхность отдельных зерен кварца покрыта пленкой гидроокислов железа.

В прикопетдагской полосе Каракумов пески постоянны по своему минералогическому и гранулометрическому составу. Следует отметить, что в краевой части Каракумов (в зоне контакта с прилегающей глинистой равниной) пески бывают загрязнены глинистыми включениями и содержат соли, приносимые грунтовыми водами.

Каракумские пески из районов севернее Ашхабада характеризуются следующими показателями (табл. 118 и 119).

Таблица 118

Химическая характеристика (в вес %) каракумских песков (проба из карьера в районе Аннау)

SiO_2	R_2O_3	CaO	MgO	П.п.п.
64,4	13,9	10,1	1,4	8,7

Таблица 119

Гранулометрический состав каракумских песков

Размер отверстия в ситах в *мм*	5,0	2,5	1,2	0,6	0,3	0,15	Прошло через сито 0,15	Модуль крупности
Частные остатки в %	—	0,03	0,02	0,05	0,04	12,1	—	—
Полные остатки в %	—	0,03	0,05	0,1	0,14	12,24	87,8	0,135

Пустынный каракумский песок не удовлетворяет техническим требованиям на пески для строительных растворов и бетонов из-за неудовлетворительного гранулометрического состава (мелкозернистый песок).

Другие виды местных песков — отсеянные из гравийно-песчаных смесей так называемые горные пески, искусственные дробленые пески — в основном удовлетворяют требованиям, предъявляемым к пескам для бетонов и растворов.

В последнее время в научно-исследовательских учреждениях Советского Союза развернута работа по исследованию возможности и условий применения в бетоне мелкозернистых песков типа каракумских. В результате этих исследований выяснены пути и способы рационального использования мелкозернистых песков для приготовления гидротехнического бетона и изготовления автоклавных строительных изделий. Эти работы в настоящее время находятся в стадии производственных опытов.

Амударьинские аллювиальные пески несколько напоминают пустынные каракумские пески. Они такие же мелкозернистые, сильно слюдис-

тые. Пески эти частично применяются в качестве строительных песков (главным образом в строительных растворах) в приамударьинских районах (Мукры, Гаурдак, Керки, Чарджоу).

Геологические поиски и технологическое опробование строительных песков должны быть поставлены в Туркменистане в каждом из районов крупных строек.

Гравийно-галечниковые и щебневые породы

Сырьевые источники гравийно-галечниковых и щебневых пород Туркменистана можно классифицировать следующим образом: 1) коренные отложения, 2) отложения предгорьев (в руслах горных рек и конусах выноса), 3) береговой вал хвалынского моря, 4) элювиальные отложения в осыпи, 5) щебень, полученные искусственным дроблением каменных пород.

КОРЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ГАЛЕЧНИКОВ И КОНГЛОМЕРАТОВ

Примером развития галечниковых пород в коренных отложениях является толща континентального неогена Восточного и Центрального Копет-Дага — карагауданская свита галечников-конгломератов мощностью более 200 *м*. Породы карагауданской свиты достаточно плотные и крепкие, типа конгломератов, но весьма неоднородны по размерам галек. В качестве материалов для строительства породы карагауданской свиты не опробованы.

В Куба-Даге разрез верхней юры заканчивается конгломератами, достигающими в районе ст. Кайлю значительной мощности (несколько десятков метров). Конгломераты состоят из слабо окатанных галек и валунов главным образом изверженных пород.

На Красноводском плато развиты конгломераты в отложениях неогена (кюрянынская свита). Конгломераты составляют значительную часть этой свиты, общая мощность которой достигает 200 *м*.

Эти материалы для строительных целей не изучены.

ГРАВИЙНО-ГАЛЕЧНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПРЕДГОРЬЕВ

К этому типу относятся отложения в руслах горных рек и конусах выноса. Указанного типа залежи имеют значительное распространение и большую мощность в Прикопетдагском районе. Ашхабад расположен в зоне одного из наибольших по площади и мощности конусов выноса обломочных материалов Копет-Дага.

Ашхабадское и Безмеинское месторождения. В юго-восточной части Ашхабада, в районе Карадамак, и в западной части города, в районе Кеши, залегает почти на поверхности или под небольшой вскрышей (2—3 *м*) мощная толща гравийно-галечниковых пород. Мощность толщи исчисляется многими десятками метров. В районе ст. Безмеин толща гравийно-галечниковых пород мощностью 30 *м*, приуроченная к Фирюзинскому конусу выноса, разведана в качестве сырья для цементного производства.

Гравийно-галечниковая толща состоит из плоскоокатанных известняковых галек различных размеров (от 2—3 до 8—12 *см*), крупного песка и глины. Содержание песчаных фракций обычно составляет 8—15% от массы породы, глинистых фракций — до 10%. Петрографический состав пород галек однородный: известняк плотный, микрокристалличе-

ский, без видимых включений, темно-серый в свежем изломе (типа нижнемеловых известняков в коренных отложениях Копет-Дага).

Ашхабадским заводом строительных материалов № 3 производится механизированная добыча гравийно-галечниковой породы с последующим отсевом мелких фракций гравия и дроблением крупных частиц. Заводская продукция гравия и щебня, идущая для бетонных работ, неоднократно была опробована.

Арчманское месторождение находится в предгорной полосе Копет-Дага, в 2 *км* юго-восточнее ст. Арчман. Геологическое опробование месторождения проведено в 1945 г. конторой карьеров управления Ашхабадской ж. д.

Толща гравийно-галечниковых пород имеет мощность до 7 *м* (средняя 3,4 *м*). Породами вскрыши являются лёссовидные суглинки мощностью до 1,5 *м*. Основная часть породы (около 70%) относится к гравийной фракции с размерами частиц от 3 до 60 *мм*. В породе содержатся значительные примеси пылеватых и глинистых частиц, вследствие чего без обогащения порода не удовлетворяет техническим требованиям на балластные материалы для железнородожного строительства.

Запасы гравийно-галечниковых материалов значительны; только на разведанном участке площадью 0,18 $км^2$ они составляют 600 тыс. $м^3$.

В прикопетдагской предгорной полосе известен ряд других месторождений гравийно-галечниковых пород в районах Кизыл-Арвата, Бами, Бахардена, Келята, Геоктепе, Яблоновского, Аннау, Гяурса, Баба-Дурмаза, Артыка, Каахка, Каушута.

Месторождение Кала-и-Мор находится в Бадхызе. Гравийно-галечниковая толща приурочена к пересыхающим руслам р. Кушка. Толща состоит из двух слоев. Верхний слой со средней мощностью 1,75 *м* — гравийно-галечниковая порода с крупнозернистым песком, местами слабо сцементированная. Нижний слой мощностью 2,5 *м* также состоит из гравийно-галечникового материала, но содержит больше загрязненных песчано-глинистых примесей и включений крупных камней.

На Калаиморском месторождении опробованы три участка (табл. 120). Гравийно-галечниковые материалы верхнего слоя на всех трех участках Калаиморского месторождения удовлетворяют техническим требованиям на балласт для железнодорожного строительства. Породы нижнего слоя требуют промывки.

Таблица 120

Гранулометрическая характеристика пород первого участка Калаиморского месторождения

Слои	Содержание фракций в %			
	больше 40 *мм*	от 40 *мм* до 3 *мм*	от 3 *мм* до 1 *мм*	меньше 1 *мм*
Верхний	4,56	56,70	33,00	5,74
Нижний	6,13	60,04	19,50	14,33

Запасы по каждому из участков определяются сотнями тысяч куб. метров. Месторождение эксплуатируется конторой карьеров управления Ашхабадской ж. д.

При строительстве Каушутбентской гидроэлектростанции материалы Калаиморского месторождения применялись в бетонных работах.

Производился рассев породы на песчаные и гравийные фракции, на которых изготовлялся бетон. Испытания материалов, доставленных из Калаиморского карьера, на подбор состава бетона были произведены в Физико-техническом институте Туркменского филиала АН СССР.

Залежи гравийно-галечниковых пород известны также и в предгорной полосе Гаурдак-Кугитангского района. Из них опробованы и частично эксплуатируются конторой карьеров управления Ашхабадской ж. д. месторождения Самсоновское (см. Талимарджан), Китабское, Гузарское.

БЕРЕГОВОЙ ВАЛ ХВАЛЫНСКОГО МОРЯ

Береговой вал хвалынского моря прослеживается в предгорьях Малого и Большого Балханов. Он сложен гравийно-галечниковыми и песчаными породами.

Месторождение Малого Балхана. Находится на северном крыле Малого Балхана, в 8—10 *км* юго-западнее ст. Айдин, Ашхабадской ж. д. Гравийно-песчаные материалы слагают ряд бугров-останцов. Длина бугров по 500—700 *м*, ширина 100—300 *м*. Максимальная мощность толщи до 24 *м*, минимальная 3—4 *м*.

Соотношения между гравийными и песчаными фракциями породы соответственно 60 и 40%. Гравийные частицы (овальноокатанные) состоят из плотного темно-серого микрокристаллического известняка; преобладающий размер частиц 0,5—3 *см*. Песок также известняковый, овальноокатанный. Содержание глинистых включений незначительное. Порода слабо сцементированная. Вскрыша над гравийно-песчаными материалами от 0 до 2,5—3 *м*. Породы вскрыши — суглинки с гальками известняка и кристаллами гипса.

В 1952 г. месторождение было разведано Туркменским геологическим управлением по заданию Гидропроекта. Опробованные запасы гравийно-песчаной породы составляют 1,5—2 млн. $м^3$.

Месторождения Большого Балхана. Месторождения находятся к югу и юго-западу от Большого Балхана, в районе г. Небит-Даг и станций Джебел и Бала-Ишем. Гравийно-песчаные материалы слагают ряд крупных бугров-останцов.

В 4 *км* северо-западнее Небит-Дага разведан бугор длиной 1,5 *км*, шириной до 0,5 *км*. Мощность толщи гравийно-песчаной породы от 5 до 8 *м*. Обломочный материал состоит из частиц известняка. Гравий овальноокатанный, состоит из плотного микрокристаллического известняка; преобладающий размер частиц 1—4 *см*. Песок также известняковый, овальноокатанный. В породе содержится около 60% гравия и 40% песка. Мощность вскрыши от 1,1 до 1,5 *м*.

Месторождение эксплуатируется управлением Ашхабадской ж. д. Запасы гравийно-галечниковой породы на опробованном участке составляют около 600 тыс. $м^3$. Эти запасы могут быть значительно увеличены за счет разведки нового контура месторождения.

В 4 *км* севернее разъезда № 12, Ашхабадской ж. д. (между г. Небит-Даг и ст. Джебел), разведаны три останца берегового вала. Расстояние между ними по 100—150 *м*. Длина останцов до 1 *км*, ширина по 50—70 *м*. Мощность толщи гравийно-песчаных материалов от 1,5 до 6 *м*. Обломочный материал состоит из частиц известняка. Соотношение в породе между гравием и песком на первом останце соответственно 20 и 80%; на других останцах в породе преобладает гравий, содержание которого от 50 до 70%.

В 1952 г. месторождение было разведано Туркменским геологическим управлением по заданию Гидропроекта как сырьевая база для бетонных работ.

В 6 *км* восточнее Небит-Дага, в 4 *км* севернее линии железной дороги в зоне берегового вала строительный трест Туркменнефти разрабатывает карьер по добыче гравийно-песчаных материалов. Месторождение аналогичного типа.

ЭЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ И ОСЫПИ

Накопление обломочного материала в зоне выветривания каменных пород и осыпи горных склонов особенно развиты в районах распространения массивов изверженных и метаморфических пород — в Султануиз-Даге, в Кугитангтау, в Красноводском районе. На гранитной горе Кубатау (в низовьях Аму-Дарьи) вся площадь выхода гранитов на поверхность покрыта плащом гранитного щебня мощностью 0,25—0,4 *м*. Гранулометрический состав щебня Кубатау ориентировочно характеризуется следующими данными: фракция больше 50 *мм* 20—25%, фракция от 50 до 10 *мм* 40—50%; фракция меньше 10 *мм* 40—25%.

Щебень местами загрязнен глинисто-песчаным материалом. Гранитный щебень Кубатау, содержащий также фракции крупного песка, после некоторого обогащения путем грохочения и промывки, по-видимому, может быть применен для бетонных работ. Запасы щебня на горе Кубатау составляют около 600 тыс. $м^3$.

Кроме того, щебень можно получить искусственным дроблением каменных пород. Контуры распространения в Туркменистане известняков, доломитов и плотных кремнистых песчаников, а также изверженных и метаморфических горных пород и вулканических туфов определяют собой те области, где возможно получение искусственного щебня путем дробления каменных пород.

Туркменистан обладает рядом сырьевых источников для получения минеральных заполнителей для обычного и гидротехнического бетона. Дальнейшие геологические поиски и опробование гравийно-песчаных и каменных материалов должны увязываться с технологическими исследованиями по бетону и железобетону. Большое внимание должно быть уделено поискам природных гравийно-песчаных смесей для бетона, что особенно перспективно для района Большого и Малого Балханов, а также технологическому опробованию местных мягких известняков, известняков-ракушечников и вулканических туфов в качестве легких заполнителей бетона.

Жильный кварц и кварциты

Поиски, опробование и частичная разработка месторождений жильного кварца и кварцитов в Туркменской ССР производились в 1942—1945 гг. В эти же годы был осуществлен производственный выпуск опытных партий динасовых огнеупорных изделий, нашедших применение при восстановлении стекловаренных печей ашхабадских стекольных заводов и на Ашхабадской ж. д. В довоенные годы Туркменистан обеспечивался динасовыми огнеупорами из Донбасса и Урала.

Месторождения жильного кварца известны в палеозойских массивах Султануиз-Дага, включая также и его левобережные отроги (гряды

Джимуртау и Кубатау). Кварцевые жилы имеют небольшую мощность (0,5—0,20 *м*), но встречаются весьма часто, особенно на участках сильной трещиноватости, и прослеживаются по простиранию на десятки метров.

Месторождения жильного кварца в Султануиз-Даге небольшие по мощности и запасам. Они могут, однако, представить некоторый практический интерес, особенно для удовлетворения отраслей промышленности, потребляющих разности чистого кварца в сравнительно небольших количествах (например, для изготовления глазурей и др.).

В 1942 г. в Султануиз-Даге была произведена добыча кварца, доставленного в Ашхабад для производства опытной партии динасовых огнеупорных изделий. После выполнения химических анализов (см. табл. 121) и предварительных термических испытаний кварца из Султануиз-Дага, показавших, что последний может быть использован для изготовления динаса, была выпущена партия динаса в полупроизводственных условиях (Безбородов, 1945а).

Таблица 121

Химическая характеристика кварца из Султануиз-Дага (средняя проба из производственной партии, анализ лаборатории Ашхабадского стекольного завода им. Калинина)

Содержание в вес. %						Удельный вес после нагревания до 1460°
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	M gO	П.п.п.	
98,53	0,64	0,22	0,29	0,17	0,27	2,33

Крупное месторождение кварцитов и кварцитовидных песчаников находится на восточном склоне хребта Кугитангтау — в районе сел. Вандоб у речки Джерданак, откуда происходит название месторождения — Джерданакское. Оно приурочено к нижнеюрским отложениям. Территориально и геологически Джерданакское месторождение кварцитов представляет собой одно целое с вышеописанным Джерданакским месторождением огнеупорных глин (кварциты являются толщей, вмещающей линзы огнеупорных глин).

В 1942 г. Джерданакское месторождение кварцитов было попутно охвачено геолого-разведочными работами, проводившимися Туркменским геологическим управлением, главным образом с целью опробования месторождений огнеупорных глин.

Пробы кварцитов, взятые при геолого-разведочных работах 1942 г., были испытаны в лаборатории Всесоюзного института минерального сырья. В 1944 г. Ашхабадским механизированным стекольным заводом им. Калинина при участии Физико-технического института Туркменского филиала АН СССР в заводских условиях выпущена опытная партия в 15 *т* динаса из джерданакских кварцитов. В 1945 г. Джерданакское месторождение изучалось Физико-техническим институтом Туркменского филиала АН СССР (Безбородов, 1945а).

Кварциты Джерданакского месторождения мелкокристаллические, равнозернистые, массивные (сливные), светло-серые, кремовые, образующие слоистость мощностью 0,30—0,40 и 0,50—0,60 *м*. Обычно в толще кварцитов содержатся прослои кварцевых и гравийно-кварцевых песчаников, отличающихся резко от вмещающих их пород темной окраской и грубой неоднородной зернистостью (0,5—0,8 *см*). Прослои песчаников

не выдержаны по простиранию и часто выклиниваются. Поэтому в одном разрезе их насчитывается 3 или 4, в другом меньше, а местами их вовсе нет. Мощность прослоев темных кварцевых песчаников 0,60—0,70 *м*. В толще кварцитов содержится также много мелких и изредка средних и крупных линзовидных залежей глинистых сланцев.

Толща кварцитов, обнажающаяся по правому и левому склонам долины речки Джерданак, прослеживается на протяжении около 2 *км*. Мощность толщи на разных участках месторождения от 12 до 28 *м*. Залегание слоев кварцитов и песчаников наклонное, под углом от 28 до 35°.

Наиболее чистые разности джерданакского кварцита содержат SiO_2 до 97,92%, Al_2O_3 0,66%, Fe_2O_3 0,32%, K_2O 0,34%, Na_2O 0,18%. Огнеупорность джерданакского кварцита, определенная в криптоловой печи, около 1760°. В результате опытных работ джерданакские кварциты были признаны вполне пригодными для производства динасовых огнеупоров (Безбородов, 1945а).

Геолого-разведочными работами 1942 г. запасы кварцевого сырья без классификации сырья по качеству подсчитаны до глубины 10 *м* по падению и составляют около 500 тыс. *т*. Не подлежит сомнению, что толща кварцевых пород продолжается в глубину без существенных изменений в своем составе, что увеличивает общие запасы.

На Джерданакском месторождении имеется небольшой карьер, находившийся до 1946 г. в ведении управления Ашхабадской ж. д. Месторождение связано со ст. Болдыр удовлетворительной грунтовой дорогой. Расстояние до железной дороги 45 *км*. Для расширения карьера и улучшения участка горной дороги, ведущей к месторождению по долине речки Джерданак, на протяжении около 2 *км* требуются горные работы.

По совокупности данных о качестве сырья, промышленных запасах и возможностях разработки Джерданакское месторождение кварцитов заслуживает серьезного внимания как сырьевая база промышленности строительных материалов.

Трепеловидные породы

В Туркменистане трепеловидные породы известны в палеогеновых отложениях Большого Балхана (пачки трепеловидных сланцев в районе Огланлинского месторождения бентонитов), в меловых отложениях Тюямуюнского антиклинального поднятия в низовьях Аму-Дарьи (линзовидные залежи в меловых отложениях в районе озера Султан-Санджар) и в юрских отложениях Гаурдак-Кугитангского района. Недостаточная изученность этих пород не позволяет дать им более точное петрографическое определение.

Заслуживают также внимания геолого-поисковые данные о наличии опоки в юрских отложениях Туаркырского района (в окрестностях Аманбулака) и в юрской угленосной толще в районе Ягманского угольного месторождения на Большом Балхане. В опоках Ягманского месторождения содержание SiO_2 (по двум пробам) составляет 84,6 и 91,3%.

В Центральных Каракумах на группе Серных бугров в осадочной толще неогена А. Д. Нацким (1926) описаны светлые рыхлые кремнистые туфы. По отдельным анализам в них содержится до 95% кремнекислоты. Из этого валового определения 24,7% приходится на аморфный кремнезем, растворимый в водном растворе Na_2CO_3.

Присутствие трепеловидных пород известно также в Гаурдак-Кугитангском районе. Трепеловидные породы обнаружены в этом районе А. В. Дановым на 1-м и 3-м участках Гаурдакского серного месторождения. Они приурочены к зоне тектонического контакта и являются вторичными образованиями, возникшими в результате сернокислотного выветривания. Мощность трепеловидной породы изменчива. Порода пористая и трещиноватая, с глубиной становится более плотной.

Гаурдакская трепеловидная порода была исследована в Средне-Азиатском научно-исследовательском институте ирригации (САНИИРИ) в качестве гидравлической добавки в цементы. Результаты испытаний ее на активность приведены в табл. 122. Несмотря на невысокие показатели активности этой породы, используя ее при добавках в портландцемент в количестве 10—40%, можно получить пуццолановые портландцементы, превосходящие по прочности исходный портланд-цемент.

Таблица 122

Активность гаурдакской трепеловидной породы как гидравлической добавки, определенная методами поглощения CaO и выщелачиванием 5%-ным раствором соды (по 4 определениям)

Количество CaO в *мг*, поглощенное 1 *г* трепеловидной породы				Максимальный объем за время опыта	Количество активного SiO_2 в %	
за 1 месяц		за 2 месяца				
от	до	от	до	в $см^3$	от	до
79,42	97,45	124,03	126,75	25,0	2,74	13,70

Эта порода также была испытана как добавка к бетону и показала положительные результаты в испытаниях на солестойкость и водонепроницаемость.

Гаурдакская трепеловидная порода по результатам лабораторных испытаний характеризуется как высококачественное сырье для гидравлических добавок, которое может найти применение в строительстве.

Дальнейшие изыскания гидравлических и специальных добавок в условиях Туркменистана имеют важное значение, особенно для получения солестойких растворов и бетонов, необходимых для гидротехнического и промышленного строительства.

Изверженные породы и вулканические туфы

Выходы на дневную поверхность изверженных пород на территории Туркменистана известны в ряде районов: у Красноводска, на Большом Балхане и в Туаркырском районе, в низовьях Аму-Дарьи в левобережных отрогах Султануиз-Дага в грядах Кубатау и Джимуртау (изверженные породы слагают также и основные массивы Султануиз-Дага на правобережье Аму-Дарьи), в центральной части хребта Кугитангтау и в Бадхызе (Кушкинский район). Изверженные породы представлены гранитами, гранит-порфирами, порфиритами, андезитами и андезито-базальтами, габбро и некоторыми другими породами. В Красноводском и Кушкинском районах выходам изверженных пород сопутствуют вулканические туфы. Изверженные породы Туркменистана заслуживают внимания как источник естественного строительного и облицовочного камня и как материал для получения щебня в качестве балласта при дорож-

ном строительстве и в качестве заполнителя в бетонах. Андезиты и базальты могут быть использованы также для каменного литья кислотоупорных изделий.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ В РАЙОНЕ КРАСНОВОДСКА

Выходы изверженных пород находятся непосредственно вблизи города Красноводска на полуостровах Шах-Адам и Уфра. Массивы изверженных пород в Красноводском районе состоят главным образом из порфиритов. Менее развиты граниты, площадь выхода которых на каждом полуострове составляет около 1,5×0,5 *км*.

Изверженные породы Красноводского района были предварительно обследованы Средне-Азиатским геологическим трестом в 1927—1928 гг. Петрография красноводских изверженных пород изучались Е. А. Худобиной (Туркменское геологическое управление).

Красноводские граниты — крупнозернистые и разнозернистые, серого и розового цветов с толстоплитчатой отдельностью.

Красноводские порфириты — кристаллические породы с мелкозернистой основной массой, содержащей вкрапленники светлых плагиоклазов и темноцветных минералов (табл. 123). Окраска порфиритов от светло-зеленой до почти черной.

Таблица 123

Химический состав (в вес. %) одного из образцов красноводских порфиритов

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	$CaO+MgO$	K_2O	П.п.п.
73,08	14,88	0,41	1,24	4,87	1,64

Механическая прочность порфиритов на сжатие, по испытаниям отдельных образцов, достигает 2359—2728 *кг/см*^{2}.

Красноводские массивы изверженных пород позволяют разрабатывать порфириты и граниты для получения строительных камней. Опытная обработка камней с их полировкой показала, что красноводские граниты и порфириты обладают хорошими художественно-декоративными свойствами.

Запасы порфиритов исчисляются сотнями миллионов кубометров; весьма велики также запасы гранитов. Кроме порфиритов и гранитов, среди красноводских изверженных пород известны также выходы гранит-порфиров, ортофиров, спилитов, а также комплекс жильных пород, однако площади их выходов незначительны.

В Шах-Адаме среди изверженных пород развиты также вулканические туфы. Физико-механические, химические и строительные свойства туфов и возможности их добычи не изучены.

Выходы изверженных пород на полуостровах Шах-Адам и Уфра в Красноводском районе находятся вблизи железной дороги и в благоприятных условиях для организации разработки. Красноводские массивы изверженных пород, однако, до сих пор не изучены должным образом как месторождения естественных строительных материалов, а изверженные породы не были подвергнуты полному комплексу лабораторных исследований.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ В НИЗОВЬЯХ АМУ-ДАРЬИ (КУБАТАУ И ДЖИМУРТАУ)

Месторождение Кубатау. Большая часть горы Кубатау, расположенной в 30 *км* западнее р. Аму-Дарьи и вблизи районного центра Тельманск и кишл. Мангит, сложена гранитами. В периферической части Кубатау граниты гнейсовидные, в центральной части — среднезернистые, плотные. Макроскопически граниты представляют собой яснокристаллическую породу темно-розового цвета. Структура породы гипидиоморфная — катакластическая. В Кубатау граниты в поверхностной зоне сильно выветрелые и покрыты плащом гранитного щебня мощностью до 0,7 *м*. Мощность всей зоны выветривания гранитов не менее 5 *м*. Данные о химическом составе гранитов приведены на табл. 124.

Таблица 124

Химический состав (в вес. %) образцов гранитов Кубатау

SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
70,78	13,47	—	3,03	1,11	3,30	0,83	1,88	4,18
73,38	12,84	Следы	2,95	0,99	1,90	Следы	4,31	3,96

Отдельные образцы выветрелого гранита при испытаниях на прочность при сжатии показали 225 *кг/см*^{2}, невыветрелые граниты — 772 *кг/см*^{2}. Истираемость выветрелых гранитов, определенная в барабанах Деваля, равна 4,63%.

Поисково-разведочными работами, производившимися в 1936 г. Средне-Азиатским геологическим трестом, запасы горы Кубатау подсчитаны до уровня прилегающей равнины и исчисляются цифрой порядка 50 млн. *м*^{3}. Месторождение Кубатау должно быть подвергнуто геолого-разведочному опробованию для установления глубины зоны выветривания и выяснения технологических свойств всех разностей гранитов и щебня.

Месторождение Джимуртау. Другой крупный выход изверженных пород находится в гряде Джимуртау вблизи одноименной пристани на р. Аму-Дарье. Комплекс изверженных пород Джимуртау представлен следующими видами: 1) эффузивные горные породы — долериты, долерит-порфиры, полевошпатовые порфиры, кварцевые фельзит-порфиры, порфириты и диабаз-порфиры; 2) интрузивные горные породы — габбро, уралитовое габбро, амфиболиты.

Эффузивные горные породы Джимуртау характеризуются массивностью и микрокристаллической структурой основной массы. Породы разбиты тонкими трещинами, по которым дают отдельности неправильной глыбовой формы. Местами крупные трещины выполнены кальцитом. Произведены лишь отдельные испытания образцов кварцевого порфира и кварцевого фельзит-порфира (Георгиевский, 1937б): прочность на сжатие — до 1300—1400 *кг/см*^{2}, объемный вес 2,590—2,650. Образцы выдержали испытание на замораживание в течение 25 дней без видимых изменений.

Запасы эффузивных пород в Джимуртау практически не ограничены. Наиболее доступными для разработки являются участки северных склонов Джимуртау и прилегающей возвышенности.

Среди эффузивных пород Джимуртау можно найти каменные материалы для различного применения в строительстве: 1) бутовые и штучные строительные и облицовочные камни; 2) дорожные материалы —

брусчатка, булыжник и щебень: 3) балластные материалы и заполнители для бетонов.

Интрузивные горные породы Джимуртау, выходящие на дневную поверхность на отдельных участках, не изучены. Обладая высокой прочностью и твердостью, они представляют интерес в качестве материала для дорожного покрытия и, возможно, в качестве декоративного материала. Массивы изверженных пород Джимуртау должны быть охвачены детальным геолого-разведочным и лабораторным опробованием.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ В БАДХЫЗЕ

В Бадхызе, в пределах Серахского и Тахта-Базарского административных районов Туркменской ССР, развиты эффузивные породы. Они изучались П. М. Васильевским и В. Н. Лодочниковым (1930) и В. Н. Огневым (1932). В 1942 г. Геологическим институтом Туркменского филиала АН СССР проведено полевое опробование и описание наиболее крупных выходов андезитов и базальтов с оценкой запасов в связи с изысканиями сырья для каменного литья кислотоупорных изделий (полевые исследования В. Г. Салькова, обработка полевых сборов выполнена Ю. Б. Айзенбергом). Эффузивные породы Бадхыза представляют также интерес как естественные каменные строительные материалы.

Изверженные породы Бадхыза относятся к типу эффузий основной магмы и представлены андезитами, андезито-базальтами, базальтами и основными вулканическими туфами. На дневной поверхности они обнажаются тремя обособленными участками: Чакмаклы-Чонга, Еройланский и Кушкинский. В западном участке (Чакмаклы-Чонга) эффузивы представлены наиболее основными породами — базальтами и андезито-базальтами. В центральном, Еройланском участке развиты более кислые андезиты (пироксеновые, лабрадоровые и амфиболо-пироксеновые андезиты). В восточном участке (он же самый южный), Кушкинском, эффузивы представлены наиболее кислыми разностями андезитов (амфиболовые, плагиоклазовые и биотитовые андезиты). В районах выходов изверженных пород встречаются также туфобрекчии и брекчии изверженных пород. Андезиты, базальты, туфы повсюду выделяются своим черным цветом и слагают обычно положительные формы рельефа.

В экономическом отношении Кушкинские месторождения изверженных пород находятся в наиболее благоприятных условиях по возможностям добычи, транспортировки и водообеспеченности.

Изверженные породы окрестностей Кушки имеют форму покрова, а местами — пластовой эффузии среди палеогеновых отложений. На дневную поверхность эти породы выходят юго-восточнее и восточнее г. Кушки полосой шириной 6—10 *км*. Мощность эффузивной толщи до 30 *м*, а протяженность выходов около 15 *км*.

Крупных обнажений, доступных для организации добычи изверженных пород, сравнительно мало, так как выходы изверженных пород большей частью прикрыты наносами. Расстояние между отдельными крупными обнажениями — несколько километров. Обычно это или возвышенности (сопки), сложенные эффузивами, или скалообразные выходы в обрывистых берегах речных долин.

Петрографически породы Кушки между собой близки, хотя показывают внешние различия. Это массивные породы со скрытокристал-

лической или мелкокристаллической основной массой, обычно темно-серого и серого цвета, весьма часто с зелеными, сиреневыми, красными тонами оттенков. Спорадически рассеяны кристаллы-вкрапленники. Породы крепкие, однако с поверхности разбиты многочисленными неглубокими трещинами выветривания

Имеющиеся микроскопические определения показывают, что изверженные породы из района Кушки относятся преимущественно к амфиболовым и плагиоклазовым андезитам, реже пироксеновым и биотитовым, совсем редко — к андезито-дацитам. Андезиты сопровождаются туфами совершенно аналогичного состава.

В табл. 125 приведены данные о химическом составе андезитов с горы Аметистовой, в 5 *км* юго-восточнее Кушки.

Таблица 125

Химический состав андезитов горы Аметистовой

Породы	Содержание в вес. %										
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	Fe_2O_3	CaO	MgO	MnO	K_2O	Na_2O	H_2O
Андезитодацит	55,28	0,48	17,05	1,33	7,15	7,60	3,72	0,19	0,81	3,51	1,85
Амфиболовый андезит .	62,82	0,37	15,73	0,78	6,08	6,50	3,96	0,04	0,95	2,32	0,91
Роговообманковый андезит	65,38	0,27	13,36	0,81	6,09	3,30	1,66	0,07	1,54	2,28	0,85

Отдельные образцы андезитов, испытанные на прочность при сжатии, показали до 1453 *кг/см²*. Вулканические туфы также являются достаточно крепкими породами, однако их физико-механические, химические и строительные свойства не изучены.

В районе Кушки выделяется восемь обнажений эффузивных пород, расположенных на проездных путях и заслуживающих внимания по своим запасам. Запасы изверженных пород определялись в поле ориентировочно вычислением объемов обнаженных участков. Объем небольших обнажений до 100 *м³*, средних 400—1000 *м³*, объем наиболее крупных обнажений исчисляется десятками тысяч куб. метров (для одного из обнажений — 80 000 *м³*).

МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУГИТАНГТАУ

В Кугитангском хребте изверженные породы представлены главным образом гранитами, которые составляют большую часть размытого палеозойскогро ядра Кугитангской антиклинали. Ширина полосы обнажений гранитного массива 5—10 *км*, а его протяженность по простиранию структуры около 60 *км*.

Кугитангские граниты — крупнокристаллические, равнозернистые породы серого и светло-розового цвета, крепкие, имеющие высокую механическую прочность. Система параллельных вертикальных трещин образует в гранитах столбчатые и толстопризматические отдельности, позволяющие вырабатывать крупные блоки размерами более 0,5 *м³*. Предел прочности на сжатие, по испытаниям отдельных образцов, около 1500 *кг/см²*.

В массиве изверженных пород Кугитангтау известны также диориты, гранит-порфиры и кварцевые порфиры, занимающие сравнительно ограниченную площадь.

В целом изверженные породы Кугитанга в качестве строительных материалов не изучались. Они описывались в процессе геологической съемки и при изучении находящихся в этом районе месторождений огнеупорных глин и каменного угля.

В районе сел. Вандоб на юго-восточном склоне Кугитангтау до 1946 г. существовал карьер по добыче гранитного камня и щебня, находившийся в ведении управления Ашхабадской ж. д. Карьер отстоит от ближайшей железнодорожной станции Болдыр на 50 *км* и связан с ней грунтовой дорогой.

Талько-хлоритовые камни

Талько-хлоритовые камни относятся к строительным материалам, имеющим специальное промышленное применение в качестве огнеупорных материалов.

В метаморфическом комплексе хребта Султануиз-Даг известны тальковые породы (Пэк и Чураков, 1936). Геологическим институтом Туркменского филиала АН СССР исследован новый участок их распространения — на левом берегу Аму-Дарьи в гряде Джимуртау (Ю. Б. Айзенберг).

Зона интенсивного развития тальковых пород в гряде Джимуртау тянется с северо-запада на юго-восток полосой переменной ширины 10—30 *м*. Она приурочена к контакту основных изверженных пород и метаморфических сланцев. Ширина полосы и особенно сама степень отальковання сильно изменяются по простиранию. Наиболее часто здесь встречаются отдельные линзовидные участки талько-хлоритовых сланцев; среди талько-хлоритов мелкими линзами и прожилками залегают разности чистого талька. Простирание выхода зоны тальковых пород на поверхность — около 500 *м*. Можно предполагать, что, следуя конфигурации изверженного массива, она продолжается на значительную глубину. Данные о минералогическом составе талько-хлоритов приведены в табл. 126.

Таблица 126

Минералогический состав (подсчитанный под микроскопом джимуртаусских талько-хлоритовых камней (в %)

Минерал	Состав отдельных шлифов			Средний состав породы в целом
	I	II	III	
Тальк	16,2	11,3	5,3	10,9
Хлорит	77,8	85,7	89,7	84,4
Карбонат	4,4	2,5	4,4	3,8
Апатит	1,6	0,5	0,6	0,9
Сумма	100,0	100,0	100,0	100,0

Сравнивая состав изученной породы и зарекомендовавшие себя в промышленности тальковые породы, можно видеть, что порода Джимуртау отличается от них исключительным обилием хлорита и малым количеством карбоната. По мнению Д. С. Белякина и В. П. Петрова, талько-хлоритовый камень Джимуртау приближается к хлоритовым сланцам типа сегозерского, входящим в настоящее время в поле зрения промышленности.

Технологические исследования талько-хлоритовых камней Джимуртау в качестве огнеупоров были выполнены в Физико-техническом инсти-

туте Туркменского филиала АН СССР в 1946 г. (Айзенберг и Муравьева, 1950). Огнеупорность талько-хлоритов находится на уровне, обычном для тальковых пород (1460—1490°). В опытных образцах талько-хлоритового огнеупора механическая прочность на сжатие достигает 231,4 *кг/см*², пористость (кажущаяся) по водопоглощению 33,4%, объемный вес 2,2.

Талько-хлоритовые материалы могут найти применение в качестве огнеупоров для футеровки теплоагрегатов с умеренными температурами (1300—1400°). При этом необходимо отметить, что талько-хлоритовые материалы обладают химической стойкостью в щелочных средах.

Кроме месторождения Джимуртау, в Султануиз-Даге известен ряд других месторождений тальковых пород (Кызылсай, Казгантау). Хотя последние технологически не были изучены, можно предполагать аналогичность их свойств в сравнении с породами Джимуртау. По данным А. В. Пэка (Пэк и Чураков, 1936), выявленные запасы тальковых пород в Султануиз-Даге составляют около 1 млн. *т*.

Природные нефтебитумы и кировые породы

В Туркменистане месторождения природных битумов и кировых пород издавна известны на Челекене и на Небит-Даге. Природные нефтебитумы Челекена и Небит-Дага технологически изучались и применялись в качестве материалов для дорожных и кровельных покрытий.

Промышленные отходы

В строительстве могут быть использованы также ряд видов промышленных отходов, получаемых в Туркменской ССР при переработке минерального сырья и нефтепродуктов, а именно: 1) битумы нефтеперегонных заводов (побочные продукты производства) — для получения битумных строительных материалов; 2) котельные (топливные) шлаки— в качестве теплого, легкого и огнестойкого материала для засыпки при отеплении кровель, чердачных перекрытий и подпольных пространств и т. п. и для выпуска небольших партий бетонных изделий на основе портланд-цемента и строительного гипса; 3) отсев горного песка при добыче сырья на цементном и известковом заводах — для строительных растворов и бетонов; 4) отходы сероплавильного производства Гаурдакского рудника—для получения стеновых материалов (блоков и монолитного бетона) ввиду их вяжущих свойств.

Глава пятая

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Небольшое количество атмосферных осадков и высокие летние температуры определяют засушливость и маловодность Туркменской ССР. Крупнейшая песчаная пустыня умеренного пояса — Каракумы вместе с другими пустынными территориями Туркмении занимает $^4/_5$ площади республики. В то же время один из самых крупных в СССР по площади своего развития поток грунтовых вод, несущий преимущественно соленые воды, приурочен к Каракумам. Бедленды Западного Копет-Дага — самая засушливая область СССР, но даже и здесь, так же как и в Каракумах и в других «безводных» районах Туркмении, следы хозяйственной деятельности человека многочисленны.

Крупные города, получающие только привозную или искусственно опресненную воду, и рабочие поселки, полностью снабжающиеся водой, доставляемой на самолетах, существуют в Туркмении много лет. Однако нет никакого сомнения в том, что умелое и широко поставленное изучение местных водных ресурсов позволит обеспечить даже и в этих пунктах относительно нормальное водоснабжение. Таковы причины, обусловливающие первостепенное значение изучения и освоения местных водных ресурсов, имеющих здесь большие перспективы.

Вероятно, именно в Каракумах зародилась система наливных поглощающих колодцев, при которой соленые грунтовые воды опресняются дождевыми водами, что позволяет успешно вести хозяйство на территориях, вовсе лишенных пресных и даже солоноватых грунтовых вод. Одним из самых совершенных приспособлений для эксплуатации воды из плывунных грунтов является корзинчатый кустарниковый фильтр туркменского скотовода, еще недостаточно оцененный гидротехникой.

В нашем распоряжении имеются сведения о 7930 колодезных отверстиях Каракумов, но едва ли в эту цифру входит и половина их действительного количества. Суммарная длина колодезных стволов составляет не менее 170—200 *км*. Длина подземных водосборных галерей и колодцев кяризных систем предгорной полосы Копетдага измеряется тысячами километров. Эти цифры свидетельствуют об огромном труде, вложенном туркменским народом в борьбу за свое существование.

О качественных нормах водопотребления в условиях Туркмении

Высокое на значительных площадях Туркмении засоление подземных, а иногда и поверхностных вод не позволяет подходить к их качественной оценке с общепринятыми мерками. Это обстоятельство заставляет нас расшифровать понятие о пресных и других водах применительно к Туркмении.

Здесь для питья употребляются воды, отличающиеся весьма значительным засолением. Причина этого кроется в двух обстоятельствах. Первое заключается в отсутствии других вод. При этом пришлое население обычно быстро привыкает к воде повышенной солености. Второе обстоятельство, допускающее использование минерализованных вод, заключается в том, что типы минерализации туркменских вод весьма специфичны. При малых засолениях (до 1—2 *г/л*) в составе вод фиксируются довольно разнообразные компоненты, которые при данной концентрации имеют каждый в отдельности небольшое значение. При росте общего засоления преобладание переходит к хлористому натрию, а известно, что питьевое потребление воды с относительно высоким содержанием хлористого натрия не приносит какого-либо вреда для организма. Даже при наличии слабо соленого вкуса, при хлор-натриевом его происхождении, вода может безвредно использоваться для питья.

Местное население каракумских аулов издавна использует для питья воду с содержанием до 3—3,5 *г/л* и даже, что, впрочем, зафиксировано в единичных случаях, до 4—5 *г/л* сухого остатка. Исходя из этого можно рекомендовать для поселкового водоснабжения, где есть пришлое население, воду с сухим остатком до 2—2,5 *г/л*. Примером такого рода может служить Небит-Даг (до постройки Казанджикского водопровода), где имеются подземные воды с указанным засолением и специфичным хлор-натриевым составом, вплоть до бессульфатных вод. Все это, конечно, обусловлено недостатком других вод и не может быть возведено в принцип. Поэтому всюду, где мы употребляем термин «питьевая вода», под верхним пределом засоления имеются в виду цифры порядка 3—3,5 *г/л* для каракумского аульного водоснабжения и до 2,5 *г/л* для поселкового водоснабжения.

Если бы животные употребляли примерно такую же по засолению воду, какую употребляет человек (как об этом говорится во многих курсах водоснабжения), то богатейшие пастбищные ресурсы туркменских пустынь оставались бы втуне. К счастью, это не так. Местные породы скота, т. е. каракулевая и курдючная овца и одногорбый верблюд, могут нормально развиваться при использовании воды с концентрацией летом до 10—12 *г/л* и зимой до 14—15 *г/л*. Для молодняка и подсосных маток требуются воды с засолением до 7—8 *г/л*. Эти важные обстоятельства позволяют эксплуатировать огромные территории пустынных пастбищ.

Воды с засолением до 6—8 *г/л* называем солоноватыми, до 12—15 *г/л* — солеными и только выше этого — высокосолеными, хозяйственно негодными. Кстати заметим, что при нужде человек может утолять жажду солоноватой водой, и при хлор-натриевом засолении это не вызывает особых болезненных явлений.

Все сказанное теряет практическое значение, если тип минерализации воды оказывается не хлор-натриевым. Такие воды, хотя и в меньшем количестве, все же заметно распространены, и это обстоятельство заставляет для соответствующих районов значительно снижать качественные

нормы водопотребления. Весьма часто воды с сульфатно-натриевым или, что еще хуже, с сульфатно-магниевым или хлор-магниевым типом минерализации развиты в низкогорном Западном Копет-Даге, на Прикаспийской низменности, в Северо-Западной Туркмении, в приафганских районах и др. По этой причине здесь не представляется таких возможностей для освоения территории на местных водах.

Со всеми указанными хозяйственными моментами в условиях Туркмении гидрогеолог не может не считаться, и даже более того, иногда ему придется все усилия направлять на поиски такой воды, которая с точки зрения «общепринятых» представлений является хозяйственно непригодной.

Некоторые указания, связанные со специфическими методами водопользования в Туркмении

В равнинных областях Туркменской ССР огромное хозяйственное значение имеют наливные подземные воды, которые позволяют осваивать территорию, где пресные или даже солоноватые грунтовые воды совсем отсутствуют. Эти воды образуются за счет поглощения колодцами (или через водопроницаемые породы) дождевых вод, выпадающих на такырных площадях, которые являются местными водосборами. Здесь необходимо отметить особенности, обусловливающиеся наличием наливных вод, которые надо учитывать при геологических исследованиях и оценках.

Наливные воды обычно представляют собой линзы больших или меньших размеров, «плавающие» на грунтовых водах и составляющие с ними единое зеркало. Различия между теми и другими водами заключаются в первую очередь в их химическом составе. С целью отчетливого разграничения этих двух типов вод, для грунтовых, не связанных с местным водосбором, гидрогеологами, работающими в Туркмении, употребляется термин «истинные» грунтовые воды.

Для Центральных Каракумов, Прикаспийской низменности и других районов имеются многие сотни химических анализов колодезной воды. Эти анализы являлись и будут являться основанием для различных выводов гидрогеологического и водохозяйственного значения. Авторы таких выводов далеко не всегда учитывают, что они имеют дело с наливными водами и что химический состав таких вод лишь отражает ту или иную степень смешения дождевых (наливных) и «истинных» грунтовых вод. В числе этих вод можно встретить все колебания от мягких щелочных вод с засолением менее 0,5 *г/л*, отражающих почвенно-химические процессы такырных водосборов, до жестких хлор-кальциевых вод с засолением в десятки граммов на литр, отражающих состав «истинных» грунтовых вод.

Водохозяйственные заключения с учетом генезиса воды, конечно, возможны, но какие-либо гидрогеологические обобщения по такому исходному материалу совершенно недопустимы. Чем больше различия в гидрохимии таких вод, тем заманчивее возможности для разных обобщений и тем менее они обоснованы. Понимание явления осложняется также и тем, что в ряде случаев погружение атмосферной воды происходит в стороне от колодцев и до места опробования наливные воды распространяются подземным стоком.

Таким образом, местные водные ресурсы Туркмении требуют в иных случаях сугубо комплексного подхода для своего понимания. Это обстоятельство почти не отражено в литературе, но важность его значительна.

Об основных закономерностях гидрогеологических процессов в Туркмении

Некоторые районы Туркмении в гидрогеологическом отношении являются более или менее изолированными. Так, Южный Устюрт для всех надпалеогеновых подземных вод представляет бассейн, слабо связанный с другими районами Туркмении (если не считать гидравлической связи напорных вод морского миоцена между Капланкыром и Верхнеузбойским коридором).

Значительная пересеченность Туаркырского района приводит к полной изолированности всех грунтовых и надпалеогеновых подземных вод в его пределах. Лишь частично меловые и стратиграфически более низкие воды Туаркыра могут быть гидравлически связаны с подземными водами окружающих территорий. При этом хорошая обнаженность различных геологических образований, их значительная тектоническая нарушенность и несколько повышенное гипсометрическое положение позволяют рассматривать Туаркыр как область питания ряда подпалеогеновых водоносных горизонтов. Однако относительно незначительная площадь обнаженности каждого из водопроницаемых комплексов, малое количество осадков и высокое испарение заставляют оценивать эту область питания весьма скромно.

Воды Красноводского плато и Чильмамедкумов, несомненно, гидравлически связаны с водами Большого Балхана, а воды Чильмамедкумов, вероятно, связаны и с водами Низменных Каракумов. Большой Балхан приходится рассматривать как важную область питания для подпалеогеновых водоносных комплексов указанных районов.

Однако в отношении стратиграфически более высоких вод это значение Большого Балхана, так же как и его гидравлическая связь с соседними районами, заметно ослабевает. Что касается грунтовых вод Красноводского полуострова, то они в основном имеют местное питание.

Все перечисленные районы Северо-Западной Туркмении отделяются от остальной территории республики долиной Узбоя. Последняя представляет собой довольно глубокую дрену, в которую поступают далеко не только грунтовые воды. Вся область к югу и востоку от Узбоя представлена районами, которые не могут рассматриваться как изолированные гидрогеологические районы.

Каракумы являются приемником и проводником больших водных масс различного происхождения. Водный баланс Каракумов, выраженный в $м^3/сек$ (в среднем), в приходной части представляется схематично в следующем виде:

1. Русловая фильтрация из Аму-Дарьи	150
2. Атмосферные осадки над площадями песков	34
3. Подземный сток со стороны Копет-Дага	25
4. Русловая фильтрация Мургаба	17
5. Русловая фильтрация Теджена	3
6. Погружение тедженских паводков	2
7. Погружение атмосферных осадков на такырах Центральных Каракумов, в зоне больших такыров и на такырах тедженской дельты	0,1—0,2
8. Подземный сток карабильских толщ не учтен; его размер едва ли достигает	0,4—0,5
Итого без 7-го и 8-го пунктов	231 $м^3/сек$

Развитый на территории Каракумов поток грунтовых вод постепенно иссякает и дает сравнительно небольшой сток за пределы Каракумов.

Погружение грунтовых вод каракумского потока в более глубокие горизонты в ощутимых размерах невозможно из-за недренированности в настоящее время этих горизонтов. Наоборот, едва ли приходится сомневаться в том, что в каракумский грунтовый поток происходит поступление вод снизу за счет избыточного напора. Имея в виду вероятный размыв палеогена (местами), такое поступление может оказаться существенным. Учесть сейчас его мы еще не можем. В связи со сказанным расходная часть баланса определяется в основном испарительными потерями:

1. Испарение с поверхности озер и солончаков в долине Западного Узбоя	3—4
2. Испарение с поверхности небитдагского солончака (Келькор) .	95—125
3. Испарение с каракумских солончаков	63
4. Внутригрунтовое испарение с поверхности свободного зеркала каракумских грунтовых вод, независимо от глубины залегания зеркала	40—70

Итого 230 *м*³/*сек*

Приведенные цифры, хотя и основаны на анализе большого фактического материала, далеко не равноценны. Некоторые из них достаточно точны, а некоторые можно рассматривать только как порядок величин или, точнее, только в качестве характеристики направленности процессов водного баланса в сфере подземных вод.

Русловая фильтрация Аму-Дарьи оценена еще В. В. Цинзерлингом (1927). Различные дополнительные исследования и расчеты, предпринимавшиеся за последнее время, говорят скорее о том, что русловые потери из Аму-Дарьи еще больше, чем это полагал в свое время В. В. Цинзерлинг.

Поступление доли атмосферных осадков в грунтовые воды подсчитано автором, исходя из наблюдения над режимом грунтовых вод и транспирацией (Кунин, 1945ф). Приведенная цифра не может быть пока признана надежной.

Подземный сток со стороны Копет-Дага оценен на основании обширных исследований и разведок подземных вод, проводившихся на северной равнине Копет-Дага и в первую очередь в районе Ашхабада и Казанджика под руководством П. И. Калугина, П. А. Панкратова, Б. Ф. Костина и автора. Приведенная цифра может считаться надежной как минимальная из возможных.

Фильтрация из Мургаба и Теджена и погружение такырного стока подсчитаны автором по различным данным; анализ расчета приводится в указанной монографии (Кунин, 1945ф). По всей видимости, цифры отражают порядок величин.

Если подсчеты приходной части баланса основаны преимущественно на анализе прямых наблюдений, то расходная часть рассчитывается по теоретическим соображениям, точность которых мы не всегда еще можем проконтролировать. Эти расчеты уточняются по мере дальнейшего изучения и пополнения фактов. Так, за самое последнее время установлено, что мы переоценивали приток к району Келькора грунтовых вод из каракумского потока. Это положение, с одной стороны, говорит о том, что испарительные потери в пределах каракумского контура (в долине Узбоя, с поверхности каракумских солончаков и особенно, по-видимому, внутригрунтовое испарение с поверхности зеркала) должны быть больше указанных нами, а с другой, что подземный приток с Большого Балхана оказывается более мощным и питает испарительный расход с Келькорского солончака в более существенной степени, чем мы рассчитывали.

Несмотря на несовершенство приведенного расчета, было бы неправильно отказываться от него совсем, так как он позволяет наметить принципиальную рабочую гипотезу и подойти к тем или иным выводам, имеющим практическое значение. Выводы эти могут быть весьма разнообразными и важными. Мы приведем лишь некоторые из них. Так, пункт 7 приходной части баланса является бесспорно самым незначительным. В то же время не менее бесспорно, что эта статья прихода, в отличие от всех прочих, одна определяет возможность ведения хозяйства в Центральных (Низменных) Каракумах, основанного на использовании местных водных ресурсов.

По мере все более возрастающего использования территории Каракумов и интенсификации хозяйства эта наиболее скромная приходная статья водного баланса будет приобретать все большее значение, так как основной задачей в методах обводнения Каракумов является умелое и наиболее выгодное освоение и использование всех местных водных ресурсов.

Большое значение также имеет пункт 3 приходной части водного баланса. Весьма скромное пока использование подземных вод предгорной зоны Копет-Дага может возрасти во много раз. Сравнительно слабое сельскохозяйственное и особенно промышленное развитие этой зоны, в частности районов, тяготеющих к столице республики—Ашхабаду, тормозится именно водонеобеспеченностью. Как бы схематична ни была приведенная в приходной части баланса цифра и как бы ни была пока мала доля реального использования воды от общего подземного стока Копет-Дага, перспективы в этом отношении весьма значительны. Эти перспективы сейчас особенно важны для развития нефтяной промышленности Западного Туркменистана, так как нет сомнения, что существенная доля потребности в воде нефтяной промышленности может быть удовлетворена за счет подземного стока пресных вод из области Копет-Дага.

Расходная часть баланса позволяет подойти к оценке накопления солей и их территориального распределения. Очевидно, что фактор испарительной концентрации, исходя из составляющих водного баланса, будет наиболее важным обстоятельством, определяющим закономерности в соотношении засоления подземных и особенно грунтовых вод в области их стока и рассеивания. В областях питания решающими, понятно, будут исходный состав вод и степень растворимости тех или иных водопроводящих комплексов.

Исходя из направления гидрогеологических процессов, которые выясняются из схемы водного баланса территории, ниже мы характеризуем в самом общем виде некоторые качественные закономерности.

Верхний «пояс» родников Копет-Дага, где источники отличаются изменчивыми и, в общем, малыми расходами, характеризуется довольно разнообразным составом вод, зависящим от состава пород и длины пробега от места погружения до места выклинивания. В основном это пресные карбонатные воды (Центральный Копет-Даг). При преобладающем сульфатном засолении пород эти воды делаются более минерализованными и переходят в разряд преимущественно солоноватых сульфатных вод (частично Западный и Восточный Копет-Даг).

Нижний «пояс» родников отличается, в общем, значительными и устойчивыми расходами. Среди нисходящих вод преобладают гидрокарбонатно-кальциевые (водосбор и подземный путь в пределах главным образом известняков), почти всегда пресные воды. В восходящих, термальных (обычно субтермальных) водах сильнее сказываются воздейст-

вие нагрева и длительность циркуляции, независимо от состава пород. Проникновение части этих вод до юрских отложений обусловливает их высокую сероводородность и отсюда, за счет восстановительных процессов, их обычную малосульфатность. Вследствие довольно высокой общей концентрации эти воды теряют карбонаты, и, несмотря на то что весь или почти весь путь вплоть до выхода на поверхность они проходят в известняках, состав их очень часто бывает хлор-натриевым. Эти воды, более минерализованные, все же остаются преимущественно пресными. Высокое (до известной степени) содержание сероводорода в некоторой мере оказывается даже благоприятным, ибо сероводород, уменьшая сульфатность воды, сам затем довольно легко устраняется аэрацией, и вода используется для бытового водоснабжения, полива и других целей.

В Большом Балхане эта схема нарушена тем, что родники верхнего «пояса», благодаря сильной трещиноватости пород, развиты слабо, а воды более глубокой циркуляции уходят на значительные глубины и частично выклиниваются из трещиноватых пород в рыхлые предгорные образования ниже дневной поверхности, где они и вскрываются скважинами.

В области Каракумов качественные изменения имеют более однообразный характер. Водовмещающие комплексы здесь представлены преимущественно кварцево-полевошпатовыми песчаными фациями с малым содержанием воднорастворимых солей. В этой связи смена типов минерализации определяется в первую очередь увеличением концентрации за счет испарения. Поступающие в Каракумы грунтовые воды, будучи в основном пресными карбонатными и карбонатно-сульфатными, постепенно засоляясь, проходят «стадию» сульфатных вод и, наконец, становятся хлор-натриевыми.

Высокая растворимость хлористого натрия определяет наибольшее площадное развитие в потоках грунтовых вод Каракумов именно таких хлор-натриевых соленых и высокосоленых вод. Местные особенности вносят известные, но только местные изменения. Например, в районе Сарыкамыша — Узбоя появляются хлор-магниевые воды (влияние сарматских доломитов), в областях с влиянием наливных вод появляются карбонатно-щелочные воды и т. д. Но все эти влияния быстро нивелируются указанным основным направлением метаморфизации, коль скоро она захватывает крупные водные массы. Даже влияние значительного подземного стока с Копет-Дага, дающего в основном сульфатно-карбонатные воды, сказывается лишь в предгорной полосе, ибо эти воды, подверженные тому же процессу метаморфизации, начинают частично приобретать хлор-натриевый облик до того, как они смешиваются с такими же водами Центральных Каракумов. В общем, хлор-натриевый состав вод можно считать типичным для условий Каракумов и рассматривать его как результат климатического континентального воздействия.

Особняком выделяется район северо-западной части Низменных Каракумов, где развит бассейн пресных, но пестрых по типу минерализации грунтовых вод. Об этих водах сказано ниже.

Изолированные области северо-запада, где грунтовые потоки имеют незначительное развитие, отличаются более пестрыми соотношениями в засолении, что усиливается наличием там основательно засоленных морских осадков. В гидрохимическом отношении северо-западные области освещены несравненно хуже, и обобщения по ним пока затруднены. Однако можно, видимо, говорить о преобладании сульфатного «этапа» метаморфизации подземных вод.

При оценке общего распределения подземных вод необходимо подчеркнуть роль палеогена. Отложения этого возраста на больших площадях отличаются выдержанностью состава и представляют мощные глинистые толщи, являющиеся водоупором. По крайней мере для всей северной (севернее линии Унгуза) и северо-западной части Туркмении и в известной мере для Юго-Восточных и, может быть, Центральных Каракумов палеоген является гигантским региональным водоупором. Выше него развиты грунтовые (т. е. свободные) и близко с ними связанные межпластовые воды. Все или большинство надпалеогеновых, в том числе и межпластовых, горизонтов в той или иной мере дренируются, и относительно близкая их связь с грунтовыми водами, атмосферными осадками или поверхностными водотоками обычна.

Однако палеоген, конечно, нельзя рассматривать как абсолютный региональный водоупор. В антиклинальных структурах Южного Устюрта и Сарыкамыша он частично или полностью срезается и с миоценом могут соприкасаться водоносные комплексы мела, дающие воду со значительным напором. Аналогичная картина установлена Н. П. Луповым (1945) для района Серных бугров, где бурением обнаружена антиклинальная структура, в которой палеоген уничтожен и морской миоцен контактирует с меловыми мергелями и глинами. Аналогичные явления, понятно, могут быть распространены значительно шире, чем мы о них знаем в настоящее время, и значение таких «окон» для глубинного водообмена местами может оказаться существенным.

Глубокие межпластовые воды представлены преимущественно подпалеогеновыми горизонтами (за исключением области молодого погружения, захватившего Прикаспийскую низменность Юго-Западной Туркмении). Вне горных систем выходы их на дневную поверхность весьма ограничены.

Области питания многих глубоких горизонтов Туркмении находятся в пределах республики или вблизи ее границ.

Аму-Дарья на значительных отрезках своего течения сечет водопроницаемые комплексы верхнего мела, и погружение воды в них осуществляется либо непосредственно из русла, либо через водопроницаемый аллювий реки. Общий орографический уклон к западу от реки предопределяет и возможное движение воды в том же направлении. Этот источник может питать меловые артезианские горизонты Каракумов, которые, несомненно, должны существовать на значительных площадях.

Горные системы Северного Афганистана, почти не изученные в геологическом отношении, представляют область питания для надпалеогеновых, палеогеновых и меловых горизонтов Юго-Восточных Каракумов.

Не вызывает сомнения факт погружения значительных масс воды в Копет-Даге в водопроницаемые комплексы мела и отсюда частично в юру. Аналогичное обстоятельство имеет место в Большом Балхане, где юрские и нижнемеловые толщи перехватывают значительную долю осадков, что является, кстати сказать, причиной малого активного дебита существующего выклинивания и слабого развития временного поверхностного стока на южных и восточных склонах этих гор.

К области питания подпалеогеновых горизонтов следует отнести и район Туаркыра. В количественном отношении погружение вод представляется здесь в незначительных, однако не лишенных практического интереса, размерах.

Ряд признаков позволяет намечать и более удаленные области питания. Подпалеогеновые воды Сарыкамышско-Устюртской области могут

быть связаны с Мангышлаком и Аралом. Нельзя также не учитывать мощных областей питания на западных погружениях горных систем к востоку от Аму-Дарьи. В частности, специфические условия выхода и состав вод в районе Султан-Санджара могут указывать на поступление их издалека — с востока, наряду с близким амударьинским питанием. Здесь же весьма вероятно и наличие погребенных вод.

Вопрос становится сложнее, если отвлечься от возможного погружения и попытаться подойти к реальной оценке такового. Дело в том, что мы не знаем областей разгрузки и дренажа для большинства подпалеогеновых горизонтов, а для Прикаспийской низменности Юго-Западной Туркмении — и для многочисленных надпалеогеновых напорных горизонтов. Более или менее (в схеме) вырисовывается дренаж копетдагских глубоких вод. Мощные дизъюнктивные нарушения Копет-Дага выводят значительные массы воды в предгорные надпалеогеновые горизонты, и рассчитывать на широкую гидравлическую связь подпалеогеновых горизонтов Копет-Дага с таковыми же Центральных Каракумов пока нет больших оснований. Известная часть вод, погружающихся на Большом и Малом Балханах и в Западном Копет-Даге, может находить выход в сопочных и «нефтяных» водах Прикаспия, но количество выходящей здесь воды не может, конечно, балансировать погружения в указанных районах. В отношении прочих районов и горизонтов мы пока не знаем ничего определенного. В частности, роль Каспийской ванны в проблеме дренажа остается неизвестной, хотя имеются не только теоретические соображения, но и прямые указания на наличие в прибрежной зоне моря, на небольших глубинах, выходов подземных вод.

Гидрогеологическое районирование территории Туркменской ССР дано на схематической карте (рис. 88) и представляется в следующем виде.

Горные области питания. Преобладают трещинные, преимущественно слабо минерализованные воды в мощных известняково-песчаных толщах мезозоя.

А — Большой Балхан. Активное выклинивание незначительно и по гидрохимическим свойствам, в зависимости от местных условий, разнообразно. Основная масса вод уходит на значительные глубины. По южному и, вероятно, восточному контуру осуществляется значительный дренаж в предгорные образованиия хлор-натриевых, малосульфатных пресных и солоноватых вод. Глубокий дренаж на север, по геологическим условиям, весьма вероятен, но не изучен.

Б — Копет-Даг. Нисходящие воды преимущественно карбонатно-кальциевые, пресные. Восходящие того же типа и более высоких степеней метаморфизации — сульфатные, вплоть до хлор-натриевых, бессульфатных и сероводородных, также преимущественно пресные.

Б-1 — Низкогорный Западный Копет-Даг благодаря мощным глинистым покровам почти лишен активного выклинивания трещинных вод. Характерно значительное развитие временного поверхностного стока, обводняющего прилегающие равнины. В настоящее время это один из самых безводных районов Советского Союза.

В — Гаурдак-Кугитангский район. Общий характер циркуляции подземных вод не изучен. Имеются трещинные и карстовые нисходящие воды, проявляющиеся в виде крупных источников (Кугитангтау), но наряду с этим сильно развит временный поверхностный сток по низкогорьям (Гаурдак), гидрогеологические условия которого освещены плохо.

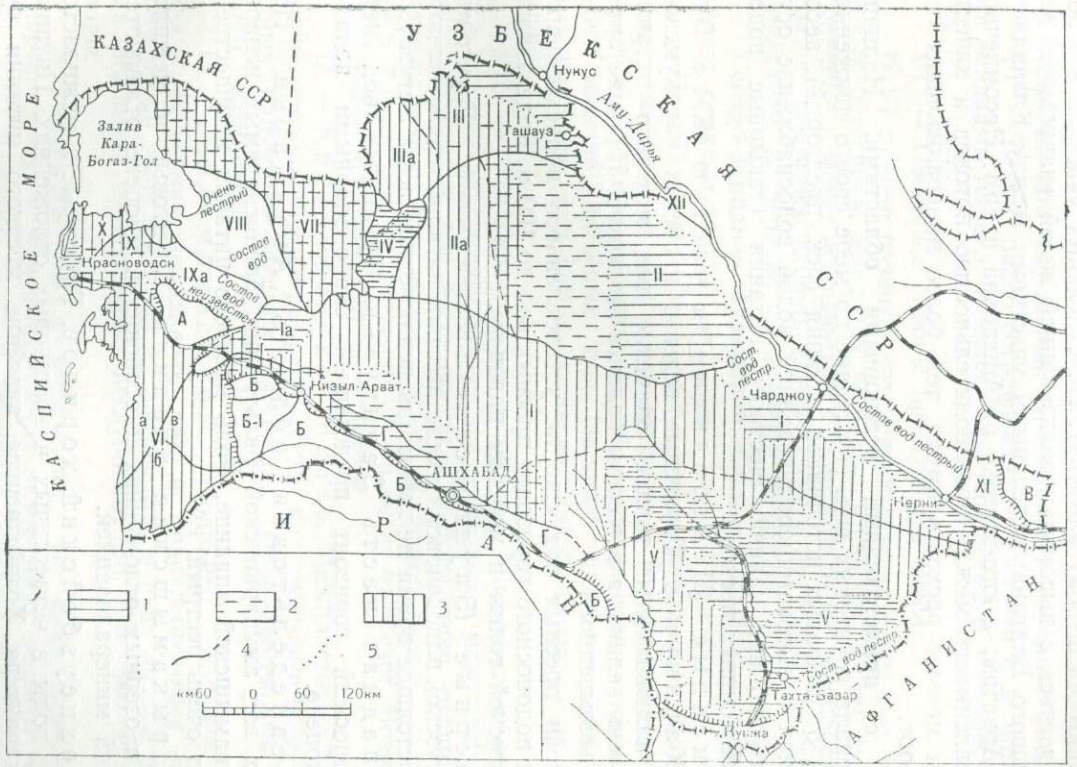


Рис. 88. Схематическая карта гидрогеологического районирования Туркмении. Составлена В. Н. Куниным

1 – пресные воды; *2* – солоноватые воды; *3* – соленые воды (при наличии вод, различных по качеству, показана комбинация условных знаков); *4* – границы между гидрогеологическими районами и подрайонами; *5* – границы между площадями развития вод различной минерализации. Объяснения цифровых и буквенных обозначений на карте даны в тексте

Предгорные равнины. Преимущественно область транзита грунтовых вод. Мощные, местами многоярусные потоки грунтовых вод в обломочных отложениях. Условия вскрытия артезианских вод, за некоторым исключением, неблагоприятны, но ресурсы хозяйственно-пригодных вод, еще почти не использованные за счет насосного подъема, очень значительны на Копетдагской (Г) и Большебалханской (не показана по условиям масштаба) равнинах. На отдельных участках эти потоки могут оказаться с высокоминерализованной водой (например, к востоку от Большого Балхана; отдельными участками между Казанджиком и Кизыл-Арватом; к юго-востоку от Ашхабада и др.). Несомненно, существует зависимость между производительностью потоков и качеством воды: чем меньше расходы потока, тем более минерализованы его воды, и наоборот.

Каракумы с прилегающими равнинными областями. Наличие сплошного зеркала грунтовых вод. Последние по мере своего движения, т. е. удаления от основных источников питания (рек, предгорий), засоляются. В зонах с высокоминерализованной водой водоснабжение осуществляется только при наличии местного питания (такырные водосборы, воды барханных песков).

I — Низменные (Центральные и частью Юго-Восточные) Каракумы. Грунтовые воды в пределах каракумской четвертичной аллювиальной толщи. Значение вод местного питания в хозяйстве очень велико, а в водном балансе ничтожно. Наличие артезианских вод несомненно.

I[а] — Бассейн пресных вод еще не установленного происхождения с мощностями водоносного горизонта пресных вод до 100 *м*. Вода заключена в каракумской толще и морском плиоцене.

II — Северные (Заунгузские) Каракумы. Грунтовые воды в заунгузской плиоценовой толще. Местное питание хозяйственного значения в настоящее время не имеет (за исключением зоны Унгуза).

II[а] — Западная часть Заунгузья. Грунтовых вод нет. Первый водоносный горизонт представлен слабонапорными водами в морском миоцене.

III — Древнедельтовая область Аму-Дарьи. Поток грунтовых вод амударьинской фильтрации, балансируемый испарением в Сарыкамышской впадине. Роль местного питания несущественна, состав вод очень пестрый.

III[а] — Сарыкамышская впадина. Грунтовые и межпластовые воды в озерных отложениях и особенно в миоцене отличаются весьма высокой минерализацией.

IV — Верхнеузбойский коридор. Грунтовые и межпластовые напорные воды в четвертичных и неогеновых отложениях. Питание смешанного характера. Хозяйственное значение местного питания существенно.

Наличие артезианских вод в подпалеогеновых горизонтах на легко достижимых глубинах несомненно в районах II—III—IV и на больших глубинах в районе I.

V — Мургаб-Теджен ский район. Грунтовые воды в карабильской неогеновой толще и в аллювиально-дельтовых осадках Обручевской степи, Мургаба и Теджена. Питание осуществляется из южных областей и речных потоков. Значение местного питания несущественно.

Артезианские воды несомненны под палеогеном в западной части района и вероятны в восточной, но на большой глубине.

VI — Прикаспийская низменность. Область преимущественного развития бассейна грунтовых вод. Решающее хозяйственное значение принадлежит водам временного поверхностного стока, роль которых велика и в общем балансе.

VI[а] — Район, палеогеографически связанный с дельтовоприморскими осадками пра-Аму-Дарьи. Преобладают песчаные фации.

VI[б] — Район, палеогеографически связанный с дельтово-приморскими осадками Атрека. Преобладают глинистые и тонкопесчаные (супеси, лёссы) фации.

VI[в] — Такырные районы предгорного сноса.

В VI районе развиты артезианские воды в осадках морских неогеновых бассейнов, имеющих большую мощность. Воды высокоминерализованные и могут вскрываться в виде отдельных межпластовых горизонтов до огромных глубин. Напор связан не только с гидростатическим давлением, но нередко и с газовым фактором.

Северо-Западная Туркмения. Область преимущественного развития дочетвертичных морских осадков.

VII — Южный Устюрт. Вероятен сплошной водоносный горизонт в миоцене (в том числе трещинные и карстовые воды). Значение местного (такырного) питания абсолютно невелико, не нередко определяет наличие питьевых вод. Наличие подпалеогеновых межпластовых напорных вод весьма вероятно, также вероятно их высокое засоление.

VIII — Туаркырский район. Многочисленные изолированные и полуизолированные бассейны грунтовых и межпластовых вод. Привнос подземных вод из-за пределов района очень ограничен. Наличие водоснабжения определяется в значительной степени местным питанием и может быть существенно улучшено за этот счет. Возможно наличие глубинных вод близко от поверхности.

IX — Красноводское плато. Межпластовые воды в неогене имеют преобладающее развитие, тогда как грунтовые воды развиты в местных полуизолированных бассейнах. Подпалеогеновые артезианские воды несомненны.

IX — Чильмамедкумы. Подрайон особенно перспективен как в отношении неогеновых, так и подпалеогеновых напорных вод. Грунтовые воды пока совсем неизвестны, и едва ли они имеются. Весьма вероятны относительно неглубокие (до 200—300 *м*) артезианские воды.

X — Приморская равнина. На фоне сплошного развития грунтовых вод в древнекаспийских отложениях развиты мощные линзовые воды местного питания, имеющие большое хозяйственное значение.

Приамударьинская область. XI—Правобережье Аму-Дарьи. Гидрогеологически наименее изученный район Туркмении. Грунтовые и пластовые воды в неогене. Весьма вероятны артезианские горизонты под палеогеном.

XII — Район Питнякских складок. Местные бассейны грунтовых вод и восходящие под влиянием газового фактора и гидростатического напора воды из мезозоя, связанные частично с нефтяными залежами.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ КОПЕТ-ДАГА И МАЛОГО БАЛХАНА

Общая характеристика подземных вод

Первые исследования подземных вод Копет-Дага относятся к началу 80-х годов. Их задачей было изыскание источников водоснабжения строившейся тогда Закаспийской ж. д. Материалы этих исследований не сохранились. В опубликованных в конце 80-х годов статьях К. И. Богдановича (1887) и А. М. Коншина (1885, 1886) приводятся первые, очень общие данные гидрогеологического характера и, в частности, ставится вопрос о возможности получения в предгорной полосе пресных артезианских вод. В 1891 г. Ф. Маевский произвел гидрогеологическую рекогносцировку горной части Асхабадского уезда с целью «выявления вопроса о получении артезианской воды».

Только после революции в Копет-Даге начались систематические гидрогеологические исследования и разведки на воду. В 1923—1930 гг. почти на всей территории Копет-Дага и Малого Балхана производились гидрогеологические исследования И. И. Никшичем и его сотрудниками — В. В. Александровым, В. Н. Огневым и Г. И. Смолко. В серии опубликованных работ (Никшич, 1924, 1925, 1926а, в, г, 1927а, б, 1931, 1932а; Александров, 1932, 1933; Александров и Никшич, 1930; Огнев, 1933; Смолко 1932б) ими дается описание большинства источников и краткая характеристика основных водоносных горизонтов.

С 1930 г. в Копет-Даге, преимущественно в области Передовой цепи и предгорной равнины, производились детальные гидрогеологические исследования и разведки на воду Средне-Азиатским геологическим трестом, Туркменским геологическим управлением, Центроспецстройпроектом и другими организациями. Результаты исследований изложены в отчетах Е. Г. Запрометова (1932), М. М. Иваницына, П. И. Калугина, П. И. Калугина и П. А. Панкратова (1939ф), Г. И. Каляева и С. И. Рыбакова (1941ф), Н. И. Клементова, В. И. Кудинова, Н. К. Кульджаева, Н. М. Победоносцева и др. В тот же период П. И. Калугиным, Г. И. Каляевым, Г. К. Литвиным и М. П. Сукачевой производилась гидрогеологическая съемка почти всей территории советского Копет-Дага в масштабе 1 : 100 000. Материалы этих исследований обобщены и частично опубликованы в работах П. И. Калугина (1942, 1945, 1946, 1942ф, 1945ф, 1946ф).

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ ПИТАНИЯ И ДРЕНАЖА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

По сравнению с другими частями Туркмении Копет-Даг может считаться областью, богатой подземными водами. В его пределах на площади около 28 000 *км*^{2} зарегистрировано около 2000 источников и кяризов с общим дебитом до 10 000 *л/сек*. Кроме того, разведочные работы последних 15 лет установили обильные неиспользованные ресурсы воды. По приблизительным подсчетам, только между Ашхабадом и Казанджиком вдоль северо-восточного склона Передовой цепи имеется до 12 500 *л/сек* пресных вод. Можно предположить, что общие ресурсы циркулирующих на небольших глубинах подземных вод в пределах советской части Копет-Дага составляют 25—30 *м*^{3}*/сек*. Условия питания водоносных горизонтов в различных частях Копет-Дага рисуются в общих чертах в следующем виде.

Наиболее благоприятные условия питания мы наблюдаем в области мощных известняковых хребтов Центрального Копет-Дага и в юго-восточной части Западного Копет-Дага (в бассейне рр. Арваз, Айдере и Сумбар). Здесь атмосферных осадков выпадает больше, чем в других районах, причем на больших высотах значительная часть их выпадает в виде снега, почти не дающего поверхностного стока. Очагами инфильтрации являются многочисленные долины и особенно глубокие ущелья известняковых хребтов. Они нередко приурочены к зонам тектонического дробления. Зимой в ущельях собирается большое количество снега, а весной и летом проходят иногда огромные массы силевых вод. Мощные конусы осыпей и донные скопления обломочного материала препятствуют поверхностному стоку и благоприятствуют инфильтрации.

В пределах хребтов Передовой цепи условия инфильтрации мало отличаются от описанных выше. Однако количества поглощаемой атмосферной влаги здесь невелики вследствие крутого падения пластов, незначительной водосборной площади отдельных водоносных горизонтов и меньшего количества осадков.

В области западного погружения Копет-Дага (к западу от долины Терсакан) условия питания подземных вод неблагоприятны. Большая часть поверхности сложена здесь слабо проницаемыми нижнетретичными и верхнемеловыми породами, а количество осадков значительно меньше, чем в высокогорной области. Вследствие этого ресурсы подземных вод в этой части Копет-Дага незначительны. Благодаря высокому содержанию солей в третичных отложениях связанные с ними воды характеризуются высокой минерализацией и большей частью непригодны для питья. Западное погружение Копет-Дага — одна из наименее водообеспеченных областей юга Туркмении. Также бедны еще слабо изученные водные ресурсы Малого Балхана, где вытекают лишь немногочисленные малодебитные и большей частью соленые источники.

Существенную роль в пополнении подземных водных ресурсов Копет-Дага играют «зарубежные воды», поступающие со стороны Ирана. Известняковые массивы хребтов иранской части Копет-Дага, поднимающиеся на высоту до 3000 *м*, являются хорошими водосборами, причем условия инфильтрации атмосферной влаги благодаря большому количеству осадков, хорошей обнаженности и трещиноватости пород лучше, чем в советском Копет-Даге. Поступление «зарубежных» вод на нашу территорию может осуществляться следующими путями: 1) инфильтрацией из речек, берущих начало в горах Северного Ирана (Атрек, Чандыр, Сумбар, Лаинсу, Арчиньянсу, Казганчай и др.); 2) инфильтрацией силевых вод, которые поступают из Ирана в пределы советской территории ежегодно в количестве нескольких миллионов кубометров; 3) подземным путем: а) в долинных наносах некоторых долин, пересекающих границу, б) по пластам, имеющим уклон в сторону советской территории, в) по тектоническим трещинам и карстовым водотокам.

В предгорной полосе питание подземных вод за счет атмосферных осадков, выпадающих на равнине, играет в общем балансе небольшую роль. Местами, особенно в зоне крупных конусов выноса, образованных легко проницаемыми обломочными накоплениями, преобладающее значение приобретает инфильтрация поверхностных вод (речных, силевых, ирригационных).

Естественный дренаж подземных вод в горной области приурочен к долинам и ущельям, вне которых встречаются только незначительные родники. Основные массы воды вытекают по трещинам и раздроб-

ленным породам вдоль тектонических разрывов, с которыми связаны почти все крупные источники; надвиги «термальной зоны» и диагональные разрывы области внутренних складок являются основными артериями подземного дренажа советского Копет-Дага.

В толще осадочных отложений Копет-Дага и Малого Балхана можно выделить следующие водоносные горизонты:

1. Известняковая серия мальма-неокома, выраженная плотными известняками с подчиненными горизонтами доломитов, ангидритов, мергелей, песчаников и алевролитов. Видимая мощность этой серии в центральных районах Копет-Дага превышает 1200 *м*.

2. Песчаниково-глинистая серия апта, альба и сеномана, образованная чередованием глауконитовых песчаников, алевролитов и глинистых пород. Мощность 1500—2000 *м*.

3. Карбонатно-глинистая серия турона, сенона и датского яруса, представленная мергелями и мергелистыми глинами. Мощность 1000—1500 *м*.

4. Серия морских нижнетретичных отложений, представленная преимущественно зеленовато-серыми глинами и глинистыми песчаниками, в основании которых к востоку от Ашхабада залегают кварцевые песчаники, песчанистые мергели и мергели. Мощность морского палеогена изменяется от 1000 до 2000 *м*.

5. Серия морского неогена, выраженная песчаниками, известняками, мергелями и мергелистыми глинами, мощность которых на западе достигает 500—600 *м*, быстро убывая в восточном направлении.

6. Серия третичных, главным образом верхнетретичных, моласс, выраженная преимущественно конгломератами и глинистыми песчаниками, мощность которых в некоторых районах превышает 1500 *м*.

7. Послетретичные отложения, представленные грубообломочными образованиями, песками, супесями, суглинками, песчанистыми глинами и др.

Каждый из перечисленных выше комплексов содержит один или несколько водоносных горизонтов, которые сохраняют основные характерные для каждой серии гидрологические и гидрохимические свойства.

ВОДЫ ИЗВЕСТНЯКОВОЙ СЕРИИ МАЛЬМА (?)—НЕОКОМА

Мощная толща известняков, залегающая в основании видимого разреза Копет-Дага и Малого Балхана, заключает богатейший пресный водоносный горизонт. С известняками неокома связано свыше 90% всех подземных вод, вытекающих на поверхность в пределах Копет-Дага и вдоль его северных склонов. Водообилие неокомских известяков определяется сильной их трещиноватостью, особенно в зоне крупных тектонических перемещений или изгибов, и широким распространением известняков в области больших абсолютных высот, где выпадает больше атмосферных осадков. На всей площади хребтов, сложенных неокомскими породами, покров послетретичных образований отсутствует или выражен хорошо водопроницаемыми скоплениями рыхлого обломочного материала, вследствие чего атмосферные осадки имеют возможность очень быстро просачиваться в грунт.

Необходимо иметь в виду, что понятие «водоносный горизонт» в данном случае может быть приложено только условно. Все крупные источники, вытекающие из неокомских известняков, приурочены к трещинам тектонических разрывов. Источники, не связанные с тектоническими раз-

рывами, в подавляющем большинстве представляют ничтожные выходы воды (тысячные или сотые доли литра в секунду), вытекающей из самых различных горизонтов тысячеметровой свиты неокома. Главные массы воды просачиваются на значительную глубину, где их передвижение связано в основном с тектоническими разрывами и сопутствующими последним зонами раздробления, а также с карстовыми пустотами. Сплошное водное зеркало в породах известняковой толщи неокома может существовать только в области синклиналей, причем и здесь его положение фиксируется не каким-либо определенным горизонтом известняков, а уровнем естественного (или искусственного) дренажа. Карстовые явления в области известняковых массивов Копет-Дага не достигают такого широкого распространения, как, например, в аналогичных по внешнему виду мальмских известняках Гаурдак-Кугитангского района или в известняковых горах Крыма и Кавказа.

По условиям выхода на поверхность источники, вытекающие из пород неокомской известняковой толщи, могут быть разбиты на два основных типа: 1) теплые восходящие источники, связанные главным образом с тектоническими разрывами термальной зоны и диагональными разрывами; 2) холодные нисходящие и восходящие источники, которые в свою очередь могут быть подразделены на: а) сбросовые восходящие и нисходящие источники и б) мелкие трещинные источники, получающие питание с ограниченных местных водосборов. Теплые источники имеют постоянную температуру воды от 19 до 37° и относительно устойчивый дебит, испытывающий значительные колебания лишь в многолетнем разрезе; температура воды и дебит «холодных» источников показывают значительные изменения в течение года в зависимости от температуры воздуха и количества выпадающих осадков. Некоторые источники этого типа пересыхают в сухую часть года или вымерзают в холодные месяцы. Воды «холодных» источников гидрокарбонатные с незначительной концентрацией растворенных солей (содержание плотного остатка не превышает, как правило, 0,5—0,6 *г/л*). Хлориды и сульфаты встречаются обычно в ничтожных количествах. О химическом составе теплых источников будет сказано ниже.

ВОДЫ ПЕСЧАНИКОВО-ГЛИНИСТОЙ СЕРИИ АПТА, АЛЬБА И СЕНОМАНА

Породы апта, альба и сеномана обнажаются на большой площади в восточной части Западного Копет-Дага, по западной окраине Центрального Копет-Дага, в бассейне рр. Чандыр, Сумбар и Арваз, а также по южному склону Малого Балхана. Водоносные горизонты аптских, альбских и сеноманских отложений играют основную роль в гидрогеологии этой области и питают здесь большинство источников. В верхней части бассейна рр. Сумбар и Арваз породы апта, альба и частично сеномана слагают наиболее высокие элементы рельефа (хребты Емишалли, Елликая и др.), поднимаясь до отметок 1500—1900 *м*, и условия питания подземных вод приближаются к описанным выше для известняковых массивов центральных частей Копет-Дага. В более восточных районах, а также в области передовых структур Западного Копет-Дага породы апта, альба и сеномана обнажаются относительно небольшими изолированными участками, причем их выходы приурочены большей частью к синклинальным понижениям, например Ашхабад-Бахарденской синклинали, или склонам хребтов на высотах, не превышающих 500—1000 *м*. Условия питания водоносных горизонтов здесь уже гораздо ме-

нее благоприятны, особенно в области Передовой цепи, где в породах апта, альба и сеномана содержатся небольшие ресурсы подземных вод.

Песчаниково-глинистая серия апта, альба и сеномана по своим гидрогеологическим свойствам резко отличается от пород неокома. Неоднократное чередование хорошо водопроницаемых пород (песчаников) с слабопроницаемыми толщами глин и глинистых сланцев определяет существование в ней нескольких более или менее изолированных друг от друга водоносных горизонтов, нередко совершенно различных по водообилию, химическим и физическим свойствам воды. Так как литологический состав отдельных членов этой серии в различных районах Копет-Дага испытывает значительные изменения, то в разных районах составляющие ее породы заключают различное число водоносных горизонтов и свойства некоторых горизонтов неодинаковы в разных местах. Так, в некоторых районах песчаники сеномана дают совершенно пресные воды с ничтожной минерализацией; местами же (Эйшем, Кюрен-Даг и др.) из сеномана вытекают сероводородные воды со значительной минерализацией (до 2 *г/л* и более). Однако ряд водоносных горизонтов характеризуется широким распространением, сохраняя свои отличительные свойства на большом расстоянии. Примером может служить водоносный горизонт, приуроченный к оолитовым известнякам и песчаникам средней свиты апта.

ВОДЫ КАРБОНАТНО-ГЛИНИСТОЙ СЕРИИ ТУРОНА, СЕНОНА И ДАТСКОГО ЯРУСА

Мощная толща карбонатно-глинистых и карбонатных пород турона, сенона и датского яруса имеет неодинаковый литологический состав в разных районах Копет-Дага, в связи с чем изменяются и условия ее водоносности. В Западном и Центральном Копет-Даге верхнемеловая карбонатно-глинистая серия представлена слабопроницаемыми мергелями и мергелистыми глинами, которые, в сущности, являются наименее водоносной частью геологического разреза. Правда, в некоторых западных районах, где широко распространены указанные отложения, к ним приурочены многочисленные источники. Однако дебит последних всегда очень мал. Это источники местного питания, их расход подвержен значительным колебаниям по временам года и по годам. Многие родники действуют только в холодную часть года и пересыхают летом. Некоторые из них в засушливые годы вовсе не функционируют.

Воды, вытекающие из мергелей, большей частью содержат значительное количество растворенных солей, в особенности гидрокарбонатов и сульфатов. Нередко встречаются соленые или горько-соленые воды, непригодные для питья. Воды некоторых источников содержат значительное количество H_2S. Лучшими по качеству являются воды верхних горизонтов сенона в районе Гяурской антиклинали и в Восточном Копет-Даге, дающие плотный остаток 1,5 *г/л* и меньше.

ВОДЫ МОРСКИХ НИЖНЕТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Нижнетретичные образования в своем составе заключают две группы отложений, резко различных по своим гидрогеологическим свойствам.

К первой группе относится вся толща в основном глинистых, в большей своей части гипсоносных нижнетретичных пород Западного Ко-

пет-Дага, а также верхние горизонты морского палеогена Гяурской антиклинали и Восточного Копет-Дага. Породы этой группы характеризуются весьма слабой водопроницаемостью и большим содержанием растворимых солей (главным образом хлоридов и сульфатов). Источники, вытекающие из этих отложений, обычно малодебитны и дают горько-соленую воду с плотным остатком до 26 *г/л*. Вода некоторых родников имеет запах сероводорода.

Ко второй группе относятся палеоценовые кварцевые песчаники бухарского яруса, распространенные в районе Гяурской антиклинали и в Восточном Копет-Даге. Они характеризуются хорошей водопроницаемостью и при наличии достаточно обширных водосборов заключают обильный водоносный горизонт с водой прекрасного качества. На южном крыле Гяурской антиклинали, в Манышской (Кельтечинарской) синклинали и в некоторых районах Восточного Копет-Дага из этих песчаников вытекают десятки пресных источников.

В песчаниках бухарского яруса, благодаря хорошей растворимости известкового цемента, развивается своеобразный карст. В районе Манышской синклинали отдельные провальные воронки достигают нескольких сот метров в поперечнике. Наиболее обильные источники свиты кварцевых песчаников вытекают из промоин карстового характера. Общий дебит источников, вытекающих из этих песчаников, составляет около 85 *л/сек*.

Подземные воды песчаников бухарского яруса содержат плотного остатка от 0,4 до 0,7 *г/л*, в том числе: Cl' 0,025—0,10 *г/л*; SO_4'' 0,10—0,25 *г/л*; HCO_3' 0,20—0,30 *г/л*. Общая жесткость этих вод равна 15—20°.

ВОДЫ МОРСКИХ ВЕРХНЕТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

В разрезе морского неогена значительное место занимают слабопроницаемые породы — мергели и глины, составляющие от 40 до 60% общей его мощности. Площадь, сложенная верхнетретичными морскими осадками, относительно невелика и разделена на отдельные, не связанные между собой участки. Поэтому в толще морского неогена мы встречаем лишь незначительную водоносность. Наиболее водообильны породы сарматского яруса, в составе которого преобладают трещиноватые известняки и песчаники. Вытекающие из сармата источники дают в сумме несколько десятков литров в секунду почти пресной или слабо солоноватой воды, содержащей в растворе значительное количество углекислых и сернокислых солей. Акчагыльская толща глин и глинистых песчаников питает немногочисленные, большей частью солоноватые, роднички с ничтожным дебитом. В нижних, более глинистых горизонтах акчагыла преобладают сильно минерализованные горько-соленые воды. В песках верхних частей акчагыльской толщи к юго-западу от Казанджика встречены обильные пресные или слабо засоленные воды. Немногочисленные и малодебитные источники из отложений среднего миоцена, заключающих пласты гипса, дают сильно минерализованную воду с большим содержанием сульфатов.

ВОДЫ ТРЕТИЧНЫХ МОЛАСС

Мощные молассы предгорий Копет-Дага и Малого Балхана заключают в своем составе хорошо водопроницаемые породы (пески, песчаники, рыхлые конгломераты). Однако, ввиду небольшой водосборной

площади, общее количество инфильтрующейся в молассах атмосферной влаги не велико; обильные воды встречаются в этих отложениях только в тех участках, где имеются поступления в них теплых струй вдоль разрывов термальной зоны или фильтрационных поверхностных вод. С молассами связаны немногочисленные и, за небольшим исключением, очень мелкие источники, дающие нередко воду со значительной минерализацией, часто непригодную для питья. Необходимо отметить, что подземные воды третичных моласс изучены еще очень слабо.

ВОДЫ ПОСЛЕТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Из послетретичных осадков Копет-Дага водоносными преимущественно являются: а) аллювиальные отложения горных долин и б) пролювиальные отложения предгорной равнины.

Воды аллювиальных отложений горных долин. Донные наносы почти всех крупных долин Копет-Дага заключают подземные потоки, которые местами выклиниваются на поверхность в виде источников. Питание этих потоков осуществляется в основном за счет «коренных» вод, дренируемых самой долиной или ее притоками. Некоторое пополнение может получаться также за счет атмосферных осадков, выпадающих в бассейне долины. Речки и ручьи, протекающие по руслам наиболее крупных долин, играют также существенную роль в питании водоносных горизонтов аллювия; многие мелкие ручьи полностью поглощаются рыхлыми наносами дна долины, даже более крупные горные речки теряют иногда за счет фильтрации свыше 50% своего расхода.

Химические свойства подземных вод, циркулирующих в аллювии горных долин Копет-Дага, весьма пестры и находятся в прямой зависимости от литологического состава и засоленности коренных пород, развитых в бассейне долины. Долины, дренирующие область известняковых массивов Центрального Копет-Дага (например, долина речки Фирюзинки), заключают в наносах пресные воды. Воды долин, в бассейнах которых преобладают верхнемеловые или третичные породы, как правило, сильно засолены (например, в долине Аджидере).

Воды пролювиальных накоплений предгорного шлейфа. Почти вдоль всего северо-восточного склона Передовой цепи Копет-Дага в толще предгорных накоплений на глубине от 2—3 *м* до многих десятков метров залегают подземные воды, широко используемые населением предгорной полосы. Почти непрерывное на всем протяжении предгорной равнины зеркало подземных вод имеет уклон на север и северо-восток, в сторону Каракумов. В составе предгорных отложений значительную роль играют хорошо водопроницаемые породы (галечники, гравий, щебенка, рыхлые конгломераты, иногда пески), которые, однако, распространены очень неравномерно, вследствие чего водопроницаемость толщи резко меняется как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Следствием уменьшения к северу водопроницаемости пород является постепенное приближение водного зеркала к поверхности земли.

Так как в питании водоносного горизонта пролювиального шлейфа во многих местах основную роль играют воды термальной зоны, то на описании вод пролювиальной толщи остановимся ниже, при рассмотрении водоносности этой зоны.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ТЕРМАЛЬНОЙ ЗОНЫ

С разрывами «термальной зоны» связано свыше половины всего количества подземных вод, вытекающих в пределах советской части Копет-Дага. Детальные гидрогеологические исследования, выполненные в по-

следние годы вдоль северных склонов Передовой цепи, выяснили, что термальная зона таит также крупные неиспользованные ресурсы подземных вод. Выходы теплых источников в настоящее время прослежены почти вдоль всего северного склона Копет-Дага, от Казанджика на северо-западе до ст. Душак (ущелье Келатачай) на юго-востоке, т. е. на протяжении около 450 *км*.

Поверхности надвигов термальной зоны имеют обычно крутой наклон к югу или юго-западу. Учитывая большую величину смещения вдоль плоскости надвига, которая достигает нескольких тысяч метров, следует предполагать, что корни надвига уходят на значительную глубину. Особенно благоприятные условия для развития надвиговых структур представляет толща известняков неокома. Глубоко проникая в нее, вероятно даже достигая ее подошвы, надвиги пересекают богатейший водоносный горизонт Копет-Дага.

Тектоническая брекчия вдоль плоскости надвигов и раздробленные участки пород в их зальбандах представляют весьма благоприятные условия для циркуляции подземных вод и создают пути, по которым находящиеся под большим напором (особенно в области синклинальных прогибов) воды получают возможность движения в самые верхние слои земной коры. В местах наиболее глубокого дренажа зоны раздробления они дают начало источникам. Слабопроницаемые нижнетретичные и верхнемеловые породы северных крыльев передовых антиклиналей, выступающие во многих местах вдоль лежачего крыла надвигов, играют как бы роль плотины или, вернее, водоупорного пласта. Они создают подпор воды в зоне тектонического раздробления, что способствует поступлению воды на поверхность или в близкие к поверхности водопроницаемые слои пролювия.

Брекчированные известняки и тектоническая брекчия образуют мощную зону раздробления, которая в целом характеризуется хорошими условиями водопроницаемости. Последние, однако, сильно изменяются в различных местах. Так, из пяти скважин в районе Багирских источников, вскрывших водоносные брекчированные известняки вдоль линии главного надвига, только две дали обильный приток напорной воды, достигавший 100 *л/сек*; в остальных трех скважинах раздробленные известняки оказались плотно сцементированными глинистыми массами и дали ничтожный приток воды. В тех участках, где раздробленные породы вдоль линии надвигов перекрыты водонепроницаемыми слоями верхнетретичных и послетретичных отложений, этот водоносный горизонт может обладать большим напором и давать самоизливающуюся воду. Так, воды, вскрытые скважинами близ Багира, обладали напором от 100 почти до 200 *м*.

Только меньшая часть вод термальной зоны вытекает на поверхность непосредственно из коренных пород или тектонической брекчии. Основные массы воды поступают в толщу рыхлых послетретичных предгорных образований или в пласты верхнетретичных акчагыльских и надакчагыльских пород, перекрывающих тектонические контакты разрывов термальной зоны.

Подавляющее большинство источников (свыше 90%) вытекает вдоль фронта известняковых хребтов, представляющих ядра передовых антиклинальных структур. В зоне погружения последних, где в области Передовой цепи развиты более молодые отложения, выходы теплых вод вовсе отсутствуют или встречаются в небольшом числе, а дебит их обычно незначителен. Такое распределение источников обусловлено тем, что:

1) надвиги в известняковых свитах достигают наибольших амплитуд и, следовательно, осуществляют наиболее глубокий дренаж; 2) водоносные горизонты неокомской известняковой толщи заключают основные ресурсы подземных вод; 3) трещины в известняках и образованная из обломков известняков брекчия трения обладают наилучшей водопропускной способностью, в то время как тектонические трещины в других свитах могут подвергаться закупорке глинистыми образованиями, входящими в состав этих свит. Поступление воды термальной зоны в предгорные накопления также происходит главным образом вдоль подошвы известняковых хребтов и только в тех участках, где вдоль фронта последних отсутствуют предгорные возвышенности, образованные слабоводопроницаемыми породами третичного возраста.

Вдоль всего северо-восточного склона Копет-Дага можно выделить три больших района, в которых водоносные горизонты пролювиальной толщи в основном питаются водами термальной зоны: 1) вдоль северных склонов Кюрен-Дага между северо-западной оконечностью последнего и станцией Узун-Су; 2) вдоль склонов Передовой цепи от ст. Искандер почти до Кизыл-Арвата; 3) вдоль Передовой цепи Центрального Копет-Дага между ст. Арчман и Ашхабадом. И в пределах этих участков воды поступают в наносы не сплошной скатертью, а отдельными потоками, связанными с определенными «очагами» притока воды из коренных пород или тектонической брекчии.

Поступление пресных вод термальной зоны в наносы предгорной равнины создает в ее пределах обширные районы с преобладающими пресными или слабо солеными водами. Остальная часть равнины, как правило, характеризуется сильно минерализованными водами, непригодными к употреблению. Исключение составляют веера выносов речек Восточного Копет-Дага, берущих начало на иранской территории, обильные пресные фильтрационные воды которых опресняют на значительной площади водоносные горизонты в толще пролювия предгорной равнины. Из общей 500-километровой длины предгорной полосы 255 *км*, или 53%, занимают участки с опресненными водами, притекающими в основном из тектонических разрывов термальной зоны.

В пределах советской части термальной зоны имеется около 250 естественных (источники) и искусственных (кяризы, скважины) выходов теплых вод, суммарный дебит которых составляет около 5000 *л/сек*, т. е. около 95% активной части баланса подземных вод, так называемой культурной полосы Копет-Дага.

По условиям выхода теплые источники могут быть разбиты на четыре категории.

1-я категория. Источники, вытекающие из коренных пород висячего крыла надвиговой структуры.

2-я категория. Источники, вода которых поступает из тектонической брекчии непосредственно на линии тектонического разрыва. Все источники первых двух категорий восходящего типа.

3-я категория. Источники, вытекающие из рыхлых предгорных наносов или из верхнетретичных (акчагыльских и надакчагыльских) пород в непосредственной близости от линии тектонических разрывов. Источники этой категории бывают восходящего типа, если водоотдающая порода в месте выхода источника перекрывает зону раздробления, или нисходящего типа, если выходы ниже зоны разлома. При выходе многих родников можно наблюдать одновременно как восходящие, так и нисходящие струи.

4-я категория. Источники, вытекающие из наносов (реже из верхнетретичных пород, главным образом континентальных) в некотором удалении от линии тектонического разрыва. Вода почти всех источников этой категории выводится на поверхность при помощи кяризных галерей.

Химические свойства подземных вод термальной зоны в основном зависят от того, в каких породах проходил их подземный путь до поступления в зону надвига, в процессе ее движения в последней и, наконец, после выхода из зоны тектонического раздробления, если, конечно, вода не вытекает на поверхность непосредственно вдоль линии разрыва. В этом отношении различаются две группы: 1) воды «коренные», вытекающие на поверхность непосредственно вдоль линии надвига; 2) воды «вторичные», поступающие из зоны раздробления в молодые образования предгорной полосы, главным образом, в пролювиальные отложения.

Воды первой группы в свою очередь могут быть разбиты на три генетических типа.

I тип. Воды, проделавшие весь свой путь в известняках мальма—неокома. По своим физико-химическим свойствам они почти тождественны с водами «холодных» источников неокомской свиты и содержат: плотного остатка 0,2—0,6 *г/л*, Cl' 0,005—0,050 *г/л*, SO_4'' 0,040—0,270 *г/л*, HCO_3' 0,180—0,400 *г/л*. Воды этого типа являются лучшими в Копет-Даге и могут быть рекомендованы в первую очередь для питьевого водоснабжения населенных пунктов предгорной полосы; питьевая ценность воды несколько снижается ее повышенной температурой (19—21,5°).

II тип. Воды, проникавшие в процессе своей циркуляции в породы более древние, чем известняки мальма-неокома. Вообще говоря, эти воды должны обладать значительной концентрацией: вода, циркулирующая на значительных глубинах в условиях высоких температур и давления, должна обладать повышенной активностью, а комплексы пластов, подстилающих толщу известняков, залегают глубже зоны свободного водообмена и, следовательно, могут содержать большие количества растворимых солей; к тому же в основании известняков развиты залежи гипсов. Ко второму типу относятся воды Арчманского сероводородного источника, Бахарденского подземного озера, сероводородного источника Коу, Душакских сероводородных источников и др. Характеристика этих вод дана в разделе «Минеральные воды».

III тип. Воды, совершившие часть своего пути (или весь подземный путь) в породах более молодых, чем известняки неокома. В основном это воды источников, вытекающих на линии надвига в понижениях между известняковыми хребтами; они приурочены к затухающим участкам надвига. Таких источников относительно немного, и в общем балансе вод термальной зоны они имеют небольшое значение. Так как между неокомом и миоценом (время образования разрыва термальной зоны) в разрезе Копет-Дага залегает серия разнообразных по литологическому характеру отложений мощностью 3000—4000 *м*, заключающая воды с самыми разнообразными химическими свойствами, то воды третьего типа весьма пестры по химическому составу и в значительной части сильно минерализованы. Из 15 источников, воды которых можно отнести к этому типу, 5 имеют плотный остаток свыше 2,5 *г/л*.

Воды второй группы практически можно расчленить также на три типа (теоретически их может быть гораздо больше).

IV тип. Воды в пролювиальных или надакчагыльских отложениях предгорной части пролювиальной равнины, слабо метаморфизованные. Практически можно принять, что в питании наносов пролювиальной рав-

нины принимают участие исключительно воды первого типа; следовательно, воды четвертого типа — это воды первого типа, подвергшиеся некоторой метаморфизации на пути своего движения в наносах. Так как этот путь невелик и наносы подгорной части пролювиальной равнины относительно хорошо проницаемы и слабо засолены, то воды данного типа мало отличаются по химическому составу от вод первого типа: несколько увеличивается концентрация и первая и вторая солености за счет второй щелочности. В водах четвертого типа обычно плотного остатка 0,50—0,75 *г/л*; содержание хлора 0,05—0,13 *г/л*, SO_4'' 0,18—0,30 *г/л*. Мало увеличивается или почти совсем не изменяется по сравнению с водами I типа концентрация HCO_3' (0,20—0,30 *г/л*). Температура воды довольно постоянна и составляет 19—20°. Воды IV типа принадлежат к пресным питьевым и широко используются во многих районах предгорной полосы. Они каптируются большинством кяризов между Арчманом и Ашхабадом и занимают в этой части равнины одно из основных мест в общем водном балансе. Эти же воды вскрываются скважинами к югу от Бахардена и Ашхабада.

V тип. Воды пролювиальной толщи, сильно метаморфизованные. Это воды, прошедшие значительный путь в пролювиальных накоплениях, заключающие значительную примесь воды местного питания (за счет атмосферных осадков или фильтрующихся поверхностных вод) и почти утратившие первоначальный состав, которыми они обладали в момент выхода из зоны раздробления. Большая часть вод этого типа имеет плотный остаток свыше 1 *г/л*. К северу от железной дороги встречаются воды с минерализацией 5—6 *г/л* и более. Воды пятого типа эксплуатируются скважинами в Ашхабаде и многими другими скважинами предгорной равнины.

VI тип. Воды коренных пород, главным образом акчагыльских, поступившие в последние из раздробленной зоны вдоль линии надвига. Воды этого типа играют существенную роль в гидрогеологии только в районах Кюрен-Дага и, может быть, Малого Балхана. Они эксплуатируются для питания продольного водовода Казанджик—Небит-Даг. Степень и характер минерализации вод шестого типа полностью зависят от засоленности пород данного водоносного горизонта, причем, как мы видим на примере Казанджика, на одном и том же участке в толще акчагыла могут содержаться вполне пресные воды с плотным остатком 0,9—1,5 *г/л* и сильно минерализованные горько-соленые воды с плотным остатком до 4—5 *г/л* и больше.

Ход изменения химических свойств подземных вод от первого типа к пятому иллюстрируется табл. 127.

Таблица 127

Сравнение химических свойств подземных вод I, IV, V типов

Тип воды	Содержание в *г/л*				Характеристика вод в %			
	Плотный остаток	Cl'	SO_4''	HCO_3'	I соленость	II соленость	I щелочность	II щелочность
I	0,230—0,500	0,005—0,050	0,040—0,270	0,150—0,350	20—30	2—22	0—10	46—70
IV	0,500—1,100	0,40—0,150	0,150—0,500	0,150—0,350	25—45	15—30	—	25—45
V	0,900—7,000	0,100—1,200	0,300—6,000	0,200—0,500	42—78	25—50	—	1—2,5

ВОДЫ ДИАГОНАЛЬНЫХ РАЗРЫВОВ

К диагональным разрывам Центрального и Западного Копет-Дага приурочены обильные источники, играющие крупную роль в водном балансе Копет-Дага и имеющие большое практическое значение. Горные речки Бахча, Секиз-Яб, Алты-Яб (Чулинка), Фирюзинка, Кельте-Чинар и другие, орошающие тысячи гектаров, питаются водами, вытекающими вдоль плоскости диагональных разрывов. В Западном Копет-Даге с трещинами диагональных дизъюнкций связаны многие десятки пресных родников в бассейне рр. Сумбар и Чандыр, используемых для водопоя и частью для ирригации.

Условия дренажа подземных вод и их поступления на поверхность вдоль диагональных разрывов Центрального Копет-Дага во многом напоминают уже знакомую нам картину термальной зоны. Разрывы эти, как и надвиги термальной зоны, в основном дренируют водоносные горизонты известняков неокома. Нередко вода имеет температуру до 20—21°, почти постоянную в течение года. К числу теплых источников, связанных с диагональными разрывами, принадлежат: Гермабская группа, представляющая истоки р. Секиз-Яб (18—20°), источники верховьев р. Бахча (до 21°) и др. Многие источники дают «холодную» воду, температура которой испытывает изменения в зависимости от хода температуры воздуха. К числу «холодных» источников принадлежат источники Козолух (источники р. Чулинки), Фирюзинские, Кельте-Чинар.

В большинстве случаев вода поступает на поверхность в крупных долинах из аллювиальных галечников, из щебенки конусов осыпей или из делювия, маскирующих тектонические контакты. Дебит источников различен. В Западном Копет-Даге (бассейн р. Атрек) преобладают небольшие родники с дебитом до 10 *л/сек*. В Центральном Копет-Даге встречаем мощные источники, дающие сотни литров в секунду (истоки рр. Фирюзинка, Алты-Яб, Секиз-Яб, Бахча).

АРТЕЗИАНСКИЕ ВОДЫ

Вопрос о возможности получения в Копет-Даге артезианской воды ставился с первых дней русской колонизации. Уже в работах К. И. Богдановича и А. М. Коншина находим высказывание относительно перспектив бурения на артезианскую воду вдоль северного склона Копет-Дага. В 1893—1899 гг. в Ашхабаде была сделана первая попытка глубокого бурения на артезианскую воду. Бурение было доведено до 669 *м*, причем скважина не вышла из толщи неогеновых континентальных образований. Было пройдено несколько водоносных слоев; некоторые из них обладали значительным напором, однако руководители бурения интересовались только самоизливающимися водами, поэтому опытные откачки не производились; не сохранились также результаты химических анализов. Таким образом, цель, поставленная при бурении этой скважины, — получение артезианской воды — достигнута не была. Неудача глубокого бурения в Ашхабаде подорвала интерес к изысканиям артезианских вод и в значительной степени задержала их дальнейшее изучение. Только в послереволюционное время проблема артезианских вод получает наконец свое практическое решение.

Собранные в последнее десятилетие данные о геологической структуре и подзмных водах Копет-Дага позволяют высказать следующие соображения о наличии артезианских вод в его пределах. Наиболее перспективными структурами в смысле возможного существования в них

мощных артезианских бассейнов следует считать крупные синклинальные понижения в области срединных складок, и в первую очередь синклинали Сумбарскую и Ашхабад-Бахарденскую, по крыльям которых расположены обширные водосборные площади, сложенные хорошо водопроницаемыми нижнемеловыми песчаниками и известняками. Из них необходимо указать известняки и мергели неокома, песчаники верхнего альба и отчасти некоторые свиты аптской толщи. Заключенные в этих породах водоносные горизонты в крупных синклинальных долинах залегают местами на глубинах, допускающих их использование посредством артезианских скважин (500—1500 *м*). Наличие водонепроницаемой кровли, образованной глинистыми породами апта и альба, и большое превышение водосборных площадей над дном долины (местами 1000—1500 *м*) должны обеспечить напор, достаточный для самоизлива воды на поверхность, во многих участках синклинальных долин.

В Западном Копет-Даге в некоторых синклиналях возможно существование артезианских вод и в более высоких горизонтах. На востоке (Манышская синклиналь) можно рассчитывать на получение пресной самоизливающейся воды из кварцевых песчаников бухарского яруса. Наиболее перспективные участки для заложения скважин на артезианскую воду расположены в долинах речек Сумбар и Чандыр, в Скобелевской синклинали, в долине р. Фирюзинки, в Манышской долине (Шамли, Маныш), а также в синклинали между Кюрен-Дагом и Малым Балханом.

Совершенно другие условия залегания артезианских вод имеются в области термальной зоны. Высоконапорные и самоизливающиеся на поверхность воды, как показывают результаты бурения багирских скважин, можно встретить в тех участках термальной зоны, где насыщенные водой, поступающей с достаточным напором, раздробленные породы или тектонические брекчии перекрыты молодыми водонепроницаемыми образованиями.

Гидрогеологическое районирование и пути рационального использования подземных вод Копет-Дага

Территория Копет-Дага вместе с прилегающей к нему предгорной равниной может быть подразделена на два крупных гидрогеологических района, тесно взаимно связанные, но резко различные по своим гидрогеологическим особенностям: 1) горный район и 2) район предгорной равнины (рис. 89).

Тесная взаимосвязь выделенных гидрогеологических районов заключается в единстве их подземных вод. При этом первый район с примыкающей с юга зарубежной частью Копет-Дага является для всей описываемой территории основной областью питания и первоначального формирования подземных вод за счет выпадающих здесь атмосферных осадков. Предгорная равнина, куда направлен общий сток поверхностных и подземных вод горной области, является местом накопления и разгрузки этих вод.

I. ГОРНЫЙ РАЙОН

К этому гидрогеологическому району относится полностью вся горная часть советского Копет-Дага. В гидрогеологическом отношении он характеризуется неоднородностью по площади. Эта неоднородность обусловлена в первую очередь различием в литолого-петрографическом составе

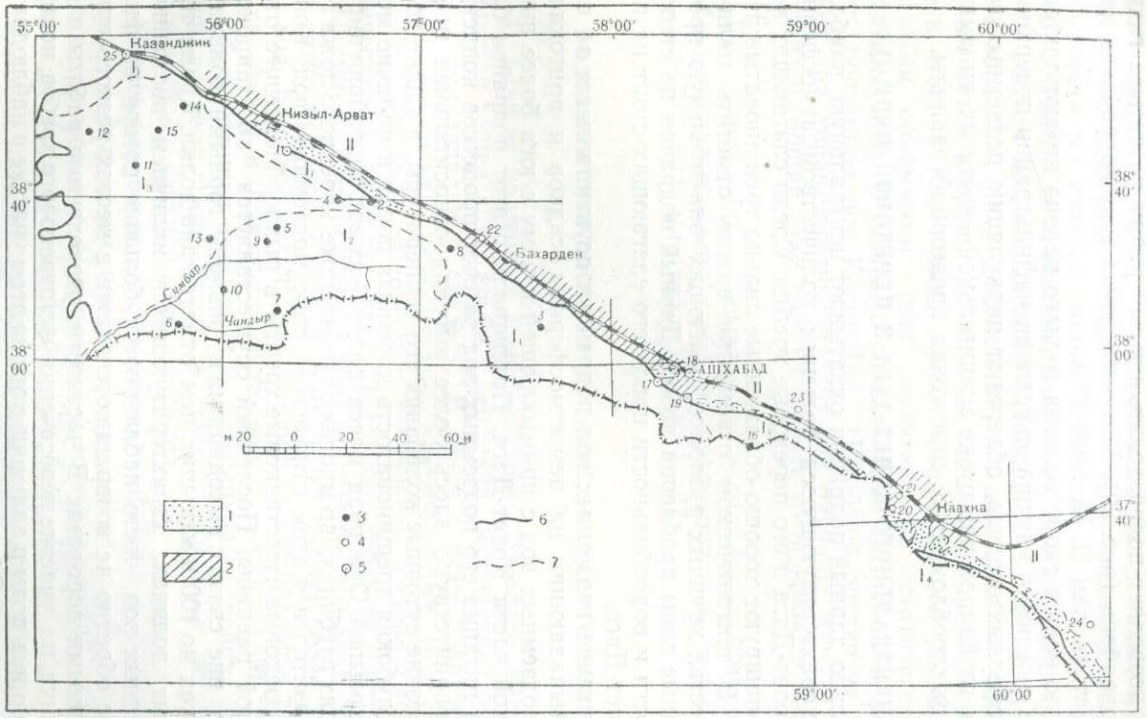


Рис. 89. Схематическая карта гидрогеологического районирования Копет-Дага. Составлена П. И. Панкратовым по материалам П. И. Калугина и автора

1—участки развития предгорных возвышенностей; *2*—участки, перспективные в отношении добычи пресных подземных вод; *3*—главнейшие источники, кяризы, колодцы; *4*—одиночные опорные скважины; *5*—групповые скважины; *6*—граница района; *7*—граница подрайона. Арабские цифры на карте соответствуют номерам водопунктов в таблицах 128 и 129. *I*—горный район; I_1—подрайон Центрального Копет-Дага и Передовой цепи; I_2—подрайон юго-восточной части Западного Копет-Дага; I_3—подрайон западного погружения Копет-Дага; I_4—подрайон Гяурской антиклинали и Восточного Копет-Дага; *II*—район предгорной равнины

пород, слагающих район, что создает различия в характере циркуляции здесь подземных вод, их минерализации, водообильности пород и т. д. В этом отношении особенно различаются сильно трещиноватые и водообильные известняки Центрального Копет-Дага и глинистые третичные породы его западной части.

Отмеченное позволяет подразделить горный район на четыре гидрогеологических подрайона (рис. 89). Характеристика этих подрайонов дана в основном по материалам П. И. Калугина.

Существенную роль в гидрогеологии горного района играют тектонические разломы: они резко улучшают условия инфильтрации поверхностных вод и атмосферных осадков, облегчают циркуляцию подземных вод, а также ведут к глубинной разгрузке значительной части их динамических запасов в рыхлообломочные отложения предгорной равнины.

ПОДРАЙОН ЦЕНТРАЛЬНОГО КОПЕТ-ДАГА И ПЕРЕДОВОЙ ЦЕПИ (I_1)

Территориально данный подрайон охватывает центральную, наиболее высокогорную, характеризующуюся большим количеством атмосферных осадков часть Копет-Дага и его передовые хребты. Среди слагающих подрайон пород доминируют хорошо обнаженные сильно трещиноватые известняки неокома. В тектоническом отношении важно отметить наличие большого количества крупных разломов, имеющих значительную протяженность и мощные зоны дробления пород. Данный подрайон по степени водопроницаемости и водообильности пород его слагающих стоит на первом месте в Копет-Даге.

Основное питание подземных вод подрайона осуществляется за счет инфильтрации выпадающих на нем атмосферных осадков и притока поверхностных и подземных вод с примыкающей к нему с юга более высокогорной иранской части Копет-Дага. Потенциально этот подрайон благоприятен и для питания его подземных вод за счет процессов конденсации, чему благоприятствуют здесь более высокая относительная влажность воздуха, резкие суточные колебания его температуры, а также хорошо развитая и глубокая трещиноватость коренных пород и наличие мощных щебенчатых осыпей. Основная масса подземных вод подрайона циркулирует на больших глубинах, во многих случаях ниже коренного ложа горных долин. Показателен в этом отношении сток подземных вод Копет-Дага через его передовые известняковые хребты в рыхлообломочные отложения предгорной равнины. Последний осуществляется по широкому фронту, обычно вне связи с выходящими в равнину горными долинами, иногда на отметках до 100 *м* меньших, чем отметки дна долин. Кроме того, во многих горных долинах, характеризующихся наличием постоянного стока поверхностных вод, часто наблюдаются большие потери на фильтрацию, которые обратно не возвращаются даже в местах резкого сужения долин коренными породами. В частности, разведочные работы в долине р. Фирюзинки, на участке пересечения ею передового хребта, показали на отсутствие здесь воды в аллювии, хотя на этом участке и наблюдается сток поверхностных вод. Обилие крупных тектонических разрывов с мощными зонами интенсивно дробленных пород, вне всякого сомнения, ведет к неравномерному количественному распределению подземных вод подрайона.

Подземные воды подрайона дренируются как непосредственно в горной области, так и в примыкающей к ней предгорной равнине. Глубокая расчлененность рельефа в ряде случаев создает благоприятные условия для выхода здесь подземных вод по дну горных долин, осо-

бенно в местах пересечения ими крупных зон разломов, где в направлении движения потока контактируют хорошо водопроницаемые породы с менее водопроницаемыми. Именно с этими зонами обычно связаны наиболее крупные источники подрайона, питающие горные речки Секиз-Яб, Алты-Яб, Фирюзинку и другие, расходы которых достигают нескольких сот литров к секунду. В подрайоне имеется также много мелких источников (с расходом от долей литра до нескольких литров в секунду), в частности на склонах долин, связанных с системой локализованных трещин. Однако источниками далеко не исчерпываются общие динамические запасы подземных вод подрайона. Как показали разведочные работы последних двух десятилетий, значительная их масса стекает подземным путем в крупнообломочные отложения предгорной равнины и далее в сторону Каракумов. Кроме того, подрайон располагает и значительными объемными (так называемыми статическими) запасами подземных вод. В целом, с описываемым подрайоном связана большая часть подземных вод Копет-Дага. На общей оценке их запасов остановимся при характеристике предгорной равнины, куда в конечном итоге направлен общий сток поверхностных и подземных вод всего Копет-Дага.

Подземные воды описываемого подрайона преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые, слабо минерализованные, с плотным остатком не свыше 0,3—0,5 *г/л* (табл. 128, № 1—3).

ПОДРАЙОН ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОГО КОПЕТ-ДАГА (I_2)

В данном подрайоне преобладающее развитие имеет песчаниково-глинистая толща апта, альба и сеномана, образующая ряд антиклинальных и синклинальных складок. В связи с этим подрайону свойственно наличие нескольких относительно изолированных друг от друга, нередко невыдержанных водоносных горизонтов, сильно различающихся по количеству и качеству вод. Подрайон характеризуется относительно большими водопроявлениями. Так, например, только в бассейне р. Сумбар сотни источников имеют суммарный расход более 1000 *л/сек* пресных вод. Большое количество источников наблюдается также в верховьях рр. Арваз и Аджидере, вытекающих с территории данного подрайона. Подавляющее большинство источников подрайона имеет расход от долей до нескольких литров в секунду. Мощных источников, дающих сотни литров в секунду воды, здесь нет.

Подземные воды описываемого подрайона в основной своей массе пресные, с малым плотным остатком (менее 1 *г/л*), но в отдельных местах встречаются и с повышенной минерализацией, имеющей плотный остаток до 2 *г/л* и более (табл. 128, № 4—10).

Условия питания подземных вод и их дренирования здесь в общих чертах сходны с условиями предыдущего подрайона. Но по сравнению с последним здесь, по-видимому, относительно большая часть динамических запасов подземных вод дренируется местной гидрографической сетью.

Подрайон в целом является относительно хорошо обеспеченным поверхностными водами. В пределах синклинальных долин рр. Сумбар и Чандыр следует ожидать наличия напорных вод в водопроницаемых по трещинам пластах, залегающих на глубине 600—1000 *м* и более.

ПОДРАЙОН ЗАПАДНОГО ПОГРУЖЕНИЯ КОПЕТ-ДАГА (I_3)

Данный подрайон сложен третичными и частично верхнемеловыми породами, среди которых доминируют по площади своего распространения палеогеновые отложения. Преимущественно глинистый состав пород, слагающих подрайон, является неблагоприятным фактором для инфильтрации в них атмосферных осадков и образования мощных водоносных горизонтов. Водоносные горизонты в отложениях палеогена практически отсутствуют. Вода редких источников, вытекающих из аллювия, развитого среди палеогеновых отложений, обычно солоноватая или соленая на вкус. Воды верхнемеловых и частично морских неогеновых пород характеризуются лучшим качеством (табл. 128, № 11—15), но они крайне ограничены по площади своего распространения и запасам, которыми можно обеспечить лишь нужды местного скотоводства. В целом по подрайону нет оснований рассчитывать на выявление значительных запасов относительно пресных вод. Вообще говоря, в этом подрайоне пресные обильные напорные воды могут иметь место в песчаниках апта и альба и известняках неокома, но значительные глубины их залегания, порядка более тысячи метров, лишают их практической ценности.

ПОДРАЙОН ГЯУРСКОЙ АНТИКЛИНАЛИ И ВОСТОЧНОГО КОПЕТ-ДАГА (I_4)

Описываемый подрайон сложен главным образом верхнемеловыми и третичными породами, среди которых доминируют глинистые отложения. Большая часть подрайона бедна пресными водами. Только в бассейнах рр. Кельте-Чинар и Чорлох (Гяурс), в области развития кварцевых песчаников бухарского яруса палеогена, имеются связанные с последними обильные пресные воды (табл. 128, № 16). Последние в Манышской синклинали могут обладать напором, возможно достаточным для самоизлива вод на дневную поверхность. Ориентировочная глубина залегания этих вод порядка 300—700 *м*.

В этом подрайоне также не исключена возможность наличия пресных вод в песчаниках апта и альба и известняках неокома, но на практически недоступных глубинах.

НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ГОРНОГО РАЙОНА

Можно считать бесспорным наличие в Копет-Даге значительных, на данный момент лишь частично используемых запасов подземных вод. Эти запасы подземных вод, естественно, привлекают к себе большое внимание, поскольку возможность использования вод из дополнительных водоисточников имеет существенное значение для народного хозяйства Туркменистана, остро нуждающегося в воде. В связи с этим понятны рекомендации отдельных исследователей о добыче подземных вод непосредственно в горной области, в частности путем постановки поисковых и разведочных работ на артезианские воды в синклиналях. Имели место и практические попытки добычи дополнительных вод, в ряде случаев не давшие положительного эффекта. К числу последних, в частности, относятся работы Министерства водного хозяйства Туркменской ССР в Гермабской долине в 1946 г. и в долине р. Фирюзинки в 1948 г. (с подземными плотинами).

Полная возможность добычи дополнительных и, в частности, артезианских вод в горной области Копет-Дага в принципе едва ли может вызывать сомнение. Однако следует отметить, что в вопросе перспектив практического использования подземных вод Копет-Дага нередко неучитываются динамическая и технико-экономическая стороны проблемы, имеющие в конкретной гидрогеологической обстановке решающее значение.

В указанном отношении необходимо учитывать ряд факторов:

1) общность подземных вод Копет-Дага и его предгорной равнины (куда они стекают), а также существующее водопользование, при котором уже используется свыше 10 $м^3/сек$ этих вод;

2) относительно тесную гидравлическую взаимосвязь поверхностных и подземных вод в горной области, а также полную зависимость от последних режима, уровня и расхода подземных вод предгорной равнины. Нарушение естественного режима первых неминуемо должно отразиться соответственно и на режиме вторых;

3) обилие мощных дизъюнктивных нарушений в горной области, во многих случаях сообщающихся с большим по протяженности надвигом Передовой цепи, вдоль которого подземные воды гор интенсивно дренируются предгорной равниной.

К этому нужно добавить, что основное использование воды намечается в пределах предгорной равнины, причем наибольший практический интерес представляет та часть динамических запасов подземных вод Копет-Дага, которая в настоящее время стекает вне практического использования в пустыню Каракумы.

Учитывая сказанное, а также общий характер гидрогеологических особенностей всей описываемой территории, в отношении вопроса о рациональной дополнительной добыче воды в горной области в общем случае можно привести следующие соображения:

1. Поиски, разведка и последующая эксплуатация подземных вод, а также их отвод в предгорную равнину будут сопряжены с большими трудностями и затратами.

2. Добыча напорных вод, как правило, сопряжена с бурением глубоких, трудоемких и дорогих скважин. В то же время возможность получения самоизливающихся вод, на которые делается основная ставка, находится под большим сомнением, поскольку наличие поперечных к передовому надвигу мощных разломов и глубинный сток подземных вод Копет-Дага непосредственно через известняки Передовой цепи в рыхлообломочные отложения предгорной равнины являются вполне надежным и объективным показателем отсутствия достаточного напора в синклиналях для самоизлива воды на дневную поверхность.

3. Дополнительный забор подземных вод в горной области, являющейся основной областью питания всей рассматриваемой территории и характеризующейся относительно тесной гидравлической взаимосвязью ее поверхностных и подземных вод, неминуемо скажется в значительной мере на уменьшении расхода уже существующих водоисточников без существенного приращения общего количества используемых вод.

Сказанное полностью относится, в первую очередь, к возможной добыче воды в синклинальных долинах вдоль юго-западного склона хребта Передовой цепи. Эти долины по существу являются участками транзитного стока подземных вод центральной области Копет-Дага в рыхлообломочные отложения предгорной равнины вдоль передового надвига. При таких условиях добыча воды в синклиналях должна неминуемо

сказаться в уменьшении расхода источников, кяризов и других каптажей, расположенных ниже по потоку в пределах предгорной равнины (к тому же в синклинали не будет и самоизлива).

Наряду с этим, следует отметить, что стекающая в Каракумы и представляющая наибольший практический интерес часть подземных вод Копет-Дага более доступна разведке и добыче в пределах предгорной равнины, т. е. непосредственно на месте основного водопотребления. Более подробно на этом остановимся при характеристике предгорной равнины.

Аналогичные соображения могут быть приведены и в отношении возможностей использования глубоких напорных вод в синклиналях юго-восточной части западного Копет-Дага. Наличие здесь глубинного дренажа вод вдоль надвинутых хребтов Передовой цепи, в сочетании

Химическая характеристика (по данным П. И. Калугина и

Подрайон	№ на карте	Название подпункта	Водоносные породы
Подрайон Центрального Копет-Дага и Передовой цепи (I_1)	1	Кяриз Пырнуар	Известняки неокома
	2	„ Гезза	„ „
	3	Родник Бахча (верхний)	„ „
Подрайон юго-восточной части Западного Копет-Дага (I_2)	4	Родник у зимовки Инже	Песчаники альба
	5	„ Каранааре	„ „
	6	„ Чайли	„ „
	7	„ Чур-Чури	„ „
	8	„ Сарымсаклы	Песчаники апта
	9	„ Байталулан	Песчаники сеномана
	10	„ Гулима	„ „
Подрайон западного погружения Копет-Дага (I_3)	11	Родник Куйляр	Мергели сенона
	12	„ Сокули № 1	„ „
	13	„ Бабаняз	„ „
	14	Колодец Ильялы	Песчаники среднего сармата
	15	„ Сарджас	Песчаники акчагыла
Подрайон Гяурской антиклинали и Восточного Копет-Дага (I_4)	16	Родник без названия	Песчаники бухарского яруса

с наличием секущих синклинальные долины зон разломов, ставит под сомнение возможность получения самоизливающихся вод в местах благоприятных для заложения буровых скважин. Близость же области питания, где избыток подземных вод служит источником питания для находящихся с ними в тесной гидравлической взаимосвязи поверхностных вод, составляющих только по бассейну р. Сумбар около 1500 *л/сек*, ставит под сомнение возможность получения дополнительных вод для района в целом. Во всяком случае, если будут поставлены исследования, последние должны сопровождаться длительными мощными откачками и тщательными режимными наблюдениями за расходом источников и кяризов всего данного подрайона и примыкающей к нему предгорной равнины.

Таблица 128

подземных вод Копет-Дага
М. П. Сукачевой)

Сухой остаток в *г/л*	Содержание в % *экв*						Жесткость в нем. град.	
	Cl'	SO_4''	HCO_3'	$K^{\cdot}+Na^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	общая	постоянная
0,332	4,77	19,75	26,08	3,39	28,92	17,69	16,97	7,48
0,418	5,73	17,33	26,94	7,03	20,46	22,51	17,64	6,58
0,502	4,89	17,67	26,82	15,86	24,0	9,75	15,68	3,36
0,664	6,17	27,37	16,46	15,59	23,10	11,36	18,73	9,77
	10,87	28,26	10,57	18,48	16,67	14,85	24,36	15,96
0,830	10,24	23,62	16,14	32,68	14,96	2,36	12,32	0,84
1,226	12,08	25,15	12,16	30,26	9,92	9,82	22,51	8,65
0,408	2,44	28,37	19,19	0,12	29,07	20,81	24,02	14,78
1,176	2,55	40,48	6,67	12,23	29,01	8,76	38,64	31,81
1,692	14,90	23,11	11,93	28,41	14,02	7,57	31,92	14,28
2,572	16,26	26,75	6,78	27,8	10,3	11,9	50,68	15,48
1,124	16,53	7,30	25,49	32,51	9,81	7,68	22,96	—
3,584	8,72	36,28	5,00	35,66	9,3	5,14	43,29	15,98
9,100	28,1	20,37	1,53	33,88	4,39	11,73	132,72	12,60
12,040	25,09	22,84	2,09	37,86	4,33	7,81	131,88	22,12
0,468	6,25	15,05	25,72	9,41	21,30	21,34	19,04	11,48

Таким образом, непосредственно в горной области на добычу подземных вод глубокими буровыми скважинами или вообще каптажами с капитальными затратами следует идти лишь для решения чисто местных задач, на участках с полным отсутствием поверхностных вод. Вне этих участков по горной области в настоящее время нерационально идти на постановку больших разведочных и добычных работ. В первую очередь здесь необходимо использовать поверхностные воды, в том числе и воды, стекающие в предгорную равнину. В тех случаях, когда такое мероприятие будет требовать компенсации изъятой части воды, последнее целесообразно осуществлять в предгорной равнине откачкой из буровых скважин.

Исключение представляет лишь Манышская синклиналь, к юго-востоку от Ашхабада, где можно ожидать напорные воды в песчаниках бухарского яруса. Эти воды для четвертого подрайона и прилегающей к нему части предгорной равнины являются почти единственно возможным источником пресных вод, и потому возможности их использования следует уточнить разведочными работами.

В дальнейшем, если на предгорную равнину будет осуществлен пропуск амударьинских вод, будет целесообразно более широкое использование поверхностных и подземных вод непосредственно в горной области. Этому использованию должны предшествовать соответствующие разведочные и опытные работы.

II. РАЙОН ПРЕДГОРНОЙ РАВНИНЫ

Предгорная равнина, в отличие от горной области, характеризуется значительно меньшим количеством выпадающих атмосферных осадков, летом почти полностью отсутствующих, более высокими температурами воздуха и дефицитом его влажности, а также широким площадным развитием чехла мелкоземистых слабоводопроницаемых пород. Все это вместе взятое является неблагоприятным для местного подпитывания подземных вод предгорной равнины атмосферными осадками, исключая вершины конусов выноса. Данный район, характеризуясь широким площадным развитием мощных водоносных горизонтов и большими величинами испарения, является основной областью расходования вод всего описываемого региона.

Предгорная равнина сложена рыхлообломочными четвертичными отложениями, показывающими ясно выраженную закономерность изменения фациального состава. Она представляет собой слившиеся конусы выноса временно и постоянно действующих водотоков. Вершины этих конусов обычно сложены крупнообломочным галечниковым материалом, выходящим на поверхность и содержащим валуны, гравий и песок. С удалением же от гор, а также с переходом от конусов выноса к межконусным депрессиям наблюдаются постепенное уменьшение размеров галечникового материала, вклинивание в галечниковую толщу песков и мелкоземов, роль которых постепенно увеличивается, вплоть до полного замещения ими крупнообломочного материала в пределах плоской равнины. С указанными особенностями распределения на площади различных типов рыхлообломочных отложений связаны различия в глубинах залегания грунтовых вод предгорной равнины, в их минерализации и в возможной производительности каптажей.

Вся полоса предгорной равнины характеризуется почти повсеместным развитием мощного, литологически неоднородного водоносного го-

ризонта так называемых грунтовых вод, приуроченных к толще четвертичных рыхлообломочных отложений.

Глубина залегания грунтовых вод предгорной равнины в общем случае закономерно изменяется от многих десятков метров у подножья хребтов Передовой цепи до нескольких метров в пределах плоской равнины. В последней на отдельных участках наблюдается даже выход грунтовых вод на поверхность. В отдельных местах, обычно относительно пониженных, имеются выходы грунтовых вод и непосредственно у подножия хребтов Передовой цепи. Но в этом случае с удалением от хребтов наблюдается резкое их погружение с последующим приближением к поверхности в пределах периферической части конусов выноса и прилегающей к ним плоской равнины. Как в первом, так и во втором случаях такие явления обусловлены в основном особенностями изменения литологического состава пород и ухудшения их водопроницаемости вниз по движению потока подземных вод.

Основное питание грунтовых вод предгорной равнины осуществляется за счет глубинного подземного дренирования ею подземных вод Копет-Дага вдоль Передовой цепи и инфильтрации стекающих с гор поверхностных вод. По существу более близкая к горам волнистая часть равнины, представляющая собой слившиеся конусы выноса, сложенные преимущественно крупнообломочным материалом, является областью транзитного стока поверхностных и подземных вод Копет-Дага.

Более удаленная от гор плоская часть равнины представляет и область разгрузки значительной части стекающих в Каракумы подземных вод. В этом отношении близкое здесь залегание подземных вод с выходом каймы капиллярного смачивания на дневную поверхность, высокая температура воздуха летом и большой дефицит его влажности способствуют интенсивному расходованию воды на испарение.

В глубинном дренировании подземных вод Копет-Дага предгорной равниной, как справедливо отмечает П. И. Калугин (1942ф), исключительно большую роль имеет тектонический надвиг Передовой цепи. Вдоль этого надвига на значительных по протяженности участках хорошо водопроницаемые по трещинам и наиболее водообильные известняки неокома контактируют непосредственно с крупнообломочными отложениями предгорной равнины, что создает благоприятные условия для подземного стока вод в область указанной равнины.

На участках развития предгорных возвышенностей (рис. 89) подземный сток относительно затруднен. В этих местах часть вод проходит через относительно глинистые и слабоводопроницаемые породы этих возвышенностей, а остальная их часть выходит на поверхность или уходит подземным путем в сторону участков, где известняки непосредственно контактируют с рыхлообломочными отложениями.

Минерализация грунтовых вод предгорной равнины (табл. 129) находится в полной зависимости от пройденного ими пути и характера литологического состава водовмещающих пород. Обычно степень минерализации грунтовых вод возрастает в направлении от гор в сторону Каракумов, особенно при их переходе из галечникового материала в мелкоземы плоской равнины. В пределах распространения крупнообломочных пород волнистой части равнины минерализация их по плотному остатку изменяется от 0,3—0,5 *г/л* у Передовой цепи до 1—2 *г/л* в периферической части конусов выноса.

При переходе воды в мелкоземы плоской равнины плотный оста-

ток их возрастает до нескольких граммов на литр, причем из гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевых они становятся сульфатно-натриево-кальциевыми или сульфатно-магниево-кальциевыми. Вдоль предгорной равнины также наблюдается зональность в характере минерализации грунтовых вод. На участках, изолированных от горной области предгорными возвышенностями, образованными породами неогена, грунтовые воды обычно солоноватые или соленые. Повышенной степенью минерализации они обычно характеризуются и в местах межконусных понижений, где развиты относительно мелкоземистые породы.

Предгорная равнина в полосе, примыкающей непосредственно к известнякам Передовой цепи, на ряде участков может располагать напорными водами в перекрытых глинистыми породами, сильно трещиноватых известняках неокома зоны проходящего здесь надвига. Так, например, в 1935 г. впервые в Туркменистане были вскрыты самоизливающиеся воды у подножья Гындувар-Дага близ Багира (в 18 *км* к юго-западу от Ашхабада).

Эти воды приурочены к сильно трещиноватым известнякам зоны разлома и изолированы от проходящего над ними потока грунтовых вод пластом плотных глин. Залегают напорные воды здесь на глубине 100—200 *м* и, по-видимому, локализованы в зоне разлома. В силу этого здесь вряд ли имеется существенный сток напорных подземных вод

Химическая характеристика

№ на карте	Название водопункта	Водоносные породы
17	Скважина № 107 в районе Багира	Галечники и супесь
18	Экспериментальная скважина парка культуры и отдыха г. Ашхабада	Песок с гравием и галькой
19	Скважина в районе пос. Первомайского (к востоку от р. Кельте-Чинар, на линии сброса)	Супесь, песок
20	Скважина в верховье речки Лаинсу (к югу от пос. Каахка)	Песок с галькой
21	„ у ст. Каушут	Пески с включением гравия
22	„ близ ж. д. между ст. Бахарден и ст. Арчман	Песок с галькой и гравием
23	„ близ ж. д. между ст. Гяурс и ст. Баба-Дурмаз	Супеси и суглинки
24	„ к югу от пос. Меана	Галечник и супесь
25	„ к юго-западу от г. Казанджика	Песок с гравием и галькой

в сторону предгорной равнины. Источник питания у них общий с залегающими над ними грунтовыми водами и находится в непосредственной близости — это трещиноватые и обводненные на глубине известняки хр. Гындувар-Даг. Указанное обстоятельство наряду с сильной трещиноватостью известняков создает в этом участке наиболее благоприятные условия водозабора из напорного горизонта. Лучшим решением здесь вопроса получения самотечной воды является комбинация скважин с подземной галереей.

Режим грунтовых вод предгорной равнины изучен в целом еще недостаточно, преимущественно на отдельных локализованных и разобщенных участках. На основе имеющихся материалов можно говорить о тесной зависимости сезонных и многолетних закономерностей режима грунтовых вод от климатических факторов. Амплитуда сезонного колебания водного зеркала составляет обычно десятые доли метра, а многолетняя достигает 1—2 *м*. Суммарный расход источников и кяризов предгорной равнины в многолетнем разрезе изменяется от максимума к минимуму в отношении 2 : 1. Годовая же амплитуда колебания дебита менее значительна. В направлении стока подземных вод из центральных областей Копет-Дага до пустыни Каракумов наблюдается постоянное и последовательное уменьшение величины амплитуды сезонного и многолетнего колебания их уровня и расхода и увеличение запаздывания в наступле-

Таблица 129

подземных вод предгорной равнины

Сухой остаток в *г/л*	Содержание в % *экв*						Жесткость в нем. град.	
	Cl'	SO_4''	HCO_3'	$K^{\cdot}+Na^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	общая	постоянная
0,304	7,11	9,96	32,93	15,34	22,00	12,66	11,20	0,54
0,798	11,41	18,11	20,48	16,45	14,23	19,32	24,22	9,48
0,536	7,79	23,8	18,41	20,08	16,30	13,44	14,28	9,04
0,656	3,56	29,12	17,32	2,10	34,6	13,26	31,26	11,34
0,877	3,9	31,8	14,3	2,65	25,3	21,91	37,5	11,3
2,164	8,8	31,8	9,4	33,2	8,1	33,2	31,64	14,89
11,920	17,21	31,62	1,17	34,48	8,06	7,46	153,16	141,54
2,352	10,42	34,37	5,21	28,1	13,9	13,0	—	—
1,153	12,18	25,16	12,56	24,5	20,4	5,1	13,2	—

нии максимумов и минимумов относительно климатических факторов, определяющих их режим. Обусловлено такое явление значительной протяженностью проходимого подземными водами пути и наличием источников и кяризов с постоянной отметкой водозабора и испарением с почвенного покрова в пределах плоской равнины. Первое ведет к сглаживанию местной амплитуды колебания для любой точки на пути стока за счет притока вод из вышерасположенных по потоку участков. Источники, кяризы и испарение, дренируя верхнюю, подверженную колебанию часть водоносного горизонта, тем самым приводят к выравниванию его расхода вниз по потоку. На орошаемых участках на естественный режим накладываются ирригационные факторы.

Грунтовые воды предгорной равнины относительно широко используются в народном хозяйстве республики целой сетью каптажей — источников, кяризов, колодцев и скважин. Скважины получили широкое распространение лишь в последние 15—18 лет. Суммарный расход указанных водопунктов всей описываемой территории составляет в многолетнем разрезе, в зависимости от естественного режима, около 9—17 *м*³/*сек*.

Предгорная равнина, как показали разведочные работы последних двух десятилетий, располагает значительными дополнительными динамическими (и объемными) запасами неиспользуемых, транзитно стекающих в Каракумы, но легко доступных для эксплуатации и хороших по качеству грунтовых вод. На данный момент с той или иной степенью детальности выявлены разведочно-эксплуатационными работами следующие динамические запасы грунтовых вод в пределах 12 участков предгорной равнины (табл. 130).

Приведенными данными не исчерпываются динамические запасы стекающей в Каракумы части грунтовых вод предгорной равнины в целом. Кроме того, при увеличении количества добываемых грунтовых вод в предгорной равнине неизбежно будут вовлечены в эксплуатацию значительные их объемные запасы в связи с формированием местных депрессий в водном зеркале, а также могут вторично использоваться ирригационные воды, фильтрующиеся на орошаемых участках.

Общую величину динамических запасов поверхностных и подземных вод Копет-Дага ориентировочно можно оценить в 30—40 *м*³/*сек*. Используется же из них на данный момент лишь около 12 *м*³/*сек* (в среднем, по многолетним данным).

Добычу грунтовых вод предгорной равнины можно вести как горизонтальными, так и вертикальными каптажами. Для заложения горизонтальных каптажей более подходящими местами являются участки предгорной волнистой равнины с галечниковыми породами и относительно значительными уклонами поверхности и водного зеркала.

Существующая система горизонтальных каптажей, представленных преимущественно кяризами, имеет ряд легко устранимых недостатков (малое заглубление их под кровлю водоносного горизонта, отсутствие крепления), которые снижают их эффективность и повышают удельную стоимость воды. При заложении новых горизонтальных каптажей необходимо переходить на инженерный тип галерей, основательно заглубленных под кровлю водоносного горизонта и имеющих в голове поперечную водосборную галерею, ориентированную по фронту потока.

Оптимальными местами для заложения вертикальных каптажей являются периферические части конусов выноса. Эти места обычно расположены по потоку ниже основной группы существующих источников

и каптажей, где глубины залегания грунтовых вод малые, качество вод еще достаточно хорошее, а производительность скважин может достигать многих десятков и даже сотен литров в секунду. Все это вместе взятое позволяет получить здесь максимальный эффект с лучшими технико-эко-

Таблица 130

Динамические запасы грунтовых вод предгорной равнины (по данным П. И. Калугина)

№ п/п	Наименование участка	Динамические запасы в *л/сек*	
		возможные	из них выявленные
1	Казанджик—	150	60
2	Искандер—Парроу	150	30
3	Кизыл-Арват	50	35
4	Арчман—Бами	300	300
5	Бахарден—Арчман	300	300
6	Бахарден	800	700
7	Геок-Тепе—Безмеин	2 000	400
8	Кеши—Безмеин	500	300
9	Район Ашхабада	1 500	1 000
10	Ашхабад—Аннау	200	100
11	Меана—Чаача	150	150
12	Каушут—Кааха	1 500	1 000
	Итого	7 600	4 375

номическими показателями и минимумом воздействия на существующие каптажи. Коэффициент использования наличных запасов потока грунтовых вод может быть значительно повышен работой скважин во взаимодействии в створе по фронту потока и заложением ряда таких створов вниз по потоку.

На основе имеющегося опытного материала для условий предгорной равнины можно говорить о следующей возможной производительности скважин системы П. А. Панкратова[1], заглубленных под кровлю водоносного горизонта на 30—50 *м*, и понижении уровня в них до 5—15 *м*: 1) в галечниках рыхлых — от 40 до 100 *л/сек* и более; 2) в галечниках плотных, слабо сцементированных — до 10 *л/сек* и более; 3) в толще переслаивающихся рыхлых мелких заиленных песчаников и гравия с суглинками, супесью и песками—от 30 до 50 *л/сек* и более; 4) в слабосвязанных суглинисто-супесчаных породах плоской равнины — до 10—20 *л/сек* и более.

[1] Высокопроизводительные скважины, получившие за последние 15 лет широкое распространение на предгорной равнине Копет-Дага. Основой их являются мощные гравийные фильтры, создаваемые строительной откачкой.

ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИЗУЧЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Основное внимание при дальнейшем изучении подземных вод Копет-Дага должно быть уделено предгорной равнине.

В пределах этой равнины в общих чертах задача сводится к выявлению разведочными работами новых перспективных на пресную воду участков и дальнейшему изучению и детализации наших знаний, особенно в отношении запасов грунтовых вод, по уже выявленным и осваиваемым районам. Первоочередное внимание должно быть уделено периферии конусов выноса на участках предгорной равнины, где она непосредственно контактирует с известняками Передовой цепи. Одним из важнейших мероприятий здесь должна явиться четкая организация режимных наблюдений за уровнем подземных вод, их минерализацией и расходом скважин и других водопунктов, а также сбор, анализ и обобщение уже накопленных по режиму и разведке материалов. Без этого немыслимо уточнение основного на данный момент вопроса о запасах подземных вод района и путях рационального их использования.

Оптимальными местами для разведочных работ и добычи воды в пределах предгорной равнины Копет-Дага являются следующие ее участки, контактирующие с известняками неокома: а) у Казанджика, б) от ст. Искандер до Кизыл-Арвата, в) от ст. Арчман до ст. Аннау и г) от ст. Каушут до ст. Душак. Глубина скважин в пределах периферической части развитых здесь конусов выносов составит от 60 до 120 *м*.

В горной области в основном необходимо заняться изучением климатических факторов и режима ее подземных и поверхностных вод. Знание последних позволит организовать службу прогнозов по подземным водам и для предгорной равнины, столь необходимую для рационального планирования отраслей народного хозяйства республики, связанных с использованием этих вод.

Первоочередным объектом в смысле получения дополнительных подземных вод в горной области следует признать Манышскую синклиналь с ее пресными водами в кварцевых песках бухарского яруса, залегающих на глубине порядка 300—700 *м*.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ БОЛЬШОГО БАЛХАНА И КУБА-ДАГА

Первые исследования подземных вод Большого Балхана производились в начале 80-х годов прошлого столетия и преследовали цель водообеспечения станций и разъездов Закаспийской ж. д. Работы состояли из шурфования и примитивных опытных откачек; они, по-видимому, не сопровождались серьезными геологическими исследованиями. Об этих работах сохранились только отрывочные сведения.

Более или менее систематические гидрогеологические исследования в Большом Балхане, основанные на данных геологического изучения, начались уже в послереволюционные годы. Перед этими исследованиями, которые велись до самого последнего времени, также ставилась задача разрешения практических вопросов водообеспечения железной дороги, Ягманских угольных копей, предприятий и города Небит-Даг, бентонитового рудника Огланлы, сульфатных промыслов Кара-Богаз-Гола. Результаты этих исследований изложены в опубликованных работах П. М. Ва-

сильевского (1924, 1932), О. С. Вялова (1925), И. И. Никшича и В. Н. Огнева (1928), а также в отчетах и заключениях Г. В. Богачева, А. В. Данова, В. В. Донцова, П. И. Калугина, В. И. Кудинова, В. Н. Кунина, Н. С. Токарева, Г. С. Чикрызова и др.

В пределах Большого Балхана, Кюрянын-Кюре и Куба-Дага водоносными являются следующие комплексы отложений: 1) черные или темно-серые глинистые сланцы лейаса—байоса; 2) толща сланцев и песчаников верхней части байоса и бата; 3) песчаники келловея; 4) толща мальмских известняков и песчаников; 5) толщи неокомских известняков; 6) третичные отложения; 7) четвертичные отложения. Водные ресурсы в других образованиях незначительны и обычно не имеют практического значения.

ВОДЫ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ ЛЕЙАСА—БАЙОСА

Мощная толща черных глинистых сланцев, залегающих в основании видимого разреза Большого Балхана, сложена в основном водоупорными породами, и только отдельные горизонты ее заключают небольшие ресурсы пресных или солоноватых вод. По П. М. Васильевскому (1932), воды циркулируют главным образом в поверхностной разрушенной зоне, выклиниваясь в виде источников по руслам оврагов и лощин (район Чалойской котловины и Курт-Любиля). Дебит этих источников колеблется от сотых до десятых долей литра в секунду. Практическое значение вод, связанных с указанной толщей, очень невелико [1].

ВОДЫ БАТСКИХ СЛАНЦЕВ И ПЕСЧАНИКОВ

Мощная толща песчаников и сланцев батского и верхних горизонтов байосского яруса состоит из чередующихся водопроницаемых и водоупорных пород. С песчаниками, входящими в состав этой толщи, связаны наиболее многочисленные и наиболее обильные выходы подземных вод. Несомненно, значительные водные ресурсы этой толщи остаются неиспользованными. Общее количество воды, вытекающей из среднеюрских песчаников в области южного склона Большого Балхана, составляет, по И. И. Никшичу и В. Н. Огневу (1928), около 18 *л/сек*, из которых около 7 *л/сек* извлекаются каптажными сооружениями джебельского водопровода. Почти все источники, связанные с песчаниками байоса и бата, дают пресную питьевую воду, содержащую плотного остатка 0,75—1,50 *г/л*.

ВОДЫ КЕЛЛОВЕЙСКИХ ПЕСЧАНИКОВ (НИЖНИЙ ГОРИЗОНТ)

Залегающие в основании верхней юры известковистые песчаники келловейского яруса имеют небольшую мощность и незначительную водосборную площадь; тем не менее, благодаря хорошей водопроницаемости во многих местах, горизонт этот является водоносным, причем, как предполагают И. И. Никшич и В. Н. Огнев (1928), часто вода поступает в эти песчаники из вышележащих слоев. Вода всех источников, вытекающих из

[1] Буровой скважиной, пройденной Туркменским геологическим управлением в 1952—1953 гг. в размытом ядре антиклинальной структуры Большого Балхана у колодца Карачагыл, на глубине 140 *м* и глубже вскрыты в сланцевой толще самоизливающиеся сильно минерализованные (сухой остаток колеблется от 11,6 до 14,0 *г/л*) термальные воды (температура до 46° на глубине 700 *м*) с значительным дебитом. Приток воды в скважине на интервале 381,8—708,1 *м* колеблется от 0,17 до 50,8 *л/сек*.— *Прим. ред.*

этого горизонта, пресная и содержит плотного остатка 0,50—0,60 *г/л*, хлора около 0,05—0,10 *г/л*, SO_4'' 0,15—0,25 *г/л* и т. д. Вода некоторых источников обладает привкусом и запахом сероводорода; все источники имеют небольшой дебит. Суммарный расход всех родников, выходящих из этого горизонта в области юго-западных склонов Большого Балхана, составляет, по И. И. Никшичу и В. Н. Огневу, 1,2 *л/сек*.

ВОДЫ МАЛЬМСКИХ ИЗВЕСТНЯКОВ И ПЕСЧАНИКОВ

Вышележащие известняки и песчаники верхней юры обнажаются на незначительной площади в обрывах Большого Балхана и в моноклинальной цепи Кошасейра—Порсух. В некоторых ущельях западного и южного склонов Большого Балхана, а также в других местах из известняков мальма вытекают небольшие родники, используемые для орошения садов и бахчей. Самый крупный из этих родников источник Джебел имеет расход 0,5 *л/сек*; он каптирован штольней и включен в Джебельский водопровод. Воды мальмских известняков и песчаников играют существенную роль в питании водоносных горизонтов пролювиальной толщи Предбалханской равнины. Они характеризуются невысокой гидрокарбонатной минерализацией: плотный остаток не превышает 0,50 *г/л*, содержание Cl' 0,05 *г/л*, SO_4'' 0,10 *г/л*, HCO_3' 0,20 *г/л*. Воды некоторых источников (например, источника Джебел) содержат сероводород.

ВОДЫ ИЗВЕСТНЯКОВ НЕОКОМА

Серые известняки неокома обладают значительным водосбором, обнажаясь на больших высотах в пределах собственно Большого Балхана, а также в области северного крыла Большебалханской антиклинали. С ними связаны многочисленные источники, которых только в пределах собственно Большого Балхана П. М. Васильевский (1932) насчитывает около 50. Все они имеют незначительный дебит, выражающийся в сотых и тысячных долях литра в секунду. Воды неокомских известняков характеризуются невысокой, главным образом гидрокарбонатной минерализацией. Содержание плотного остатка не превышает обычно 0,60 *г/л*, HCO'_3 0,200 *г/л*, Cl' 0,05—0,10 *г/л*, SO_4'' 0,10 *г/л* и т. д. В общем балансе подземных вод района роль неокомских вод незначительна.

ВОДЫ ТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Третичные отложения обнажаются только к северу от Большого Балхана и по южному краю Красноводского полуострова. Водоносность их слабо изучена. Из третичных пород вытекает всего несколько незначительных родников, большей частью с соленой водой, которые практического значения не имеют.

ВОДЫ ПОСЛЕТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

1. Воды аллювиальных отложений горных долин. В большинстве горных долин аллювиальные отложения имеют незначительную мощность и представлены хорошо водопроницаемыми образованиями. Местами в них существует подрусловой сток, питаемый обычно водами коренных образований. Количество аллювиальных вод зависит от того, какие водоносные горизонты дренируются данной долиной. Практическое значение имеют преимущественно воды долин, спускающихся к северу и прорезающих северное крыло Большебалханской

антиклинали. В этих долинах водные ресурсы аллювиальных отложений эксплуатируются местами посредством кяризов и колодцев (например, в долине Кяризской, близ бентонитового рудника Огланлы). Водные ресурсы многих долин еще мало изучены в качественном и количественном отношениях, однако следует предполагать, что в некоторых долинах северного склона Большого Балхана имеются значительные неиспользованные запасы пресных или слабо соленых вод.

2. Воды пролювиальных и древнекаспийских отложений. Значительные ресурсы подземных вод могут заключаться в толще пролювия южных и северных склонов Большого Балхана. Водоносные горизонты пролювия питаются за счет временного поверхностного стока с гор, а также, возможно, и за счет «коренных» вод, поступающих в толщу пролювия по трещинам тектонических разрывов вдоль южного склона хребта. Глубина водного зеркала в пролювиальных отложениях Предбалханской равнины быстро уменьшается по мере удаления от подошвы горных склонов. Исследования, выполненные в районе г. Небит-Даг, установили, что у подошвы горного склона глубина до воды превышает 40—50 *м*, в то время как у города зеркало подземных вод лежит на глубине 13—20 *м*.

В пролювиальных и древнекаспийских отложениях вдоль южного склона Большого Балхана мы имеем грунтовый поток, текущий в южном и юго-западном направлениях. Поток этот питается: а) за счет дренирования коренных пород южного склона хребта (главным образом из известняков верхней юры и неокома) и б) путем инфильтрации атмосферных вод, выпадающих на равнине или стекающих с гор. По мере удаления от подошвы гор минерализация воды быстро увеличивается: в основании склона встречаются пресные воды с минерализацией от 1,0 до 1,5 *г/л*, в 2—3 *км* южнее встречаются минерализованные воды с плотным остатком 3,0—5,0 *г/л*. Некоторые скважины, заложенные в районе г. Небит-Даг, вскрыли сравнительно слабо минерализованные воды (1,5—3,0 *г/л*), содержащие местами много H_2S. Воды пролювиальных отложений используются также в полосе, прилегающей к северному склону Большого Балхана. Судя по колодцам, глубина залегания их здесь достигает 16 *м*. Нередко воды эти отличаются повышенной минерализацией и пригодны лишь для водопоя скота.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ДРЕНАЖА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В области Большого Балхана и возвышенностей южного края Красноводского полуострова можно выделить четыре гидрогеологических района.

1. Известняковый массив Большого Балхана. Мощная толща пород мальма и неокома имеет хороший водосбор в области больших высот хребта. В зоне многочисленных тектонических дислокаций известняки очень трещиноваты и представляют благоприятные условия для инфильтрации и подземной циркуляции воды. Большая часть источников Большого Балхана, вытекающих из известняков, является трещинными и не приурочена к какому-либо определенному водоносному пласту. В пределах известнякового массива вытекает на поверхность лишь незначительная часть водных ресурсов мальма и неокома. Большая часть воды уходит по трещинам на глубину или поступает в толщу пролювия.

2. Размытое ядро Большебалханской антиклинали, сложенное отложениями нижней и средней юры. В понижении

между Большим Балханом и грядой Кошасейра—Порсух выступает на поверхность толща глинистых сланцев и песчаников верхнего лейаса и доггера; в ее составе мы наблюдаем чередование слабопроницаемых глинистых пород и пластов водоносных песчаников. Каждый из последних имеет ограниченную площадь питания и заключает небольшие запасы воды. Вытекающие в этом районе источники отличаются небольшим дебитом. Данные предварительной буровой разведки позволяют предположить, что в песчаниках средней юры имеются значительные неиспользованные ресурсы пресных вод.

3. Район моноклинальной цепи Куба-Дага. Куба-Даг сложен в основном крутопадающими или даже поставленными на голову юрскими и меловыми породами. Площадь питания отдельных водоносных горизонтов вследствие этого весьма незначительна, а просочившиеся воды уходят на глубину, не давая выхода на поверхность. Район Куба-Дага принадлежит к наименее водообеспеченным в Туркмении. На всем протяжении Куба-Дага практически не имеется ни одного пресного источника.

4. Район Предбалханской подгорной равнины. Древнекаспийские и пролювиальные отложения Предбалханской равнины в значительной части выражены водопроницаемыми породами. Разведочные работы, выполненные в районе г. Небит-Даг и ст. Джебел, установили наличие значительных ресурсов слабо минерализованных вод, вполне пригодных для ирригационных, водопойных и технических нужд [1].

Западнее Джебела в пролювиальных отложениях известны главным образом только сильно минерализованные воды. Так, по данным Л. А. Никитюк (1932), между станциями Белек и Янгаджа имеется ряд колодцев, получающих из пролювиальных отложений воду с содержанием Cl' от 4 до 6,5 *г/л*.

АРТЕЗИАНСКИЕ ВОДЫ

Неблагоприятная структура Куба-Дага, сложенного более или менее круто наклоненными к северу пластами, делает его мало перспективным в отношении возможного наличия значительных ресурсов артезианских вод. В районе Большого Балхана, по мнению работавших здесь гидрогеологов, имеются участки с благоприятными условиями для образования артезианских водоносных горизонтов. К таким участкам относятся:

1. Синклиналь между западными отрогами Большого Балхана — Лямабурун и Шахлибурун; здесь пройдены две скважины, давшие воду из верхнеюрских отложений.

2. Каргиджакская синклиналь, расположенная с южной стороны Большого Балхана, к северо-востоку от ст. Бала-Ишем. А. В. Данов (1940ф) предполагает наличие здесь артезианских вод в неокомских и мальмских отложениях.

3. Межбалханская синклиналь, присутствие артезианских вод в которой предполагалось еще И. И. Никшичем. В 1940 г. на ст. Небит-Даг была пробурена скважина глубиной свыше 400 *м*. Она вскрыла не-

[1] Характеристика этих подземных вод дана ниже в особом очерке.

сколько горизонтов соленой воды в третичных и, по-видимому, меловых отложениях. Высоконапорные воды встречены не были.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ПРИБАЛХАНСКОЙ РАВНИНЫ

Территория Западной Туркмении и, в частности, район предгорной равнины, окаймляющей с юга и запада Большой Балхан, относятся к числу наиболее засушливых областей Советского Союза. Годовая сумма осадков, по многолетним наблюдениям метеорологической станции в Моллакара, составляет в среднем около 100 *мм*, среднегодовая температура воздуха +16,3°. Величина испаряемости с открытой поверхности достигает 2000 *мм* в год, т. е. в 20 раз превышает годовую сумму осадков.

Западная Туркмения в целом, если не считать р. Атрек, расположенной на крайнем юге, совершенно лишена постоянных водотоков или водоемов пресных вод, вследствие чего местное население вынуждено довольствоваться маломощными источниками воды в горной области или колодцами (чаще «дождевыми ямами»), имеющими небольшие запасы вод, обычно слабо солоноватых.

В последние годы (1941—1949 гг.), в связи с обеспечением водой нефтяных объектов Туркменистана, выявлены новые мощные ресурсы слабо минерализованных подземных вод, заключенных в рыхлообломочных отложениях предгорной равнины.

Изученность района

Изучение подземных вод Прибалханской предгорной равнины началось с 1940 г., когда Трансводпроектом (В. И. Кудинов) производились поиски грунтовых вод в районе станций Бала-Ишем и Джебел, сопровождаемые шурфовкой и зондировочным бурением, а также было произведено роторное бурение двух разведочно-эксплуатационных скважин на воду в районе станций Небит-Даг и Джебел, не давшее положительных результатов.

В последующие годы трестом Центроспецстройпроект производились систематические детальные разведки подземных вод на предгорной равнине Большого Балхана между станциями Ягман и Айдин. Работы эти преследовали обеспечение г. Небит-Даг и нефтяных промыслов питьевой и производственной водой. В результате многолетних детальных гидрогеологических исследований выявлены и опробованы значительные запасы слабо минерализованных подземных вод в районе Джебела, Небит-Дага и Бала-Ишема (рис. 90).

На базе подземных вод предгорной равнины сооружен мощный водозабор грунтовых вод в районе ст. Бала-Ишем и подготовлен к эксплуатации джебельский водозабор. Материалы исследований подземных вод предгорной равнины изложены в отчетах Б. Ф. Костина (1943ф, 1948ф, 1949ф).

Гидрогеологические условия

Горное сооружение Большой Балхан представляет собой антиклинальную асимметричную складку с крутым северным и более пологим южным склонами. Размытая сводовая часть складки сложена толщей

глинистых и песчано-глинистых сланцев, имеет вид холмистой равнины, которая называется «Курт-Любиль».

Южное крыло складки, сложенное главным образом крепкими, полого падающими на юг известняками, является наиболее повышенным элементом Большого Балхана. Здесь в северо-западной части, в районе

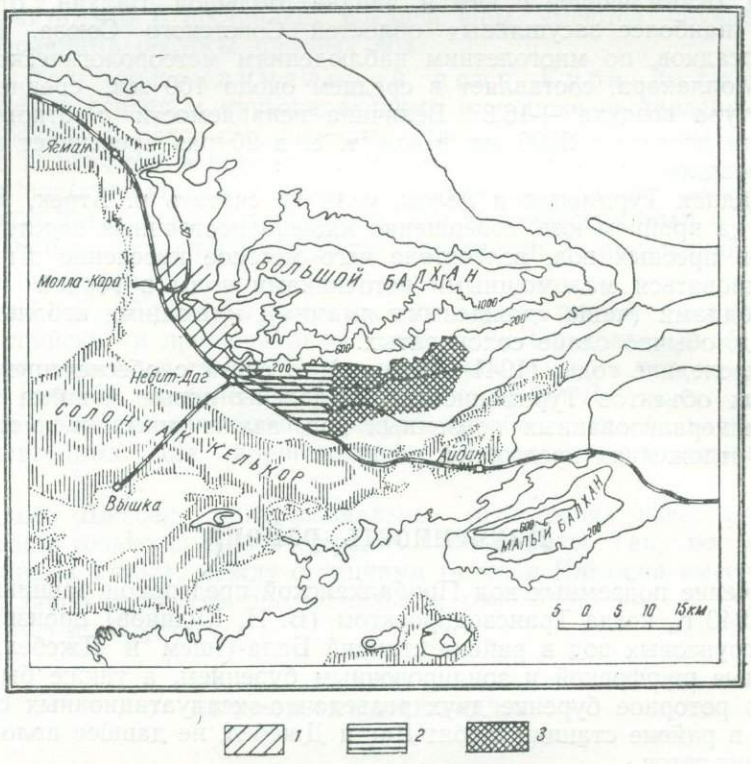


Рис. 90. Обзорная гипсометрическая карта Большого и Малого Балханов и расположение разведочных участков подземных вод на Прибалханской равнине

1—Джебельский участок; *2*—Балаишемский участок; *3*—Каргиджакский участок

вершины Дагдирим, расположены максимальные высоты, равные 1800—1900 *м*.

Большой Балхан хорошо дренирован густой сетью каньонов и оврагов, днища которых выполнены толщей грубообломочного, плохо отсортированного материала.

Горная область в целом, благодаря своему гипсометрическому положению (она возвышается в среднем более чем на 1000 *м* над окружающей равниной), является областью питания подземных вод, циркулирующих в отложениях предгорной равнины. Этому способствуют большая величина годовой суммы осадков (около 400 *мм*, против 100 *мм* на равнине) и меньшие величины температуры и дефицита влажности воздуха в горной области по сравнению с соответствующими величинами на равнине.

Помимо этого, к числу благоприятных условий для формирования подземных вод в горной области относятся: 1) высокая фильтрационная способность грубообломочного материала, выполняющего днища долин и многочисленных их ответвлений; 2) достаточно высокая степень трещиноватости неокомских главным образом карбонатных пород, которыми сложена горная область: 3) малая мощность почвенного слоя или его отсутствие на водоразделах; 4) наличие системы мощных тектонических разломов, создающих благоприятные условия для локализованного поступления трещинных или пластовых (по долинам) вод на значительные глубины.

Условия накопления, погружения и циркуляции инфильтратов атмосферных осадков в горной области почти не изучены. Однако ряд общих гидрогеологических условий определенно способствует транспортированию значительных количеств воды в южном и юго-восточном направлениях.

Инфильтраты атмосферных осадков в горной области просачиваются на значительную глубину (сотни метров) до определенного уровня — базиса инфильтрации, образуя там систему местами, может быть, разобщенных горизонтов трещинных вод, текущих в пониженную область — предгорную равнину. Рыхлообломочные отложения последней, таким образом, являются естественным коллектором для вод, вытекающих из горной части района.

Предгорная равнина южного и юго-западного склонов Большого Балхана по геоморфологическому и литолого-петрографическому признакам достаточно отчетливо подразделяется на три зоны с характерными для них гидрогеологическими особенностями.

Верхняя зона. Верхняя граница зоны проходит по подножию Большого Балхана, заходя по долинам далеко в глубь горной части. Нижняя граница этой зоны близко совпадает с пятидесятой изогипсой, соответствующей максимальному уровню древнего Каспия.

Верхняя зона сложена мощной толщей грубообломочного, плохо отсортированного материала (пролювий, осыпи), представленного главным образом обломками карбонатных пород. Глубина залегания грунтовых вод здесь наиболее значительна, составляя от 65 до 150 *м*. Фильтрационные свойства грунтов в этой зоне сильно изменчивы и определяются почти исключительно содержанием мелкозема, заполняющего поры основного скелета грубообломочной породы.

Разведочно-эксплуатационные скважины, заложенные около г. Небит-Даг в этой зоне, оказались нерентабельными для эксплуатации из-за глубокого залегания в них поверхности грунтовых вод и относительно небольшой дебитности.

Средняя зона, ограниченная изогипсами от 0 до 50 *м*, представляет собой зону миграции береговой линии древнего Каспия (хвалынское море) и сложена пролювиальным материалом, в той или иной степени переработанным морем.

Состав пород этой зоны достаточно пестрый и варьирует от галечно-песчано-гравийных грунтов до тонких пылеватых глин включительно. Намечается слоистость, обусловленная чередованием глинистых грунтов с крупнообломочными. По мере удаления от горной области размер фракций обломочного материала неуклонно уменьшается и гравийно-галечные породы постепенно замещаются песчано-глинистым материалом.

По простиранию предгорной равнины также наблюдается достаточно отчетливая закономерность в литологическом составе пород: на участках равнины, расположенных против горных долин, обычно превалируют более крупные фракции грунта, больше галечника с гравием и крупным песком; наоборот, на участках равнины между долинами в составе пород преобладают мелкоземы. В соответствии с этим изменяется и водоносность пород предгорной равнины.

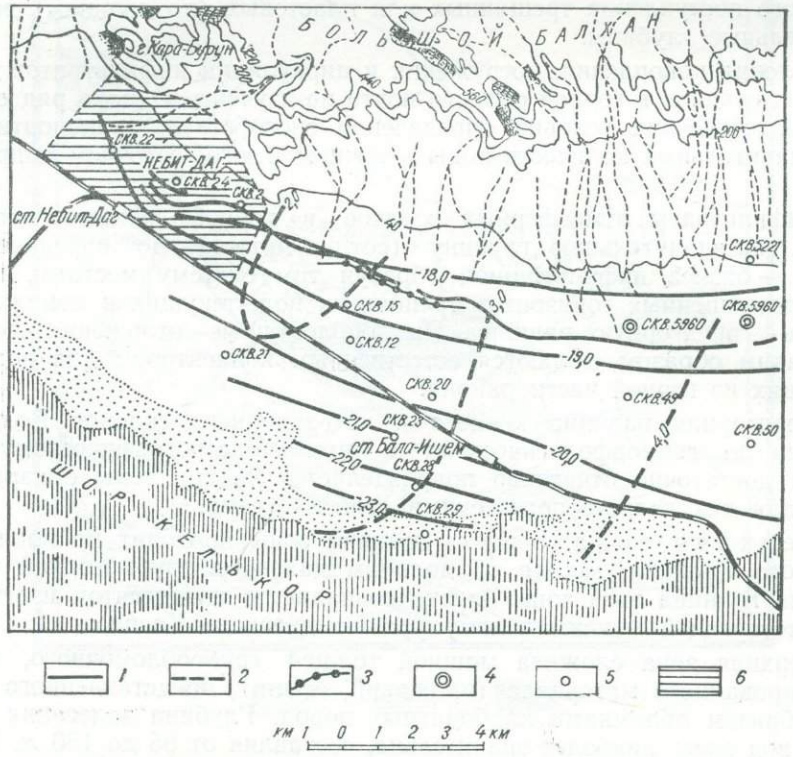


Рис. 91. Гидрогеологическая карта Балаишемского участка Прибалханской равнины. Составлена Б. Ф. Костиным

1—гидроизогипсы (через 1 *м*); *2*—изолинии плотного остатка (в *г/л*); *3*—Балаишемский водозабор; *4*—скважины эксплуатационные и разведочно-эксплуатационные; *5*—скважины разведочные; *6*—зона сероводородного заражения

Общая мощность пролювиально-каспийских отложений предгорной равнины колеблется от 30—50 до 150 *м* и более, возрастая с удалением от коренного склона.

Грунтовые воды средней зоны равнины залегают на глубине от 15—20 до 50—65 *м;* при этом глубина залегания зависит почти исключительно от гипсометрии, закономерно уменьшаясь по уклону. Поверхность грунтовых вод заключена здесь между отметками —15 и —20 *м*. Водоносность средней зоны в целом хорошая благодаря наличию нескольких слоев (мощность до 5—10 *м*) галечно-гравийно-песчаных грунтов, но в то же время неравномерная на различных участках.

Величина коэффициента фильтрации грунтов этой зоны, определенная опытными откачками из одиночных скважин, колеблется в пределах

от 5 до 40—60 *м/сутки*. Величина удельного дебита разведочно-эксплуатационных скважин (между станциями Джебел и Бала-Ишем), по данным опытных откачек, составляет от 0,5 до 9,0 *л/сек*. Минимальные величины удельного дебита отмечены в скважинах, расположенных к западу и к северо-западу от мыса Шахлибурун (в районе Джебела); максимальные значения — в районе конуса выноса долины Нуру-Мергень и восточнее мыса Кызынджабурун.

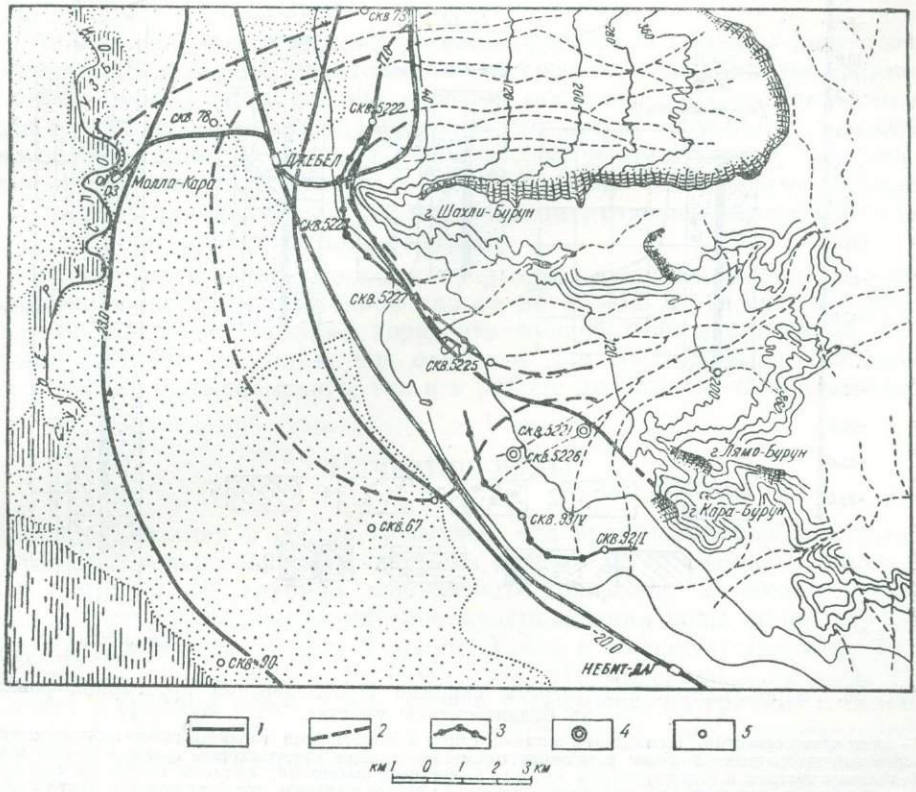


Рис. 92. Гидрогеологическая карта Джебельского участка Прибалханской равнины
1—гидроизогипсы; *2*—изолинии плотного остатка (в *г/л*); *3*—каптажи грунтовых вод; *4*—эксплуатационные и разведочно-эксплуатационные скважины; *5*—разведочные скважины

Средняя зона предгорной равнины Большого Балхана представляет наибольший практический интерес, так как сочетает в себе целый ряд благоприятных условий для каптажа (глубина залегания, высокие фильтрационные условия, качество воды и т. п.). В пределах нижней части этой зоны, ограниченной изогипсами 0 и +20 *м*, расположен действующий балаишемский водозабор и строящиеся джебельский и небитдагский водозаборы.

Нижняя зона заключена между нулевой изогипсой и областью солончака Келькор и долины Узбоя. Граница этой зоны с солончаком ограничена приблизительно изогипсой —20 *м*.

В сложении нижней зоны принимают участие морские отложения древнего (хвалынские) и современного Каспия, представленные песчано-глинистыми породами с подчиненными им линзами и прослоями гравийно-галечных пород, и частично аллювиальные песчано-глинистые отложения, преимущественно тонко- и мелкозернистые, пылеватые, хорошо сортированные.

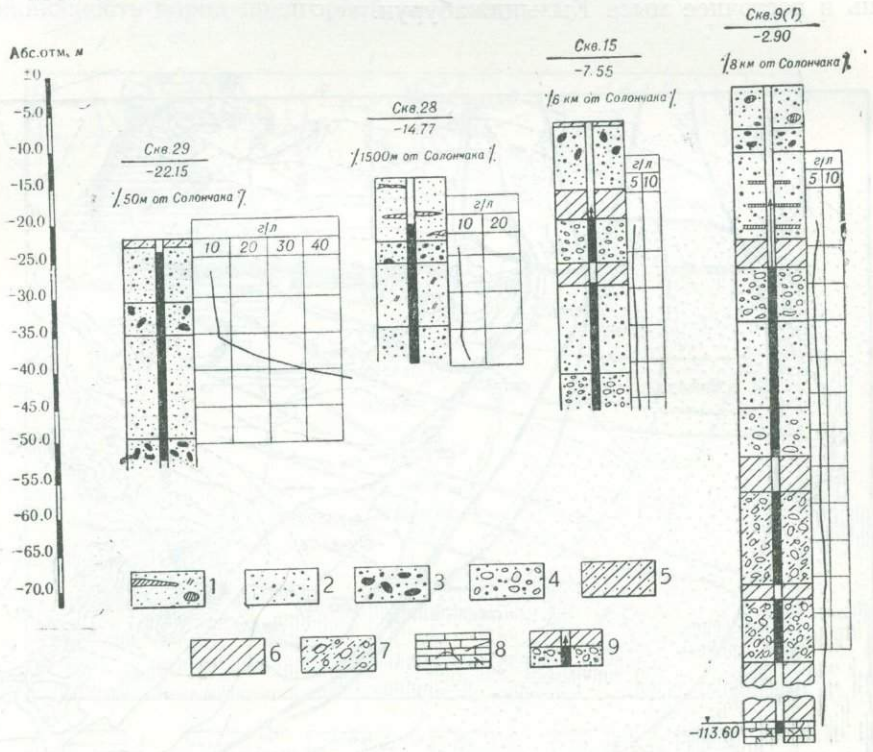


Рис. 93. Гидрогеологические разрезы скважин Прибалханской предгорной равнины на Балаишемском участке

1—песок тонкозернистый, пылеватый с линзами глины и включениями глиняной гальки; *2*—песок мелкозернистый однородный, *3*—песок разнозернистый с включениями известнякового гравия и мелкой гальки; *4*—галька с гравием и разнозернистым песком; *5*—суглинок пылеватый; *6*—глины пылеватые с подчиненными прослоями суглинков, супесей и реже песков; *7*—галька с гравием в супесчаном заполнителе; *8*—известняк разрушенный; *9*—водоносный горизонт (стрелка показывает величину местного напора)

Грунтовые воды залегают здесь на глубине от 15 до 2—3 *м*. Непосредственно около солончака грунтовые воды залегают почти у самой дневной поверхности. Вследствие капиллярного испарения здесь происходит интенсивное накопление солей в почве. Центральная часть солончака Келькор круглый год мокрая за счет постоянного подтока на поверхности грунтовых вод, главным образом со стороны предгорной равнины Большого Балхана. Водоносность грунтов нижней зоны худшая в сравнении с грунтами средней зоны. Коэффициент фильтрации, определенный опытными откачками, в среднем не превышает 5,0 *м/сутки*. Величина удельного дебита обычно не бывает более 0,5—1,0 *л/сек* на 1 *м* понижения.

В пределах нижней зоны имеются несколько колодцев, вскрывших солоноватую воду, пригодную для водопоя скота (плотный остаток от 3 до 7 *г/л*).

Общая конфигурация зеркала грунтовых вод отдельных участков равнины (участки водозаборов) показана на прилагаемых картах (рис. 91 и 92). Имеющиеся данные единовременных замеров уровней грунтовых вод показывают, что в пределах изученной части предгорной равнины существует единый поток слабо минерализованных грунтовых вод, направленный к югу. Местами поток разобщен на несколько этажей пропластками глин (рис. 93). Уклон поверхности потока грунтовых вод постепенно уменьшается с приближением к солончаку Келькор, составляя от 0,002—0,003 в средней зоне равнины до 0,0005 около солончака.

Анализ гидрогеологических условий предгорной равнины дает основание утверждать, что грунтовые воды предгорной равнины формируются в горной части района и затем, поступая в толщу рыхлообломочных отложений равнины, образуют там поток, текущий в пониженную область, занятую долиной Узбоя и солончаком Келькор. Эта пониженная область представляет собой обширный естественный испаритель — дрену для грунтовых вод, подтекающих, главным образом, с севера, со стороны прибалханской равнины.

В ряде мест грунтовые воды предгорной равнины имеют местные напорные свойства (с величиной напора до 10—12 *м*) за счет перекрытия поверхности водоносного горизонта толщей глин и суглинков. Напорные свойства грунтовых вод отмечены для средней зоны равнины как в районе балаишемского, так и в районе джебельского водозаборов.

Качество воды

Минерализация и состав грунтовых вод предгорной равнины изменяются в довольно широких пределах как по простиранию и падению потока, так и по глубине водоносного горизонта. В общем случае наблюдается неуклонное увеличение минерализации воды по уклону потока, т. е. из горной области к долине Узбоя и солончаку Келькор. Так, в районе балаишемского водозабора (рис. 91) минерализация воды составляет в среднем около 2 *г/л*; южнее водозабора, на границе с солончаком (скв. № 29 в 8 *км* к югу от водозабора), она увеличивается до 4 *г/л* и более. Аналогичная картина имеется в районе ст. Джебел (рис. 92). Здесь у подножья мыса Шахлибурун минерализация грунтовой воды 1,6 *г/л*, а в 3 *км* северо-западнее, около русла Узбой, она увеличивается до 4—5 *г/л*.

По простиранию предгорной равнины также замечается изменчивость минерализации воды, заключающаяся в чередовании зон грунтовых вод с пониженной минерализацией и зон солоноватых вод. В пределах рассматриваемой территории оконтурены две зоны с грунтовыми водами пониженной минерализации. Первая зона расположена в 6—7 *км* к востоку от г. Небит-Даг (рис. 91). Вторая зона, совпадающая с правой частью конуса выноса долины Нуру-Мергень, прислоненной к скалистому мысу Шахлибурун, расположена в 3—4 *км* к юго-востоку от ст. Джебел (см. рис. 92).

Минимальная величина минерализации воды в первой зоне составляет 1,8 *г/л*; во второй 1,3—1,4 *г/л*. Минерализация воды между этими двумя зонами увеличивается до 3—3,5 *г/л*, к востоку от первой зоны (на меридиане источника Каргиджак) до 4—6 *г/л*, а к северу от второй зоны (севернее ст. Джебел) до 6—7 *г/л*.

Слабо минерализованные воды на той или иной глубине водоносного горизонта постепенно или достаточно быстро сменяются солоноватыми или солеными водами. Граница раздела между пресными и солоноватыми водами на различных участках равнины лежит на равной глубине как в относительном, так и в абсолютном исчислениях. Таким образом, грунтовые воды равнины по гидрохимическому признаку удобно разделить на два горизонта: верхний — пресные и слабо минерализованные воды и нижний — солоноватые и соленые воды.

Граница раздела подгоризонтов большей частью гидрохимическая, без гидравлического разобщения, т. е. пресные грунтовые воды непосредственно подстилаются водами повышенной минерализации (рис. 93, скв. № 29). Последнее находит логичное объяснение в особенностях циркуляции грунтовых вод, совершаемой, главным образом, в верхних слоях водоносного горизонта. Вследствие этого нижняя часть водоносного горизонта практически приближается к бессточному грунтовому бассейну.

Мощность верхнего подгоризонта (пресных грунтовых вод) сильно изменчива. Она составляет 80—100 *м* в районе правого борта конуса выноса Нуру-Мергень, а на периферической, пониженной части предгорной равнины 5—20 *м*. На границе с солончаком Келькор пресные воды полностью выклиниваются (гидрохимическое выклинивание).

Поверхность нижнего подгоризонта (солоноватых или соленых вод) гипсометрически лежит на максимальной глубине в осевых частях определенных зон равнины и неуклонно повышается вниз по потоку. Так, в районе конуса выноса долины Нуру-Мергень абсолютная высота этой поверхности (скв. № 5225 и 5227) ниже отметки минус 107 *м;* около линии железной дороги (скв. № 66) минус 56 *м;* близ границы с солончаком Келькор минус 40 *м*. Величина минерализации солоноватых и соленых вод в пределах изученной части равнины колеблется в пределах от 4—5 до 30 *г/л* и более.

По химическому составу воды предгорной равнины достаточно постоянны и представлены почти исключительно хлоридно-щелочным типом с содержанием хлоридов и щелочей (в основном натрий) суммарно до 70—80% (табл. 131).

Таблица 131

Типичный анализ химического состава грунтовых вод Джебельского участка

Единица измерения	Содержание						Жесткость	
	Cl'	SO_4''	HCO_2'	$K^{\cdot}+Na^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	общая	временная
г/л	0,70	0,20	0,16	0,40	0,13	0,04	26°	7°
% экв	37	8	5	34	11	5		

С увеличением минерализации воды наблюдаются возрастание содержания хлоридов и щелочей и уменьшение (относительное) содержания карбонатов.

В районе г. Небит-Даг и к востоку от него грунтовые воды заражены сероводородом. Полоса сероводородных вод имеет ширину по простиранию около 6 *км*. Максимальное содержание сероводорода отмечено

в скважинах на восточной окраине Небит-Дага, где содержание его колеблется от 16 до 40 *мг/л*. К востоку и западу от этого участка содержание сероводорода в грунтовых водах постепенно уменьшается, и на расстоянии 3—5 *км* он практически исчезает. Присутствие сероводорода в грунтовых водах равнины наиболее вероятно связано с поступлением его (по трещинам) из коренных пород, и в частности из среднеюрских отложений. Одним из вероятных очагов поступления сероводородных вод на равнину является зона мощного тектонического разрыва, наблюдаемого в районе мыса Кызынджабурун, расположенного в непосредственной близости к северо-востоку от Небит-Дага.

Температура грунтовых вод предгорной равнины в среднем равна 21°, что на 4—5° превышает среднегодовую температуру воздуха. Максимальных значений температура воды достигает в зоне распространения сероводородных вод, где она составляет 24—28°. Некоторая «аномальность» температуры грунтовых вод, вероятно, объясняется явлением «остаточных» температур, возникших в потоке за счет резко отличных геотермических условий в областях формирования и циркуляции грунтовых вод[1].

Водные ресурсы предгорной равнины и их народнохозяйственное значение

Для питьевых вод Западного Туркменистана предельная величина минерализации практически принимается 2 *г/л*.

Воды, пригодные для ирригации (фактически используемые), должны иметь минерализацию не свыше 3,0—3,5 *г/л*, при наличии хорошего естественного дренажа. Более минерализованные воды (до 7,0 *г/л*), употребляются как водопойные для скота. Наконец, соленые воды с величиной минерализации 10—20 *г/л* и более употребляются для технических целей, в частности при приготовлении глинистого раствора для бурения.

Грунтовые воды питьевого качества разведаны на Джебельском участке предгорной равнины, окаймляющей мыс Шахлибурун к юго-востоку от ст. Джебел (см. рис. 92). Протяженность участка (по гидроизогипсе) достигает 10 *км*. Динамические запасы грунтовых вод на этом участке определены равными около 105 *л/сек* при средней величине минерализации около 1,6 *г/л*. На базе разведанного участка строится питьевой джебельский водозабор для некоторых объектов Западной Туркмении.

Второй участок (Балаишемский) с относительно пресными водами расположен в 7 *км* к востоку от г. Небит-Даг (см. рис. 91). Здесь сооружен и с 1947 г. работает водозабор, состоящий из восьми скважин, расположенных в одну линию (по гидроизогипсе) с интервалами 400 *м* между скважинами. Полная расчетная мощность балаишемского водозабора протяженностью 2,8 *км* определена равной 114 *л/сек* при средней величине минерализации воды около 2,5 *г/л*. Балаишемская вода подается на промыслы для целей технического водоснабжения и частично используется для ирригации в Небит-Даге.

[1] Не исключена возможность наличия здесь восходящих вод. — *Прим. ред.*

Для целей ирригации подготовлен новый участок водозабора — Небитдагский, расположенный к северо-западу от Небит-Дага (включая территорию города). Протяженность участка составляет 9 *км*; динамические ресурсы грунтовых вод здесь определены равными от 120 до 150 *л/сек* при средней величине минерализации воды около 2,7 *г/л*.

В 1951 г. разведаны грунтовые воды предгорной равнины восточнее меридиана родника Каргиджак (Каргиджакский участок, рис. 90).

На участке протяженностью 20 *км* выявлены запасы слабо минерализованных грунтовых вод (плотный остаток 5—7 *г/л*) в объеме до 300 *л/сек*, которые предполагается использовать для водоснабжения проектируемой к строительству мощной паротурбинной станции.

Общие водные ресурсы предгорной равнины южного склона Большого Балхана протяженностью около 110 *км* составляют величину, превышающую 1 $м^3/сек$.

Народнохозяйственное значение грунтовых вод предгорной равнины южного склона Большого Балхана для Западного Туркменистана и особенно для Небитдагского района трудно переоценить. Достаточно сказать, что производственное и ирригационное водоснабжение нефтепромыслов и г. Небит-Даг полностью осуществляется за счет грунтовых вод предгорной равнины Большого Балхана. Помимо этого, полностью подготовлен и обоснован джебельский водозабор, с пуском которого может быть организовано водоснабжение Красноводска и Челекена.

Предгорная равнина северного склона Большого Балхана в гидрогеологическом отношении менее перспективна по сравнению с участком равнины, окаймляющей хр. Большой Балхан с юга и юго-запада, что объясняется следующими причинами:

1) участок равнины от северо-западной границы Большого Балхана и до меридиана колодца Кошагыр сложен континентальным неогеном с слабопроницаемыми породами, исключающими существование в них мощных водоносных горизонтов со слабо минерализованными водами;

2) водоносная площадь, командующая над этим участком равнины, сложена главным образом юрскими глинистыми сланцами, переслаивающимися с песчаниками, что вряд ли обеспечивает поступление значительного количества подземных вод в область предгорной равнины;

3) высокое гипсометрическое положение предгорной равнины и связанное с этим отсутствие здесь каспийских отложений, которые в общем случае для Балханского района являются хорошими коллекторами для грунтовых вод, также неблагоприятны для образования здесь грунтовых вод практического значения.

Относительно более перспективен участок предгорной равнины, окаймляющей с севера, востока и юга восточное окончание Большого Балхана. Предгорная равнина здесь сложена пролювиальными и пролювиально-каспийскими отложениями, а водосборная площадь (горный район) сложена неокомскими известняками, являющимися, как известно, хорошим водосборным бассейном. Следует отметить, что гидрогеологические условия этого участка равнины не изучены.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ТУАРКЫРА

Подземные воды Туаркыра изучены сравнительно слабо. Краткие сведения о них имеются в работах Н. П. Луппова (1932, 1935ф), Л. А. Никитюк (1932), Б. А. Федоровича (1934), В. В. Александрова,

М. И. Александровой и А. И. Морозова (1936ф), В. А. Захаревича (1934ф), М. М. Иваницына (1936ф) и Е. А. Репман (1936ф). Более полные данные получены при работах, производившихся в 1950 г. Туркменским геологическим управлением (Курбатов, Сукачева, Неронова и др., 1951ф).

Туаркырский район представляет самостоятельную гидрогеологическую область, так как его водоносные горизонты не имеют гидравлической связи с горизонтами окружающих районов, либо такая связь весьма затруднена. Накопление его подземных вод происходит исключительно за счет местного питания атмосферными осадками и, может быть, конденсации. Основными факторами, обусловливающими водообеспеченность района, являются количество атмосферных осадков, их распределение во времени года и та или иная возможность их погружения в водопроницаемые комплексы.

Вследствие литологического разнообразия слагающих район пород и их дислоцированности гидрогеологические условия здесь значительно более сложны, чем на окружающей территории. Условия инфильтрации атмосферных осадков и накопления подземных вод в разных местах не одинаковы, что вызывает весьма различную водообеспеченность различных частей района.

Колодцы Туаркырского района по условиям их питания могут быть подразделены на три типа: 1) колодцы грунтового питания, пополняемые за счет пластовых или грунтовых вод; 2) колодцы смешанного питания, пополняемые частью за счет пластовых или грунтовых вод, частью за счет наливных вод; 3) колодцы наливные, питающиеся за счет непосредственного погружения дождевых вод через колодезные отверстия или через рыхлые наносы на участке расположения колодцев. Наибольшее число колодцев принадлежит ко второму типу. Глубины колодцев в районе небольшие, обычно не более 8—10 *м* и лишь в отдельных случаях достигают 20—22 *м* (Огламыш, Джемираджи).

Качество подземных вод весьма различно. Воды с сухим остатком до 1 *г/л* почти отсутствуют. Питьевые воды с сухим остатком до 2,5 *г/л* имеются лишь в немногих колодцах, заложенных в отложениях перми (один колодец), средней и верхней юры и альба, а также в некоторых колодцах наливного питания. Преобладающее развитие в районе имеют солоноватые и соленые воды. Наблюдаются значительные колебания минерализации также и в пределах одной и той же группы колодцев.

Сильно изменяется размер минерализации воды большинства колодцев и в течение года в зависимости от режима осадков текущего года и эксплуатации колодцев. Подземные воды коренных пород, не разбавленные поверхностными водами, минерализованы значительно сильнее, чем воды других типов. Сухой остаток их обычно превышает 5 *г/л*, а нередко и 10 *г/л*.

В. Н. Кунин так определяет гидрогеологические условия района: «В ряде случаев в депрессиях, где расположены группы колодцев, более пресные грунтовые воды, ежегодно пополняющиеся за счет инфильтрации осадков, залегают на более высоко минерализованных водах коренных пород, с которыми они гидравлически связаны. За пределами депрессий такие воды, в зависимости от структурных особенностей, могут переходить в межпластовые. Эти обстоятельства приводят к чрезвычайной пестроте вод, так как при истощении верхних пресных ресур-

сов мы сталкиваемся не с однородными истинными грунтовыми водами, как в Каракумах, а с самыми разнообразными водами различных стратиграфических горизонтов».

По типу минерализации в колодцах района преобладают хлоридно-натриевые воды, менее распространены хлоридно-сульфатно-натриевые или сульфатно-натриевые воды. Нередко наблюдается повышенное содержание кальция и иногда магния. Следует отметить, что, несмотря на значительные колебания размеров минерализации в колодцах, питающихся частично или полностью за счет вод коренных пород, общий тип минерализации в пределах одной группы колодцев обычно сохраняется (например, колодцы Чагыл). Наоборот, в колодцах, в питании которых основную роль играют наливные воды, отдельные колодцы одной группы нередко характеризуются водой с различным типом минерализации (например, колодцы Коймат). Пестрый химический состав вод, питающихся поверхностными водами, зависит от характера и размеров засоленности почв и пород местных водосборов и водовмещающих пород, характеризующихся в пределах района большим разнообразием, а также от степени эксплуатации колодцев и неустойчивого режима атмосферных осадков.

ВОДОНОСНОСТЬ ДОЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Палеозойская сланцевая толща и триасовые отложения, обнажающиеся на весьма незначительной площади, не имеют существенного значения в гидрогеологии района.

Пермские отложения, заключающие в своем составе мощные слои некрепко сцементированных конгломератов и крупнозернистых песчаников, несомненно могут содержать в себе пластовые воды. Однако гидрогеологическая роль их, по-видимому, невелика, так как они имеют небольшую водосборную площадь и при этом слагают возвышенности с довольно крутыми склонами, что обеспечивает сток атмосферных вод. Единственный колодец — Аман-Булак, — получающий воду из пермских отложений, отличается весьма незначительным дебитом (0,2 *л/сек*). Вода в нем щелочная, пригодная для питья, с сухим остатком 2,3—2,9 *г/л* (табл. 132, № 1). Условия питания колодца неясны; возможно, вода восходящая, поступает по трещинам.

ВОДОНОСНОСТЬ УГЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ НИЖНЕЙ И СРЕДНЕЙ ЮРЫ

Отложения юрской угленосной толщи, характеризующиеся непостоянством разреза, в котором преобладающая роль принадлежит глинам и глинистым песчаникам, и образующие ряд пологих складок, осложненных мелкими сбросами, не содержат выдержанных угленосных горизонтов. В области распространения юрской угленосной толщи водоносные горизонты образуют ряд небольших более или менее изолированных бассейнов.

К этой толще приурочены группы колодцев Чагыл, Туар и Чайрли. Они пройдены в четвертичных отложениях и большею частью углублены в коренные породы. Качество вод в этих колодцах весьма различно, в зависимости от степени в их питании поверхностных вод. Истинные грунтовые воды, слабо разбавленные или вовсе не разбавленные атмосферными водами, являются солоноватыми, солеными или горько-солеными. Сухой остаток их изменяется в пределах от 5 до 34 *г/л*, постоянная

жесткость — от 95 до 190°. На участках, где подземные воды пополняются водами атмосферных осадков, они слабо минерализованы, с сухим остатком 1,7—3,5 *г/л* и постоянной жесткостью 5—30°. По типу минерализации воды угленосной толщи являются хлоридно-натриевыми, часто с повышенным содержанием сульфатов и кальция. Расходы колодцев, заключенных в угленосной толще, изменяются в пределах от тысячных до десятых долей литра в секунду.

В качестве примера можно привести данные о группе колодцев Чагыл, которая расположена в центре района и служит главной питьевой базой аула и верблюдоводческого совхоза. Благодаря хорошему качеству воды и относительно большому дебиту здесь сосредоточена основная масса населения всего района.

Колодцы Чагыл расположены в русле или в непосредственной близости от русла неглубоко врезанного оврага с пологими бортами, который тянется на протяжении около 16 *км*, заканчиваясь в 2 *км* севернее колодцев, на солончаке. В районе колодцев русло проходит в широкой котловине среди развеваемых песков. Областью питания служат площадь водосбора оврага и, возможно, указанные пески. Подземные воды залегают в мелко- и среднезернистых, местами глинистых песчаниках и сильно песчанистых глинах средней юры, а также в покрывающих их четвертичных песках, мощность которых в центральной части участка превышает 5 *м*, а к северу и к югу сильно уменьшается.

В группе имеются колодцы с пресной водой, характеризующейся сухим остатком 1,6—2,5 *г/л* и постоянной жесткостью 5—25°, и колодцы с солоноватой и соленой водой с сухим остатком 7,5—12,2 *г/л* и постоянной жесткостью 95—196° (табл. 132, № 2).

Пресные воды образуют линзу, залегающую на минерализованных водах или на водоупорных породах. Линза образуется путем поглощения поверхностных вод, текущих по оврагу после сильных дождей или в период снеготаяния. Для лучшего улавливания воды местные жители перегораживают русло небольшой дамбой. Причина засоления воды — выщелачивание солей из вмещающих пород угленосной толщи.

Тип минерализации как пресных, так и соленых вод один — это хлоридно-натриевые воды с повышенным содержанием кальция и сульфатов. Расход отдельных колодцев, по данным опытных откачек, при максимальном понижении уровня достигает 0,25—0,37 *л/сек*. Средний расход одного колодца 0,1 *л/сек*, а всех семи имеющихся пресных колодцев 0,7 *л/сек*.

Уровень воды и расход колодцев находятся в тесной зависимости от выпадения атмосферных осадков. Годовая амплитуда колебания уровня достигает 1,5—2,0 *м*. В засушливые годы расход колодцев сильно уменьшается, но солевой состав изменяется мало.

ВОДОНОСНОСТЬ ПЕСЧАНИКОВОЙ ТОЛЩИ СРЕДНЕЙ ЮРЫ

Верхняя часть среднеюрских отложений характеризуется значительным развитием песчаников с хорошими фильтрационными свойствами. Некоторые пласты выдерживаются на значительном протяжении. Особенно выделяется в этом отношении горизонт песчаников с шаровыми конкрециями, залегающий в нижней части толщи, который прослеживается почти по всей площади размытого ядра Туаркырской антиклинали.

Пластовыми водами из этих песчаников питаются колодцы и родник Доунгра, находящиеся на северо-восточном крыле антиклинали.

Таблица 132

Дебит и химический состав подземных вод некоторых колодцев и источников Туаркыра (по материалам Л. В. Нероновой, 1950 г.)

№№ п/п	Из каких отложений	Название водопункта	Количество действ. колодцев и родников	Общий дебит по группе в *л/сек*	Сухой остаток в *г/л*	Постоянная жесткость в нем. град.	Химический состав в *мг-экв.*					
							$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	Cl'	SO_4''	HCO_3'
1	Пермь	Колодец Аманбулак	1	0,02	2—3		42—45,2	3,2—5,3	1,5—3,3	18,2—22,8	16,6—18,1	9,3—14,2
2	Средняя юра, угленосная толща	Колодец Чагыл	7 пресн.	0,7	1,8—2,5	5—20	27,5—39,3	6,7—15,1	4,0—10,8	13,9—31,5	9,9—13,3	5,45—16,6
		„ „	8 сол.	0,8	6—9	82—196	22,5—36,6	7,2—11,2	4,0—18,6	33,1—36,7	11,8—14,2	1,4—4,4
3	То же	Колодец Чаирли	4	0,4	4—6	96—125	22,0—28,3	15—23,6	2,5—7,5	20,0—25,9	19,0—23,1	0,8—2,3
4	Средняя юра, песчаниковая толща	Колодец Доунгра	11	2,1	9—10	100—120	32,0—37,2	7,3—9,1	4,6—7,8	31,5—35,6	13,5—16,7	0,6—4,2
5	То же	Родник Доунгра	1	0,25	10	135	33,7—34,9	8,2—9,1	6,9—7,2	31,7—38,2	13,9—16,0	2,3—2,8
6	Верхняя юра	Колодец Секизхан	3	0,03	4,0	32,0	38,9	6,4	4,6	32,0	15,4	2,6
7	Неоком	Колодец Геоктере	15	0,045	3,7—7,0	60—142	18,5—34,7	8,4—25,8	4,0—9,5	9,1—16,4	31,0—38,0	1,4—6,9
8	Альб	Колодец Огламыш	10 пресн.	0,30	2,5—3,0	54—87	6,3—22,3	14,4—41,5	2,2—10,7	4,3—8,4	35,3—43,7	0,32—9,8
		„ „	20 сол.	0,60	4—8	82—114	16,3—36,5	9,7—26,4	3,1—9,2	6,1—15,2	22,5—42,3	1,6—16,5
9	„	Колодец Джемираджи	12	0,84	7—8,5	100—121	28,2—32,2	11—14,4	6,4—6,8	14,3—27,9	20,7—34,2	1,2—1,4
10	Наносы на верхнем мелу	Колодец Коймат	9	1,35	1,5—2,4	5—64	13,7—36,4	6,2—32,2	4,0—10,8	10,8—22,6	14,1—35,1	3,5—19,5
11	Наносы на палеогене	Колодец Экигат-Чирласы	16	0,24	2,5—3,7	78—105	3,6—11,4	32,3—43,7	2,7—8,0	2,4—12,6	34,0—43,9	2,7—5,2

Для названных колодцев и родника характерно постоянство дебита и химического состава воды. Вода относится, так же как и воды угленосной толщи, к хлоридно-натриевому типу и обладает повышенным содержанием сульфатов. Довольно значительная минерализация (сухой остаток 9—11 *г/л*, постоянная жесткость до 125°) позволяет использовать эту воду лишь для водопоя скота (табл. 132, № 4 и 5). Расходы колодцев относительно велики — до 0,5 *л/сек*, расход родника 0,25 *л/сек*. Областью питания водоносного горизонта, который вскрывается колодцами и родником Доунгра, служит гряда, сложенная песчаниками. В месте расположения колодцев и родника поверхность водоносного песчаника занимает наиболее низкое положение и потому пластовые воды поступают с обеих сторон, образуя здесь нечто вроде замкнутого бассейна.

Менее постоянные водоносные горизонты имеются и в других частях разреза. В частности, более высокий горизонт вскрыт колодцем Кафаклы. Вода в этом колодце пресная (сухой остаток 1,7 *г/л*), сульфатно-натриевая, с повышенным содержанием кальция. Питание подземных вод происходит за счет атмосферных осадков, выпадающих на незначительной водосборной площади, и потому дебит указанного колодца очень невелик (0,02 *л/сек*); к концу лета он часто пересыхает.

ВОДОНОСНОСТЬ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Верхнеюрские отложения состоят из двух литологически различных частей. Нижняя часть (келловей), представленная преимущественно глинами, практически безводная. Верхняя часть (оксфорд), представленная трещиноватыми известняками, заключает в себе трещинные воды. Узкая полоса выходов на поверхность оксфордских известняков и приуроченность их к высоким грядам с крутыми склонами не благоприятствуют значительной инфильтрации атмосферных осадков. Поэтому водоносность верхнеюрских отложений незначительна. К ним приурочены немногие колодцы (Кяфигшем, Секизхан, Бейнеу), характеризующиеся весьма небольшим дебитом (не более 0,01 *л/сек*). Воды колодцев Бейнеу и Кяфигшем пресные, с сухим остатком 1,3—1,75 *г/л*, в колодцах Секизхан вода более минерализована, содержит до 4 *г/л* сухого остатка (табл. 132, № 6). Воды этих колодцев относятся к хлоридно-натриевому типу с повышенным содержанием сульфатов.

ВОДОНОСНОСТЬ НЕОКОМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Преимущественное развитие в толще неокома глин и глинистых песчаников, среди которых имеются лишь невыдержанные, большей частью маломощные прослои песчаников и известняков, исключает присутствие выдержанных водоносных горизонтов.

Подземные воды неокома вскрываются рядом колодцев и двумя небольшими родниками. Вода в них солоноватая и соленая. По типу минерализации отличаются воды, приуроченные к красноцветной толще (колодцы Геоктере), и воды, приуроченные к морским барремским отложениям (колодцы Кобык, Караилген). Первые — сульфатно-кальциевые, с сухим остатком от 3,8 до 7,0 *г/л* и с постоянной жестокостью до 115° (табл. 132, № 7). Вторые — хлоридно-натриевые, с сухим остатком от 7,8 до 20 *г/л* и выше и с постоянной жесткостью 99—185°. Дебиты колодцев, приуроченных к неокомским отложениям, колеблются от тысячных долей до 0,16 *л/сек*.

Практически используются главным образом колодцы Геоктере. Они прорыты в наносах и слабо углублены в коренные породы, представленные глинистыми, слабо огипсованными песчаниками. Вода этих колодцев характеризуется относительно большим содержанием магния (7—9 *мг-экв* и больше). Колодцы Геоктере в значительной степени относятся к типу наливных. Качество и дебит их очень сильно зависят от атмосферных осадков. Здесь, очевидно, имеется линза слабо минерализованных вод, покоящаяся на более минерализованных водах и на водоупорных породах. При истощении запасов пресной воды в сухое время года начинают поступать сильно минерализованные воды коренных пород, что приводит к ухудшению качества вод и сокращению дебита колодцев.

ВОДОНОСНОСТЬ АПТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Аптские отложения, представленные чередованием глинистых песчаников и песчанистых глин с непостоянными пластами песков и песчаников, также не заключают в себе выдержанных водоносных горизонтов. Подземные воды в них имеют локальное распространение. Воды, вскрытые немногочисленными колодцами (Баба-Аджи, Мансу), довольно сильно минерализованы, с сухим остатком от 7 до 19 *г/л* и с постоянной жесткостью выше 195°. По характеру минерализации это хлоридно-натриевые воды с повышенным содержанием сульфатов. Дебит отдельных колодцев 0,07—0,10 *л/сек*. Колодцы используются в незначительной степени лишь для водопоя скота.

ВОДОНОСНОСТЬ АЛЬБСКИХ И СЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Альбские и сеноманские отложения представлены в основном водопроницаемыми, часто некрепкими песчаниками. Глины занимают подчиненное положение, и лишь в северной части района в альбе они приобретают более значительное развитие.

Распространение альбских песчаников на сравнительно большой площади, где они или непосредственно выходят на поверхность, или перекрыты маломощными водопроницаемыми четвертичными отложениями (перевеянные пески, песчаный делювий и пролювий), создает благоприятные условия для инфильтрации атмосферных осадков. К альбским отложениям приурочены в районе Туаркырской антиклинали колодцы Огламыш, а южнее — колодцы Джемираджи, Кемаль и ряд колодцев по северной окраине песков Чильмамедкум.

Воды в альбских отложениях в различных колодцах отличаются разнообразием типа и степени минерализации. Различаются воды от хлоридно-натриевых с повышенным содержанием сульфатов и кальция (Джемираджи) до сульфатно-натриевых и сульфатно-натриево-кальциевых (Огламыш). Количество сухого остатка изменяется от 2,5—3,0 до 7—8,5 *г/л* при постоянной жесткости от 54 до 120° (табл. 132, № 8 и 9). Дебиты колодцев измеряются сотыми долями литра в секунду.

Сеноманские отложения по литологическим особенностям аналогичны альбским, но они обнажаются в условиях, менее благоприятных для инфильтрации атмосферных осадков, так как обычно выходы их приурочены к узким полосам у подножия верхнемеловых обрывов. Исключение представляет лишь участок в западной части Кемальской антиклинали, где сеноманские песчаники развиты на дне депрессии. По-видимому, здесь располагается область питания ряда небольших родников, вытекаю-

щих из сеноманских песчаников или из покрывающих их четвертичных отложений по южному берегу Кара-Богаз-Гола, в его восточной части. Родники эти, по данным Л. А. Никитюк (1932), характеризуются постоянными расходами, но обнаруживают довольно большие различия в степени минерализации: содержание Cl' в различных водопунктах изменяется от 1,74 до 6,52 *г/л*, содержание SO_4'' — от 0,74 до 1,83 *г/л*, жесткость — от 21,5 до 156°. Возможно, как предполагает Л. А. Никитюк, эти различия обусловлены различным смешением сеноманских вод с водами из четвертичных отложений.

Наличие напорных вод в альбских и сеноманских отложениях установлено бурением к западу от Туаркырского района, в Кызылкупе, и к востоку от него — в Зеагли. Воды эти характеризуются значительной минерализацией (до 9 *г/л* в Зеагли).

ВОДОНОСНОСТЬ ТУРОНСКИХ, СЕНОНСКИХ И ДАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Отложения турона и сенона, представленные мергелями и известковистыми глинами, являются водонепроницаемыми породами и в ряде мест служат водоупором, на котором в четвертичных отложениях накапливаются наливные воды.

Мелкопористые и трещиноватые известняки датского яруса являются слабо водопроницаемыми. Вода циркулирует здесь в основном по мелким трещинам, а частично также по пласту известковистых песчаников, залегающих нередко в основании известняков. К этим песчаникам на восточном берегу Кара-Богаз-Гола приурочены выходы нескольких очень малодебитных источников. Воды этих источников от сульфатно-натриево-кальциевых до хлоридно-натриевых с повышенным содержанием сульфатов. Количество сухого остатка колеблется в пределах от 3,5 до 5,5 *г/л*. Дебит измеряется тысячными долями литра в секунду.

ВОДОНОСНОСТЬ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Четвертичные отложения в пределах района не образуют сплошной покров, а развиты на отдельных изолированных участках, главным образом в замкнутых депрессиях. Мощность их небольшая, обычно не превышает 6—8 *м*, редко больше. Образование обособленных водоносных горизонтов в них возможно лишь в местах, где подстилающие их коренные породы являются водоупорными.

Верхнемеловые и палеогеновые отложения служат хорошим региональным водоупором для подземных вод, приуроченных к покрывающим их четвертичным отложениям. Атмосферные осадки, выпадающие на площади, сложенной глинами и мергелями верхнего мела и палеогена, стекают в пониженные участки рельефа и здесь погружаются в рыхлообломочные отложения, выполняющие замкнутые депрессии. В области развития верхнемеловых и палеогеновых отложений местное население чаще всего устраивает наливные колодцы и дождевые ямы. При наличии больших водосборов и хорошей водопроницаемости наносов, выполняющих депрессии, наливные колодцы имеют относительно большие запасы и характеризуются водой хорошего качества. Дебиты наливных колодцев колеблются в широких пределах, от тысячных до десятых долей литра в секунду.

Наиболее водообильной является группа колодцев Коймат, расположенная у основания верхнемелового обрыва. Область питания их — значительная площадь к западу от колодцев, дренируемая рядом оврагов. Дебит отдельных колодцев не более 0,2 *л/сек*. Общий дебит группы достигает 1,35 *л/сек* (по замерам 1950 г.). Качество воды в колодцах более изменчиво, чем в большинстве других колодцев района. Сухой остаток их изменяется в пределах от 1,7 до 2,4 *г/л*, постоянная жесткость — от 5 до 30°. По типу минерализации воды отдельных колодцев неодинаковы; преобладают хлоридно-сульфатно-натриевые и сульфатно-кальциевые воды (табл. 132, № 10).

Значительно более минерализованы воды в колодцах Ахча-Куймок. Это сульфатно-натриевые воды с повышенным содержанием магния и с сухим остатком 6,1—6,7 *г/л*.

В аналогичных условиях находятся, по данным Л. А. Никитюк (1932) и Н. П. Луппова (1932), колодцы Гезлиата, Терсакан и некоторые другие в западной части Кемальской антиклинали. Качество этих вод, как указывает Л. А. Никитюк (1932), находится в зависимости от степени выщелоченности пролювия. Поэтому наблюдаются значительные колебания в минерализации от пресных вод в колодцах Гезлиата до соленых в колодцах Еройлян.

К наливному типу относятся и колодцы, заложенные в пролювии на палеогеновых отложениях. Таковы колодцы Экигат-Чирласы к северо-востоку от Коймата. В них сухой остаток достигает 2,4—3,75 *г/л*, постоянная жесткость 78—105° (табл. 132, № 11). Ввиду малой мощности наносов и неустойчивости питания эти колодцы характеризуются сильными колебаниями запаса и качества воды.

Своеобразный тип воды имеется в колодце Салахбент, находящемся в области распространения юрских угленосных отложений. Это типичный наливной колодец, вода в котором бывает только после выпадения сильных дождей. Вода в нем гидрокарбонатно-натриевая с повышенным содержанием хлоридов и сухим остатком 0,37 *г/л*. По В. Н. Кунину, указанный тип минерализации вообще характерен для «свежих» наливных вод, питающихся с незасоленных водосборов такырного типа. О таком способе питания свидетельствует и малое общее засоление воды.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ РАЙОНА

Район Туаркыра характеризуется слабой водообеспеченностью. Подземные воды его, как уже было сказано, пополняются в основном за счет атмосферных осадков. Между тем район очень беден атмосферными осадками. Годовая сумма их, по данным метеорологической станции Чагыл, изменяется в пределах от 50 до 150 *мм*, а средняя за 10-летний период составляет 94 *мм*. Значительная часть выпадающих осадков испаряется, и лишь меньшая часть инфильтруется, пополняя ресурсы подземных вод.

Благодаря изменчивости литологического характера пород и тектоническим особенностям водоносные горизонты не имеют большого площадного распространения и образуют небольшие замкнутые изолированные бассейны. Лишь в отложениях альба, сеномана и верхней части средней юры имеются выдержанные пласты водопроницаемых песчаников, которые являются водоносными.

Большая часть вскрытых колодцами подземных вод района является солоноватыми или солеными. Они используются главным образом для хозяйственных нужд. Пресные, пригодные для питья воды вскрыты лишь

немногочисленными колодцами, которые заложены на пути стока поверхностных вод.

Расходы колодцев невелики. В большинстве случаев дебит отдельных колодцев изменяется от тысячных долей до 0,1 *л/сек* и лишь в некоторых достигает 0,2—0,3 и в единичных случаях 0,5 *л/сек*. Общий дебит всех колодцев, расположенных в области Туаркырской и Бейнеуской антиклиналей на площади 8,5 тыс. *км*^{2}, по данным 1950 г., составляет 10,8 *л/сек*, из которых на долю колодцев, дающих воду с минерализацией менее 3 *г/л*, приходится всего 4 *л/сек*. Расходы и качество воды большинства колодцев находятся в тесной зависимости от выпадающих атмосферных осадков. В дождливые годы расходы значительно увеличиваются и качество воды улучшается.

Ограниченность выявленных водных ресурсов задерживает хозяйственное развитие района. В засушливые годы имеющиеся колодцы едва обеспечивают минимальные потребности животноводства.

Одной из возможностей улучшения водообеспеченности района является использование глубоких водоносных горизонтов. Разведки глубоких водоносных горизонтов в районе Туаркыра до настоящего времени не производились. Присутствие в осадочной толще, слагающей территорию района, водопроницаемых пород и наличие синклинальных структур дают основание предполагать, что на глубине могут быть вскрыты артезианские воды. Не следует возлагать особо большие надежды на артезианские воды ни в отношении их ресурсов, ни, особенно, в отношении их качества. Но не вызывает сомнений, что некоторые горизонты могут дать хозяйственно-пригодные воды. Наиболее перспективными для получения артезианских вод являются отложения альба, сеномана и песчаниковой толщи средней юры. Напорные воды с меньшими запасами и, вероятно, худшего качества могут быть встречены в других горизонтах стратиграфического разреза.

Другим путем увеличения водных ресурсов Туаркыра является более рациональное использование дождевых вод. Для сбора поверхностных вод местное население устраивает местами на такырах дождевые ямы или перегораживает пути водотока небольшими дамбами. Однако большая часть вод временного поверхностного стока в настоящее время теряется на испарение. Путем решительного улучшения инженерными средствами приемов сбора, сохранения и погружения вод временного стока ресурсы вод района могут быть значительно увеличены.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ГАУРДАК-КУГИТАНГСКОГО РАЙОНА

Изучение подземных вод Гаурдак-Кугитангского района началось только в конце 20-х годов нашего столетия. Первые исследования имели целью получение данных для ирригационного и гидроэнергетического строительства (М. П. Распопов, Ф. И. Воронов, Б. А. Бедер, 1934). После выявления на Гаурдаке крупных промышленных запасов серы и калийных солей в районе Гаурдакского месторождения П. И. Калугиным в 1932—1934 гг. были произведены детальные гидрогеологические исследования и разведки на воду, а также гидрогеологическая съемка Гаурдак-Кугитангского района в масштабе 1 : 84 000 (Калугин, 1934ф). С 1929 г. (с перерывами) органами Водхоза ведутся наблюдения над расходом основных источников в долине р. Кугитанг-Дарьи.

В пределах Гаурдак-Кугитангского района водоносными являются следующие комплексы отложений стратиграфического разреза: 1) трещи-

новатые известняки мальма (кугитангская свита); 2) соляно-гипсовая толща мальма (гаурдакская свита); 3) красноцветная песчано-глинистая толща титона-неокома (карабильская, альмурадская и кызылташская свиты); 4) серые известняки и песчаники баррема (нижняя часть окузбулакской свиты); 5) гипсы аптского яруса (верхняя часть окузбулакской свиты); 6) некоторые горизонты глинистой толщи сеномана и турона; 7) известковистые песчаники нижнего сенона; 8) некоторые горизонты сенонской толщи глинистых сланцев; 9) гипсы и известняки бухарского яруса; 10) послетретичные отложения.

ВОДЫ ИЗВЕСТНЯКОВ МАЛЬМА

Около 85% всех вытекающих на поверхность подземных вод связано с известняками мальма. Известняки эти, выступающие в ядрах Гаурдакской и Кугитангской антиклиналей, очень трещиноваты, особенно в зоне многочисленных крупных тектонических перемещений или изгибов. Они обнажаются на большой площади по гребню и склонам хребта Кугитангтау, на высотах от 1000 до 3000 *м*, где выпадает гораздо больше осадков, чем на равнине или в предгорьях. Эти условия способствуют образованию в известняках обильных ресурсов подземных вод. Последние связаны обычно с тектоническими трещинами, сопутствующими им участками раздробленных пород, а также с карстовыми пустотами, которые нередко приурочены к зонам тектонических дислокаций. Долина р. Кугитанг-Дарьи и многочисленные ущелья западного склона хребта Кугитангтау дренируют значительную (но все же, по-видимому, меньшую) часть водных ресурсов мальмских известняков. Суммарный дебит источников, вытекающих из пород кугитангской толщи, составляет около 1700 *л/сек*; к ним относятся самые крупные источники: Ходжакайнар (дебит до 900 *л/сек*), Дарайдара, Ходжакараул и др. Почти все источники, вытекающие из известняков мальма в районе западных склонов хребта Кугитангтау, дают пресную воду с плотным остатком не выше нескольких сот миллиграммов в литре; хлориды присутствуют в ничтожных количествах (от следов до 50—70 *мг/л*). Несколько выше содержание сульфатов (от 1 до 350 *мг/л*). Только теплые источники Ходжакайнарской группы, связанные, по-видимому, с крупной разрывной дислокацией, дают воду с повышенной (главным образом за счет хлоридов) минерализацией, достигающей 2—3 *г/л*. Некоторые источники этой группы (Аккоз) дают сероводородную воду.

В районе Гаурдака, где зеркало подземных вод в известняках расположено ниже уровня свободного водообмена, мы встречаем в них сильно минерализованные воды с плотным остатком 28—30 *г/л*. Анализ воды из глубокой Гаурдакской скважины установил присутствие здесь хлор-кальциевых вод, содержащих иод, бром и бор.

ВОДЫ ГАУРДАКСКОЙ СОЛЯНО-ГИПСОВОЙ СВИТЫ

Водосборная площадь пород гаурдакской свиты в пределах района меньше 200 *км*^{2}; естественно, что в них, несмотря на хорошую водопроницаемость, обусловленную наличием многочисленных карстовых пустот, накапливаются сравнительно небольшие водные ресурсы. Общий дебит источников, вытекающих из пластов свиты, составляет около 100 *л/сек*, т. е. приблизительно 4% общего расхода всех источников района.

Химический состав воды определяется литологическим характером пород. Из ангидритов и огипсованных известняков вытекают почти пресные или горьковатые на вкус сульфатные воды, в которых сульфат кальция составляет от 60 до 90% плотного остатка, а величина последнего обычно изменяется в пределах 2,0—4,0 *г/л*; содержание Cl', как правило, не превышает 0,5 *г/л*. Для этих вод характерны большая вторая соленость, малая первая соленость и ничтожная (иногда совсем отсутствующая) вторая щелочность.

В соленосных отложениях верхних горизонтов гаурдакской свиты циркулируют сильно минерализованные (рапные) хлор-натриевые воды. Хлористый натрий составляет в них 90—98% плотного остатка, содержание которого всегда превышает 100 *г/л*. Эти воды отличаются большой первой соленостью, незначительной второй соленостью и ничтожной второй щелочностью. В воде часто заключается значительное количество $K^{\cdot}$ и $Mg^{\cdot\cdot}$, в одном из источников качественно установлен Br'.

В зоне сернокислого выветривания серных залежей в породах гаурдакской свиты встречаются кислые квасцовые воды, содержащие в растворе, помимо свободной серной кислоты, также большое количество квасцов (до 70% всех растворенных веществ).

Несмотря на незначительный удельный вес вод гаурдакской свиты в общем балансе подземных вод, практическое значение их местами довольно велико; в частности, на Гаурдаке сульфатные воды этой свиты составляют единственный местный источник питьевой воды.

ВОДЫ ТИТОН-НЕОКОМСКОЙ КРАСНОЦВЕТНОЙ ТОЛЩИ

В титон-неокомской красноцветной толще имеется два водоносных горизонта. Оба они маловодообильны.

Нижний водоносный горизонт приурочен к песчаникам карабильской свиты, в составе которой мы наблюдаем чередование водопроницаемых песчаников и конгломератов со слабопроницаемыми породами—алевритами, аргиллитами и глинами. В условиях довольно сложной тектоники и преобладающего крутого падения слоев, выступающих на поверхность, в них не могут накапливаться значительные ресурсы воды. Немногочисленные источники, вытекающие из пластов карабильской свиты, дают в сумме около 2—3 *л/сек* большей частью сильно минерализованной воды (преобладает хлоридная минерализация). Некоторые колодцы, заложенные в верхних слоях песчаников, дают воду менее засоленную, пригодную для водопоя скота.

Верхний водоносный горизонт красноцветной толщи связан со сланцеватыми очень трещиноватыми песчаниками кызылташской свиты, где водоупорным слоем являются подстилающие их глины. Несмотря на хорошую водопроницаемость, водные ресурсы кызылташских песчаников почти везде незначительны, так как они обнажаются сравнительно небольшими изолированными участками в местах с мелкой брахискладчатостью и сложной дизъюнктивной тектоникой. В пределах района с ними связано всего около десятка мелких родников, дающих большей частью минерализованную воду, используемую лишь для водопоя скота.

ВОДЫ БАРРЕМСКИХ ИЗВЕСТНЯКОВ И ПЕСЧАНИКОВ

Серые известняки и песчаники барремского яруса (нижние горизонты окузбулакской свиты) очень трещиноваты и содержат небогатый, но

почти повсеместно распространенный водоносный горизонт с пресной водой, используемой посредством колодцев (например, колодец Кушкалак в основании юго-восточных склонов Гаурдака). Практическое значение этого водоносного горизонта незначительно.

ВОДЫ ГИПСОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АПТСКОГО ЯРУСА

Гипсоносные отложения апта (верхняя часть окузбулакской свиты) местами являются водоносными. К ним приурочено несколько колодцев; некоторые довольно обильны и играют существенную роль в водообеспечении местного скотоводства. По химическому составу воды апта относятся к сульфатным и очень близки к водам гаурдакской свиты, отличаясь несколько большей концентрацией хлоридов. Местами они употребляются для питья.

ВОДЫ ГЛИН И РАКУШЕЧНИКОВ СЕНОМАНА И ТУРОНА

В составе сеномана и турона преобладают слабопроницаемые глинистые породы. Незначительные водопроницаемые прослои известняков-ракушечников заключают местами немного воды, и с ними связаны в районе к югу и юго-западу от Гаурдака несколько солоноватых родничков, обычно исчезающих в сухое время года. Практического значения они не имеют.

ВОДЫ ИЗВЕСТНЯКОВ И ПЕСЧАНИКОВ НИЖНЕГО СЕНОНА

Тридцатиметровая пачка известняков и известняковых песчаников, залегающая в основании сенона, является местами водоносной. Она дает пресную воду с плотным остатком около 1,5—2,0 *г/л*.

ВОДЫ ГЛИНИСТЫХ СЛАНЦЕВ СЕНОНА

Водоносность мощной толщи глинистых сланцев сенонского яруса еще мало выяснена. В пределах Гаурдак-Кугитангского района из них вытекает несколько незначительных родников с слабо солоноватой или почти пресной водой.

ВОДЫ ГИПСОВ И РУХЛЯКОВЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ БУХАРСКОГО ЯРУСА

В пределах Гаурдак-Кугитангского района зарегистрирован только один незначительный источник, связанный с породами бухарского яруса. У ст. Керкичи воды бухарского яруса были вскрыты разведочными скважинами. Здесь они в большинстве случаев оказались высокоминерализованными (3000—4000 *мг/л*), непригодными для питья.

ВОДЫ ПОСЛЕТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Из образований послетретичного возраста значительные ресурсы подземных вод содержат: 1) аллювиальные и пролювиальные отложения долины р. Кугитанг-Дарьи, 2) аллювиальные и пролювиальные отложения других горных долин и 3) аллювиальные и пролювиальные отложения Приамударьинской равнины.

В общем балансе подземных вод Гаурдак-Кугитангского района воды послетретичных отложений занимают второе место (после известняков мальма). Суммарный дебит источников, вытекающих из наносов, состав-

ляет около 450 *л/сек*, причем около 75% этого количества составляют воды, пригодные для питья в местных условиях.

1. Воды долины р. Кугитанг-Дарьи. В долине р. Кугитанг-Дарьи выходит на поверхность из аллювиально-пролювиальных отложений в среднем около 445 *л/сек*, т. е. основная часть суммарного дебита всех подземных вод, вытекающих из послетретичных отложений в описываемом районе. Кроме того, в наносах долины существуют мощные подземные потоки, не имеющие выхода на поверхность в ее пределах. Ресурсы подземных вод в толще наносов долины Кугитанг-Дарьи образовались за счет инфильтрации воды постоянных и временных (силевых) поверхностных потоков, а также путем поступления в наносы подземных вод из коренных пород, главным образом из известняков верхней юры.

По химическому составу грунтовые воды очень разнообразны. Рыхлые образования дна долины содержат большое количество растворимых солей; из них особенно много хлористых и сернокислых солей, неисчерпаемые запасы которых содержатся в юрских и меловых отложениях, развитых в бассейне р. Кугитанг-Дарьи. Естественно, что поступающие в наносы воды быстро минерализуются, особенно вдоль правого склона долины, где наносы состоят преимущественно из мелкоземистых фракций и везде сильно засолены. Менее минерализованные воды встречаются вдоль левого склона долины, где в составе наносов нередко преобладает лучше промытый кластический материал.

Режим источников, вытекающих из наносов, находится в тесной зависимости от преобладающего способа питания грунтового потока на данном участке. Так, режим источников, питаемых водами, поступающими из мальмских известняков, отражает в несколько сглаженном виде режим «периодических» источников Кугитангтау: минимальный расход приходится на май—июнь и максимальный — на ноябрь—декабрь. На положении уровня грунтовых вод и на режиме многих источников сильно сказывается также работа ирригационной сети.

Всего в долине Кугитанг-Дарьи насчитывается свыше 20 источников, вытекающих из наносов. Среди них имеются такие, как Карабулак и Джалбоз, дающие несколько сот литров в секунду. Крупнейший из оазисов района — Карлюкский — орошается водой янгиарыкской ирригационной системы, питаемой исключительно источниками, вытекающими из наносов долины Кугитанг-Дарьи.

2. Воды горных долин. Многие крупные долины, как Кансай, Тулубай и другие, имеют подрусловый поток воды, поддерживаемый в основном притоком из коренных образований, дренируемых долиной. Обильное содержание в наносах растворимых солей способствует быстрой минерализации циркулирующих в них вод. Поэтому пресные воды встречаются здесь как исключение. Колодцы, заложенные в этих долинах, в лучшем случае дают солоноватую воду, употребляемую для водопоя скота. Характер минерализации аллювиальных вод зависит главным образом от состава отложений, распространенных в бассейне долины; долины, разработанные в известняках мальма (все крупные долины западного склона Кугитангтау), имеют подрусловые потоки пресных гидрокарбонатных вод. В аллювии долин, дренирующих породы соляно-гипсовой толщи, например в долинах Кансай, Ходжа-Киям и т. д., мы встречаем всегда сильно минерализованные хлоридные и сульфатные воды. Донный поток многих долин эксплуатируется посредством колодцев.

3. Воды отложений Приамударьинской равнины. Воды мощной толщи пролювия и аллювия Приамударьинской равнины

вследствие почти полного отсутствия естественных выходов освещены очень слабо, главным образом по данным немногочисленных колодцев, а также заложенных вблизи железной дороги шурфов и скважин, вскрывающих только верхние горизонты толщи. В той части Приамударьинской равнины, которая входит в границы описываемого района, естественные выходы грунтовых вод известны только: а) в пределах конуса выноса речки Кугитанг-Дарьи, к югу от возвышенности Кызылкураз, где имеются заболоченные участки и выходы источников; б) в некоторых участках первой приамударьинской террасы (например, район Чаршанги). Можно считать, что пресные или слабо засоленные воды встречаются в зоне опресняющего влияния инфильтрующихся ирригационных или амударьинских вод на первой и отчасти второй террасах Аму-Дарьи и в пределах конуса Кугитанг-Дарьи; здесь эти воды после предварительного проведения разведочных работ и выяснения их ресурсов и методов каптажа могут быть использованы для хозяйственных целей. Часть из них уже эксплуатируется для ирригации (некоторые родники в районе Чаршанги) и даже для питья (колодцы в Мукрах и других приамударьинских кишлаках). В остальной части Приамударьинской равнины подземные воды, по крайней мере воды первого от поверхности водоносного слоя, везде сильно минерализованы вследствие поступления в наносы равнины минерализованных вод некоторых долин (например, долины Кансая) и обилия растворимых солей в пролювиальных отложениях равнины. Водоносность более глубоких слоев пролювия еще не изучена.

КАРСТОВЫЕ ВОДЫ

В мезозойской и кайнозойской толщах Гаурдак-Кугитангского района мы встречаем мощные свиты известняков, гипсов, каменной соли и других пород, представляющих благоприятную среду для широкого развития карстовых процессов. По масштабу и по площади распространения карстовых явлений область юго-западных отрогов Гиссарского хребта может быть сопоставлена с такими классическими карстовыми областями, как Крым. Особенно благоприятные условия для развития карста представляют: 1) известняки кугитангской свиты мальма, 2) толщи гипсов (ангидритов) и каменной соли гаурдакской свиты и 3) сильно гипсированные пролювиальные, делювиальные и аллювиальные накопления в долине р. Кугитанг-Дарьи и вдоль склонов Гаурдакских гор. Карстовые системы не ограничивают свое распространение каким-либо одним из перечисленных выше комплексов осадков, а проникают в соседние свиты. В числе наиболее распространенных форм карста можно назвать обширные подземные галлереи, водотоки, пещеры, воронкообразные и цилиндрообразные провалы и т. д. Наряду с сухими, давно лишенными воды карстовыми системами широко распространен молодой водоносный карст, элементы которого интенсивно развиваются.

Если не считать мелких карстовых систем, связанных главным образом с породами соленосного горизонта, в Гаурдак-Кугитангском районе можно выделить два участка, к которым в основном приурочено развитие карста. Первый участок — северо-западные склоны хр. Кугитангтау и долины Кугитанг-Дарьи. Здесь, к северо-востоку от Карлюка расположена система мертвых и действующих водотоков, общая длина которых превосходит, вероятно, 10 *км*; к этой системе принадлежат одна из крупнейших в Союзе Карлюкская пещера и цепь Ходжаильбайских провалов. К числу других крупных карстовых образований долины Кугитанг-

Дарьи относятся мощный подземный поток Кургузкуль к югу от Карлюка, провал Акдаван, карстовое озеро Каттакуль и др. Второй участок интенсивного развития карста — это район Гаурдака. Масштабы карстовых явлений здесь меньше; наиболее крупной является система подземного ручья Шуаркярыз.

Все эти системы водоносны, и их водные ресурсы играют существенную роль в хозяйственной жизни района, орошая сотни гектаров посевов и обеспечивая снабжение питьевой и хозяйственной водой ряда населенных пунктов. В районе имеется, кроме того, значительное число интенсивно развивающихся карстовых систем, водоносность которых еще не выявлена. Ряд признаков указывает, что во многих местах имеются также крупные карстообразования, не имеющие выхода на поверхность. Изучение и разведки карстовых вод являются одним из первоочередных и наиболее перспективных мероприятий в области расширения эксплуатируемых водных ресурсов района.

Химический характер карстовых вод весьма разнообразен. Наиболее минерализованную воду имеют карстовые потоки, вытекающие из пород соленосной толщи. Минимальной концентрацией растворенных солей обладают воды, циркулирующие в карстовых системах известняков хр. Кугитангтау.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ДРЕНАЖА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В Гаурдак-Кугитангском районе мы констатируем наличие двух неодинаковых по размерам частей с резко различными климатическими условиями: это хребет Кугитангтау, с одной стороны, и вся остальная часть — с другой. В пределах хребта Кугитангтау, в особенности в верхней части его склонов, температура воздуха значительно ниже, а осадков выпадает больше, чем в остальной части района, где в среднем выпадает около 200 *мм* осадков в год, а средняя годовая температура воздуха близка к 16°.

Изучение водоносности обеих частей вскрывает глубокое различие и в отношении богатства их водных ресурсов. Вдоль склонов Кугитангтау вытекают десятки источников, доставляющих тысячи литров в секунду пресной воды. Вся остальная часть района, в пределы которой входит и Гаурдакское серное месторождение, почти совершенно лишена пресных вод. Различие в богатстве подземными водами указанных двух частей района зависит не только от разницы климатических условий, но и от особенностей геологического строения. Область хребта Кугитангтау представляет обширный водосбор, сложенный хорошо обнаженными сильно трещиноватыми известняками верхней юры, которые выступают в ядре очень большой антиклинальной складки и представляют самый богатый водоносный горизонт района. Геологическое строение и условия рельефа остальной части района крайне неблагоприятны для образования богатых подземных ресурсов воды. К числу этих неблагоприятных условий следует отнести: 1) преобладающее распространение слабопроницаемых глинистых образований и сравнительно небольшую мощность водопроницаемых пород, образующих подчиненные прослои; 2) сложную тектонику, характеризуемую развитием мелких структурных форм, в частности пликативных, что должно способствовать расчленению отдельных водоносных горизонтов; 3) обилие растворимых солей (сульфатов и хлоридов) в породах; 4) сильную пересеченность рельефа, увеличивающую поверхность смачивания (и следовательно, испарения), а также коэффи-

Таблица 133

Химические свойства подземных вод Гаурдак-Кугитангского района

Водоносные комплексы		Общая жесткость в нем. град.	Содержание в г/л		
			Плотный остаток	Cl'	SO_4''
Воды известняков мальма (кугитангская толща)		9—39,5	0,224—2,273	следы—0,894	0,009—0,574
Соляно-гипсовая толща (гаурдакская свита) мальма		34,9—128,5	2,520—4,268	0,036—0,984	0,443—1,929
Красноцветная песчано-глинистая толща титон-неокома	Карабильская свита	248,6—526,7	102, 129—315,284	47,052—184,330	4,309—6,075
	Кызылташская свита	76,2—174,3	6,296—9,308	0,452—1,948	3,450—3,719
Гипсы аптского яруса		85—147,5	4,046—6,890	0,388—2,547	0,780—3,113
Известковистые песчаники альба		118,2—276,9	5,194—89,286	0,402—19,058	2,611—5,180
Глинистая толща сеномана и турона		113,12	9,265	1,977	3,847
Известковистые песчаники нижнего сенона		46,5	4,112	0,614	0,804
Гипсы и известняки бухарского яруса		166	13,242	4,742	3,496
Послетретичные отложения		363—1 528	2,018—23,060	0,741—8,401	0,404—5,763

циент стока, который облегчается наличием густой гидрографической сети.

Химические свойства подземных вод Гаурдак-Кугитангского района иллюстрируются табл. 133.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЦЕНТРАЛЬНЫХ (НИЗМЕННЫХ) И ЮГО-ВОСТОЧНЫХ КАРАКУМОВ

Рассматриваемая область является крупнейшей частью Туркмении. Использование ее пастбищ определяет возможность значительного развития животноводческого хозяйства республики. Как этот, так и другие отрасли экономики и культуры могут существовать и развиваться только в зависимости от ресурсов подземных вод или сбора дождевых, которые по условиям хранения и эксплуатации приходится рассматривать вместе с подземными водами.

На всей рассматриваемой площади развито сплошное зеркало грунтовых вод [1] со свободной, за малыми исключениями местного характера, поверхностью. Поверхность грунтовых вод распространяется независимо от возраста и состава пород, поскольку последние представлены преимущественно водопроницаемыми комплексами.

В южной части Юго-Восточных Каракумов грунтовые воды залегают в нижней (миоценовой ?) толще Карабиля, состоящей из мелкозернистых песчаников. По мере погружения этой толщи к северу поверхность грунтовых вод переходит в верхнюю (плиоценовую ?) толщу Карабиля, представленную в основном слабо сцементированными супесями. В области дельт Мургаба и Теджена поверхность грунтовых вод сечет слоистые песчано-глинистые осадки этих рек. Здесь чаще, чем в других районах описываемой территории, имеются участки с местными напорами. На большой площади собственно Низменных Каракумов грунтовые воды содержатся в нижнечетвертичной, дохвалынской, аллювиальной каракумской толще.

Уклон зеркала подчиняется общей орографической закономерности, при которой высоты рельефа снижаются от 700—800 *м* в приафганской части Каракумов до нуля в западной их части (долина Западного Узбоя). Уклоны зеркала значительно положе общих уклонов поверхности в Юго-Восточных Каракумах и на предгорной наклонной равнине Копет-Дага. В результате этого в указанных районах глубина до зеркала постепенно растет по мере подъема местности. Поэтому в Бадхызе и Карабиле глубины залегания грунтовых вод превышают 100 *м*, достигая местами 200 и даже 300 *м*. Здесь расположены глубочайшие в СССР копаные колодцы. Для территории распространения четвертичной каракумской толщи можно говорить в пределах общей оценки о параллельности уклона зеркала уклону поверхности с востока на запад (рис. 94). Общие уклоны зеркала в Низменных Каракумах измеряются немногими десятитысячными, повышаясь с приближением к горам до тысячных.

Геоморфологические особенности вносят известные различия в эту схему. В районах древнего эрозионного расчленения Юго-Восточных Каракумов (рельеф древних высоких гряд) глубины до грунтовых вод колеблются на близких расстояниях в пределах сотен метров в зависимости от размаха высот указанного типа рельефа. Последний при наземе-

[1] Под грунтовыми водами понимается только первый водоносный горизонт со свободной поверхностью.

ном осмотре не всегда проявляется достаточно отчетливо. Этим, в частности, объясняются некоторые неудачи при разведочных работах на воду в Карабиле.

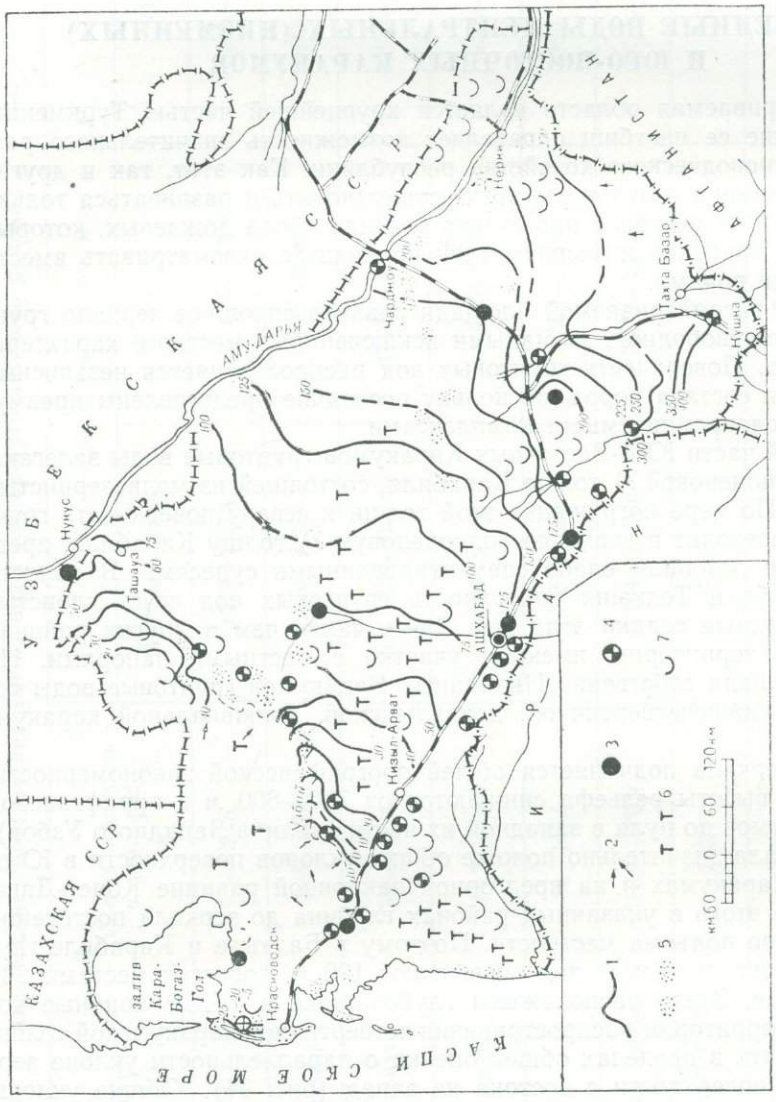


Рис. 94. Схематическая карта Каракумского потока грунтовых вод. Составлена В. Н. Куниным

1 — гидроизогипсы; *2* — направление грунтового потока; *3* — одиночные разведочные скважины глубиной более 300 *м*; *4* — группы скважин глубиной менее 300 *м*, давших важные гидрогеологические результаты; *5* — участки, где формируются линзовые воды за счет инфильтрации осадков через оголенные пески; *6* — участки, где формируются линзовые воды за счет сбора и погружения вод временного поверхностного стока; *7* — участки, где широко практикуется сбор временного поверхностного стока в поверхностные водоемы (искусственные или естественные)

В Низменных Каракумах создаются местные повышения и «бугры» в зеркале грунтовых вод за счет проникновения осадков на участках барханных песков, лишенных почвенно-растительного покрова, и за счет сбора и погружения дождевых вод под такырами.

Площадное распространение местных повышений зеркала под такырами обычно невелико, измеряясь десятками метров, тогда как диаметры пологих вздутий, связанных с очагами барханных песков, могут измеряться километрами. Депрессии рельефа Низменных Каракумов, в которых

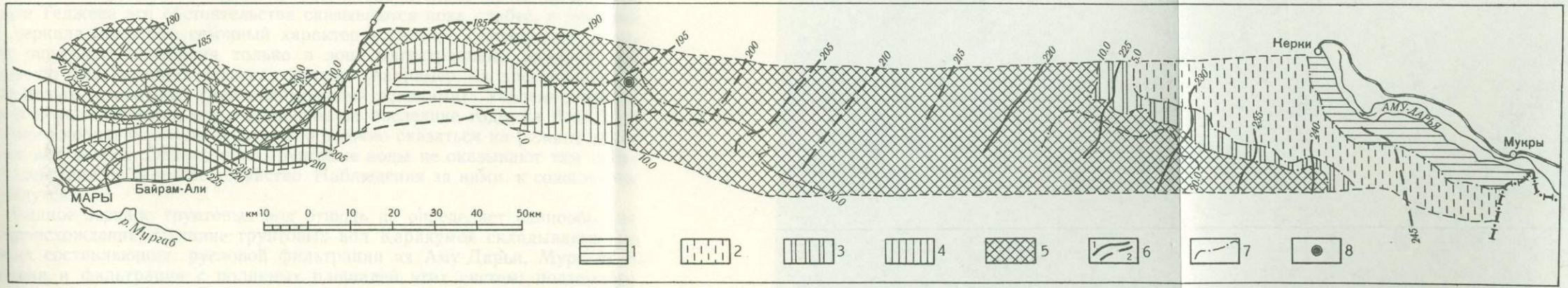


Рис. 95. Гидрогеологическая карта района первой очереди трассы Каракумского канала. Составлена С. И. Смирновым

1—площади распространения пресных грунтовых вод с минерализацией менее 1 *г/л*; *2*—площади распространения слабо минерализованных грунтовых вод с минерализацией 1—5 *г/л*; *3*—площади распространения минерализованных грунтовых вод с минерализацией 5—10 *г/л*; *4*—площади распространения среднеминерализованных грунтовых вод с минерализацией 1—10 *г/л*; *5*—площади распространения соленых грунтовых вод с минерализацией 10—50 *г/л*; *6*—гидроизогипсы установленные (*1*) или предполагаемые (*2*); *7*—изолинии плотных остатков; *8*—скважины глубиной более 100 *м*

вследствие близкого залегания зеркала грунтовых вод развиваются солончаки, вызывают, наоборот, местные депрессии в зеркале за счет испарительных потерь воды. При оценке уклонов зеркала для тех или иных районов необходимо учитывать эти местные особенности. Однако они не меняют общей закономерности.

В ирригационных районах дельт и долин Мургаба и Теджена создаются специфические, свойственные только поливным районам, закономерности в распределении зеркала и его уклонов. В интенсивно орошаемом Мургабском оазисе создается веерообразное распределение потока, при котором грунтовые воды растекаются к периферии «сухой» дельты Мургаба. Высокий коэффициент земельного использования центральных частей дельты и слабая пропускная способность дельтовых отложений Мургаба приводят к тому, что подземный сток не справляется с поступлением, результатом чего (местами) является чрезмерно близкое к поверхности стояние зеркала, заболачивание и — в условиях данного климата — вторичное засоление почвы. В значительно менее орошаемой дельте Теджена эти обстоятельства сказываются пока слабее, и повышение зеркала, имеющее сезонный характер в связи с сезонностью стока, дает ощутимые колебания только в зоне магистральных каналов или в хорошо фильтрующих участках долины (например, на древней Серахской дельте, сложенной грубообломочными осадками). Усиление орошения в дельте Теджена, осуществленное за последние годы на базе Теджженского водохранилища, несомненно должно сказаться на режиме грунтовых вод дельты. Однако пока грунтовые воды не оказывают там вредного действия на сельское хозяйство. Наблюдения за ними, к сожалению, не ведутся.

Единое зеркало грунтовых вод отнюдь не определяет единообразия их происхождения. Питание грунтовых вод Каракумов складывается из многих составляющих: русловой фильтрации из Аму-Дарьи, Мургаба и Теджена и фильтрации с поливных площадей этих систем; подземного стока из области Копет-Дага и афганских горных систем; гравитационной инфильтрации осадков либо парообразного их передвижения от дневной поверхности до зеркала в барханных песках; погружения вод временного поверхностного стока, формирующегося от дождей, преимущественно в зимне-весенний период на такырных площадях.

О различном происхождении грунтовых вод Каракумов можно судить, в частности, по направлению гидроизогипс на гидрогеологических картах, составленных по материалам инженерно-геологических исследований вдоль трассы Каракумского канала (рис. 95 и 96). На этих картах отчетливо видно, как поток амударьинского питания сменяется фильтрационными потоками дельт Мургаба и Теджена, которые в свою очередь сменяются потоком копетдагского питания. Та же картина отражена и на общей карте каракумского потока грунтовых вод (рис. 94).

Несмотря на сложную картину приходной части баланса грунтовых вод, большой пестроты их химического состава не наблюдается, так как решающие пути питания в общем водном балансе определяются фильтрацией из Аму-Дарьи. Поэтому наблюдается закономерное и одностороннее изменение размеров и типов минерализации вод по мере их движения с юго-востока и востока на запад. Местные очаги питания (барханные пески и такыры) создают резкие, но только местные пятна опреснения грунтовых вод, имеющие решающее хозяйственное значение, но не меняющие общего характера водного баланса и закономерностей в распределении минерализации.

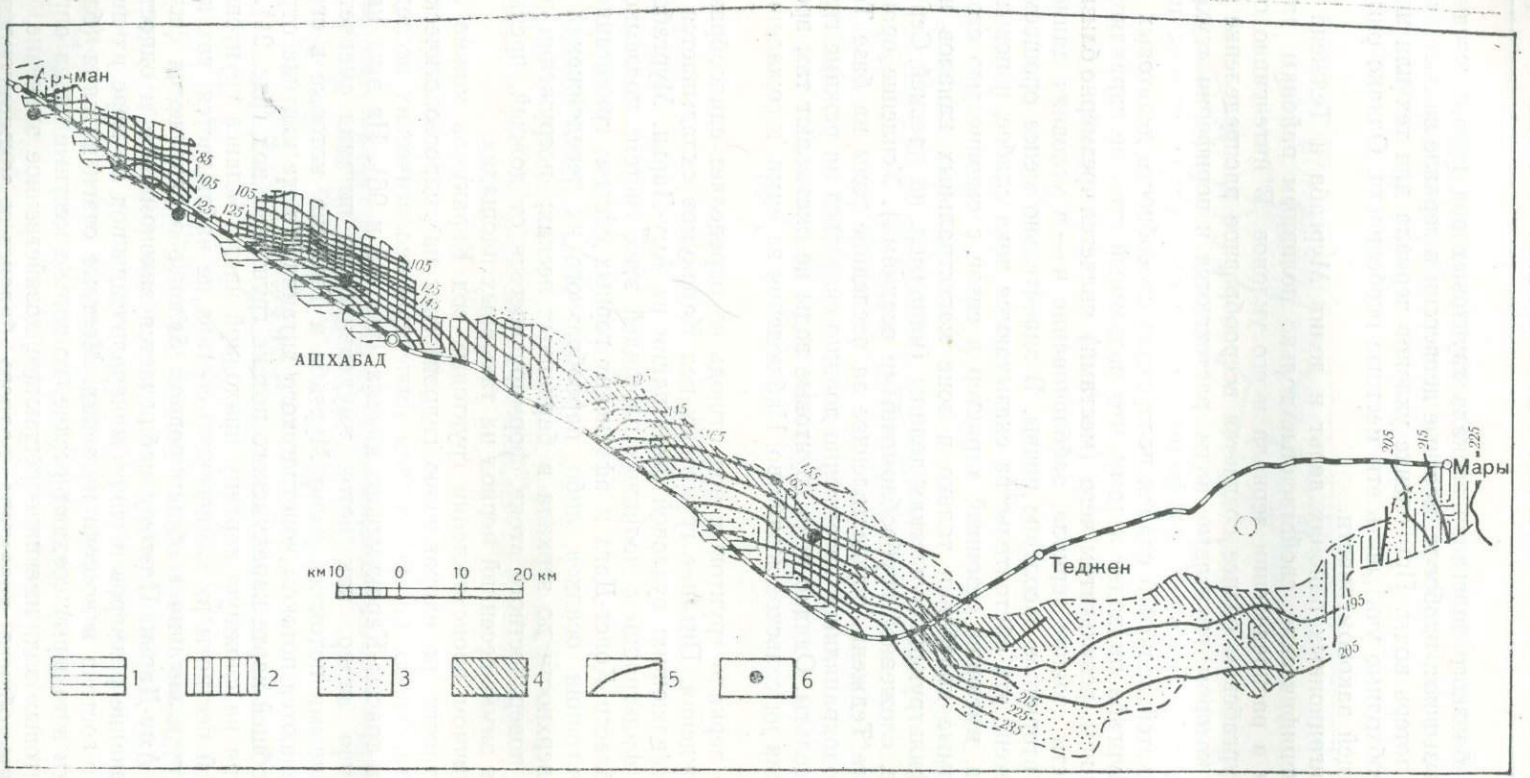


Рис. 96. Гидрогеологическая карта района второй очереди трассы Каракумского канала. Составлена В. А. Матвеевым

1—площади распространения пресных грунтовых вод с минерализацией менее 1 *г/л*; *2*—площади распространения среднеминерализованных вод с минерализацией 1—10 *г/л*; *3*—площади распространения соленых грунтовых вод с минерализацией 10—50 *г/л*; *4*—площади распространения соленых грунтовых вод с минерализацией более 50 *г/л*; *5*—гидроизогипсы; *6*—скважины глубиной более 100 *м*

Грунтовые воды образуют поток со скоростями, измеряемыми в среднем 8—10 *м* в год. Общий расход потока постепенно уменьшается с востока к западу за счет уменьшения водной массы, причинами которого являются: 1) внутригрунтовое испарение с поверхности зеркала — капиллярного пояса, независимо от глубины залегания последнего; 2) испарение с поверхности солончаков, где грунтовые воды залегают на глубинах меньше критических; 3) дренаж в Узбой и испарение с поверхности озер и солончаков Узбоя. Эти факторы определяют расходный баланс грунтовых вод Низменных Каракумов. С переходом в Прикаспийскую низменность поток исчезает, заменяясь бассейном, который частично находится под влиянием подпора Каспийского моря.

Общая закономерность в характере минерализации определяется постепенным ростом концентрации грунтовых вод по мере их движения. Независимо от того, являются ли исходные воды пресными гидрокарбонатными или более солеными сульфатными, на определенных стадиях засоления, определяемых цифрами порядка 6—10 *г/л* сухого остатка, воды метаморфизуются в хлоридные, преимущественно хлор-натриевые. Почти все высокосоленые воды Каракумов являются таковыми.

Единообразный характер изменения типа минерализации воды определяется единообразием процесса, создающим его. Таковым является рост концентрации растворов за счет испарительных потерь грунтовых вод, при котором увеличение концентрации неразрывно связано с изменением соотношения компонентов. Поэтому рассмотрение только характера изменения типов минерализации в относительных величинах, без связи цифр такого рода с абсолютными изменениями концентрации, как это иногда пытаются делать для объяснения генезиса вод, лишено здесь реальной основы.

Характерной особенностью грунтовых вод в ряде районов Каракумов является их гидрохимическая пестрота.

Для примера рассмотрим гидрохимические данные, взятые из точек, расположенных по линии нормальной к Аму-Дарье (от реки на юго-запад), примерно вдоль железной дороги (табл. 134).

Таблица 134

Изменение химического состава грунтовых вод Каракумов с удалением от Аму-Дарьи

№№ п/п	Расстояние от Аму-Дарьи в *км*	Сухой остаток в *г/л*	Содержание в % *экв.*					
			Cl'	SO_4''	HCO'_3	$K^{\cdot}+Na^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$
1	5	0,82	15,21	18,20	16,59	1,07	18,77	30,16
2	22	3,65	23,19	19,61	7,20	6,72	16,39	26,89
3	33	0,43	10,86	19,16	19,98	0,87	21,83	27,29
4	60	Около 10	39,90	9,16	0,90	26,63	11,67	11,70
5	65	Около 3	27,73	19,24	3,03	27,60	11,66	10,73
6	75	7,93	18,42	26,97	4,54	20,29	14,73	14,98
7	80	22,83	44,10	5,15	0,47	29,33	7,09	13,36
8	115	19,27	32,80	16,31	0,89	42,88	6,34	0,78

Анализ № 1 дает воду, сходную с амударьинской; наблюдается лишь падение содержания кальция и увеличение содержания магния (влияние

орошения). В следующем анализе (№ 2) мы видим резкое увеличение содержания хлора и резкое относительное падение гидрокарбоната при росте общего засоления более чем в 4 раза. Однако роль щелочных металлов еще очень невелика и влияние состава амударьинской воды, по-видимому, значительно.

Далее идет широкая приамударьинская барханная полоса с очень пестрым составом вод (анализы № 3—6, о них см. ниже). Анализ № 7 характеризует воду, взятую под солончаком с поверхности зеркала. Поэтому следующий анализ (№ 8), взятый еще дальше от Аму-Дарьи, но среди бугристых (заросших) песков и вне влияния вторичного засоления, является несколько менее засоленным. В воде резко преобладают хлор и натрий (65%), но значение сульфата пока еще большое. Вода этого типа и примерно той же степени засоления характеризует весь район соленых вод к востоку и северо-востоку от окрестностей дельты Мургаба. Воды этого типа, будучи уже хозяйственно непригодными, не являются еще высокометаморфизованными. В центральных частях Каракумов, на значительно большем удалении от основных источников питания, обнаруживаются воды, где при таких же засолениях относительное количество сульфатов гораздо ниже.

Вернемся к приведенному профилю. В пределах проб № 3—6 он пересекает приамударьинскую барханную полосу — крупнейший в Советском Союзе массив оголенных и полузакрепленных песков. В его пределах обеспечены благоприятные условия для накопления атмосферных вод, что создает гидрохимическую пестроту.

Так, проба № 3, взятая из слабо эксплуатируемого колодца, расположенного среди голых песков, обладает засолением не большим, чем вода Аму-Дарьи. Здесь, по сравнению с речной водой, значительно меньше хлора, ничтожно значение щелочных металлов (менее 1% экв.) и сравнительно немного кальция. Таким образом, пески, через которые проникает влага осадков, практически лишены наиболее обычных для рассматриваемых грунтовых вод легкорастворимых сульфатов и хлоридов натрия.

В том случае, если происходит интенсивная эксплуатация вод указанного типа, создается специфический состав, примером чего является анализ № 5: сухой остаток около 3 *г/л*; вода находится близко к пределу ее пригодности для питьевых целей. Тем не менее, название колодца — Сульджи, т. е. «сладкий», «вкусный»; вода хлор-натриевая; велико значение сульфат-иона; резко падает в сравнении с анализом № 3 содержание гидрокарбоната. Вода этого типа характерна для многих эксплуатируемых колодцев окраинной зоны барханной полосы и является результатом смешения вод местного питания с водами грунтового стока амударьинского питания.

Однако на окраине барханной полосы возможны и иные воды. Если колодцы расположены среди небольших массивов оголенных песков, окруженных закрепленными бугристыми песками, то мы встречаемся с водой, приведенной под № 4: опреснение воды незначительно, значение гидрокарбоната весьма небольшое, вода хлор-натриевая; лишь сухой остаток ее около 10 *г/л* свидетельствует о наличии слабого опреснения.

Анализ № 7 относится, как указано, к воде под солончаком и характеризует только район этого солончака. Колодец, расположенный еще дальше, среди бугристых песков (№ 8), отражает истинную картину химизма грунтовых вод. Несмотря на резкое преобладание хлор-натрия,

значение сульфат-иона еще велико. Общее засоление 19 *г/л* делает воду хозяйственно непригодной.

Ряд авторов, сталкиваясь с гидрохимической пестротой как в пределах орошаемой части долины, так и в приамударьинской барханной полосе, делали на основании этого вывод о неподвижности грунтовых вод.

Именно для этих районов Ю. А. Скворцов (1928) привел наиболее полный материал и сделал вывод о неподвижности грунтовых вод, основываясь на наличии пятен резко различного засоления грунтовых вод, расположенных в ближайшем соседстве между собой.

Мы приведем лишь два разреза по скважинам, расположенным в пределах долины неподалеку одна от другой (табл. 135).

Таблица 135

Гидрохимические разрезы по двум скважинам в долине Аму-Дарьи

Скважина на участке орошаемого поля			Скважина на заброшенном поле		
Глубина от поверхности земли в *м*	Содержание в *г/л*		Глубина от поверхности земли в *м*	Содержание в *г/л*	
	Cl'	HCO'_3		Cl'	HCO'_3
1,0	0,421	0,285	1,0	2,665	0,440
13,0	0,235	0,130	9,79	2,085	0,161
19,0	0,333	0,130	12,24	1,166	0,194
26,09	0,920	0,113	14,85	1,313	0,237
37,68	0,912	0,194	20,80	1,714	0,215

Обе скважины показывают, что грунтовая вода, находящаяся в верхней части водоносного горизонта, значительно отличается по степени засоления от воды, залегающей глубже в том же водоносном горизонте. При этом глубина, на которой гидрохимический состав грунтовой воды становится более или менее однообразным, может быть, в зависимости от местных условий, весьма различной.

Аналогичная картина может наблюдаться и вне пределов ирригационных районов.

Так, в колодце Каркин, расположенном далеко за пределами современной долины, среди песков приамударьинской барханной полосы наблюдается следующий гидрохимический разрез (табл. 136).

Разрез показывает устойчивое нарастание солености по вертикали, причем вода питьевых качеств исчезает примерно на глубине 4 *м*. С глубины 6,6 *м* можно фиксировать переход к основной грунтовой воде, в которой влияние местного питания постепенно исчезает с углублением. Но дело не только в изменении общего засоления, а и в том, что в этом гидравлически и геологически едином горизонте типы засоления различны (табл. 137).

Вода местного питания (верхняя) обнаруживает признаки довольно слабой метаморфизации. Значение хлоридов щелочей ничтожно, но гидрокарбонат уже потерян за счет довольно высокой общей минерализации.

Нижняя вода отличается резким увеличением содержания хлора (абсолютно и относительно), что говорит о существенном влиянии основной грунтовой воды. Но по-прежнему в воде еще велико значение сульфат-иона и кальция, что свидетельствует либо о том, что основные грун-

Таблица 136

Изменение содержания Cl′ с глубиной в колодце Каркин

Глубина от поверхности земли в *м*	Содержание Cl′ в *г/л*
0,0	0,14
2,0	0,16
3,9	0,23
4,7	0,40
5,6	0,41
6,6	1,205
7,0	1,584
9,2	2,116

Таблица 137

Изменение типа засоления грунтовых вод в разрезе колодца Каркин с глубиной

Глубина от поверхности зеркала в *м*	Сухой остаток в *г/л*	Содержание в % *экв.*						
		Cl′	SO''_4	HCO'_3	K·	Na·	Ca··	Mg··
0,0	3,259[1]	3,93	40,91	1,46	1,90	1,77	41,79	4,09
7,0	6,282	26,91	20,23	1,85	2,08	7,33	29,47	10,98

[1] NO_3' и SiO_3'' около 3% экв.

товые воды в этом районе (около 30 *км* от Аму-Дарьи) еще не претерпели «полной» метаморфизации и не приобрели хлор-натриевого облика каракумских вод, либо о том, что на глубине 7 *м* влияние опресненной линзы еще значительно. Правда, если провести пересчет на гипотетические соли, то в воде окажутся хлор-кальций и хлор-магний; однако это не дает оснований делать стандартный вывод о высокой степени метаморфизации воды.

Остановившись довольно пространно на фактах, говорящих о гидрохимической пестроте грунтовых вод, мы хотели показать этим специфику грунтовых вод Каракумов и отметить, что эта пестрота является весьма динамичной. Она не дает никаких оснований к утверждению о неподвижности грунтовых вод и лишь свидетельствует о том, что гидрохимия в зоне зеркала может не иметь ничего общего с гидрохимией более глубоких частей того же водоносного горизонта. Для условий пустыни это положение бесспорно.

Породы, в которых движутся грунтовые воды Каракумов, представлены в основном очень мало засоленными и хорошо промытыми кварцево-полевошпатовыми, иногда карбонатными разнозернистыми песками. Это определяет их относительно низкую химическую активность. Таким образом, местные климатические факторы, и в первую очередь внутригрунтовое испарение, оказываются, по-видимому, решающими в формировании минерализации грунтовых вод.

В ряде пунктов Юго-Восточных Каракумов поступление вод в сферу грунтового потока осуществляется за счет дренажа из морских палеогеновых и верхнемеловых осадков, отличающихся высоким засолением с преобладанием сернокислых солей. Это определяет особенно высокое значение сульфатного иона в грунтовых водах юго-востока. В свою очередь, благодаря этому хлор-натриевый этап метаморфизации наступает здесь при более высоком значении общего засоления.

Так, для междуречья Теджен—Мургаб характерны, например, такие воды из эксплуатируемых колодцев (табл. 138).

Таблица 138

Химический состав вод эксплуатируемых колодцев междуречья Теджен—Мургаб

Сухой остаток в *г/л*	Среднее значение в % *экв.*			
	Cl'	SO''_4	HCO'_3	$K'+Na'$
От 1,9 до 11,1 *г/л*	19,3	23,4	7,26	26,0

Грунтовые воды Каракумов используются копаными колодцами, глубина которых колеблется в очень широких пределах и в некоторых случаях достигает сотен метров. При пересечении рыхлых, неустойчивых пород употребляется кустарниковое крепление[1]. В глубоких колодцах юго-востока применялось кирпичное крепление на проволочной арматуре. В последние годы все шире внедряется цементная штукатурка. Вообще строители каракумских колодцев отличались исключительным мастерством в проходке стволов в весьма слабых породах без всякого крепления. Последующая эксплуатация колодцев поддерживала известную влажность стенок, что сохраняло их в целости. Поэтому при нарушении нормального водопользования и непринятии при этом защитных мер колодезное хозяйство быстро приходит к расстройству, и восстановление обрушившихся колодцев подчас бывает сложнее постройки новых. Углубление колодцев ниже зеркала обычно не превышает 0,5—1,0 *м* в условиях каракумской толщи, что обеспечивает дебиты колодцев в несколько десятых литра в секунду. Водоотдача неогеновых толщ Юго-Восточных Каракумов отличается значительно меньшими величинами, и поэтому для создания необходимых эксплуатационных запасов там сооружаются колодцы, углубленные значительно ниже зеркала. Столбы воды, достигающие десятка метров, здесь не редкость.

Помещенная выше схематическая карта гидрогеологического районирования (см. рис. 88) отражает качественное распределение грунтовых вод.

Всего рассматриваемая область в предвоенные годы имела 1682 колодца[2], что при площади около 215 тыс. *км*^{2} составляет один колодец

[1] В литературе часто указывается саксауловое крепление, что неверно. Саксаул употребляется в крайних случаях и только в надводной части, ибо саксауловая крепь портит воду. Лучшим материалом для крепления являются стволы песчаной акации.

[2] Многие колодцы Каракумов являются групповыми, объединяя несколько отверстий под одним названием. Термин колодец, употребляемый здесь, есть синоним колодезной группы. Многочисленные колодцы ирригационных районов и городов в настоящих выводах не приняты во внимание.

примерно на каждые 130 *км*². Колодезных отверстий на рассматриваемой площади было 5387; при этом на междуречье Теджен—Мургаб на одну колодезную группу приходится в среднем всего 1,8 колодца, тогда как в центральной части Низменных Каракумов более 4.

В центральной части Низменных Каракумов вовсе отсутствуют грунтовые воды, пригодные для питья, и почти отсутствуют грунтовые воды, пригодные для водопоя скота. Тем не менее этот район издавна был наиболее населенным участком пустыни, и его водное обеспечение полностью покоилось на системе такырного водопользования. Подавляющее большинство колодцев этого района являются наливными и питаются за счет сбора дождевых вод с такыров.

«Фабрикация» грунтовых вод производится либо непосредственно через поглощающие колодцы (туркменский термин такого колодца, вошедший в литературу, — «чирлэ»), либо через специальные фильтрующие котлованы («ой»). Погружающиеся дождевые воды доходят до зеркала истинных соленых грунтовых вод и формируют на них опресненные линзы, постепенно смешивающиеся путем диффузии и общего подземного стока. Запасы такого рода зависят от многих причин: фильтрующих свойств породы и активной порозности; размеров сечения между поверхностью земли и зеркалом (в Каракумах эти значения сильно колеблются, но преобладают величины порядка 10—20 *м*); размеров такырных водосборов (от одного или долей квадратного километра в центральных частях пустыни до десятков и сотен квадратных километров на предгорной равнине); количества осадков; способа и размера эксплуатации и др.

Необходимо учитывать, что диаметр линзы, имеющий важное хозяйственное значение, измеряется всего несколькими десятками или одной-двумя сотнями метров. Глубина до воды в таких колодцах быстро изменяется от нуля до величины, отвечающей глубине истинных грунтовых вод. Химический состав также может быстро изменяться от хороших, мягких, иногда даже содовых (за счет почвенно-химической специфики такыров) вод с сухим остатком менее 0,5 *г/л* до хлор-натриевых жестких вод со значительным засолением, отражающим состав истинных грунтовых вод.

Так, вертикальный разрез наливной линзы в колодце Ербент показывает следующее: первые 7 *м* водонасыщенного песка обнаруживают пресную и солоноватую воду (на 7 *м* засоление возрастает до 5 *г/л*), а на глубине 10 *м* от поверхности зеркала мы обнаруживаем соленую грунтовую воду.

Отношение $\frac{Na'}{Cl'}$ (этот коэффициент вообще показателен для оценок каракумских вод) более 2 в пресной части линзы, падает до 1,2 в промежуточной ее части и опускается ниже 1 в самой глубокой пробе. Последняя характеризуется нижеследующим анализом (табл. 139).

Таблица 139

Химический состав воды в глубокой пробе из колодца Ербент

Сухой остаток в *г/л*	Содержание в % *экв.*					
	Cl'	SO''_4	HCO'_3	$K'+Na'$	Ca''	Mg''
18,58	36,6	12,9	0,5	31,1	6,1	10,8

Так, пресная мягкая, щелочная (с преобладанием $Na^{\cdot}$ и $HCO_3^{\cdot}$) вода в однородном песке постепенно переходит в метаморфизованную соленую воду, характерную для истинных грунтовых вод Каракумов.

Развитие наливных систем объясняет большое (местами) количество отверстий на одну колодезную группу (до 100 отверстий). Этот способ водопользования, которым мастерски владеют пока только коренные жители Каракумов и который имеет значительные перспективы не только в животноводческом хозяйстве, позволяет осваивать районы, совершенно лишенные пресных грунтовых вод. С учетом этого обстоятельства и следует относиться к нижеприведенным цифрам. В центральной части Низменных Каракумов пресных колодцев 55%, солоноватых 25% и соленых 19%, тогда как пресных или солоноватых истинных грунтовых вод здесь практически нет. В Бадхызе и Карабиле пресных колодцев 31%, солоноватых 24% и соленых 45%, при полном, по-видимому, отсутствии наливных колодцев.

Данные о глубоких водах рассматриваемой области почти отсутствуют, так как многочисленные разведочные на воду скважины, сооруженные вдоль линии железной дороги между станциями Уч-Аджи (к северо-востоку от Мары) и Такыр (к западу от г. Теджен), либо совсем лишены гидрогеологической документации, либо документация их очень низкого качества.

В песчано-глинистых отложениях рр. Теджен и Мургаб отмечается большое число водоносных горизонтов, обладающих примерно равными напорами. Пьезометрические уровни устанавливаются обычно вблизи уровня свободного зеркала. Указанное обстоятельство, а также сходный химический состав межпластовых и грунтовых вод свидетельствуют о том, что здесь развит один многоярусный водоносный горизонт с общим питанием за счет речной фильтрации. Все эти воды обладают высоким засолением (более 15—20 *г/л* сухого остатка).

Характер водоносности континентального неогена не выяснен. Недостаточно надежные данные допускают возможность вскрытия в неогеновых песчаниках Бадхыза и Карабиля относительно слабо минерализованных вод.

Некоторые скважины в области и мургабской и тедженской дельт фиксировали единичные случаи, когда водоносный горизонт обладал иным напором, вплоть до самоизлива. При этом общее засоление воды оказывалось меньшим, а соотношение компонентов иным, чем в остальных горизонтах на тех же сечениях. Все эти сведения не отличаются достоверностью, но они не позволяют делать окончательного отрицательного вывода о возможном качестве напорных вод из отложений области дельт Теджена и Мургаба. Наличие мощных водоносных горизонтов в галечниках долины Теджена, Кушки и других с водой, годной, во всяком случае, для ирригационных и других местных нужд, указывает на возможность и более глубокого погружения хозяйственно-ценных вод. При любых обстоятельствах мелкозернистость кайнозойских континентальных осадков этой области не позволяет рассчитывать на высокую водообильность.

Непосредственные данные о глубоких межпластовых водах Низменных Каракумов отсутствуют, и те или иные соображения о них могут быть сделаны только в самом общем виде. Существование артезианских вод на этой территории несомненно, поскольку нет оснований сомневаться в наличии здесь на некоторой глубине водопроницаемых комплексов,

связанных и с областями питания, и с мощными горизонтами грунтовых вод.

По ряду признаков, большие мощности осадков геосинклинальной зоны Копет-Дага уже на расстоянии немногих десятков километров к северу от горной системы резко сокращаются, и в пределах центральной и северной зон Низменных Каракумов мы можем предполагать условия Северных Каракумов и Устюрта с несравнимо меньшими мощностями морских образований. Соответственно этому и глубины возможного вскрытия межпластовых вод должны здесь измеряться немногими сотнями метров. Основным вопросом этой проблемы является качество вод, которое требует особенно осторожного подхода, учитывая, что мы не знаем области возможной разгрузки этих водоносных горизонтов и пока поэтому не можем ничего сказать об их дренированности.

Мощные дизъюнктивные дислокации надвигового характера, сопутствующие погружению северных склонов Копет-Дага, дренируют наиболее водообильные толщи горной системы — нижнемеловые — выводя воды в рыхлые и предгорные образования. Поэтому часть подземного стока, попадающая в более глубокие слои Каракумов из области Копет-Дага, должна быть сравнительно невелика.

В отношении глубоких (подпалеогеновых) вод юго-восточной части рассматриваемой области имеется только один факт, который позволяет сделать выводы, распространяющиеся и на значительную часть Низменных Каракумов. Скважина, расположенная на междуречье Мургаб—Теджен, немного южнее железной дороги, в районе колодца Дашкую, дала с глубины 680 *м* самоизлив, вероятно, из верхнемеловых песчаников (?). Состав воды приведен в табл. 140.

Таблица 140

Химические свойства воды из скважин в районе колодца Дашкую

Сухой остаток	Содержание (числитель—*г/л*, знаменатель—% *экв.*)				
	Cl'	SO_4''	HCO_3'	$K^{\cdot}+Na^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}+Mg^{\cdot\cdot}$
Не опр. (по расчету 20—22 *г/л*)	7,450 / 35,51	4,310 / 14,38	0,04 / 0,11	5,460[1] / 38,04	1,49 / —

Общее засоление свидетельствует о том, что глубокие межпластовые воды, находящиеся на абсолютных высотах порядка минус 400—500 *м*, несомненно плохо дренируемые, связаны с относительно слабо засоленными породами. Метаморфизация воды не чрезмерная. Величина отношения $\frac{Cl'}{Na^{\cdot}}$ экв. меньше 1, значение сульфатного иона довольно велико (14% экв), однако NaCl составляет все же 71% экв. Обнаружение воды такого состава и засоления представляет значительный интерес, так как показывает, что мы встречаем здесь отнюдь не рассолы, а воды, находящиеся недалеко за верхней границей их возможного водопойного использования. Этот факт оправдывает надежду на вскрытие в дальнейшем менее засоленных, хозяйственно пригодных вод.

Разведочные работы, проводившиеся Туркменским геологическим управлением в 1952 г., позволяют выделить в пределах западной части

[1] Расчетом по натрию

Низменных Каракумов особый гидрогеологический контур. Его границы еще не совсем ясны и рисуются приблизительно так: восточная граница — меридиан горы Дордуль на правом берегу Узбоя; северная и западная границы — долина Узбоя; южная — неправильная линия, идущая в 30—50 *км* к северу от северной кромки подгорной равнины.

В пределах этого контура в первом водоносном горизонте со свободной поверхностью, на глубинах от 20 до 40 *м*, вскрыты пресные воды, насыщающие низы каракумской толщи, апшеронские (?) и акчагыльские (?) пески. Мощность водоносного горизонта измеряется десятками метров. Только в районе Узбоя под пресными водами оказались соленые, гидравлически (геологически) не разобщенные от первых.

Пресные воды отличаются хорошим качеством (местами засоление падает до 0,3 *г/л*) и, как будто, довольно пестрым типом засоления. Недостаточный фактический материал не позволяет еще делать какие-либо генетические выводы. Однако бесспорно, что эти воды, зафиксированные примерно на площади около 1500 *км*^{2}, имеют большое значение для развития водоснабжения и для обводнительных мероприятий в Каракумах. Можно более или менее определенно говорить о наличии сейчас в этом «бассейне» миллиардов или, по крайней мере, многих сотен миллионов кубометров пресной воды, которую можно извлекать с небольших глубин. Важнейшим вопросом, требующим разрешения, является установление происхождения этих вод.

История этого вопроса вкратце такова. Давно было установлено развитие пресных вод в западной части Низменных Каракумов. Именно эти воды обеспечивают существование пресных озер Узбоя. Происхождение этих вод связывалось с погружением вод временного поверхностного стока по северной кромке подгорной равнины и дальнейшим их стоком в каракумской толще. Это мнение, высказанное автором, разделял ряд исследователей. По мере значительного расширения пресного контура, работами 1952 г., проведенными под руководством К. Н. Иомудского и Н. Г. Шевченко, устанавливалось, что этот пресный контур отделен от пресных грунтовых вод наливного питания, расположенных по северной окраине подгорной полосы. Таким образом, как будто, тезис о питании Западно-Каракумского бассейна пресных грунтовых вод за счет погружения дождевых вод и их подземного стока в первом от поверхности горизонте подвергнут основательному сомнению. Вопрос о генезисе этих вод остается пока открытым.

Неясными становятся и отношения этих вод с каракумскими потоками соленых грунтовых вод. Последние подходят к пресному контуру с востока, и соленые воды каракумского потока по довольно резкой границе «переходят» в пресные воды. При гидравлической общности зеркала соленые воды, по-видимому, погружаются под пресные. В той части, где развиты пресные воды, на общем зеркале потока намечается пологий вал, генетическая расшифровка которого даст ключ к пониманию происхождения пресных вод.

Наряду с выяснением гидравлической обстановки устанавливаются и новые данные по геологическому разрезу западной части Низменных Каракумов. В частности, намечается выделение нижнекаракумской, преимущественно глинистой, части свиты, что придает ей самостоятельное гидрогеологическое значение, так как под ней могут находиться напорные воды.

Можно еще отметить, что контур пресных вод в западной части Низменных Каракумов близко совпадает с контуром синклинальной

структуры, условно намечаемой по первым геофизическим данным, что свидетельствует о возможном наличии коллектора.

Работы в этом районе продолжаются, и какие-либо обобщения преждевременны.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ СЕВЕРНЫХ КАРАКУМОВ (ЗАУНГУЗЬЯ) И САРЫКАМЫШСКОЙ ВПАДИНЫ

В Восточном Заунгузье развито сплошное зеркало грунтовых вод со свободной поверхностью. В зоне восточной части Унгуза оно гидравлически соединяется с зеркалом грунтовых вод Низменных Каракумов.

Континентальный плиоцен, слагающий Заунгузье, представлен в своей верхней толще преимущественно песчаниками и песками. Грунтовые воды приурочены к этому комплексу пород. Зеркало грунтовых вод имеет уклон в общем от Аму-Дарьи на запад и северо-запад. В центральных районах Заунгузья грунтовые воды разделяются: часть их уходит к северу, другая дренируется в сторону Унгуза и, наконец, третья, по-видимому, погружается в морские слои миоцена, образуя межпластовые воды.

В Западном Заунгузье грунтовых вод нет. Континентальный плиоцен, который является водосодержащим в Восточном Заунгузье, залегая на палеогене и меле, в Западном Заунгузье оказывается на морском миоцене. В Восточном Заунгузье рельеф выработан целиком в континентальной толще, тогда как в Западном глубоко расчлененный грядовый рельеф полностью рассекает континентальную толщу и все межгрядовые понижения оказываются врезанными в морской миоцен и, местами, даже в палеоген. Таким образом, толща, содержащая на востоке первый водоносный горизонт, оказывается на западе лишенной сплошного площадного развития. Кроме того, появляющийся на западе морской миоцен, так же как и более низкие горизонты, тектонически нарушен; в частности, здесь фиксируются пологие антиклинальные поднятия малого размаха на большой площади. Это исключает проникновение сюда сплошного зеркала грунтовых вод и по тектоническим причинам, наряду с указанными выше геоморфологическими. В этом отношении данная территория представляет гидрогеологическое исключение из всей остальной площади Каракумов.

В западном направлении, в области Верхнеузбойского коридора, где наблюдается пологое синклинальное погружение, грунтовые воды вновь приобретают сплошное распространение.

Распределение абсолютных высот зеркала грунтовых вод в Восточном Заунгузье свидетельствует о том, что питание их идет за счет фильтрации из Аму-Дарьи. Подземный сток осуществляется в западном и северо-западном направлениях. Глубины до зеркала от 40—50 *м* в юго-восточном углу Заунгузья падают до 5—10 *м* на противоположной стороне контура. Прилегающая к Аму-Дарье полоса Заунгузья не освещена совсем. Здесь следует ожидать глубин до 60 *м* и пестрого состава грунтовых вод. Остальная площадь Восточного Заунгузья может быть в самом схематическом виде охарактеризована в гидрохимическом отношении табл. 141.

Выводы из цифр, приведенных в этой таблице, таковы: общее засоление растет по мере удаления от Аму-Дарьи; параллельно падает глубина до зеркала; содержание хлора непрерывно увеличивается, и, та-

Таблица 141

Химические свойства подземных вод Восточного Заунгузья (усредненные данные)

Расстояние от Аму-Дарьи в *км*	Глубина до воды по замерам в колодцах в *м*	Сухой остаток в *г/л*	Содержание в % *экв.*						Количество анализов
			Cl'	SO_4''	HCO_3'	$K^{\cdot}+Na^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	
51	31	До 1	13,3	7,8	26,6	29,0	9,4	11,5	8
64	31	1—2	24,0	14,9	10,0	37,1	7,0	5,7	7
77	25	2—4	28,7	14,5	6,1	40,4	4,9	4,6	12
75—150	17 и больше	4	34,4	12,7	2,7	39,1	4,9	6,0	13

ким образом, чем засоленнее вода, тем больше в ней хлора; содержание гидрокарбоната, наоборот, уменьшается, а содержание щелочей, так же как и хлора, увеличивается с ростом засоления.

Вся восточная половина Восточного Заунгузья, несмотря на резкие колебания качества грунтовых вод в отдельных точках, в общем, содержит воды, пригодные для питья и водопоя скота. Ближе к центральным частям воды становятся только водопойными и годны для питья лишь в редких случаях, а при переходе к Западному Заунгузью грунтовые воды, как указывалось, не имеют сплошного развития.

В ряде котловин Западного Заунгузья имеются колодцы, вскрывающие неглубоко залегающие высокоминерализованные воды. Остается неизвестным, вскрываются ли здесь грунтовые воды местных, изолированных бассейнов или межпластовые воды морского миоцена. Во всяком случае, засоление их так велико, что налив дождевых вод с прилегающих такыров приводит лишь к кратковременному улучшению их качества. Этого нельзя сказать о такырном районе северо-западной окраины Заунгузья; там можно рассчитывать на более широкое развитие такырного водопользования.

Все или почти все колодцы Восточного Заунгузья являются одиночными и, по местным понятиям, многодебитными, обеспечивая каждый водопоем поголовье в 2000—3000 овец (дебит порядка десятых долей литра в секунду). Уровенный и гидрохимический режим их, вероятно, постоянен. Большинство колодцев сооружено в относительно устойчивых породах континентального неогена почти без крепления. Унгуз в восточной части самостоятельного гидрогеологического значения не имеет, отражая те или иные условия прилегающих районов. В западной части он приобретает важное водохозяйственное значение, так как большие такыры, развитые вдоль него, обеспечивают создание ресурсов пресных вод, достаточных для поселкового снабжения Серного Завода и аулов, насчитывающих сотни хозяйств. Только из-за непонимания туркменских методов водоснабжения и невнимания к ним завод в Дарвазе оказался лишенным собственной пресной воды и последняя доставляется сюда с 1934 г. на самолетах.

Всего в Восточном Заунгузье имелось 102 колодца, что составляет один колодец на 376 *км*². Три четверти из них пресные, остальные распределяются поровну между солеными и солоноватыми.

В область Сарыкамышской впадины происходит сток грунтовых вод частично из Заунгузья, но главным образом со стороны амударьинских

дельт. Так как Сарыкамыш сложен в своем основании палеогеновыми глинами, представляющими водоупор, то в него дренируются все надпалеогеновые воды с каракумской и устюртской сторон. Бессточность впадины объясняет наличие в ней высококонцентрированных вод. Водоносными породами являются здесь аллювиально-озерные песчано-глинистые осадки, почти не изученные в гидрогеологическом отношении. Значение грунтовых вод в хозяйственном отношении ничтожно и не перспективно. Отметим, что для района Сарыкамыша, а также для частей, прилегающих с юга, указываются воды с высоким содержанием магния. Это обстоятельство следует связывать с развитием здесь доломитизированных осадков миоцена. Колодцев в Сарыкамыше почти нет.

Западное Заунгузье является одним из самых безводных районов Каракумов, где применение даже такырного водопользования очень ограничено. Поэтому использование природных ресурсов этой области испытывает серьезные затруднения и роль более глубоких вод может иметь здесь первостепенное значение.

В нескольких точках приунгузской полосы Западного Заунгузья на глубинах до 30 *м* вскрыты межпластовые воды в морском миоцене, заключенные в песчаниках среди глинисто-мергелистой толщи нижнего сармата. Воды обладают небольшим напором. Фациальная изменчивость сармата не может гарантировать сплошного площадного развития водоносных горизонтов, но в то же время однообразные условия залегания и общие гидрохимические отношения, обнаруженные в точках, удаленных друг от друга на много километров, свидетельствуют о том, что это не случайные изолированные линзы. Засоление воды находится либо близ границы ее возможного водопойного использования (порядка 13—17 *г/л*), либо значительно за этой гранью. Специфический хлор-натриевый состав воды может позволить ее водопойное применение при больших значениях в общем засолении. Дебит двух необорудованных колодцев, эксплуатировавшихся ряд лет для технического водоснабжения, достигал 0,5—0,7 *л/сек*. Вода отличается высоким содержанием сероводорода (до 0,2 *г/л*), что определяет ее высокие корродирующие свойства. Сейчас нет еще возможности определить, ограничивается ли высокая сероводородность только газоносной площадью Западного Заунгузья (вскрытие воды сопровождается внезапным выделением газов) или же она повсюду сопутствует миоценовым водам.

Питание этих межпластовых вод происходит за счет погружения грунтовых вод Восточного Заунгузья в слои миоцена по мере того, как грунтовые воды, двигаясь с востока на запад, сталкиваются с водопроницаемыми слоями появляющегося морского миоцена. В Восточном Заунгузье этих межпластовых вод нет, как нет и морского миоцена.

Высокая глинистость нижней части неогена делает предположение о том, что континентальный неоген содержит здесь водоносные горизонты помимо грунтовых вод, мало вероятным.

Для всей области Северных Каракумов, Сарыкамыша, Юго-Восточного Устюрта и амударьинских дельт несомненной является водоносность подпалеогеновых слоев. Какие бы затруднения сейчас геологи ни испытывали в силу малой изученности в вопросах расчленения и сопоставления палеогеновых горизонтов Юго-Восточных и Северных Каракумов, зоны Аму-Дарьи и т. д., для гидрогеологии представляет исключительное значение то обстоятельство, что на огромных площадях палеоген содержит водоупорные слои, будучи сам в малой степени водосодержащим, и представляет собой огромный региональный водоупор. Питание под-

палеогеновых горизонтов следует искать только там, где этому не мешает палеогеновая кровля.

Приведенные в соответствующих местах разрезы меловых отложений показывают, что в Северных Каракумах развиты многочисленные водопроницаемые комплексы, имеющие десятки метров мощности. Буровая скважина в Зеагли показала, что здесь имеется антиклинальная структура, в своде которой палеоген смыт, а миоцен лежит на верхнем меле (Луппов, 1945). Аналогичные условия могут встречаться и в Восточном Заунгузье, где на меловых осадках местами, возможно, залегает континентальный неоген. Для амударьинской зоны такое положение известно издавна, и там речные воды фильтруются в наклонные от реки меловые песчаники и пески. Результатом этого являются давно известные высоконапорные воды в зоне долины. Коль скоро, помимо проблематического питания мела и юры в удаленных горных областях, возможно питание по крайней мере в амударьинской зоне, наличие высоконапорных подпалеогеновых вод всей рассматриваемой области делается несомненным. Последними буровыми работами в дельте Аму-Дарьи это подтверждено.

Основным практическим вопросом является качество вод, от которого зависит все значение подпалеогеновой водоносности.

Буровая скважина в Зеагли вскрыла в меловых осадках ряд водоносных горизонтов. Сколько их, к каким породам они приурочены, какова качественная и количественная характеристика их — осталось неизвестным. Известны лишь следующие положения: пьезометрический уровень установился на такой высоте, которая обеспечивает для Северных Каракумов либо самоизлив, либо близкое стояние уровня от устоя. Суммарная откачка вела к снижению минерализации, но стационарное состояние достигнуто не было. Минимальное засоление оценивается в 10—14 *г/л* при преобладающем хлор-натриевом составе.

Таким образом, высказанные выше положения, как будто, подтверждаются, и есть основания искать высоконапорные воды. Они могут быть встречены, начиная с глубины порядка 200—300 *м*, в районах развития антиклинальных структур (которые должны фиксироваться геофизически) и на значительно больших глубинах вне этих структур, с известными шансами на то, что воды возможно будут водопойными, а может быть, и более пресными.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ДОЛИНЫ И ДЕЛЬТЫ АМУ-ДАРЬИ В ПРЕДЕЛАХ ТУРКМЕНСКОЙ ССР

В отношении межпластовых вод долина Аму-Дарьи не обладает особой специфичностью. Лишь в той мере, в какой меловые и третичные водопроницаемые комплексы обнажаются в русловой зоне, их водоносные горизонты, питаемые за счет русловой фильтрации, поблизости от реки могут давать наименьшее засоление воды. При наличии благоприятных структурных особенностей неизбежны слабо минерализованные напорные воды. Определенные указания на это имеются для участка, прилегающего к верхнему концу Хивинской дельты. Аналогичные обстоятельства возможны на всем протяжении долины (в пределах Туркмении) и особенно на ее отрезке между Дейнау и Хивинской дельтой Аму-Дарьи.

Реальных данных о межпластовых водах долины Аму-Дарьи почти нет. Роль их, особенно верхнемеловых вод, в будущем водоснабжении

сравнительно крупных промышленно-коммунальных потребителей может быть ощутимой, ибо существующее водоснабжение посредством ирригационной сети или непосредственно из реки представляет серьезные затруднения из-за значительной мутности воды, резких изменений горизонтов и чрезвычайно интенсивной эрозионно-аккумулятивной деятельности реки.

В противоположность межпластовым водам, грунтовые воды долины и дельты чрезвычайно специфичны. Эта специфичность в значительной мере определяется близким стоянием зеркала и искусственным орошением, создающими определенный режим грунтовых вод на поливных площадях; фактических данных о грунтовых водах долины Аму-Дарьи вне ирригационных контуров чрезвычайно мало.

Аккумулятивные террасы Аму-Дарьи — пойменная и первая надпойменная, которая заливается иногда высокими паводками, — сложены песчаным аллювием и сверху прикрыты пойменными, в том числе ирригационными, наносами. Последние представляют иловато-суглинистые осадки, переслаивающиеся с песками и покрывающие чехлом мощностью 1—2—3 *м* почти всю поверхность надпойменной террасы. Основанием аллювиальных отложений являются различные геологические образования. Если это песчаники континентального неогена, то аллювиальный водоносный горизонт смыкается с неогеновым. Иногда эти песчаники заменяются неогеновыми глинами, которые представляют местные водоупоры. Наоборот, палеогеновые глины на крыльях складок и в осевых зонах синклиналей представляют собой «абсолютный» водоупор, который исчезает лишь в ядрах антиклиналей, где непосредственно под аллювием или в дне русла обнажаются трещиноватые породы мела. Мощность аллювиального водоносного горизонта колеблется в чрезвычайно широких пределах.

Гидрометрические наблюдения показывают, что русловые потери Аму-Дарьи, не считая ирригационного использования, в пределах Туркмении составляют в среднем около 300 *л/сек* на 1 *км* протяженности русла. Эти потери вызваны питанием подземных вод, формирующих поток в пределах Каракумов, а также, вероятно, погружением в более глубокие горизонты. Водопроводящие комплексы, видимо, справлялись с транзитом указанных водных масс. К этому добавляется ирригационная фильтрация, и с этой дополнительной нагрузкой пропускная способность уже не в состоянии полностью справиться. Результатом этого является высокое стояние зеркала и капиллярное засоление почво-грунтов и грунтовых вод. Скорости горизонтального оттока грунтовых вод в пределах поливных террас определяются немногими сантиметрами в сутки, и местами основной расход потока, по-видимому, падает здесь на испарение. Там, где орошение происходит с излишней подачей воды и производится сброс отработанных вод, ни подземный сток, ни испарение не справляются с этой дополнительной нагрузкой, результатом чего является заболачивание.

Зеркало грунтовых вод орошаемых районов отличается заметными колебаниями во времени и пространстве. В нем имеются местные депрессии под переложными и заброшенными землями, бугры под орошаемыми участками и валы вдоль крупных каналов. Наличие местных уклонов зеркала в самых разнообразных направлениях коренным образом изменяется по сезонам и осложняет картину по сравнению с внеирригационными участками.

Чехол мелкозернистых отложений создает условия местной напорности грунтовых вод. В некоторых участках изменения горизонтов в реке или в магистральных каналах очень быстро распространяются на значительные расстояния от берега за счет гидростатической передачи напора. Это обстоятельство приводит иногда к неправильному выводу о значительных скоростях грунтовых вод. Наблюдения за колебаниями уровня грунтовых вод в ряде случаев благодаря местной его напорности и, следовательно, его пьезометрической природе нельзя должным образом объяснить и сравнить с соседними участками, где зеркало обладает свободной поверхностью. Это обстоятельство также не всегда учитывается.

Общий характер засоления грунтовых вод орошаемых районов чрезвычайно пестрый. В непосредственном соседстве вскрываются пресные гидрокарбонатные воды амударьинского облика, солоноватые, сульфатно-натриевые воды, соленые и даже высокосоленые хлор-натриевые воды.

При более или менее значительных вертикальных мощностях грунтовых вод гидрохимическая пестрота захватывает в основном лишь верхнюю часть вертикального сечения. Эта пестрота особенно усиливается, когда пойменно-ирригационные осадки создают слоистую серию, в которой формируются полуизолированные горизонты, находящиеся под сильным воздействием местных условий. При углублении эта пестрота постепенно исчезает. На глубине 10 *м* и более от поверхности зеркала в водах может не оказаться никаких следов как высокого засоления, связанного с капиллярным или внутригрунтовым испарением, так и резкого опреснения, связанного с инфильтрацией оросительных вод. Необходимо подчеркнуть, что эти изменения, захватывающие верхнюю зону, характерны не только для слоистых образований, но также и для однообразных в литологическом отношении вертикальных сечений. Всякие заключения практического характера, касающиеся грунтовых вод, сделанные на основании гидрохимических характеристик по пробам, взятым без достаточного углубления под зеркало грунтовых вод, например из шурфов и мелких скважин, требуют полного пересмотра. Это в равной мере относится не только к грунтовым водам долины и дельты Аму-Дарьи, но и к значительным площадям развития потоков грунтовых вод на территории Туркмении и вообще всех засушливых областей.

В пределах орошаемых площадей имеются тысячи колодцев, которые эксплуатируются населением. Многие из колодцев используются только в периоды отсутствия стока в ирригационной сети, многие же эксплуатируются постоянно. Имеются колодцы, сооруженные среди минерализованных пятен грунтовых вод. В этих случаях колодцы получают воду за счет фильтрации из близко расположенных каналов, и запасы воды в них зависят, естественно, от работы питающих каналов, хотя известно множество колодцев и не зависящих от этого.

Значение грунтовых вод ирригационных районов скорее отрицательное, поскольку ущерб, причиняемый близким стоянием зеркала и засолением, очень велик. Надо иметь в виду, что борьба с этим фактором путем самотечного или насосного дренажа всегда будет связана со значительными трудностями и затратами в силу мелкозернистости водоносных пород, малых скоростей и уклонов грунтовых вод и малых уклонов дневной поверхности. Более радикальное решение проблемы кроется в резком и неукоснительно выполняемом снижении поливных норм и соответствующем подборе культур.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Из всех пустынных территорий Туркмении на Прикаспийской низменности проведено наибольшее количество различного рода гидрогеологических обследований. Тем не менее именно для этого района нельзя составить даже общей сколько-нибудь определенной картины распределения и характера как грунтовых, так, тем более, и межпластовых вод. Такое положение объясняется многими причинами. На значительной части такырных и солончаковых равнин района отсутствуют точки, эксплуатирующие грунтовые воды (это объясняется не отсутствием вод, а отсутствием кормовых угодий, не стимулировавшим скотоводов к сооружению колодцев). Отсутствие высотных увязок устьев существующих колодцев при ничтожных уклонах уровня грунтовых вод не позволяет создать схемы распределения уклонов поверхности грунтовых вод, опираясь хотя бы на те участки района, где имеются колодцы. Почти сплошной покров мелкозернистых пролювиально-аллювиальных и древнекаспийских песчано-глинистых отложений скрывает многочисленные континентальные и морские нижнечетвертичные, плиоценовые и более древние образования. При этом зеркало грунтовых вод часто располагается не в тех геологических образованиях, которые слагают поверхность.

К этому добавляется отсутствие ясного представления у некоторых гидрогеологов о том, что почти все питьевые колодцы района обязаны своим существованием либо искусственному наливу, либо боковому подтоку от песчаных массивов, межгрядовые котловины которых заливаются также водой временного и нерегулярного поверхностного стока.

Глубокие воды вскрыты многочисленными скважинами только в районах нефтяных структур. Эти скважины локализованы на небольших участках. Распространение гидрогеологических характеристик, полученных на структурах, на обширную площадь равнины едва ли обосновано. Кстати, и надлежащего гидрогеологического анализа огромного гидрогеологического материала промыслового бурения до сих пор не сделано.

Таковы некоторые из факторов, весьма затрудняющих общую характеристику подземных вод этого, в настоящее время очень плохо обеспеченного водой района.

Грунтовые воды имеют, несомненно, сплошное зеркало, которое в районе Балханского и Данатинского коридоров смыкается с зеркалом каракумских грунтовых вод. Питание вод разнообразно и происходит следующими путями: подземный сток с Копет-Дага и Большого и Малого Балханов; погружение временного поверхностного стока как сбегающего с низкогорного Копет-Дага, так и формирующегося на такырных равнинах; фильтрация из Атрека и Каспия; инфильтрация осадков над площадями оголенных песков; конденсация, особенно на береговых (приморских) дюнных грядах; подземный сток из области Каракумов.

В соответствии с уклоном поверхности, на такырной предгорной равнине следует ожидать уклона зеркала в западном направлении. В области прикаспийских песков, на Мессерианской равнине, в придельтовых (Атрека) районах, а также на приморской солончаковой равнине господствуют условия застоя грунтовых вод с многочисленными местными повышениями и депрессиями. Этот вывод исходит из геоморфологических и литологических особенностей и прямыми данными еще не подтвержден. Однако, если со временем будет доказан поток с односторонним преобладающим уклоном, скорости его, несомненно, окажутся ничтожными.

Формирование осадков северо-западной части равнины, как в континентальной, так и в морской фациях, находилось под влиянием наносов пра-амударьинского потока, прекратившего свое существование в дохвалынское время, тогда как поставщиком терригенного материала на юге был Атрек, размывающий мощные глинистые толщи палеогена. В результате песчаные комплексы преобладают на северо-западе, глинистые — на юго-западе. Это, в свою очередь, определяет производительность колодцев, которая в северной части больше, нежели в южной.

Гидрохимия грунтовых вод определяется застойностью и многочисленными местными очагами инфильтрации. Отсутствие подземного стока предопределяет расходный баланс за счет испарения с поверхности солончаков или внутригрунтового испарения. Отсюда чрезвычайно высокое общее засоление грунтовых вод и формирование хлор-натриевого и даже хлор-кальциевого типа минерализации. Местное питание создает дополнительную пестроту. Так, конденсационные воды дают гидрокарбонатные линзы, временный поверхностный сток с Западного Копет-Дага приносит сульфатно-натриевые и сульфатно-магниевые воды; местный поверхностный сток с солонцовых такыров может давать содовые воды, и т. д. Общая пестрота колодезных вод усиливается еще тем, что почти во всех случаях анализу подвергаются воды различной степени смешения между истинными грунтовыми и наливными водами.

Пресные грунтовые воды неместного питания имеют ничтожное развитие в районе. Достоверно такие воды известны только в северной части, где они представляют собой уже довольно засоленные «хвосты» потоков грунтовых вод, двигающихся с севера от Большого Балхана. На южном берегу Актама они быстро засоляются до степени хозяйственной непригодности. До сих пор неясно происхождение пресных вод, вскрытых в нескольких колодцах западнее Боя-Дага. Все прочие колодцы, вскрывающие пресную воду, связаны либо с конденсацией, либо с поглощением поверхностного стока.

Колодцы (и воды) первого типа приурочены к береговым дюнам и валам и отличаются эфемерностью своих запасов. Преобладающим, но, вероятно, не единственным путем накопления является конденсация. Воды такого типа неоднократно привлекали внимание исследователей, и в описаниях общего их характера нет недостатка, при полном отсутствии экспериментального материала и длительных наблюдений, которые только и могут осветить качественную и количественную сторону процессов такого влагонакопления. Все остальные колодцы с пресными или солоноватыми водами являются наливными, либо близкими к ним по типу питания.

Сравнительно небольшими запасами отличаются колодцы, оконтуривающие с запада песчаный массив Мешед. Здесь грунтовые воды лежат на глубинах порядка 10 *м* и более, и надводное сечение сложено породами с лучшей проводимостью. Это обеспечивает создание более мощных линз и позволяет концентрировать налив в немногих поглощающих точках. Кроме того, в этом районе, может быть, существуют менее соленые истинные грунтовые воды, что, понятно, повышает эффективность наливных систем.

Сселение колхозов привело к созданию чрезмерной нагрузки на отдельные колодцы, истощению их и забрасыванию других колодцев. Естественно, что такая практика в организации водного хозяйства вызывает лишь порицание.

Водосборы низкогорного Западного Копет-Дага, благодаря наличию на значительных площадях глин (акчагыл, палеоген) и слабому развитию почвенно-растительного покрова, обеспечивают относительно высокий коэффициент поверхностного стока. В результате этого такырные равнины Прикаспия отличаются весной повышенной временной обводненностью.

Большая часть временного поверхностного стока, сбегающего с Западного Копет-Дага и формирующегося непосредственно на глинистых равнинах, рассеивается, теряясь на испарение, и только по наиболее значительным руслам вода достигает прикаспийских песков и заполняет межгрядовые понижения. Воды, уходящие в межгрядовые котловины, образуют временные озера с запасом пресной воды в миллионы куб. метров. Эта вода довольно быстро испаряется и фильтруется. Последнее обстоятельство создает локальные скопления в существенном количестве пресной грунтовой воды. Так как временный сток в столь больших размерах проявляется далеко не ежегодно, то указанные колодцы подвержены заметным режимным изменениям; однако ресурсы таких вод намного превышают ресурсы тех систем, где колодцы являются непосредственно поглощающими. Колодцы юго-западной части района питаются временным стоком с небольших местных водосборов, отличаются относительно неустойчивыми запасами и дают воду невысокого качества. Наиболее известные колодцы в этом районе — это Караджабатыр.

Указанный выше временный сток с Западного Копет-Дага и местный такырный сток в подавляющей своей массе не используются и теряются. Путем возведения несложных направляющих дамб на равнине или постройки плотин на логах первый может быть сконцентрирован в определенных пунктах. Основная техническая трудность, однако, состоит в сбережении на более или менее длительный срок этой воды. Хранение в поверхностных водоемах мало экономично из-за огромного слоя годового испарения (не менее 2 *м*). Решение проблемы, может быть, частично заключается в организации подземного хранения путем магазинирования, т. е. создания искусственных грунтовых вод по методам, технически разрабатываемым в последние десятилетия.

Этот источник пресных вод, требующий известных усилий для своего освоения, несомненно, может облегчить водоснабжение нефтяных промыслов, освоение которых задерживается в известной мере из-за недостатка воды.

Всего в районе имеется 120 колодезных систем с 933 колодезными отверстиями. Эти две цифры подтверждают трудные условия налива, так как в каждой системе приходится создавать много поглощающих отверстий; 76% всех колодцев являются наливными. Если исключить колодцы северных участков и Каспийского побережья, то все колодцы окажутся наливными. Из них 82% являются пресными, но нельзя упускать из виду, что этот высокий процент объясняется поглощением атмосферных вод. Большинство колодцев, кроме колодцев севера и побережья, креплены кирпичом и имеют форму конуса или колокола, обращенного вершиной кверху.

Все известные глубокие межпластовые воды, приуроченные к постплиоценовым и плиоценовым отложениям, высокосоленые, сильно метаморфизованные. Они вскрыты в связи с бурением на нефть. На Челекене, Боя-Даге и в других структурах они образуют разнообразно засоленные горячие и холодные восходящие источники. Вопросы генезиса этих вод и их солевого состава освещаются в специальной нефтяной литературе.

Более подробная характеристика их дана в очерке «Минеральные воды», а также в очерке «Иодо-бромные месторождения».

Можно предполагать, что областями питания вод, вскрытых в районах нефтяных структур, являются Западный Копет-Даг и, особенно, Большой Балхан. В последнем активное выклинивание вод совершенно ничтожно по сравнению с погружением вод на значительную глубину. Большое засоление и высокая степень метаморфизации нефтяных вод несомненно свидетельствуют о сложных путях движений, при которых концентрация, вероятно испарительная, имеет наибольшее влияние на метаморфизацию этих вод. Химическая характеристика глубоких вод Прикаспийской низменности по нескольким анализам приведена в табл. 142.

Таблица 142

Химические свойства буровых и сопочных вод Прикаспийской низменности

№ п/п	Местонахождение	Глубина от поверхности земли в *м*	Сухой остаток в *г/л*	Содержание в % *экв.*					
				Cl'	SO''_4	HCO'_3	$K^{\cdot}+Na^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$
1	Сопка к юго-западу от горы Небит-Даг	Родник	Около 100	49,73	0,21	—	40,14	7,87	1,99
2	Скв. № 6, Небитдагская структура . .	210	Около 200	49,82	0,15	0,03	32,93	12,95	4,12
3	Скв. № 12, Небитдагская структура . .	485 (Самоизлив)	Около 200	49,94	0,03	0,03	37,66	8,01	4,33
4	Скважина г. Небит-Даг	57	2,2	44,88	Нет	5,12	39,69	6,95	3,15

Первые три анализа, взятые из работы В. А. Сулина (1935) демонстрируют высокоминерализованные воды, весьма сильно метаморфизованные, вплоть до появления в них хлористого кальция (экв. хлора значительно больше экв. натрия). Анализ № 4 демонстрирует воду, дренируемую предгорными отложениями Большого Балхана из юрских известняков этой структуры. Эти воды образуют относительно хорошо дренируемый мощный поток, дающий пресную или слабо солоноватую воду, и тем не менее эта вода имеет те же признаки высокой метаморфизации, характерные для «погребенных» нефтяных вод подакчагыльского красноцвета. Вода бессульфатна; в ней есть хлористый кальций. Повышенное по сравнению с водами Небитдагской структуры содержание гидрокарбоната объясняется малым общим засолением, а также прохождением воды перед ее вскрытием (данной скважиной) через мощные толщи известняков. Несколько бóльшая метаморфизация воды и небольшое увеличение минерализации делают ее неотличимой от «нефтяных» вод по типу засоления, но при этом она остается пресной или слабо солоноватой. В этих водах мы видим один из источников происхождения ресурсов и засоления «нефтяных» вод Прикаспия. Они были открыты недавно и еще мало изучены.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ КРАСНОВОДСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Приморская равнина. На приморской песчаной равнине развито сплошное свободное зеркало грунтовых вод. В разных участках

они обладают различным генезисом. Наибольший интерес здесь представляют грунтовые воды, связанные с массивами оголенных песков.

Тип дюнных прибрежных вод, покоящихся в виде пресных линз на соленых водах морской фильтрации или морского подпора, широко известен и, в частности, на побережье Каспия. На мысе Тарта, к западу от Красноводска, в конце прошлого столетия была организована эксплуатация крупной пресной линзы, потерпевшая неудачу. Вода быстро засолонилась, и хотя исследования, проводившиеся в начале нынешнего столетия, в 20-х и 30-х годах (Палецкий, 1933; Васильевский, 1923; Бурак, 1936ф, 1938ф), приводили авторов к одному и тому же заключению о том, что быстрое осолонение наступило потому, что водозабор был расположен не в наиболее высокой, центральной части линзы, а слишком близко к морскому берегу, реконструкции сооружения не последовало. Неудача эта подорвала доверие к водам такого типа.

Аналогичные результаты имели место и в других пунктах, и тот факт, что дюнные линзы все же годами используются посредством мелких копаней местным населением, не мог изменить сложившегося недоверия, ибо местное население использует эти воды в очень ограниченных размерах и часто меняет быстро осолоняющиеся копани. Понятно, такой подход к ним ставил в очень трудное положение (и в техническом, и в экономическом отношении) крупного водопотребителя. Недоверие усиливалось тем, что все исследователи, касавшиеся этих или аналогичных вод, не могли обосновать ни принципиально, ни, тем более, количественно питание линзовых вод побережья, и соображения о роли инфильтрации или конденсации (надпочвенной или внутригрунтовой) оставались умозрительными. Попытки аппелляции к западноевропейским дюнным линзовым водам были также беспочвенными в силу несравнимости физико-географических условий.

К северу от Красноводска, между линией прибрежных солончаков и цепочкой впадин, расположенной у основания западного уступа Красноводского плато, имеются разбитые и полуразбитые пески, формирующиеся от развевания древнекаспийских осадков. С массивами таких песков связаны пресные колодцы. В период Великой Отечественной войны воды этого района интенсивно изучались и на них было организовано водоснабжение новых промышленных предприятий, возникших в районе Красноводска. На основании предварительных данных и учитывая неудачный опыт использования пресных вод песчаных массивов местного питания, водозабор был организован из многих точек с таким расчетом, чтобы в каждой точке отбиралось небольшое количество воды (по первым наметкам 0,5—1,0 *л/сек*) и чтобы эти точки охватывали возможно большую площадь (расстояние между точками до 1 *км*). Такой многоточечный водозабор только из первой очереди сооружения обеспечивал 12—15 *л/сек* пресной воды, что имело в данных условиях большое значение.

Учитывая, что в дальнейшем, в целях максимального использования всей территории, роль линзовых вод должна еще больше возрасти, мы считаем нужным несколько задержаться на источниках этого типа.

Водоносными породами являются мелко- и среднезернистые пески и оолитовые песчаники хвалынского яруса. В нижней части свиты преобладают водоупорные глины, которые, по-видимому, не обеспечивают совершенной изоляции, но в пределах опресненного контура грунтовых вод отделяют первый горизонт от более низких. Глубины до свободной поверхности зеркала редко превышают 10 *м*, обычно они меньше. Мощ-

ность горизонта изменяется на коротких расстояниях, ибо поверхность подстилающих глин неровная. Есть участки, где пресная вода содержится в трещиноватых песчаниках и имеет мощность около 10 *м*, а неподалеку водовмещающей породой оказываются плывунные пески мощностью всего около 1 *м*.

Контуры наиболее пресных вод совпадают с контурами максимально обарханенных песков. От таких центров опреснения засоление увеличивается в стороны. Интенсивность (скорость) роста засоления на единицу длины различна в разных участках в зависимости от ряда местных причин. С направлением роста засоления совпадает уклон зеркала. В участках максимального опреснения зеркало представляет изолированные бугры с радиально направленными уклонами, с максимальным засолением менее 0,5 *г/л* сухого остатка. Площадь контура с засолением до 2 *г/л*, т. е. с водой, пригодной для питьевого и промышленного водоснабжения, составляет десятки квадратных километров. Исключительно важной особенностью этого водоносного горизонта оказалось то, что в центрах наибольшего опреснения пресная вода покоится не на соленых водах, а на истинном глинистом водоупоре.

Этот факт в значительной мере устраняет опасность засоления при отборе воды, превышающем пополнение, но, понятно, не устраняет опасности осушения скважин. Указанное обстоятельство отличает данные воды от многих других пресных линз местного питания, залегающих под барханными массивами или под прибрежными грядами дюн. К сожалению, истинный водоупор фиксируется в центрах максимального опреснения, где местное накопление вод имеет наилучшие условия. Аналогичного типа пресные воды барханных массивов мы можем указать, например, по Унгузу, где пески и заключенная в них вода лежат на сарматских глинах (колодцы типа Аккую в районе Дарваза). По мере удаления от центра опреснения под опресненными водами оказываются в том же литологическом слое соленые воды, и, таким образом, распространение пресных вод в стороны следует, по-видимому, рассматривать как растекание их от центров, где существуют условия, обеспечивающие максимальное накопление.

Анализ полученных при разведках материалов привел нас к выводу о том, что основную роль в формировании этих пресных вод играют атмосферные осадки и, может быть, росная влага, но не внутрипочвенная конденсация. Однако до тех пор, пока не будут организованы длительные режимные наблюдения и экспериментальные исследования, окончательного суждения вынести нельзя. Только на основе отмеченных мероприятий можно будет определить оптимальный режим эксплуатации, и только тогда, может быть, наши рекомендации о многоточечном водозаборе с отбором малого количества воды из каждой точки окажутся излишне осторожными.

Под древнекаспийскими глинами залегает слабо напорный горизонт с несколько более засоленной, но хозяйственно ценной водой; этот горизонт почти не изучен. Его площадное развитие и стратиграфическая приуроченность также неясны. Возможно, что водосодержащие породы являются нижнечетвертичными и верхнеплиоценовыми.

Красноводское плато. На Красноводском плато в надпалеогеновых отложениях развиты, по-видимому, не сплошные горизонты. Можно отметить, недостаточно впрочем определенно, два водоносных горизонта в акчагыле и один в караганских отложениях. Все горизонты содержат высокоминерализованную воду, которая кое-где опресняется

за счет погружения временного поверхностного стока или за счет дополнительной инфильтрации из барханных песков. Именно в таких пунктах местным населением сооружаются колодцы, весьма схематичное обследование которых дало материал о водоносности Красноводского плато.

Наибольший интерес должен представить нижний акчагыльский горизонт. Дело в том, что акчагыл выполняет все неровности доакчагыльского рельефа, откуда следуют неустойчивость мощностей этих осадков и соответственно глубин залегания зеркала воды в них. В основании акчагыла известны конгломераты и крупные пески. Если эти горизонты окажутся гидравлически связанными с относительно обильными балханскими областями питания, они будут представлять существенный интерес.

Для Красноводского плато имеются указания на постоянное питьевое использование колодезных вод с засолением, превышающим 5 *г/л*. Это единственные примеры такого рода, известные нам в Туркмении, и они, понятно отражают исключительное неблагополучие с водообеспечением данного района.

Всего на Красноводском полуострове имеется 119 колодцев, из них 70 на приморской песчаной равнине и 49 на плато. На равнине наливных колодцев всего 1, а на плато 8. Пресных колодцев на той же равнине 22, а на плато 16, при этом половина из них — наливные.

Подпалеогеновые горизонты являются общими для всего полуострова и представляют многочисленные водопроницаемые комплексы мела и юры, обнажающиеся в Большом Балхане. Высокое положение области питания, относительно значительное количество там атмосферных осадков и благоприятные условия их погружения в трещиноватые комплексы говорят о несомненном наличии достаточно обильных артезианских вод на всей территории полуострова. На удовлетворительное качество этих вод можно, вероятно, рассчитывать только на небольшом удалении от Большого Балхана, так как большая часть водоносных комплексов характеризуется погруженностью и недренированностью. Близость каспийского и особенно карабогазского побережья может сказываться также отрицательно на качестве вод.

Скважина, заложенная в Кызылкупе (южный берег Кара-Богаз-Гола), вскрыла серию самоизливающихся горизонтов в мелу. Во всех случаях вода оказалась высокоминерализованной. В качестве примера приведем анализ воды из альбских песков (табл. 143).

Таблица 143

Химические свойства воды из альбских песков Кызылкупской скважины

Сухой остаток в *г/л*	Содержание в % экв.					
	Cl'	SO_4''	HCO_3'	$K^{\cdot}+Na^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$
39,3	45,84	3,99	0,22	41,06	6,80	2,19

Преобладающий хлор-натриевый состав, вплоть до появления хлористого кальция, свидетельствует о значительной метаморфизации; однако роль сульфат-иона еще велика, и в пересчете на соли получается около 8% сернокислого кальция. Приведенный тип минерализации воды свидетельствует о значительно меньшей метаморфизации, чем, например, метаморфизация самоизливающихся вод из нефтеносного плиоцена в Прикаспийской низменности. Трудно сомневаться в том, что значительное приближение к Большому Балхану должно уменьшить засоление воды.

Чрезвычайно интересным в отношении возможных пресных межпластовых вод является район песков Чильмамедкумов, расположенный к северу от предгорной равнины Большого Балхана. На предгорной равнине, на стыке ее с песками, известны обильные пресные грунтовые воды в пролювии. На площади Чильмамедкумов колодцев нет. Под песками залегает акчагыл (а на востоке, возможно, и апшерон), в составе которого есть плотные породы, затрудняющие проходку колодцев примитивными способами. По северному краю Чильмамедкумов обнажаются акчагыльские слои, выходящие из-под песков. В этой же полосе в меловых отложениях фиксируются восходящие родники и колодцы с устойчивым режимом, дающие пресные воды. Вероятнее всего связывать происхождение этих вод с погружением их на площадях питания в Большом Балхане. Непосредственное значение поверхности Чильмамедкумов в питании подземных вод не может быть заметным в силу хорошей закрепленности этих песков растительностью. Указанные обстоятельства позволяют рассчитывать на вскрытие пресных напорных вод на всей площади Чильмамедкумов в пределах немногих сотен метров и, вероятно, на большей глубине в пределах предгорной наклонной равнины.

Поскольку последние данные говорят о том, что территория песчаного массива приблизительно совпадает с антиклинальной структурой, постольку правильнее начинать поиски напорных вод не с центральных частей массива, а с его периферии.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЮЖНОГО УСТЮРТА

По северному и восточному краям складки Туаркырского района уходят под миоценовое плато Устюрта. Здесь основной известный водоносный горизонт представлен водами, приуроченными к миоцену и связанными либо с трещиноватыми известняками сармата, либо с гипсоносными породами среднего миоцена. Глубины до воды 30—50 *м*. Местами этот горизонт проявляется мощными источниками в сотни литров в секунду. Наиболее мощным источником является Гуурлюкбулак в Сарыкамышской впадине, приуроченный к карстовому ходу, идущему по синклинальному прогибу, чем и определяется его большой расход. Нередко родники имеют небольшие расходы. В огромном обрыве Капланкыра на протяжении сотни километров почти совсем нет выклинивания, что объясняется куэстовым строением (моноклиналь с падением пластов от обрыва). Воды этого горизонта соленые, преимущественно сульфатные, но во многих случаях пригодные для водопоя скота.

Колодцы с пресной водой на Южном Устюрте являются наливными, располагаясь на такырах. Так как «водоупором» являются воды трещиноватых пород, смешение и отток наливных и истинных подземных вод происходят интенсивно, что объясняет режимную неустойчивость южноустюртских колодцев, характеризующихся быстрыми изменениями солености воды и большими амплитудами колебания столба воды. Ряд малодебитных и изменчивых родников также тесно связан с инфильтрацией дождевых вод.

Водопроницаемые комплексы Туаркыра и Мангышлака залегают под Устюртским плато на небольших глубинах. Трудно сомневаться в их водонасыщенности, но прогноз качества вод пока невозможен. Лишь безусловно незасоленные комплексы, например альбские пески, могут содержать относительно слабо минерализованные воды. Повышенное положение плато не гарантирует самоизлива, тогда как такая гарантия увеличивается, если бурить со дна устюртских впадин.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОЛИНЫ УЗБОЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НЕЙ ТЕРРИТОРИЙ

До 1951 г. гидрогеологические исследования велись только на отдельных участках этой территории. Результаты этих исследований приводятся в основном в работах Б. М. Георгиевского (1935) для южной части Хорезмского оазиса, А. А. Коноплянцева, В. Н. Кунина и других (1938ф) — для западной части Каракумов, включая долину Узбоя, Б. Ф. Костина (1942ф) — для левобережья Узбоя между оз. Ясхан и колодцем Декча, П. В. Шишкина (1945ф) — для Заунгузских и Низменных Каракумов, П. И. Калугина (1942ф) — для склонов Западного Копет-Дага и прилегающей предгорной полосы. Общая характеристика подземных вод Каракумов дана в сводке В. Н. Кунина (1945ф).

Только работы Б. М. Георгиевского и Б. Ф. Костина, освещающие сравнительно небольшие площади, являются достаточно детальными; остальные работы носят обзорный характер, так как при их проведении разведочные и опытные работы были выполнены в очень небольшом объеме.

В 1951—1952 гг. Туркменским геологическим управлением при научном руководстве со стороны ВСЕГИНГЕО и участии геологов ВСЕГЕИ, АН СССР и Туркменской Академии наук был выполнен на этой территории большой объем гидрогеологических и инженерно-геологических работ. Результаты этих исследований и послужили основой для составления настоящей статьи (Гиринский, Дубровкин, Калугин и др., 1952ф).

По гидрогеологическим условиям здесь можно выделить ряд районов (рис. 97).

Район I — аллювиальная равнина Кунядарьинской дельты Аму-Дарьи.

Район II — Верхнеузбойский коридор и прилегающая к нему территория.

Район III — долина Узбоя.

Район IV — западная часть Низменных Каракумов.

Район V — Прикопетдагская предгорная равнина (между Кизыл-Арватом и Даната).

Район I—аллювиальная равнина Кунядарьинской (Присарыкамышской) дельты Аму-Дарьи

Аллювиальная равнина имеет почти плоскую поверхность со слабым уклоном в западном и юго-западном направлениях. В районе современного и древнего орошения на равнине развита густая ирригационная сеть; местами равнина покрыта солончаками. Поверхность равнины прорезана сухими естественными руслами Дарьялыка, Даудана и другими, более мелкими.

На равнине имеются редкие останцовые возвышенности, сложенные в приамударьинской зоне отложениями верхнего мела, а в средней и юго-западной частях равнины — отложениями миоцена и палеогена. На юго-западе равнина примыкает к Заунгузским Каракумам, сложенным рыхлыми песчаниками и песчано-глинистыми породами заунгузской свиты. С северо-запада равнина ограничена чинками Устюрта, сложен-

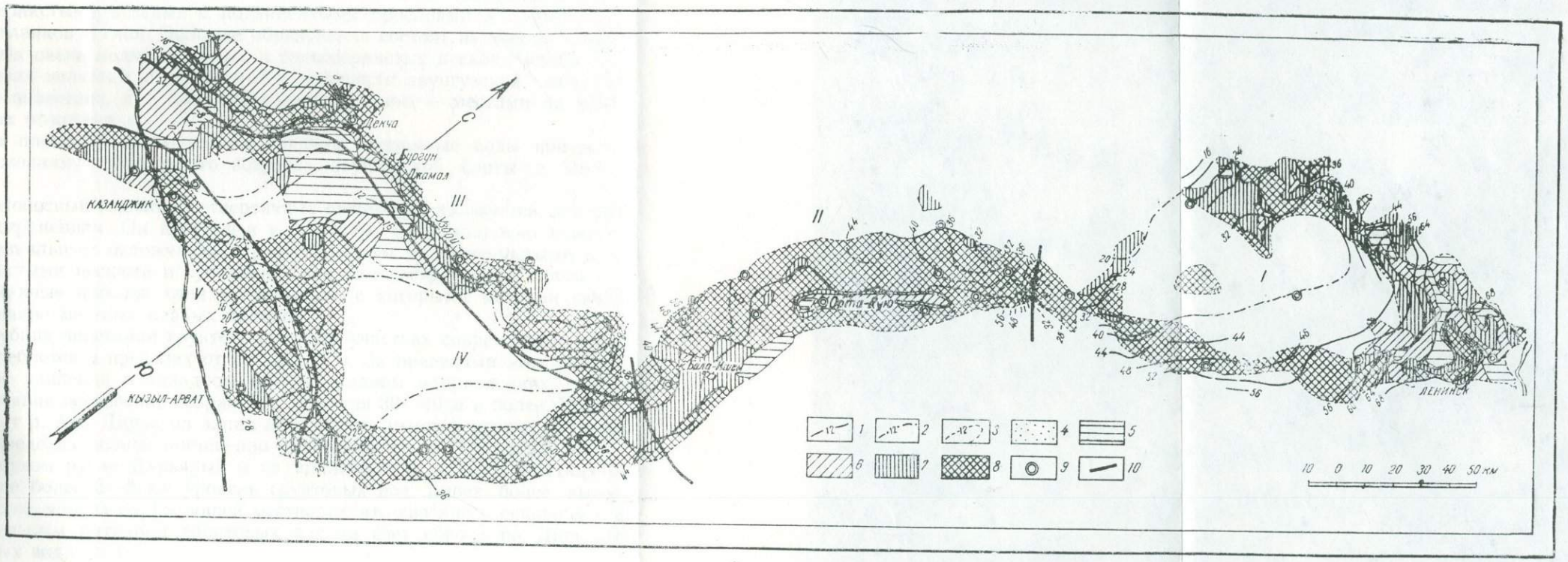


Рис. 97. Гидрогеологическая карта долины Узбоя и прилегающих областей. Составлена В. Н. Куниным и В. Л. Дубровкиным по материалам экспедиции Туркменского геологического управления

1—гидроизогипсы и абсолютная отметка зеркала грунтовых вод; *2*—то же, нанесенные предположительно; *3*—гидроизопьеза и абсолютная отметка напорной поверхности; *4*—районы наибольшего скопления временного поверхностного стока и развития мощных наливных систем; *5*—площади распространения пресных грунтовых вод с минерализацией до 2 *г/л*; *6*—площади распространения солоноватых грунтовых вод с минерализацией от 2 до 5 *г/л*; *7*—площади распространения соленых грунтовых вод с минерализацией от 5 до 15 *г/л*; *8*—площади распространения горько-соленых грунтовых вод с минерализацией более 15 *г/л*; *9*—скважины глубиной 100 *м* и более; *10*—границы между районами, *I*—аллювиальная равнина Кунядарьинской (Присарыкамышской) дельты Аму-Дарьи; *II*—Верхнеузбойский коридор; *III*—долина Узбоя; *IV*—западная часть Низменных Каракумов; *V*—Прикопетдагская предгорная равнина

Зак. 3083

ными миоценовыми отложениями. На западе, постепенно снижаясь, она заканчивается у обширной Сарыкамышской котловины.

Поверхность равнины сложена четвертичными отложениями. Представлены они аллювиально-дельтовыми отложениями, слагающими всю дельту, более молодыми аллювиальными отложениями, развитыми вдоль староречий, и эоловыми песками. Аллювиально-дельтовые отложения пользуются преобладающим распространением и представлены глинами и песками (чаще очень мелкозернистыми, реже тонкозернистыми) с подчиненными суглинками и супесями. Аллювиальные отложения Дарьялыка и Даудана представлены в основном очень мелкозернистыми, реже тонкозернистыми песками с подчиненными прослоями и линзами супесей, суглинков и глин. Эоловые образования состоят из хорошо отсортированных очень мелкозернистых и тонкозернистых песков. Четвертичные отложения залегают на размытой поверхности заунгузской свиты, миоцена и палеогена, а в приамударьинской полосе — местами на верхнемеловых отложениях.

На площади аллювиальной равнины подземные воды приурочены к отложениям четвертичного возраста, заунгузской свиты и верхнего мела.

Водоносный горизонт четвертичных отложений пользуется сплошным распространением. Он приурочен в основном к аллювиально-дельтовым и аллювиальным отложениям, представленным мелкозернистыми и тонкозернистыми песками и супесями. Среди них встречаются линзы и невыдержанные прослои глин и суглинков, с которыми местами связано образование местных слабых напоров.

Глубина залегания грунтовых вод на участках современного орошения колеблется в пределах от 1,0 до 9,0 *м*. За пределами этих участков, по мере удаления в западном и юго-западном направлениях, глубина их залегания постепенно возрастает, достигая 30—40 *м* и более. При движении от р. Аму-Дарьи на запад абсолютные отметки уровня грунтовых вод в пределах дельты постепенно уменьшаются от 71,6 до 9,7 *м*.

В сухом русле Дарьялык и на прилегающих к нему участках шириной не более 3—5 *км* уровень грунтовых вод имеет более высокое положение, чем на окружающей местности, что связано в основном с дополнительным питанием грунтовых вод за счет сброса по Дарьялыку поливных вод.

Грунтовые воды имеют общее направление движения на ЗЮЗ с местными отклонениями на ЗСЗ и на ЮЗ. Уклон потока обычно колеблется в пределах от 0,0012 до 0,007; местами уклон уменьшается до 0,00025. Направление грунтового потока соответствует уклонам поверхности равнины, причем уклоны грунтового потока являются несколько большими, чем уклон поверхности. На участках орошения под воздействием поливных и сбросовых вод образуются местные поднятия и понижения зеркала грунтовых вод, не нарушающие, однако, его общего уклона в запад-юго-западном направлении.

Региональным водоупором для водоносного горизонта аллювиально-дельтовых отложений служат глины палеогена, вскрытые скважинами в районе колхоза Большевик на глубине 73,85 *м* и в районе развалин Шах-Сенем на глубине 56,6 *м*. В западной части равнины относительным водоупором местами являются отложения миоцена, в состав которого входят глины, тонкозернистые песчаники, мергели и гипсы.

Водопроницаемость водоносных аллювиально-дельтовых и аллювиальных отложений сравнительно невелика. Преобладающие значения

коэффициентов фильтрации K_{10} для наиболее распространенных очень мелкозернистых песков, по данным опытных откачек, равны 9—16 *м/сутки*.

Приведенные данные о водопроницаемости водоносных пород и об уклонах грунтового потока указывают на очень медленное движение грунтовых вод в аллювиально-дельтовых и аллювиальных отложениях.

Коэффициенты фильтрации K_{10} для песчаных и супесчаных пород зоны аэрации, по данным опытных наливов воды в шурфы и опытов с крупными монолитами, не превышают 2—5 *м/сутки*.

По степени минерализации грунтовые воды аллювиально-дельтовых отложений являются пестрыми, от пресных с плотным остатком 0,6—2 *г/л* до минерализованных с плотным остатком 15—47 *г/л* и больше. По руслам староречий воды преимущественно пресные и солоноватые, с плотным остатком от 0,5 до 6 *г/л*. По мере движения в западном направлении минерализация грунтовых вод, в общем, постепенно увеличивается.

По химическому составу пресные и солоноватые воды относятся по анионам к гидрокарбонатным и гидрокарбонатно-сульфатным, по катионам — к кальциевым, кальциево-магниевым и натриево-кальциевым. Минерализованные грунтовые воды относятся к хлоридно-натриевым.

Пестрота грунтовых вод по глубине их залегания и минерализации наиболее сильно выражена на участках орошения.

Питание грунтовых вод аллювиально-дельтовых и аллювиальных отложений происходит в основном за счет вод р. Аму-Дарьи, как путем непосредственной фильтрации из реки, так и за счет инфильтрации поливных и сбросных вод, и отчасти за счет атмосферных осадков местных водосборов и подземных вод заунгузской свиты.

Разгрузка грунтовых вод происходит в основном в Сарыкамышской котловине. На участках неглубокого залегания грунтовых вод они частично расходуются на испарение.

Режим грунтовых вод неорошаемых районов приамударьинской зоны отражает колебания горизонтов воды в реке. По Б. М. Георгиевскому (1935), в прибрежной полосе колебания уровня грунтовых вод быстро следуют за колебаниями горизонтов воды р. Аму-Дарьи, повторяя без заметного запаздывания весь их годовой цикл с максимумом в июле — августе и минимумом в феврале — марте. Возле реки годовая амплитуда колебаний уровня грунтовых вод близка к амплитуде колебания горизонтов воды в реке и достигает 2,0—2,5 *м*, а с удалением от реки на расстояние около 2 *км* она не превышает 0,25 *м*. По мере удаления от реки годовой цикл колебаний уровня грунтовых вод все более отстает от годового цикла колебаний горизонтов Аму-Дарьи; на расстоянии 3—4 *км* от реки это отставание достигает нескольких месяцев.

Режим грунтовых вод в орошаемых районах дельты р. Аму-Дарьи подвержен резким изменениям под влиянием ирригации. Ирригационные воды, накладываясь на грунтовые, образованные за счет непосредственной фильтрации воды из реки, обусловливают большую динамичность уровня и минерализации воды во времени. На поливных землях и у каналов годовая амплитуда колебаний уровня грунтовых вод достигает 2—3 *м*. На участках, где происходит инфильтрация ирригационных вод, грунтовые воды опресняются, а с удалением от этих пунктов засоляются.

Режим грунтовых вод неорошаемых земель, прилегающих к оазису с запада, в связи с их глубоким залеганием и слабым подземным стоком

со стороны оазиса, подвергается очень небольшим изменениям. Годовая амплитуда колебаний грунтовых вод не превышает здесь 0,2—0,3 *м*.

В песках и песчаниках заунгузской свиты вблизи южной окраины аллювиально-дельтовой равнины рядом скважин вскрыты подземные воды на глубине 10—20 *м* от поверхности земли. Воды эти сильно минерализованные, с плотным остатком от 18,9 до 69,7 *г/л*, по химическому составу относятся к хлоридно-натриевым. Воды обычно безнапорные, редко обладают небольшими местными напорами, гидравлически связаны с грунтовыми водами аллювиально-дельтовых отложений и пополняют их запасы.

В отложениях верхнего мела подземные воды рассматриваемого района вскрыты скважинами в пределах останцовых возвышенностей приамударьинской зоны. Воды содержатся в известняках-ракушняках и песках, по качеству являются сильно минерализованными, с плотным остатком более 30 *г/л*.

Район II—Верхнеузбойский коридор и прилегающая к нему территория

Верхнеузбойский коридор по всей своей длине прорезается долиной Узбоя. К северо-востоку от коридора располагается широкая равнина, служащая водоразделом между Сарыкамышской и Ахчакаинской впадинами.

На прилегающей к Узбою территории со стороны правобережья и непосредственно в русле развиты известняки, мергели и мергелистые глины сармата. Только на отдельных участках осадки сармата прикрыты более молодыми отложениями. Со стороны левобережья Узбоя осадки сармата прикрыты песчано-глинистыми четвертичными отложениями и местами отложениями заунгузской свиты. Общая мощность четвертичных и заунгузских отложений обычно не превышает 25—40 *м*, но местами достигает 70—75 *м*. Под сарматскими отложениями залегают огипсованные мергелистые глины с прослоями гипсов и известняков и местами песчаники среднего миоцена (чокракский, караганский и конкский горизонты).

В Верхнеузбойском коридоре располагается широкий синклинальный прогиб в сарматских отложениях меридионального направления. В центральной части синклинали (восточнее Узбоя) обнаруживается глубокий дочетвертичный размыв (до 75 *м*), в результате которого здесь полностью отсутствуют осадки среднего и частично нижнего сармата.

В Верхнеузбойском коридоре и на равнине, расположенной от него к северо-востоку, широко распространены подземные воды, приуроченные к четвертичным, заунгузским, сарматским и среднемиоценовым отложениям.

Грунтовые воды четвертичных отложений приурочены к мелкозернистым пескам, местами с прослойками глин, и в отдельных случаях — к крупнозернистым пескам с гравием. Воды обычно безнапорные; местами они имеют небольшие напоры высотой до 2,0 *м*, связанные с глинистыми прослоями, содержащимися среди водоносных песков. Глубина залегания водоносного горизонта колеблется в пределах от 6,2 до 24,0 *м*, абсолютные отметки уровня от 36,5 до 47,1 *м*. Общее направление дви-

жения грунтового потока намечается на юго-юго-запад, уклон потока обычно не превышает 0,0005.

Коэффициенты фильтрации K_{10}, по данным опытных откачек, для тонкозернистых и мелкозернистых водоносных песков изменяются в пределах от 6,8 до 20,8 *м/сутки*, а для встречающихся крупнозернистых песков с гравием увеличиваются до 50 *м/сутки*. Для песков зоны аэрации, по опытным наливам и опытам с крупными монолитами, коэффициенты фильтрации K_{10} не превышают 3—5 *м/сутки*.

Относительным водоупором для водоносного горизонта служат осадки сармата, обладающие более слабой водопроницаемостью.

Грунтовые воды четвертичных отложений, преимущественно минерализованные, с плотным остатком от 9,0 до 33,6 *г/л*, местами больше, относятся к хлоридно-натриевому типу. Рядом скважин и колодцев на левобережье Узбоя между колодцами Якидже и Бала-Ишем вскрыты пресные и солоноватые грунтовые воды с плотным остатком от 0,5 до 4,7 *г/л*, которые по химическому составу относятся к хлоридно-сульфатно-натриево-кальциевым. Мощность пресной «линзы» в районе колодцев Ортакую достигает 20,0 *м*.

Питание грунтовых вод четвертичных отложений происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков с местных водосборов и выклинивающихся минерализованных вод сарматских пород. Весьма вероятно, что питание грунтовых вод частично происходит также конденсационным путем. В местах, где сарматские воды не выклиниваются в толщу четвертичных отложений, воды в последних являются пресными и солоноватыми. Разгрузка грунтовых вод Верхнеузбойского коридора происходит частично в Узбое, частично в Низменных Каракумах в толщу четвертичных отложений.

Пресные и солоноватые грунтовые воды Верхнеузбойского коридора представляют собой большой интерес как возможный источник водоснабжения. Для разведанной к сентябрю 1952 г. части Ортакуинской «линзы» площадью около 10 *км*^{2} объем горизонта пресных и слабо солоноватых вод при его средней мощности 15 *м* составляет ориентировочно 150 млн. *м*^{3}. Принимая за активную пористость величину в 20% и считая возможным отобрать около половины всей воды, мертвый запас воды на данном участке составит 15 млн. *м*^{3}.

Подземные воды в заунгузских отложениях Верхнеузбойского коридора пользуются ограниченным распространением. Глубина их залегания равна 8,1—13,8 *м* от поверхности земли. Воды безнапорные, хлоридно-натриевые, с плотным остатком от 19,2 до 67,9 *г/л*.

Подземные воды в сарматских отложениях, по данным бурения большого количества скважин, являются напорными. Статический уровень напорных вод обычно находится на глубине от 2,3 до 34,0 *м*. Некоторые скважины, заложенные в сухом русле Узбоя, дали самоизлив. Абсолютные отметки статического уровня воды изменяются от 30,5 до 61,8 *м*. Высота напора достигает 11,0—14,6 *м*. Общий уклон пьезометрической поверхности в южной части района имеет направление на юго-юго-восток и изменяется в пределах от 0,003 до 0,0005. В северной части рассматриваемого района движение подземных вод направлено в сторону Сарыкамыша.

Разница уровней подземных вод сарматских пород в течение года, по имеющимся данным, не превышает 0,3 *м*. При глубине залегания уровня подземных вод от 6,75 до 23,16 *м* годовые изменения их температуры происходят в пределах от 14,4 до 18,4°.

Водопроницаемость отложений сармата незначительна, за исключением участка Куртышской излучины, где в них глубоко врезана долина Узбоя. Породы здесь более трещиноваты, чем в других районах Верхнеузбойского коридора, в связи с приуроченностью их к почти осевой части Гокленкуюсинской антиклинали. По данным ряда опытных откачек, коэффициенты фильтрации K_{10} водоносных сарматских пород не превышают 0,5—1,5 *м/сутки* и только на участке Куртышской излучины, где известняки сармата являются сильно трещиноватыми и кавернозными, достигают 27,9 *м/сутки*. Коэффициенты фильтрации осадков сармата в зоне аэрации в зависимости от их трещиноватости, изменяются от долей до 3,13 *м/сутки*. Относительным водоупором для водоносного горизонта в отложениях сармата служат мергелистые глины того же яруса, довольно часто наблюдаемые как в кровле, так и в подошве водоносного пласта.

Водонепроницаемые слои в толще сармата разделяют водоносный горизонт на несколько прослоев; гидравлическая связь между ними затруднена. С наличием этих водонепроницаемых слоев в условиях синклинального строения Верхнеузбойского коридора и связана напорность сарматских подземных вод.

Воды сармата хлоридно-натриевые, с минерализацией от 16,7 до 125,9 *г/л*. Наиболее минерализованные воды приурочены к прирусловой части Узбоя. С выклинивающимися водами сармата в Чарышлинскую и Куртышскую излучины Узбоя связано образование в последних толщи солей мощностью до 6 *м*.

Источником питания подземных вод сарматского горизонта служат атмосферные осадки, инфильтрующиеся в породы сармата, обнаженные на плато Устюрт и Эшеканкренкыр. Разгрузка сарматских вод происходит частично в Узбое и, возможно, в Низменных Каракумах, частично в Сарыкамышской котловине.

Подземные воды в отложениях среднего миоцена вскрыты отдельными скважинами в Верхнеузбойском коридоре и на равнине, расположенной к северо-востоку от Чарышлинской излучины Узбоя. В крайней северо-восточной части района, где отложения сармата размыты или безводны в связи с их высоким гипсометрическим положением, подземные воды среднего миоцена образуют первый от поверхности водоносный горизонт, а на остальной территории района образуют подсарматский водоносный горизонт. Водосодержащими породами служат огипсованные глины, гипсы и мергели. Литологический состав среднемиоценовых пород неблагоприятен для образования в них более или менее мощного и водообильного водоносного горизонта. Глубина залегания их в северо-восточной части района равна 26—48 *м*, в Верхнеузбойском коридоре 97,6—111,0 *м*; высота напора изменяется соответственно от 7,0—31,9 до 94,0—98,7 *м*. Кровля среднемиоценового водоносного горизонта имеет погружение на юго-юго-запад. Воды являются минерализованными с плотным остатком более 20 *г/л* и относятся к хлоридно-натриевому типу. Региональным водоупором среднемиоценового горизонта служат палеогеновые глины. Питание горизонта происходит за счет атмосферных осадков, выпадающих в области возвышенности Эшеканкренкыр, а также за счет вод сарматских отложений, с которыми они в северо-восточной части района гидравлически связаны. По мере движения на юго-запад связь между водами среднемиоценовых и сарматских отложений становится все более затрудненной до почти полной изоляции их друг от друга.

Воды среднемиоценовых отложений на северо-востоке частично дренируются межостанцовыми эрозионными понижениями, расположенными между возвышенностями Кой-Кырлан, Зенгибаба и др. В основной же своей массе воды образуют почти бессточный бассейн.

Район III—долина Узбоя (от развалин Куртышбаба до Большого Балхана)

Территория, прилегающая к долине Узбоя со стороны правобережья, на значительном протяжении сложена отложениями мела, палеогена и миоцена и местами акчагыла. Область характеризуется здесь пологой домиоценовой складчатостью и проявлением очень слабой складчатости в миоценовых породах.

Со стороны левобережья Узбоя развита мощная толща четвертичных отложений. Отложения эти представлены в основном древнеаллювиальными отложениями каракумской толщи, аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями Узбоя и эоловыми песками. Последние образовались за счет почти полностью развеянных хвалынских отложений и отчасти за счет развевания осадков каракумской толщи.

В русле Узбоя имеются огромные залежи солей (гранатки), объем которых составляет более 30 млн. $м^3$. Коренные породы на левобережье Узбоя обнажаются только на отдельных сравнительно небольших участках между колодцами Игды и Янаджи и между колодцами Тоголек и восточной частью Аджикуинской излучины.

Подземные воды в долине Узбоя и на прилегающей территории приурочены главным образом к четвертичным отложениям и в меньшей мере к отложениям акчагыла, сармата и мела.

Водоносный горизонт четвертичных отложений пользуется сплошным распространением. Приурочен он в основном к мелкозернистым и тонкозернистым, иногда разнозернистым пескам, реже супесчано-суглинистым отложениям каракумской толщи и отчасти к узбойским аллювиальным и аллювиально-озерным отложениям аналогичного литологического состава.

Водоносный горизонт участками имеет свободную поверхность, местами же воды его слабо напорные. Глубина залегания грунтовых вод на террасах Узбоя не превышает 10 *м*; на прилегающих к Узбою участках песчаной пустыни, в зависимости от абсолютных отметок поверхности земли, она возрастает до 22—47 *м*. Температура грунтовых вод равна 17—21°.

Общий уклон грунтового потока вдоль Узбоя составляет 0,00027, а в поперечных к нему направлениях — от 0,0004 до 0,0019 и больше. Возрастание уклонов потока в сторону Узбоя связано с дренированием последним грунтовых вод Каракумов.

Мощность горизонта грунтовых вод в долине Узбоя в области сравнительно неглубокого залегания коренных пород (акчагыла, миоцена), являющихся относительным водоупором, не превышает 35—50 *м*, а на прилегающих к долине Узбоя участках Низменных Каракумов она значительно возрастает в связи с очень большой мощностью каракумской толщи. Вскрытая скважиной (неполная) мощность последней в 18 *км* к югу от оз. Ясхан составляет 138,5 *м*.

Годовая амплитуда колебания уровня воды в озерах, старицах, колодцах и скважинах долины Узбоя составляет 0,3 *м*. На прилегающих

к долине Узбоя участках песчаной пустыни Низменных Каракумов годовое колебание уровня грунтовых вод составляет 0,1—0,2 *м*, температуры — в пределах 1—2°.

Коэффициенты фильтрации K_{10}, по опытным откачкам, равны для песков, переслаивающихся с супесями, 2—5 *м/сутки*, а для мелкозернистых и разнозернистых песков 7—15 *м/сутки*, иногда больше.

Грунтовые воды нередко минерализованные, местами представляют собой рассолы с плотным остатком более 300 *г/л*. Воды эти относятся к хлоридно-натриевым.

Кроме высокоминерализованных вод, в отложениях каракумской толщи имеются пресные и слабо солоноватые воды, распространенные главным образом в песках, прилегающих к Узбою со стороны левобережья от оз. Ясхан почти до района горы Дордуль. Полоса пресных грунтовых вод наблюдается также к югу от колодца Балкую. Мощность пресного горизонта грунтовых вод достигает 80 *м*. Ниже пресных вод обычно залегают соленые воды.

Пресные грунтовые воды на отдельных участках долины Узбоя обладают нередко большим дебитом. Для участка долины между оз. Ясхан и оз. Каратегелек длиной 8 *км* производительность грунтового потока пресных вод, по исследованиям 1951 г., составляет около 40 *л/сек*. Воды эти представляют собой большой интерес и в настоящее время подвергаются детальному изучению.

Подземные воды дочетвертичных отложений в долине Узбоя пользуются ограниченным распространением. Из них наиболее водообильными являются напорные воды сеноманского горизонта с минерализацией 12,4 *г/л*. Областью их питания служит Туаркырский складчатый район.

Водоносные горизонты сармата являются мало водообильными, содержат высокоминерализованную воду хлоридно-натриевого типа с плотным остатком 45—60 *г/л* и более. Подземные воды акчагыла еще мало изучены.

Район IV — западная часть низменных Каракумов

Низменные Каракумы представляют собой песчаную пустыню с характерными эоловыми формами рельефа — буграми, грядами и межгрядовыми понижениями. Эоловые отложения подстилаются песчано-глинистыми породами каракумской толщи.

Подземные воды в этом районе приурочены к отложениям каракумской толщи. Водосодержащими породами каракумской толщи служат преимущественно очень мелкозернистые пески с прослоями и линзами глин, суглинков и супесей. На общем фоне безнапорных вод каракумского водоносного горизонта иногда встречаются местные слабо напорные воды, связанные с прослоями глин, содержащимися среди песков.

Глубина залегания грунтовых вод, считая от дна межгрядовых понижений, в зависимости от абсолютных отметок обычно колеблется в пределах от 12 до 29 *м*. С приближением к долине Узбоя глубина их залегания увеличивается до 35—47 *м*, что обусловлено дренированием грунтовых вод Узбоем. На участках вблизи такыров местами образуются местные повышения зеркала грунтовых вод, связанные с дополнительным питанием их атмосферными осадками местных водосборов. Годовая амплитуда колебаний уровня грунтовых вод при глубине их залегания не

менее 7—10 *м*, по данным режимных наблюдений, не превышает 0,3 *м*. Мощность водоносного горизонта определяется чрезвычайно большой мощностью каракумской толщи. Вскрытая мощность последней по скважине в районе колодца Сансыз превышает 200 *м*.

Грунтовый поток имеет общее направление с ВЮВ на ЗСЗ. В зависимости от местных условий он может иметь и другие направления; в частности, вблизи Узбоя, в связи с его дренирующей деятельностью, уклон потока направлен в сторону Узбоя, а в зоне песчаной пустыни на границе с Прикопетдагской предгорной равниной движение грунтовых вод происходит на север и северо-северо-запад, что связано с влиянием воды временных потоков, разливающейся по поверхности равнины и инфильтрующейся в пески.

Движение грунтовых вод в отложениях каракумской толщи происходит чрезвычайно медленно; это объясняется приуроченностью каракумской толщи к обширной депрессии и очень мелкозернистым составом слагающих ее пород. Уклон грунтового потока обычно колеблется в пределах 0,0005—0,0002 и меньше.

Водопроницаемость водоносных пород сравнительно невелика и довольно однообразна. Коэффициенты фильтрации K_{10}, по данным опытных откачек, для водоносных песков в большинстве случаев изменяются в пределах 7—9 *м/сутки* и редко достигают 15—16 *м/сутки*. Для песчано-суглинистых пород K_{10} не превышает 0,5—1,5 *м/сутки*.

По химическому составу воды каракумского водоносного горизонта обычно относятся к хлоридно-натриевым и являются высокоминерализованными с плотным остатком от 15,0 до 100 *г/л* и более. Местами они представляют собой рассолы.

На поверхности минерализованных вод нередко встречаются пресные и солоноватые воды, вскрываемые многочисленными колодцами и скважинами. Наиболее широко развиты колодцы на такырах в окраинной зоне песков у границы их с Прикопетдагской предгорной равниной. К таким колодцам относятся колодцы Кензыл, Союнкую, Аккачан, Пурун, Новый Пурун, Вогакую, Карабогаз. Ценными по качеству воды и водообильности являются также колодцы Чатур и Сансыз, расположенные на такырах среди песков Низменных Каракумов. Другие колодцы с пресной водой (например, Кирпили, Чагылы), а также колодцы со слабо солоноватой водой (Удок, Давали) при заборе воды довольно быстро засоляются.

Все указанные колодцы с пресной и солоноватой водой являются наливными атмосферного питания. Буровыми скважинами вскрыты также пресные и слабо солоноватые воды на значительных площадях Низменных Каракумов между предгорной равниной и долиной Узбоя. Содержание плотного остатка колеблется в них от 0,4 до 2—3 *г/л*; по анионам они относятся чаще к сульфатным, реже к гидрокарбонатным и хлоридным, по катионам — к натриевым, редко к кальциевым.

Питание основного каракумского водоносного горизонта, по данным С. Ю. Геллера (1934), В. Н. Кунина (1945ф) и П. В. Шишкина (1945ф), происходит за счет фильтрации воды из рр. Аму-Дарьи, Мургаба и Теджена, вод прикопетдагского подземного и поверхностного стока, атмосферных осадков, выпадающих на поверхность песчаной пустыни. Некоторое значение в питании горизонта, возможно, имеют также конденсационные воды. Разгрузка грунтовых вод происходит в основном в Узбое. Пресные воды образуются за счет местных атмосферных осадков и возможно конденсации.

Район V—Прикопетдагская предгорная равнина (между Кизыл-Арватом и Даната)

Рассматриваемый район располагается между песчаной пустыней Низменных Каракумов и хр. Копет-Даг от Кизыл-Арвата на востоке до сел. Даната на западе.

Прикопетдагская предгорная равнина имеет почти плоскую поверхность с значительным уклоном на север и едва заметным в западном направлении. Ближе к горам уклоны равнины довольно крутые и хорошо выделяются в рельефе, а с удалением от гор на север они постепенно становятся очень пологими.

Предгорная равнина образована пролювиальными конусами выноса и межконусными понижениями; поверхность их затакырена и прорезана силевыми оврагами и многочисленными промоинами.

В районе между колодцем Тоутлы и ст. Узун-Су равнина сложена преимущественно супесчано-суглинистыми пролювиальными отложениями, которые подстилаются осадками каракумской толщи. Далее на запад до Даната распространены пролювиальные и апшеронские галечники и пески, подстилаемые в пределах холмов Кизылбаир акчагыльскими глинами и песками с прослоями конгломерата.

Пролювиальные отложения характеризуются очень пестрым литологическим составом. Ближе к горам они представлены галечниками и валунами с мелкоземом, а с удалением от гор на север — супесями, суглинками, глинами, редко песками. Мощность пролювиальных отложений достигает 50 *м*.

На всей территории предгорной равнины имеются грунтовые воды. В пролювиальных галечниках в непосредственной близости от передовых хребтов Копет-Дага грунтовые воды, за исключением отдельных участков, залегают на глубине нескольких десятков метров от поверхности, а по мере движения к линии Ашхабадской ж. д. глубина их залегания постепенно уменьшается. В галечниках формируются большие запасы грунтовых вод, постепенно пополняемые водами термальной зоны Копет-Дага. Грунтовые воды в галечниках нередко пресные и слабо солоноватые. По мере движения на северо-запад и выхода из галечников воды эти соединяются с каракумским водоносным горизонтом и постепенно минерализуются.

Силевые воды в Западном Копет-Даге в питании грунтовых вод предгорной равнины имеют ограниченное значение. В связи с плохими фильтрационными свойствами пролювиальных супесчано-суглинистых отложений происходит сток основной массы силевых вод далеко на север, до границы предгорной равнины с песками Низменных Каракумов.

По данным П. И. Калугина (1942ф), мощные скопления тектонической брекчии вдоль плоскости надвига и раздробленные участки пород вдоль него (термальная зона Копет-Дага) являются весьма благоприятными для движения подземных вод в самые верхние слои. Эти воды являются пресными, дают начало источникам и поступают в толщу галечников, образуя в них водоносный горизонт, эксплуатируемый многочисленными кяризами.

Условия водопроницаемости брекчированных известняков и тектонической брекчии в различных местах надвиговой зоны сильно изменяются в связи с различной трещиноватостью пород и неравномерным выполнением трещин различным материалом.

В пролювиальные отложения, где водоносный горизонт питается за счет воды термальной зоны, воды поступают отдельными потоками, связанными с определенными «очагами» притока воды из коренных пород или тектонической брекчии.

Грунтовые воды пролювия являются пресными на тех участках, где пролювиальные отложения непосредственно прислоняются или близко подходят к коренному склону Копет-Дага, сложенному известняками неокома. Там же, где пролювиальные отложения отгорожены от коренного склона предгорными возвышенностями, сложенными третичными осадками, грунтовые воды нередко минерализованы и непригодны для питья.

Грунтовые воды в галечниках в пределах участка от Узун-Су (на 8 *км* северо-восточнее него) до Даната залегают на глубине 40—55 *м*. Грунтовый поток имеет общее направление на север с отклонениями на северо-восток и северо-запад (рис. 97). Водопроницаемость галечниковых пород (пролювиальных и апшеронских), в связи с наличием в них большого количества мелкозема, является невысокой. Коэффициенты фильтрации K_{10} для галечников, по данным ряда опытных наливов воды в шурфы, колеблются в пределах от 5 до 10 *м/сутки* (в зоне аэрации).

По степени минерализации и химическому составу грунтовые воды галечников весьма различны. Содержание в них плотного остатка колеблется от 1,6 до 17 *г/л* и более. Воды сульфатно-кальциево-магниевые, сульфатно-натриевые, хлоридно-кальциевые и хлоридно-натриевые. С глубиной минерализация воды в общем повышается.

Предгорная равнина на рассматриваемом участке потенциально обеспечена питьевой и технической водой. Источниками водоснабжения могут служить воды галечниковых отложений, запасы которых постоянно пополняются за счет вод термальной зоны Копет-Дага, воды разливов временных потоков, периодически накапливающиеся по северной окраине Прикопетдагской равнины и постепенно инфильтрующиеся в пески и воды временного такырного стока в Низменных Каракумах.

Наиболее перспективными для водоснабжения участками распространения пресных грунтовых вод в галечниках являются, по П. И. Калугину, Данатинский, Казанджикский, Пароундагский, Искандерский, Джанахирский и Кизыларватский участки. Только на Казанджикском, Искандерском и Пароундагском участках выявленные геолого-разведочными работами ресурсы грунтовых вод составляют 110 *л/сек*, а предполагаемые ресурсы здесь превышают 300 *л/сек*.

Глава шестая

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ И ЛЕЧЕБНЫЕ ГРЯЗИ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Ресурсы разнообразных минеральных вод Туркмении еще очень слабо изучены, а их практическое использование для бальнеологических и промышленных целей находится в самом зачаточном состоянии.

В пределах Туркменской ССР установлено присутствие иодо-бромных, железистых, магниевых, сероводородных, квасцовых и других вод, которые могут быть применены для лечебных и промышленных (добыча иода, брома, магния и т. д.) целей. Приведенный перечень, без сомнения, не исчерпывает всего многообразия минеральных вод Туркмении, и углубленное гидрохимическое изучение подземных водных ресурсов в будущем, вероятно, выявит новые типы. В особую группу могут быть выделены минеральные воды многочисленных соленых озер, с которыми связаны иногда целебные грязи (Моллакара).

Наибольшее обилие и разнообразие минеральных вод мы встречаем в складчатых областях юга Туркмении, где они лучше и полнее изучены. Здесь мы можем выделить три больших района с различными условиями генезиса и минерализации подземных вод: 1) Прикаспийская низменность; 2) Копет-Даг (включающий Малый Балхан, Бадхыз и Карабиль); 3) Гаурдак-Кугитангский район (область юго-западных отрогов Гиссарского хребта). Каждому из этих районов свойственны различные ассоциации типов минеральных вод, хотя отдельные типы распространены в двух и даже во всех трех названных районах.

Минеральные воды Прикаспийского района изучались В. Б. Порфирьевым (1932б, 1933в, 1934в), Г. И. Смолко (1932), Н. В. Тагеевой (1934а, 1934б) и др. Описание минеральных вод Копет-Дага мы встречаем в работах И. И. Никшича (1925, 1925а) и П. И. Калугина (1942ф, 1944ф, 1946ф).

П. И. Калугин (1934ф) дал также краткое описание минеральных вод Гаурдак-Кугитангского района. Изучением соленых озер занимались А. И. Дзенс-Литовский (1939, 1940а, в, 1944а, б, 1945а, б, 1946а), А. Г. Бергман (Дзенс-Литовский и Бергман, 1935), В. С. Егоров, В. П. Ильинский (Ильинский, Клебанов и Бадер, 1932), Я. Б. Блюмберг (1934а; Блюмберг и Еловская, 1934) и др.

Прикаспийская низменность

Одной из характерных особенностей нефте- и газоносных структур Юго-Западной Туркмении является их очень интенсивная водоносность, приуроченная к многочисленным тектоническим трещинам (главным образом сбросам). Обильные воды (очень часто изливающиеся на поверхность) вскрыты также буровыми скважинами в различных горизонтах

верхнетретичной толщи. Как воды, вытекающие на поверхность в виде источников, так и воды буровых скважин отличаются очень высокой минерализацией (иногда почти насыщающей) и нередко сильно нагреты. Отдельные источники (Боя-Даг, Челекен) дают воду с температурой 60—67°; буровые скважины иногда вскрывают воду с температурой до 100°. Многие источники и скважины дают интенсивно газирующую воду.

Естественные выходы минеральных вод (источники) имеются на Челекене, Небит-Даге, Боя-Даге, Монжуклы, Сыртланли; почти на всех этих структурах изливаются на поверхность также значительные количества минеральных вод из буровых скважин, производительность которых (самоизливом) на Челекене и Небит-Даге значительно превосходит дебит источников. На Челекене еще в 1909 г. В. Н. Вебер и К. П. Калицкий (1911) зарегистрировали 375 естественных выходов воды. Десятки источников выходят на Боя-Даге, который, по образному выражению В. Б. Порфирьева, «истекает» водой. Наконец, в числе естественных выходов минеральных вод Прикаспийского нефтеносного района следует упомянуть грязевые вулканы в окрестностях Чикишляра и Гасан-Кули.

Минеральные источники (в том числе и приуроченные к грязевым вулканам) связаны с тектоническими трещинами, которые в свою очередь получают воду из различных горизонтов верхнетретичных отложений, в особенности из красноцветной толщи. Буровые скважины также получают минеральную воду главным образом из той же толщи и частично из более высоких горизонтов.

Химические свойства минеральных вод названных структур изучены в различной степени; однако имеющиеся данные позволяют со значительной уверенностью считать, что, несмотря на разнообразие условий выхода, физических свойств, концентрации, присутствия или отсутствия отдельных элементов, наличия газов и т. п., все минеральные воды Прикаспийского нефтеносного района являются «нефтяными водами» и принадлежат к двум основными группам. Первая из них объединяет различные хлор-кальциевые воды, к которым относится большая часть минеральных вод, доступных изучению. Вторая группа охватывает щелочные воды; к ней принадлежит относительно небольшая часть вод, главным образом воды сопочных «озер» Челекена, Чикишлярского района и воды, вскрытые скважинами Небит-Дага.

Хлор-кальциевые[1] («бессульфатные») воды различных нефтяных месторождений, несмотря на некоторые вариации солевого и газового состава, представляют, по-видимому, одну генетическую группу. Большей частью они характеризуются очень высокой концентрацией солей, достигающей 250 *г/л* (уд. вес 1,10—1,17).

Основным химическим свойством этих вод является преобладание хлоридной (главным образом хлор-натриевой) минерализации при почти полном отсутствии сульфатов и карбонатов, а также преобладание натрия над калием и кальция над магнием. Характерным является также значительное содержание иода и, особенно, брома, часто в количествах, обеспечивающих возможность их промышленной добычи. Во многих водах содержится бор. По данным Н. В. Тагеевой (1934а), в челекенских водах обычно содержатся литий, стронций и барий; присутствие последних, по мнению В. Б. Порфирьева (1933в, стр. 40), указывает на близость еще не остывших магматических масс; с этим, впрочем, трудно согласиться, так как никакие другие более характерные признаки связи с магмой

[1] По классификации В. А. Сулина.

в водах нефтеносных структур Прикаспийской низменности не обнаружены. В водах Челекена, как правило, отсутствуют NH_4^-, NO_2', NO_3'.

Щелочные воды связаны главным образом с грязевыми вулканами; они характеризуются сравнительно небольшой первой щелочностью (7—9%).

Минеральные воды как источников, так и скважин часто газируют. В составе газов, содержащихся в растворе, присутствуют азот и благородные газы группы азота, углеводороды, сероводород. Сернистый и углекислый газы в составе почти всех проанализированных проб отсутствуют.

В происхождении сильно минерализованных вод Прикаспийской низменности, как и в генезисе нефтяных вод вообще, еще много невыясненного. А. И. Косыгин (1935б), В. Б. Порфирьев (1933в) и Г. И. Смолко (1932) склонны признавать эти воды (В. Б. Порфирьев с оговорками) артезианскими, считая, что запасы их пополняются в основном с водосборных площадей Западного Копет-Дага и частично Большого и Малого Балханов, сложенных меловыми и третичными образованиями. По мнению П. И. Калугина, эту точку зрения трудно обосновать с позиций современных представлений о гидрогеологии Западного Копет-Дага, где вообще выпадает очень мало осадков и где основные водосборные площади сложены слабо проницаемыми породами и значительная, если не преобладающая, часть выпадающей атмосферной влаги стекает на равнину. Пласты верхнего мела и палеогена, образующие основные водосборные бассейны Западного Копет-Дага, погружаются в области прикаспийских структур на глубину многих километров; инфильтрующиеся в них водные ресурсы ни при каких условиях не смогут обеспечить довольно большой дебит на ничтожной, по сравнению с общей территорией западного погружения Копет-Дага (которым следует считать Прикаспийский нефтеносный район), площади нефтяных структур Челекена, Боя-Дага и др. Напомним, наконец, что воды, притекающие с Западного Копет-Дага и инфильтрующиеся через мощные толщи богатых карбонатами и сульфатами пород палеогена и верхнего мела, должны обладать высокой концентрацией названных солей, которых, как известно, нефтяные воды почти не содержат. По-видимому, правильнее считать воды мощных песков продуктивной толщи погребенными водами. Высокий напор их обусловлен газовым фактором и давлением тысячеметровых толщ пластичных пород. По химической природе нефтяные воды гораздо ближе к морской воде, чем к водам копетдагских толщ верхнего мела и палеогена.

С выходами источников на Челекене и Боя-Даге связаны отложения очень интересного комплекса минералов, в числе которых встречаются хлориды щелочных и щелочноземельных металлов, водные окислы, сернистые соединения и сульфаты железа и многие другие. Щелочные воды сопочных озер отлагают карбонаты кальция.

Среди хлоридов в отложениях вод источников и скважин всегда господствующее положение занимает поваренная соль. По подсчетам В. Н. Вебера (1924а), одна из скважин Челекена ежегодно выносила 192 тыс. *т* поваренной соли.

Бальнеологические свойства минеральных вод Юго-Западной Туркмении еще слабо изучены; высокая радиоактивность, богатство сероводородом некоторых вод и другие химические свойства позволяют рассчитывать, что многие из них обладают ценными лечебными свойствами, и с этой стороны подробные исследования являются первоочередной задачей. Значительные перспективы имеет развитие добычи иода и брома.

из буровых вод. Высокая температура воды может быть использована для обогревания квартир рабочих и служебных помещений нефтяных промыслов, подогрева воды в котельных установках и т. д.

Железистые и другие отложения минеральных источников Челекена и Боя-Дага издавна применяются туркменами в качестве краски («боя»).

Копет-Даг и Малый Балхан

Среди минеральных вод Копет-Дага доминирующее место занимают сероводородные воды, выходы которых имеются в Малом Балхане, Центральном и Восточном Копет-Даге.

В пределах советского Копет-Дага и Малого Балхана зарегистрировано свыше сотни сероводородных источников, которые можно разбить на две большие группы. К первой группе относятся холодные сероводородные источники, связанные с определенными стратиграфическими горизонтами: песчаниками сеномана и гипсоносными глинами палеогена. Источники этой группы, расположенные в основном к югу от Передовой цепи Копет-Дага, имеют всегда незначительный дебит и еще почти не изучены ни в отношении генезиса, ни в отношении химических свойств воды. Практическое значение их ничтожно.

Сероводородные источники второй группы приурочены к крупным тектоническим разрывам, главным образом к надвигам «термальной зоны» вдоль северо-восточного склона Передовой цепи. К этой группе принадлежат такие водообильные источники, как Иджири (25 *л/сек*), Арчман (140 *л/сек*), Коу (80 *л/сек*), Душакские источники (355 *л/сек*). Сюда же должно быть отнесено известное Бахарденское (Дурунское) подземное карстовое озеро.

Воды всех этих источников имеют более или менее постоянную температуру от 21,5 (Душакские источники) до 37° (Бахарденское подземное «озеро»). Общая минерализация почти всех источников этой группы незначительна (1,5—2,7 *г/л*); обычно в составе растворенных солей существенную роль играют как хлориды и сульфаты, так и гидрокарбонаты. Некоторые источники газируют, выделяя газы группы азота и сероводород.

Повышенная сероводородная минерализация (иногда и радиоактивность) вод данной группы делает в некоторых случаях их очень ценными в бальнеологическом отношении. С этой точки зрения заслуженной славой пользуется Арчманский «сернистый» источник, расположенный в основании северо-восточного склона Передовой цепи, близ станции и курорта Арчман (Никшич, 1926а). Вода Арчманского источника содержит 15—16 *мг/л* сероводорода, что в полтора раза превышает содержание сероводорода в воде источников Пятигорска. Большой интерес также представляют Бахарденское подземное озеро, источники Коу, Ходжа (у лепрозория к юго-востоку от ст. Гяурс), Иджири и Душакские сернистые источники. Многие из них использовались прежде в лечебных целях местным населением (в частности, для лечения овец и коз, больных чесоткой).

Кроме сероводородных минеральных вод, мы встречаем в Копет-Даге также хлор-кальциевые[1] воды и рассолы. Первые вскрыты разведочными скважинами в области западных отрогов Копет-Дага (Ялминская и Данатинская антиклинали). По своему происхождению и химическим свойствам они, вероятно, идентичны водам прикаспийских нефтеносных

[1] По классификации В. А. Сулина.

структур. Рассолы образуют естественные выходы на поверхность в области распространения палеогеновых глинистых отложений (например, источник к юго-востоку от ст. Искандер). Химизм этих рассолов еще не изучен.

Довольно интенсивная в прошлом гидротермальная деятельность, следы которой мы видим в барито-витеритовых, полиметаллических и киноварных жилах Западного Копет-Дага, в настоящее время в советском Копет-Даге не проявляется выходами высокотемпературных ювенильных источников. Тем не менее в некоторых районах можно ожидать на сравнительно небольшой глубине циркуляции не выходящих на поверхность горячих струй, связанных с магматическими очагами. Известным подтверждением такой возможности являются в Центральном Копет-Даге на иранской территории, всего в нескольких километрах от нашей границы, горячие (температура воды около 60°) и сильно газирующие (газы негорючие) источники Розчешме в районе к западу от Кафана.

Гаурдак-Кугитангский район

Комплекс минеральных вод Гаурдак-Кугитангского района имеет много общего с копетдагским. Здесь также преобладают сероводородные воды, примерно такого же характера, что и копетдагские. На Гаурдаке мы встречаем малосульфатные воды нефтяного типа. Значительным распространением пользуются, кроме того, сильно концентрированные рассолы, связанные с мощными залежами каменной и калийных солей. В этом же районе мы встречаем неизвестные в Копет-Даге кислые квасцовые воды зоны выветривания серных месторождений.

Сероводородные источники Гаурдак-Кугитангского района связаны с породами верхнеюрского известняково-гипсового комплекса. Выходы их приурочены иногда к карстовым водотокам (как, например, карстовый источник Шуаркярыз в основании западного склона Гаурдакского хребта и Акбулак в долине Кугитанг-Дарьи к югу от Карлюка) и к тектоническим трещинам (тот же источник Шуаркярыз, источник Аккоз, вытекающий в подошве западного склона Кугитангтау к юго-западу от Карлюка). Последние обычно дают теплую воду, температура которой на 3—4° превышает среднегодовую температуру воздуха в данном районе (16—17°).

Сероводородные воды Гаурдак-Кугитангского района имеют обычно относительно небольшую (2—3 *г/л*) концентрацию растворенных солей, представленных всегда хлоридами, сульфатами и карбонатами. Только сероводородный источник Шуаркярыз, вода которого по небольшой концентрации сульфатов (10—12% солевого состава при обилии хлоридов), присутствию иода и брома и непосредственной связи с выходами нефти должна быть отнесена уже к «нефтяным» водам, имеет минерализацию 37—40 *г/л*. Концентрация сероводорода и газовый состав сероводородных вод Гаурдак-Кугитангского района, к сожалению, остаются неизвестными.

К «нефтяным» должны быть причислены также воды, вскрытые в толще отложений мальма и доггера глубокой структурной скважиной, пробуренной на юго-западном склоне Гаурдакского хребта. Скважиной были вскрыты несколько водоносных слоев, давших приток сильно минерализованной слабо газирующей воды, выносившей иногда густые пленки нефти.

К особой группе принадлежат сильно концентрированные рапные воды (рассолы); они связаны с залежами поваренной и калийных солей, приуроченными к самым верхним горизонтам мальма. Выходя на поверхность в районе многих соляных месторождений, эти воды дают начало соленым ручьям, по берегам которых можно наблюдать местами обильные отложения самосадочной соли (ручьи Ходжа-Киям, Карикан и др.). Воды данного типа содержат в растворе в основном поваренную соль, составляющую от 92 до 98% плотного остатка. Они характеризуются большой первой соленостью (85—98%), незначительной второй соленостью (1,5—10%) и ничтожной второй щелочностью (0,2—1,0%). Отдельные источники имеют воду с повышенным содержанием магния. Некоторые рассолы содержат небольшие количества иода.

Квасцовые воды, встреченные в небольших количествах в зоне сернокислого выветривания серных месторождений (Гаурдак), относятся к V классу Пальмера. Помимо свободной серной кислоты, они содержат большое количество квасцов (до 70% растворенных веществ).

Некоторые сероводородные воды Гаурдак-Кугитангского района (вода ручья Шуаркярыз, источники Аккоз и др.) использовались местным населением для лечения кожных заболеваний у людей и скота; тем не менее бальнеологические свойства этих вод еще не изучены.

Значительное разнообразие минеральных вод мы встречаем и в других районах Туркмении, однако ресурсы их еще менее исследованы. Сероводородные воды известны, например, в районе Большого Балхана, Куба-Дага и др. В некоторых районах Северных Каракумов и низовьев Аму-Дарьи имеются рапные минеральные воды, питающие самосадочные озера. Скважина, заложенная П. В. Шишкиным на дне Сарыкамышской впадины, встретила рассол (плотный остаток 385,4 *г/л*), содержащий магния 32,5 *г/л*.

В рапе многих соленых озер Туркмении, например в озерах Каспийского побережья (Бекдаш, Аллатепе, Шахнефес, Куули), долины Узбоя, района нижнего и среднего течения Аму-Дарьи (Султан-Санджар, Денгизкуль) и др., содержатся в значительных количествах соли магния ($MgCl_2$, $MgSO_4$), которые иногда могут служить объектом промышленной эксплуатации (Данов, 1945).

ГЛАВНЕЙШИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД И ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ

Минеральные воды

На территории Туркменской ССР зафиксировано свыше 130 объектов минеральных вод и соляно-грязевых озер. Несомненно, что более глубокое изучение минеральных вод и озер выявит много новых месторождений, среди которых могут быть открыты еще неизвестные ныне их типы.

Изученность минеральных вод и соляно-грязевых озер Туркмении далеко не полна и недостаточна. За исключением небольшого числа объектов, изученных более или менее подробно (Челекен, Арчманский источник, Бахарденское подземное озеро, озера Султан-Санджар, Моллакара, Копетдагская линия термальных источников и некоторые другие), о преобладающем большинстве минеральных вод и озер имеются лишь краткие сведения или отрывочные, далеко не полноценные данные, содержащиеся в различных монографиях и сборниках, в журнальных и газет-

ных статьях, очерках и заметках или в неопубликованных отчетах. Составленный Б. А. Бедером «Аннотированный указатель литературы и неопубликованных материалов по минеральным водам и озерам Туркменской ССР» (1946ф) насчитывает около 400 названий такого рода работ. Существующее практическое использование минеральных вод и озер Туркмении для промышленных и, особенно, для бальнеологических целей еще незначительно. Из эксплуатируемых месторождений можно назвать: Кара-Богаз-Гол, откуда в зимнее время года производится добыча мирабилита; озера Куули, Бекдаш, Аллатепе, солончак Баба-Ходжа и несколько других соляных озер, где добывается поваренная соль; минеральные воды Челекена, служащие сырьем для промышленной добычи иода и брома. Пока лишь только два месторождения в республике — минеральные воды Арчманского источника и соляное озеро Моллакара — используются в качестве объектов для бальнеологических курортов.

Минеральные иодо-бромные и одновременно борсодержащие воды представлены довольно большой группой месторождений в Западной Туркмении: Челекен, Боя-Даг, Небит-Даг, Чикишлярское, Монжуклы, Сыртланли и др. Эти месторождения, как и бромсодержащие — залив Кара-Богаз-Гол и озера Бекдаш, Аллатепе, Куули, озера на мысе Умчал (или Омчалы, южное побережье Карабогазского залива) и борсодержащие — озера Сарыкамышской котловины, Султан-Санджар, Карягач-Маяк и др., охарактеризованы в очерке «Иод, бром и бораты». Напомним, что минеральные нефтяные, иодо-бромные и борсодержащие воды Западной Туркмении, приуроченные к песчаным горизонтам, заключенным в мощной так называемой красноцветной толще, обладают самоизливом со значительным дебитом, отличаются повышенной температурой (до 75°) и значительной общей минерализацией, близкой или превышающей 100 *г/л*. По типу и характеру минерализации это хлоридно-натриево-кальциевые, иод, бром- и борсодержащие воды. Для химической характеристики приведем формулы Курлова для этих вод по отдельным, наиболее характерным анализам [1].

Челекен

Скв. № 60, Мухихан $J_{0,030}\,Br_{0,412}\,M_{290}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{74}(Ca_{21})}\,t_{66}$

Скв. № 101, Б. Солончак $J_{0,027}\,Br_{0,621}\,M_{295}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{75}(Ca_{20})}\,t_{59}$

Скв. 8, ур. Гектепе $J_{0,021}\,Br_{0,507}\,M_{293}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{74}(Ca_{20})}\,t_{44}$

Скв. Азизбек $J_{0,035}\,Br_{0,461}\,M_{220}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{74}(Ca_{21})}$

Скв. № 6, Дагаджик $J_{0,028}\,Br_{0,487}\,M_{213}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{71}(Ca_{21})}$

Скв. № 4, Чохрак $J_{0,019}\,Br_{0,516}\,H_2\,S_{\text{есть}}\,M_{218}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{71}(Ca_{24})}$

[1] Результаты химических анализов приведены в очерке «Иодо-бромные месторождения» (табл. 79—82, 84).

Боя-Даг

Скв. № 2[1] $M_{188}\frac{Cl_{99}}{Na_{82}(Ca_{16})}$

Скв. № 4[1] $M_{164}\frac{Cl_{100}}{Na_{81}(Ca_{17})}$

Источник № 17 в зап. части $J_{0,030}Br_{0,350}M_{195}\frac{Cl_{100}}{Na_{79}(Ca_{18})}$

Источник № 26 в вост. части $J_{0,035}Br_{0,600}M_{157}\frac{Cl_{100}}{Na_{80}(Ca_{16})}$

Сыртланли

Источник № 1 $J_{есть}Br_{есть}M_{193}\frac{Cl_{100}}{Na_{77}(Ca_{17})}$

Источник № 3 $J_{есть}Br_{есть}M_{228}\frac{Cl_{100}}{Na_{77}(Ca_{19})}$

Источник № 5 $J_{есть}Br_{есть}M_{250}\frac{Cl_{100}}{Na_{76}(Ca_{17})}$

Небит-Даг

Скв. № 58 $J_{0,036}Br_{0,151}M_{96}\frac{Cl_{100}}{Na_{83}(Ca_{13})}$

Источник № 1 $J_{0,013}Br_{есть}M_{180}\frac{Cl_{99}}{Na_{80}(Ca_{16})}$

Источник № 2 $J_{0,025}Br_{есть}M_{322}\frac{Cl_{100}}{Na_{75}(Ca_{21})}$

Источник № 3 $J_{0,032}Br_{есть}M_{145}\frac{Cl_{100}}{Na_{81}(Ca_{15})}$

Монжуклы

Источник восточный[1] $M_{120}\frac{Cl_{99}}{Na_{79}(Ca_{19})}$

Источник южный[1] $M_{73}\frac{Cl_{100}}{Na_{83}(Ca_{13})}$

Чикишляр

Оз. Кипящий Бугор, грифон 5 $J_{0,018}Br_{сл}M_{27}\frac{Cl_{86}(HCO_{12}^{3})}{Na_{94}}$

Кеймир, южное озеро $J_{0,152}Br_{0,680}M_{215}\frac{Cl_{98}}{Na_{99}}$

Кеймир, сев. группа, озеро «а» $J_{0,027}Br_{сл}M_{27}\frac{Cl_{95}}{Na_{96}}$

Кеймир, сев. глубокое оз. № 7 $J_{0,509}Br_{1,677}M_{252}\frac{Cl_{92}}{Na_{94}}$

Порсу, большое центр. озеро $J_{0,204}Br_{0,824}M_{298}\frac{Cl(CO_{7}^{3})}{Na_{100}}$

Кеймир, скв. № 3[1] $M_{165}\frac{Cl_{100}}{Na_{76}(Ca_{15})}$

[1] Определений иода и брома не производилось.

Нефтяные воды Юго-Западной Туркмении, и в первую очередь нефтяные минеральные воды Челекена, помимо их промышленного значения, могут явиться новым видом полезных ископаемых — ценными лечебными водами. Исследования вод нефтяных месторождений Ферганской впадины, Южного Узбекистана и Юго-Западного Таджикистана и проработка гидрогеологических и гидрохимических материалов по другим месторождениям, проведенные Узбекской гидрогеологической экспедицией Министерства геологии (Б. А. Бедер), указывают на тождество или близкую аналогию вод нефтяных месторождений с широко известными крепкими сероводородными водами Сочи—Мацесты [1] (Бедер, 1948, 1949), а следовательно, и на возможность широкого бальнеологического использования нефтяных вод. Термальные сероводородные, иодо-бромные и борсодержащие хлоридно-натриево-кальциевые воды Челекена, расположенные на полуострове, окруженном с трех сторон Каспийским морем, вырисовываются в будущем как один из первоочередных бальнеологических объектов Туркмении в сочетании с морскими купаниями. Не менее интересны в этом аспекте должны быть воды Небит-Дага и Боя-Дага. Вышесказанное особенно важно, если учесть, что Туркмения до самого последнего времени не имеет ни одного курорта на крепких сероводородных водах.

Помимо нефтяных вод, вскрытых буровыми скважинами или в виде естественных источников на площадях выявленных нефтяных месторождений, известно немало сероводородных соленых источников. Эти источники как по степени, так и по характеру минерализации являются близкими аналогами вод нефтяных месторождений. Типичными представителями таких источников являются рассольные сероводородные, иод-, бром- и борсодержащие источники Ялмы и Безымянного Бугра, расположенные в 3—6 *км* на северо-запад от Данатинского хребта и приуроченные к небольшим брахиантиклинальным складкам. Источники выходят в сводовых частях складок из пород неогена (акчагыла и подакчагыльских конгломератов).

Формулы Курлова для вод указанных источников следующие:

Ялма, источник № 4

$$J_{0,033}\,Br_{0,286}\,B^{2}O^{3}_{0,270}\,M_{160}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{82}(Ca_{13})}$$

Ялма, источник № 5

$$J_{0,041}\,Br_{0,246}\,B^{2}O^{3}_{0,233}\,M_{140}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{82}(Ca_{13})}$$

Безымянный Бугор, источник № 1 *

$$H^{2}S_{0,014}\,B^{2}O^{3}_{0,123}M_{230}\,\frac{Cl_{100}}{Na_{77}(Ca_{17})}$$ **

По ряду признаков (наличие углеводородных газов, присутствие иода, сероводорода или даже явных признаков битумов) к группе «нефтяных» вод можно присоединить сероводородные, газирующие источники

[1] Крепкие сульфидные, хлоридно-натриево-кальциевые, иод-, бром- и борсодержащие воды Мацесты рассматривались в 1947 г. А. А. Бедером (1950) как воды, формирование минерализации которых связано с метаморфизующим воздействием нефти. В 1949—1950 гг. в районе Сочи глубоким бурением действительно была обнаружена нефть, что подтверждает указанное суждение.

* Определений иода и брома не производилось.

** Результаты химических анализов этих вод см. в табл. 81.

в районе Гаурдака (анализ газа скв. № 1 Гаурдака: CO_2 — следы; H_2S 7,1%; C_nH_{2n+2} 81,85%; N+редкие газы — 11,05%). В том же районе, у подножья северного склона хребта Кугитангтау, к юго-востоку от кишлака Карлюк, из юрских известняков выходит крупный сероводородный источник Аккоз с температурой воды 24°.

Заслуживают быть отмеченными минеральные, слабо сероводородные, газирующие источники района оз. Султан-Санджар (Дарганатинский район Чарджоуской области): Аучибулак, Унгурбулак и ряд других.

Вода этих источников по характеру минерализации хлоридно-гидрокарбонатно-натриевая, с присутствием в ней иода, брома и бора. Приезжающие на озера употребляют их воду для питья с лечебными целями. (Химические анализы и формулы Курлова этих источников приведены в табл. 144 под № 1, 2 и 3). Существенно упомянуть о мелких нефтяных пятнах, выносящихся на поверхность воды в источнике Аучибулак пузырьками газа, непрерывно поднимающимися из недр (наблюдения Б. А. Бедера в августе 1952 г.). Газ источников, по данным анализа проб 1952 г. (как и ранее отобранных проб А. И. Дзенс-Литовского и А. И. Смолко), состоит преимущественно из метана (до 73—75%) и азота+редких (около 20%).

Богато представлена многочисленная и водообильная группа в основном незначительно минерализованных термальных (преимущественно субтермальных), иногда слабо сероводородных, вероятно слегка радиоактивных, нередко газирующих источников, располагающихся на протяжении 230 *км* вдоль северных предгорий Копет-Дага. Это так называемая Копетдагская линия термальных источников, выделенная И. И. Никшичем (1925) и позднее изученная П. И. Калугиным (1942, 1942ф). Вдоль этой линии имеется свыше сотни выходов термальных вод с температурой от 19 до 35° и суммарным дебитом 7500 *л/сек*. Выходы термальных источников связаны с мощной толщей трещиноватых известняков нижнего мела (баррем), развитых на значительной площади в Копет-Даге. Термальные воды выходят на поверхность в виде естественных источников или выводятся искусственными сооружениями — кяризами (подземными галереями) и буровыми скважинами. Некоторые из них названы в табл. 145.

К этой группе принадлежат наиболее популярные в республике минеральные воды лечебного значения — субтермальные, слабо сероводо-

Таблица 145

Характеристика некоторых источников Копетдагской термальной линии (по И. И. Никшичу)

Название источника	Температура воды в °С	Дебит воды в *л/сек*	Величина общей минерализации в *г/л*
Кяриз Геами	26,5	70,0	Не опр.
Источник Новакала	25	87,5	» »
Кяриз Инджерова	24,5	25,0	» »
Бахарденское оз.	35	—	2,865
Источник Коу	32	148,5	2,188
Источник Пантыш	26	97,0	0,524
Кяриз Елесу	22	51,0	Не опр.
Источник Сунча	25,5	98,5	0,457
Источник Арчманский	28,5	302,0	1,410
Источник Гез	22	124,8	Не опр.

Таблица 144

Результаты химического анализа воды некоторых минеральных источников Туркмении

№ п/п	Место взятия пробы	Дата взятия пробы и автор	Удельный вес	pH	Сухой остаток в г/л	Содержание. Верхняя цифра — г/л, средняя — мг-экв, нижняя — % экв									в г/л							Формула Курлова
						Cl'	SO_4''	HCO_3'	Σ_1	$Na\cdot$	$K\cdot$	$Ca\cdot\cdot$	$Mg\cdot\cdot$	Σ_2	J	Br	B_2O_3	CO_2	$H_2S_{общ.}$	SiO_2	$Fe_2O_3+Al_2O_3$	
1	Султан-Санджар, источник Аучибулак	13/VIII 1952 г. Б. А. Бедер	1,0030	8,0	4,040	1,996 56,29 41,04	0,02720 0,57 0,42	0,732 12,00 8,75	68,86 50,21	1,50630 65,52 47,76	0,0083 0,21 0,15	0,0281 1,40 1,02	0,01440 1,18 0,86	68,31 49,79	0,00021	0,00686	0,02044	0,0044	0,00683	0,028	0,010	$H^2S_{0,007}\ J_{0,0002}\ Br_{0,007}\ B^2O^3_{0,020}\ M_{4,0}\ \frac{Cl_{52}(HCO^3_{18})}{Na_{96}}$
2	Султан-Санджар, источник Агарбулак	14/VIII 1952 г. Б. А. Бедер	1,0040	7,8	5,504	2,986 84,21 44,91	0,0016 0,03 0,02	0,5612 9,20 4,91	93,44 49,84	2,0693 90,01 48,01	0,0096 0,25 0,13	0,046 2,31 1,23	0,018 1,48 0,79	94,05 50,16	0,00042	0,01109	0,02317	0,00440	0,00204	0,028	0,010	$J_{0,0004}Br_{0,011}\ B^2O^3_{0,023}\ M_{5,5}\ \frac{Cl_{90}(HCO^3_{10})}{Na_{96}}$
3	Султан-Санджар, источник Унгурбулак	13/VIII 1952 г. Б. А. Бедер	1,0035	8,0	3,728	1,808 50,99 40,38	0,0272 0,57 0,45	0,732 12,00 9,50	63,56 50,34	1,3881 60,38 47,82	0,0069 0,18 0,14	0,0231 1,15 0,91	0,012 0,99 0,78	62,70 49,66	0,00021	0,00686	0,01772	0,00440	0,00170	0,028	0,010	$H^2S_{0,002}\ J_{0,0002}Br_{0,007}\ B^2O^3_{0,018}\ M_{3,7}\ \frac{Cl_{81}(HCO^3_{19})}{Na_{96}}$
4	Источник Арчман	1925 г. И. И. Никшич			1,410	0,3048 8,60 18,54	0,4118 8,58 18,50	0,366 6,01 12,96	23,19 50,00	0,2636 11,46 24,71	0,0188 0,48 1,04	0,1336 6,68 14,40	0,0556 4,57 9,85	23,19 50,00				Нет		0,0152	0,0024	$H^2S_{0,013}\ M_{1,4}\ \frac{SO^4_{37}Cl_{37}HCO^3_{26}}{Na_{49}Ca_{29}(Mg_{20})}\ t_{28,5}$
5	Источник Арчман	5/X 1923 г. И. И. Никшич			1,2965	0,2662 7,50 13,24	0,3587 7,47 13,19	— 13,35 23,57	28,32 50,00	0,4202 18,26 32,24	0,0151 0,39 0,69	0,1249 6,24 11,02	0,0412 3,43 6,05	28,32 50,00						0,0150	0,0010	$H^2S_{есть}\ M_{1,3}\ \frac{HCO^3\,47\ Cl_{27}SO^4_{26}}{Na_{64}\,(Ca_{22}Mg_{12})}\ t_{28,5}$
6	Бахарденское подземное озеро	13/IX 1923 г. И. И. Никшич			2,865	0,468 13,20 15,64	1,255 26,08 30,89	2,93 3,47	42,21 50,00	2,4895 21,08 24,97	0,0266 68 81	0,3229 16,10 19,07	0,0529 4,35 5,15	42,21 50,00				0,228	—	0,005		$H^2S_{есть}M_{2,9}\ \frac{SO^4_{62}\,Cl_{31}}{Na_{50}Ca_{38}\,(Mg_{10})}\ t_{35}$
7	Источник Коу	15/X1923 г. И. И. Никшич			2,1888	0,2607 7,35 13,18	0,8906 18,51 33,19	2,02 3,63	27,88 50,00	0,3097 13,43 24,09	0,0177 0,45 0,81	0,2336 11,63 20,85	0,0288 2,37 4,25	— 27,88 50,00				0,1840	0,0220	0,0220	0,0032	$H^2S_{есть}M_{2,2}\ \frac{SO^4_{66}Cl_{26}}{Na_{48}\,Ca_{42}\,(Mg_9)}\ t_{32}$
8	Источник Сунча	23/IX 1923 г. И. И. Никшич			0,4573	0,012 0,35 2,70	0,1588 3,31 25,54	2,82 21,76	6,48 50,00	0,0738 3,21 24,77	0,0067 0,17 1,31	0,0505 2,52 19,44	0,0070 0,58 4,48	6,48 50,00				0,140		0,0110	0,0120	$M_{0,5}\ \frac{SO^4_{51}HCO^3_{44}}{Na_{50}\,Ca_{39}\,(Mg_9)}\ t_{25,5}$
9	Источник Пантыш	13/IX 1923 г. И. И. Никшич			0,524	0,0128 0,36 2,70	0,1218 2,54 19,07	3,76 28,23	6,16 50,00	0,0456 1,98 14,87	0,0084 0,21 1,58	0,0650 3,24 24,32	0,0150 1,23 9,23	6,66 50,00				0,2533		0,0150	0,0040	$M_{0,5}\ \frac{HCO^3_{56}\,SO^4_{38}}{Ca_{49}\,Na_{30}\,(Mg_{18})}\ t_{26}$
10	Источник Бахча или Кизыларватский	8/IX 1924 г. И. И. Никшич			0,3912	0,0214 0,61 4,08	0,0945 1,97 13,17	4,90 32,75	7,48 50,00	0,0530 2,32 15,51	0,0080 0,26 1,74	0,0512 2,56 17,11	0,0281 2,34 15,64	7,48 50,00				0,0560		0,0100	0,0030	$M_{0,4}\ \frac{HCO^3_{66}\,SO^4_{26}}{Ca_{34}\,Mg_{31}\,Na_{31}}$
11	Источник Дойрун	8/IX 1930 г. В. П. Соколов			1,422	0,4067 11,469 24,45	0,2209 4,584 9,77	0,4494 7,362 15,70	23,415 49,92	0,4287 18,638 39,74	0,0052 0,133 0,28	0,0679 3,389 7,22	0,0162 1,332 2,84	23,492 50,08					Не обн.	0,026	0,010	$H^2S_{есть}M_{1,4}\ \frac{Cl_{49}\,HCO^3_{31}\,(SO^4_{20})}{Na_{79}\,(Ca_{14})}$
12	Источники Душакские (Ходжачешме) источник № 3	Лето 1930 г. В. В. Александров			2,020	0,1020 2,87 4,58	1,201 25,0 39,97	0,207 3,40 5,45	31,27 50,00	0,107 4,67 7,5		0,374 18,70 29,9	0,096 7,90 12,6	31,27 50,00								$H^2S_{есть}M_{2,0}\ \frac{SO^4_{80}\,(HCO^3_{11})}{Ca_{60}\,Mg_{25}\,(Na_{15})}\ t_{18}$
13	Источники Душакские (Ходжачешме) источник № 6	Лето 1930 г. В. В. Александров			2,270	0,1167 3,29 4,67	1,350 28,75 40,56	0,207 3,40 4,77	35,44 50,00	0,120 5,22 7,37		0,450 22,50 31,74	0,0939 7,72 10,89	35,54 50,00								$H^2S_{есть}\ M_{2,3}\ \frac{SO^4_{81}\,(HCO^3_{10})}{Ca_{63}\,(Mg_{22}\,Na_{15})}\ t_{18}$
14	Источники Душакские (Ходжачешме), ист. № 10 Ходжабаба	Лето 1930 г. В. В. Александров			2,460	0,1276 3,60 4,78	1,465 30,50 40,54	0,214 3,50 4,68	37,60 50,00	0,105 5,01 6,64		0,492 24,6 32,71	0,0972 7,99 10,65	37,60 50,00								$H^2S_{есть}\ M_{2,5}\ \frac{SO^4_{81}\,(Cl_{10}\,HCO^3_9)}{Ca_{65}\,(Mg_{21}\,Na_{13})}\ t_{18}$

родные, газирующие источники Арчман, на которых существует небольшой бальнеологический курорт. Арчманские источники находятся в 8 *км* на юго-восток от ж.-д. станции Арчман и выходят из трещиноватых известняков баррема (Никшич, 1926а). Суммарный дебит воды источников, по И. И. Никшичу, от 240 (декабрь 1925 г.) до 302 *л/сек* (5/X 1923 г.). Дебит газа — свыше 3000 *л/час*. Температура воды 28,5—29°. Вода невысокой минерализации — 1,4 *г/л*, с содержанием сероводорода до 13,5 *мг/л*.

Результаты химического анализа воды и формулы Курлова для этих источников приведены в табл. 144 (№ 4 и 5).

Газ, выделяющийся из воды в виде многочисленных пузырьков различных размеров, почти нацело состоит из азота+редких (около 95%).

К этой же группе источников принадлежит Бахарденское подземное озеро, находящееся в 20 *км* к югу от ж.-д. станции Бахарден, в пещере, выработанной в известняках баррема. Размеры озера 60×22 *м* при максимальной глубине 7,5 *м*. Вода совершенно прозрачная, слегка минерализованная, с заметным запахом сероводорода и температурой 35°. В районе станции Бахарден известно еще несколько слабо термальных источников: Коу, Сунча, Пантыш. В некоторых из них обнаруживаются признаки сероводорода и свободно выделяющихся газов.

Результаты химического анализа и формулы Курлова для воды озера и названных источников приводятся в табл. 144 (№ 6, 7, 8 и 9).

Назовем также Кизыларватский (или Бахча) слабо термальный источник в 4 *км* к югу от ст. Кизыл-Арват (табл. 144, № 10).

Сероводородные источники известны также в районе Малого Балхана (Шорджа, Торонглысу) и Большого Балхана (Джебел-Кукурт, Порсичешме).

На юго-восточном продолжении Копетдагской линии термальных источников, в 20 *км* к юго-западу от ж.-д. станции Душак, известны невысокой минерализации слабо сероводородные источники Душакские, или Ходжачешме (Александров, 1933). Выходы источников связаны с наличием надвига, обусловившего тектонический контакт известняков нижнего мела с глинами палеогена и подпор последними подземных вод, движущихся в породах нижнего мела с юго-запада на северо-восток. Всего насчитывается 13 сероводородных источников с температурой воды 18° и дебитом от едва сочащихся до 120 *л/сек*. Суммарный их дебит около 350 *л/сек*. Результаты химического анализа воды трех наиболее крупных источников приведены в табл. 144 (№ 12, 13 и 14). Источник № 10 (Ходжабаба) пользуется среди местного населения большой популярностью как лечебный и посещается многочисленными больными.

В 45 *км* на юго-восток от Ашхабада, в районе ж.-д. станции Гяурс, на северном склоне хребта Гяурс-Даг, обнаружено несколько групп слабо термальных сероводородных источников, из которых наиболее интересными являются слегка газирующие сероводородные источники Коуленсу и источник Ходжа, выходящие из трещиноватых песчаников мелового возраста. Среди слабо термальных сероводородных родников Копет-Дага группа Коуленсу является наиболее богатой по содержанию сероводорода. Концентрация последнего в воде этих источников достигает 140—180 *мг/л*. Эманационная активность воды равна 4,5—5,5 эман/*л* RaEm. Суммарный дебит воды четырех выходов определяется, по замерам Б. А. Бедера в ноябре 1953 г., в 0,7—0,8 *л/сек* (или около 60 000—70 000 *л/сутки*). Температура воды 21—22°. Вода солоновато-горького вкуса с величиной общей минерализации около 5,6 *г/л*.

Формула Курлова для воды одного из источников Коуленсу приводится ниже (по анализу П. Е. Граждан в 1950 г.):

$$Br_{0,010}\, B^2O^3_{0,015}\, H^2S_{0,256}\, M_{5,6}\, \frac{Cl_{77}(HCO^3_{18})}{Na_{86}}\, t_{20,8}.$$

Сероводородный, слабо термальный источник Ходжа находится в 400—600 *м* на север от источников Коуленсу, вблизи лепрозория. Расход источника более 1 *л/сек* (или около 100 000 *л/сутки*). Температура воды 20°. Содержание сероводорода в воде, по определениям Б. А. Бедера (в ноябре 1953 г.), — 29,3 *мг/л*, по измерениям П. Е. Граждан — до 37 *мг/л*. Эманационная активность воды равна 6,0 эман/*л* RaEm. Вода заметно менее минерализованная, чем в источниках Коуленсу (около 2,9 *г/л*), и используется для водоснабжения лепрозория.

Формула Курлова для воды источника Ходжа (по анализу пробы П. Е. Граждан, 1947 г.) представлена ниже:

$$Br_{0,0002}\, B^2O^3_{0,06}\, H^2S_{0,037}\, M_{2,7}\, \frac{SO^4_{43}Cl_{43}(HCO^3_{14})}{Na_{75}(Ca_{15})}\, t_{20}.$$

Источники Коуленсу и Ходжа свидетельствуют о наличии в меловых отложениях Копет-Дага, наряду со слабо сероводородными водами, также крепких сульфидных вод, могущих иметь, несомненно, большую бальнеологическую ценность.

В заключение рассмотрения этой группы источников приведем справедливое суждение И. И. Никшича (1925): «Как-то мало учитывается другая сторона термальных вод, а именно, их высокие, всеми признанные целебные качества. В этом направлении источники Копетдагской термальной линии требуют специальных исследований». Добавим, что вполне реальна возможность получения с помощью буровых скважин на территории Туркмении термальных вод, как аналогичного арчманскому состава, так и со значительно более высокими температурой, величиной общей минерализации и содержанием сероводорода. Термальные источники Копетдагской линии, кроме исключительно большого хозяйственного, жизненно важного значения для Туркмении, могут приобрести также существенное значение в качестве лечебных вод для оздоровления трудящихся республики, в связи с чем они заслуживают специального бальнеологического изучения.

Лечебные грязи

Территория Туркменской ССР, располагаясь в зоне так называемого соляного пояса, обладает громадным количеством различных соляных озер, начиная от Кара-Богаз-Гола и озер в зоне Каспия и кончая многочисленными материковыми соляными озерами, шорами и солончаками. Многие из озер обладают серьезными запасами поваренной соли, мирабилита и сульфата, магниевых солей и брома (а возможно, и бора), а некоторые из них — и залежами лечебной грязи.

Из соляно-грязевых озер Туркмении должны быть названы: 1) Моллакара, в 5 *км* от ж.-д. станции Джебел; 2) Чикишлярские, в 2 *км* от берега моря и от рыбацкого поселка Чикишляр; 3) оз. Куули, вытянутое на 60—70 *км* вдоль восточного побережья Каспийского моря, между Красноводском и Кара-Богаз-Голом; 4) озера Турангул, Каракуль и

четыре других без названия на правобережье Аму-Дарьи между Чарджоу и кишлаком Наразым; 5) лечебные грязи на отдельных участках побережья Кара-Богаз-Гола; 6) соляные озера с наличием черного ила под солевыми отложениями на о-ве Огурчинском в Каспийском море южнее Челекена; 7) соляно-грязевые озера в 20 *км* к северу от Чарджоу и около ж.-д. станции Фараб на правом берегу Аму-Дарьи против г. Чарджоу; 8) оз. Языкуль в 15 *км* на восток от г. Мары; 9) оз. Шоркяль (оно же Шораулие) в 15—20 *км* на восток от Серахса; 10) озера в бассейне р. Теджен: Еройлан-Дуз и Денглигель; 11) озеро Ходжаканапсе к северо-западу от ж.-д. станции Фараб; 12) рассолы Сарыкамышской впадины.

Все перечисленные выше озера, за исключением, пожалуй, оз. Моллакара, в бальнеологическом аспекте не изучались и еще ждут своего исследования. Поиски и исследования соляных озер Туркмении, несомненно, выявят новые, еще неизвестные грязелечебные озера, могущие быть использованными или как объекты для курортного строительства (в сочетании с минеральными водами или морскими купаниями), или для организации грязелечения во внекурортной обстановке — в лечебницах, медицинских институтах и других учреждениях, куда будет доставляться лечебная грязь из таких озер. Наиболее перспективным объектом по степени исследованности с крупными запасами лечебной грязи хорошего качества к настоящему времени вырисовывается большое соляно-грязевое озеро Султан-Санджар в Дарганатинском районе Чарджоуской области. Это озеро обладает черной лечебной грязью отличного качества. Выявленные и подсчитанные ориентировочные запасы лечебной грязи на участках со средней мощностью не менее 5—10 *см* составляют, по Б. А. Бедеру, около 520 тыс. *т*. Ниже, в табл. 146 приводятся результаты механического анализа грязи Султан-Санджара, по пробам, отобранным Б. А. Бедером в 1952 г.

Грязь исключительно мягкая, сметанообразной консистенции. Результаты химического анализа рапы озера приведены

Таблица 146

Результаты механического анализа лечебной грязи соляного озера Султан-Санджар

Место взятия пробы	Фракции в *мм*								
	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	Меньше 0,001	Сумма
Против источника Унгурбулак	—	—	0,4	3,7	40,0	45,0	7,4	2,5	99,0
Средняя часть озера близ западного берега	0,5	0,1	3,8	13,1	50,4	25,0	3,4	3,6	99,9
В 1 *км* на север от южного берега	0,1	0,1	2,7	10,4	53,9	23,3	5,8	3,4	99,7

в табл. 147 (№ 1, 2, 3). Это хлоридно-натриевый рассол с несколько повышенным содержанием сульфатов и высоким содержанием брома и бора.

Озеро усиленно используется в летние месяцы населением окрестных областей и районов в качестве лечебного, куда приезжают ежедневно сотни больных для принятия солевых, рапных или грязевых ванн. Лечебная грязь оз. Султан-Санджар может быть в первую очередь широко и успешно использована во внекурортной обстановке, в лечебных стационарных учреждениях Чарджоуской и Ташаузской областей Туркменской ССР, Хорезмской области Узбекской ССР и Каракалпакской АССР.

Использование лечебных грязей Султан-Санджар может осуществляться наряду с использованием лечебных грязей соляных озер района низовьев Аму-Дарьи: Кара-Умбет, Капарас и др. (выявленных и исследованных Узбекской гидрогеологической экспедицией в 1951—1952 гг.).

Озеро Капарас, расположенное вблизи вновь построенной железной дороги Чарджоу—Ходжейли, находится около Тюя-Муюна, невдалеке от кишлака Капарас, к северу от оз. Султан-Санджар. Это озеро, более 1—1,5 *км* в диаметре, обладает значительными запасами солей, и на отдельных участках была обнаружена черная, тонкая, мягкая лечебная грязь хорошего качества. Рапа озера представляет собой рассол хлоридно-натриевого состава с повышенным содержанием брома и бора. Результаты химического анализа рапы оз. Капарас помещены в табл. 147 (№ 4 и 5).

Заслуживает быть упомянутым соляное озеро Кокчага в Калининском районе Ташаузской области, близ кишлака Кокчага. Размеры озера 0,5—0,15 *км*. Озеро пользуется большой популярностью среди населения окрестных районов как раполечебное, куда приезжают многочисленные больные для принятия курса лечения. По характеру минерализации рапа озера является рассолом хлоридно-магниево-натриевого состава, содержащим бром и бор. Результаты химического анализа рапы приведены в табл. 147 (№ 6 и 7). Исключительно высокое содержание в составе рапы хлористого магния придает озеру промышленный интерес. Лечебная грязь в озере хотя и имеется, но ресурсы ее ограничены.

Аналогичные магниевые озера известны на правом берегу Аму-Дарьи — оз. Ходжаканапсе, к северо-западу от станции Фараб. К этому же типу относятся соленые озера Сарыкамышской впадины (Данов, 1945; см. результаты химических анализов в табл. 147, № 9 и 10).

Озеро Моллакара более 25 лет используется как грязелечебное и раполечебное, и в районе озера создан курорт (Голубкова, 1927; Молчанов, 1926; Петросянц, 1926, 1927). Однако из-за нерациональной эксплуатации запасов лечебной грязи последние практически иссякли и грязелечебное озеро Моллакара превратилось в основном в раполечебное. Необходимо осуществление мероприятий по восстановлению запасов грязи.

На юго-западной границе Туркмении на восточном побережье Каспийского моря, близ кишлака Чикишляр, в так называемом Чикишлярском лимане известны издавна большие запасы хорошей лечебной грязи, успешно используемой местным населением в лечебных целях (Европин, 1894; Макшеев, 1915). Аналогичные залежи грязи, на базе которых намечалось строительство грязелечебницы, имеются на побережье залива Кара-Богаз-Гол. Отрывочные сведения о наличии черной лечебной грязи отмечаются для соляных озер Языкуль, в 15 *км* на восток от г. Мары (Минкевич, 1894, 1899). Упоминается также озеро Соленое — в 5 *км* на юг

Результаты химического анализа рапы некоторых соляных озер Туркмении

№ п/п	Место взятия пробы	Дата взятия пробы и автор	Удельный вес	pH	Сухой остаток в г/л	Содержание. Верхняя цифра — г/л, средняя — мг-экв, нижняя — % экв												в г/л					Формула Курлова
						Cl'	SO_4''	HCO_3'	Σ_1	Na'	K'	Ca''	Mg''	Σ_2	J	Br	B_2O_3	CO_2	$H_2S_{общ.}$	SiO_2	$Fe_2O_3+Al_2O_3$	
1	Султан-Санджар, рапа в южной части озера	12/VIII 1952 г. Б. А. Бедер	1,2215	7,6	342,160	181,200 5 109,84 45,11	26,6258 553,82 4,89	0,390 6,40 0,06	— 5 670,06 50,06	128,18720 5 576,14 49,23	1,66740 42,69 0,38	0,1125 5,61 0,05	0,88880 81,96 0,28	— 5 656.40 49,94	0,00126	2,92670	0,78370	0,0044	Нет	0,030	0,010	$Br_{2,927}B^2O^3{}_{0,784}M_{342,2}\frac{Cl_{90}(SO^4{}_{10})}{Na_{98}}$
2	Султан-Санджар, рапа в северной части озера	14/VIII 1952 г. Б. А. Бедер	1,2420	8,0	369,760	172,400 4 861,68 40,79	53,844 1 119,96 9,40	1,1956 19,60 0,16	— 6 001,24 50,35	133,2534 5 796,52 48,64	2,6182 67,03 0,56	0,0723 3,61 0,03	0,6048 49,71 0,42	— 5 916,87 49,65	0,00272	4,03550	1,93198	Нет	Нет	0,030	0,010	$Br_{4,035}B^2O^3{}_{1,932}M_{369,8}\frac{Cl_{82}(SO^4{}_{19})}{Na_{97}}$
3	Султан-Санджар, рапа в центральной части озера	16/VIII 1952 г. Б. А. Бедер	1,2420	8,0	365,440	173,000 4 878,60 41,34	49,944 1 038,84 8,80	1,171 19,20 0,16	— 5 936,64 50,30	132,0392 5 743,71 48,68	2,5769 65,97 0,56	0,0723 3,61 0,03	0,6144 50,50 0,43	— 5 863,79 49,70	0,00251	4,0487	1,9422	Нет	Нет	0,030	0,010	$Br_{4,049}B^2O^3{}_{1,942}M_{365,4}\frac{Cl_{83}(SO^4{}_{17})}{Na_{97}}$
4	Капарас, рапа озера	17/VIII 1952 г. Б. А. Бедер	1,2240	7,6	337,680	179,498 5 061,84 44,96	28,041 583,25 5,18	0,1952 3,20 0,03	— 5 648,29 50,17	124,6079 5 420,44 48,15	1,8534 47,45 0,42	0,3135 15,64 0,14	1,536 126,26 1,12	— 5 609,79 49,83	0,00063	0,17175	0,12816	0,04400	Нет	0,032	0,010	$Br_{0,172}B^2O^3{}_{0,128}M_{337,77}\frac{Cl_{90}(SO^4{}_{10})}{Na_{96}}$
5	Капарас, рапа озера	17/VIII 1952 г. Б. А. Бедер		7,8	337,040	178,9745 5 047,08 44,90	28,1233 584,96 5,20	0,2684 4,40 0,04	5 636,44 50,14	124,5076 5 416,08 48,18	1,8396 47,09 0,42	0,3216 16,05 0,14	1,5312 125,86 1,12	— 5 605,08 49,86	0,00106	0,17122	0,12816	0,0176	Нет	—	0,010	$Br_{0,171}B^2O^3{}_{0,128}M_{337,0}\frac{Cl_{90}(SO^4{}_{10})}{Na_{96}}$
6	Коччага, рапа озера	8/VII 1952 г. Б. А. Бедер	1,1520	8,0	209,160	114,400 3 226,08 42,22	27,3087 568,02 7,43	1,0248 16,80 0,22	— 3 810,90 49,87	39,591 1 722,21 22,54	1,4607 37,39 0,49	0,584 29,14 0,38	24,840 2 041,85 26,72	— 3 830,59 50,13	0,00314	0,08342	0,08859	Нет	0,01897	0,028	0,010	$Br_{0,083}B^2O^3{}_{0,088}H^2S_{0,019}M_{209,2}\frac{Cl_{84}(SO^4{}_{15})}{Mg_{53}Na_{45}}$
7	Коччага, рапа озера	8/VII 1952 г. Б. А. Бедер	1,1510	7,6	206,640	113,500 3 200,70 42,48	26,9878 561,35 7,45	0,8784 14,40 0,19	— 3 776,45 50,12	39,15710 1 703,33 22,61	1,30910 33,51 0,44	0,584 29,14 0,39	24,240 1 992,53 26,44	— 3 758,51 49,88	0,00251	0,08263	0,08859	Нет	Нет	0,020	0,010	$Br_{0,083}B^2O^3{}_{0,088}M_{206,6}\frac{Cl_{85}(SO^4{}_{15})}{Mg_{53}Na_{45}}$
8	Соленое озеро Еройлан-Дуз	27/XI 1925 г. П. М. Васильевский	—	—	384,560	169,4111 4 777,90 42,28	41,353 860,97 7,61	0,549 9,00 0,079	— 5 647,87 49,97	93,644 4 072,02 36,03	1,9666 50,29 0,45	0,8293 41,39 0,37	18,1123 1 489,50 13,18	— 5 653,20 50,03						0,004	0,016	$M_{384,5}\frac{Cl_{85}(SO^4{}_{15})}{Na_{72}Mg_{26}}$
9	Оз. Ходжаканапсе, рапа озера	1933 г. И. Канцепольский			399,580	153,270 4 327,62 82,86	101,921 2 119,18 16,09	—	— 6 446,80 48,95	107,498 4 671,66 35,47	2,727 69,69 0,52	— — —	2,413 1 983,07 15,06	— 6 724,42 51,05								$M_{399,6}\frac{Cl_{66}(SO^4{}_{32})}{Na_{71}Mg_{30}}$
10	Рассолы Сарыкамышской впадины	1940 г. П. В. Шишкин	—	—	385,400	104,5982 2 950,0 23,41	159,9399 3 330 26,42	1,360 22,3 0,17	6 302,0 50,00	83,3129 3622,3 28,74		— — —	82,5888 2 680,0 21,26	— 6 302,3 50,00								$M_{385,4}\frac{SO^4{}_{53}Cl_{47}}{Na_{57}Mg_{43}}$

от г. Мары (Львова, 1918), используемое местным населением в лечебных целях. Такие же упоминания имеются о грязевых озерах: Шоркуль около ст. Керкичи (Глазнек, 1930), около ст. Фараб, против Чарджоу (Молчанов, 1929а; Александров В. А., 1930), около г. Чарджоу, в 20 *км* от него (Глазнек, 1930; Молчанов, 1929), о грязях оз. Куули (Макшеев, 1915а) и т. д. Небезынтересно соляное озеро Еройлан-Дуз (Васильевский, 1930) в отношении возможности нахождения грязи (табл. 147, № 8).

Глава седьмая

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

До 1948 г. изученность территории Туркмении в инженерно-геологическом отношении оставалась еще очень слабой. Инженерно-геологические исследования производились прежде в очень небольшом объеме, притом только под отдельные, обычно небольшие строительные площадки.

Материалы по инженерной геологии были частично систематизированы в очерках к сводным гидрогеологическим картам Туркменской ССР (Котельников, 1946ф; Неронова, 1945ф; Чистозвонова, 1944ф; Шишкин, 1945ф).

В 1948—1952 гг. были произведены гидрогеологические и инженерно-геологические исследования на значительной части территории Туркмении. Материалы этих исследований (Гиринский, Дубровкин, Калугин, Кунин, Луппов и др., 1952ф; Дубровкин, Матвеев, Рыбаков, 1948ф; Дубровкин, Матвеев, Рыбаков, 1949ф) положены в основу при составлении настоящей главы.

ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

На территории Туркмении происходят, главным образом, следующие физико-геологические процессы: формирование подвижных песков, деятельность рек и силевых потоков, суффозионно-карстовые, карстовые и оползневые процессы, образование такыров и солончаков и сейсмические явления.

1. Формирование подвижных песков

Большая сухость климата и скудный растительный покров в сочетании с рыхлым сложением четвертичных пород, развитых почти по всей территории, создают благоприятные условия для деятельности ветра и формирования подвижных песков на значительных площадях.

Подвижные пески развиты в Каракумах, в полосе левобережья р. Аму-Дарьи (Приамударьинская барханная зона), вдоль р. Мургаба к северу от ст. Санды-Качи и ст. Тахта-Базар, к северо-востоку от Давлетабада на правобережье р. Теджена, западнее г. Небит-Дага, вдоль Узбоя, на Прикаспийской равнине вдоль побережья Каспийского моря. В виде сравнительно небольших массивов подвижные пески встречаются также в дельтах рр. Аму-Дарьи, Мургаба и Теджена, на Прикопетдагской предгорной равнине и других местах.

Подвижные пески создают угрозу заноса ими земель, предназначенных для посевов (например, в дельте Мургаба), участку железнодорожной линии Мары — Чарджоу и в районе ст. Перевал, каптажным сооружениям Красноводского водопровода, нефтепромыслам района Небит-Дага и др.

Подвижные пески формируются, главным образом, за счет полузакрепленных песков в результате уничтожения растительности, оголения и разрыхления почвы в местах выпаса скота, нарушения естественных условий песчаных массивов при устройстве в них выемок и других сооружений.

Борьба с подвижными песками успешно производится путем закрепления их травянистой и древесной растительностью (Бассага-Керкинский канал), установки щитов со стороны господствующего в данном сезоне ветра (Дубянский, 1929) и забивки в песок кольев в шахматном порядке с закладкой между ними дерна (ж.-д. линия между станциями Чарджоу и Репетек), при помощи заборов-обтекателей в районе Небит-Дага (Знаменский, 1950) и другими методами.

2. Деятельность рек

Реки Аму-Дарья, Мургаб и Теджен протекают в рыхлых отложениях и производят большую разрушительную работу. Аму-Дарья характеризуется чрезвычайной изменчивостью очертания и глубины русла и многочисленными островами и отмелями, которые то образуются, то разрушаются. От извилистых берегов реки отваливаются крупные глыбы, особенно на участках с наиболее быстрым течением. В районе Турткуль размывающая деятельность Аму-Дарьи приводит к разрушению участков берега на значительном протяжении. Продукты обвала образуют основную массу отлагаемых рекой наносов. Общее количество приносимого и отлагаемого Аму-Дарьей материала в течение года более 250 млн. $м^3$. Прилегающие к реке участки левого берега изобилуют сухими руслами и старицами, отделенными от нее плотинами из речных осадков.

Вдоль Мургаба, после подъема уровня воды в реке, происходят обвалы берегов, особенно интенсивные на участке между ст. Сары-Язы и г. Иолотанью. Падающие в реку земляные массы распадаются в воде и значительно увеличивают содержание в ней взвешенных частиц, способствуя этим быстрому заилению существующих водохранилищ.

Резкие подъемы воды на Мургабе связаны не только с атмосферными осадками, но в еще большей степени с периодическими выпусками воды из водохранилищ. В 1949 г. разлив Мургаба привел к сильному повреждению ст. Тахта-Базар.

Река Теджен в периоды паводков сильно подмывает берега. В особенно дождливые годы происходят наводнения, размеры которых иногда бывают катастрофическими, что связано с небольшой глубиной прирусловой части долины и плоским рельефом окружающей ее местности. В 1939 г. при разливе реки был почти полностью разрушен г. Теджен и в нескольких местах размыто ж.-д. полотно.

Меры борьбы с размывом берегов рек на участках расположения гидротехнических сооружений заключаются в планировке и бетонировании склонов или днищ долин или в покрытии их каменной одеждой. На каналах производятся планировка и облесение откосов и бетонирование их вблизи сооружений.

Для борьбы с наводнениями применяются дамбы обвалования, которыми окаймляют защищаемые объекты.

3. Деятельность силевых потоков

Из гор Копет-Дага и Большого и Малого Балханов на прилегающие равнины после ливней вытекают силевые потоки. Особенно много силевых русел наблюдается на участках Прикопетдагской равнины между Ашхабадом и Арчманом и между Кизыл-Арватом и Казанджиком.

Сили причиняют повреждения Ашхабадской ж. д. Они размывают и затопляют земляное полотно и станционные пути и причиняют повреждения искусственным сооружениям с малыми живыми сечениями выпускных отверстий. Для ликвидации последствий деятельности силей железная дорога производит очистку и мощение камнем искусственных сооружений, очистку канав и закладку кулей с землей на размываемых участках.

4. Суффозионно-карстовые явления

В долинах и дельтах Аму-Дарьи, Мургаба и Теджена, в Обручевской степи, в долине Узбоя, на Прикопетдагской предгорной равнине и в других местах встречаются небольшие воронки (сечением и глубиной около 0,5—1,5 *м*) суффозионно-карстового происхождения. Образование их происходит следующим образом. Атмосферные осадки или поливные и сбросовые воды, проникая через трещины и норы землероев в почву, ищут себе выход в склоне долины или в ближайшем понижении. По пути своего движения они увлекают разжиженный пылеватый супесчаный или суглинистый материал, вызывая образование подземных пустот. С течением времени эти пустоты развиваются до значительных размеров и над ними происходит оседание кровли. В результате на поверхности земли образуются указанные воронки. Последние иногда соединяются друг с другом подземными ходами и дают начало овражкам.

Суффозионно-карстовые явления иногда приводят к порче земель, предназначенных для сельскохозяйственного освоения, например в дельте Аму-Дарьи.

Мерами борьбы с суффозионно-карстовыми явлениями могут служить планировка поверхности земли и регулирование поверхностного водоотвода.

5. Карстовые явления

Карстовые явления в Туркмении распространены ограниченно. Наблюдаются они в Сарыкамышской котловине, по окраине юго-восточного чинка Устюрта, прилегающего к Сарыкамышу, в Верхнеузбойском коридоре, в частности в Куртышской излучине Узбоя и в долине Кугитанг-Дарьи.

В Сарыкамыше крупные карстовые провалы приурочены к озерным мергелисто-глинистым отложениям; по окраине Устюрта и в Верхнеузбойском коридоре карстовыми явлениями затронуты известняки сармата и, возможно, огипсованные мергелистые глины конкского горизонта; в районе Кугитангтау карст приурочен к гипсовым породам и известнякам верхней юры.

Показатели физико-технических свойств несвязных пород (преобладающие значения)

№ п/п	Геолого-генетический комплекс отложений	Литологические разности пород	Содержание гранулометрических фракций по весу в %			Естественная влажность в зоне аэрации в %	Удельный вес	Объемный вес			Коэффициент пористости			Уплотняемость	Коэффициент плотности	Легко растворимые в воде соли в % к сухой навеске	Угол естественного откоса в град.		Угол внутреннего трения		Коэффициент фильтрации K_{10}		Водоотдача в %	Допускаемые нагрузки в кг/см²	
			больше 0,05 мм	0,05—0,005 мм	меньше 0,005 мм			при естественной структуре	в предельно плотном сложении	в предельно рыхлом сложении	при естественной структуре	в предельно плотном сложении	в предельно рыхлом сложении				при естественной влажности	в воде	при естественной влажности	в воде	породы зоны аэрации	водоносные породы		при естественной влажности	в воде
1	Золотые отложения	Песок очень мелкозернистый . . .	92—100	0,0—5,0	0,0—3,0	0,5—2,0	2,67—2,73	1,49—1,66	1,58—1,84	1,31—1,59	0,63—0,82	0,54—0,70	0,79—0,94	0,5—0,7	0,4—0,6	<0,5	31—33	**27—28**	30—**31°**	26—30°	1,5—4,5	—	12—14	3,0	2,0
2	Пролювиальные отложения Прикопетдагской предгорной равнины	Пески тонкозернистые и очень мелкозернистые	86—94	6—17	2,0—3,0	1,0—4,0	2,69—2,73	1,50—1,55	1,55—1,69	1,28—1,34	0,75—0,81	0,60—0,75	1,00—1,12	0,50—0,60	0,6—0,7	До 0,5—1,033	33—36	28—31	30—35°	Около 20—25°	Около 1,0—2,0	—	—	—	—
		Супесь легкая	69—78	17—22	2,0—4,0		2,70—2,73	1,49—1,54	1,56—1,65	1,22—1,30	0,76—0,82	0,65—0,75	1,09—1,23	0,63—	0,79						0,1—0,5	—	—	—	—
3	Аллювиальные отложения Узбоя	Пески преимущественно мелкозернистые, реже тонкозернистые . . .	68—71	19—22	10,0	—	2,67—2,70	1,48—1,65			0,63	—	—	0,5		0,5—1,1	—	—	—	—	1,0—2,5	5—15			
		Супесь легкая	46—61	50—54	4—5	—	2,68—2,74	—	—	—	0,81			1,02		до 2,4					0,5	1—2	—	2,0	1,5
4	Аллювиальные отложения р. Аму-Дарьи	Пески преимущественно тонкозернистые, реже мелко- и средне-зернистые	90—100	0,0—7,0	0,0—3,0	1,0—5,0	2,66—2,68	1,44—1,52	1,65—1,75	1,35—1,45	0,75—0,85	—	—	—	—	0,1—0,6	32—35	26—28	29°30′	—	—	12—29	—	2,0	1,5
		Супесь легкая	71—80	7,0—24,0	3,0—5,7		2,67—2,70	—	1,50—1,65	1,27—1,35	—	—	—	—	—	2,0—0,7	36	32	31°30′ —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
5	Аллювиальные отложения староречий Дарьялыка, Даудана и др.	Песок очень мелкозернистый . . .	93—97	2—5	1—2	0,5—3,0, редко до 7,7			1,62—1,70	1,30—1,40	—	0,55—0,70	0,90—1,00	0,5—0,7	0,6	—					3—5				1,5
		Песок тонкозернистый	80—97	2—18	1—2		2,69—2,73	—	1,62—1,70	1,20—1,30	—	0,55—0,65	1,20—1,30	0,9—1,2	0,97	—	32—33	24—28	—	—	2—3	10—26			2,0
		Легкая супесь	26—49	33—60	5—9				1,61—1,68	1,10—1,21	—	0,63—0,81	1,26—1,45	0,8—1,0	—						1—2				—
6	Озерные образования Сарыкамышского бассейна	Песок очень мелкозернистый . . .	95—100	3,0—0,0	2,0—0,0	0,5—3,0	2,70	1,56—1,68	1,66—1,81	1,17—1,38	0,61—0,73	—	—	0,6—0,8	—	—	—	—	29°10′ 33°50′	29° 30°30′	1,8—2,9	—	—	3,0	2,0
7	Аллювиально-дельтовые отложения р. Аму-Дарьи	Песок очень мелкозернистый . .	85—97	3—10	1—3	1—3, редко до 5—8	От 2,63 до 2,79, сред. 2,71	1,42—1,60	1,64—1,70	1,30—1,37	0,69—0,91	0,55—0,67	0,87—1,15	0,67—0,80	0,5—0,7	—					3—5	9—16	—		
		Песок тонкозернистый	70—90	8—25	2—4			1,46—1,60	1,50—1,68	1,15—1,32	0,69—0,86	0,60—0,77	1,10—1,44	0,70—1,0	0,6—0,8	—	32—33	24—28	—	—	1,0—2,5			2,0	1,5
		Супесь легкая	40—70	25—53	2,8—5,5			1,36—1,55	1,55—1,65	1,10—1,27	0,75—0,99	0,60—0,70	1,30—1,60	0,9 — 1,26	0,4—0,6	До 2,0					0,5—1,5				
8	Аллювиально-дельтовые отложения р. Мургаба	Пески тонкозернистые и очень мелкозернистые	82—94	5—17	0,0—1,2	2,5	2,67—2,72	1,53—1,66	1,60—1,65	1,30—1,38	—	—	—	0,5—0,8	0,5	—	32—34	26—28	25°12′	—	2,0	2,0—5,0	13—14	2,0	1,5
		Супесь легкая	79—90	6—17	4,0—5,5		2,61—2,74	1,46—1,60	1,56—1,61	1,12—1,30	—	—	—	0,5—1,0	0,40—0,56	0,5—1,0	33—34	28—30	31°30′	29°	0,5—1,0	0,5—1,0	6—11		
9	Аллювиально-дельтовые отложения р. Теджена	Пески тонкозернистые и очень мелкозернистые	78—95	4—17	0—3	2—5	2,67—2,70	1,38—1,58	1,53—1,65	1,36—1,46				0,28—0,32	0,36	0,25—	32—36	28—30	31°	25°30′	0,8—2,0	4—6			
		Супесь легкая	76—87	9—21	2—4			1,36—1,56	1,52—1,58	1,28—1,36				0,44	0,60	1,0	34—40	28—34	25°30′— 33°	17°30′— 23°20′	0,3—1,0	0,5—2	13—14	2,0	1,5
10	Древнеаллювиальные отложения (каракумская толща)	Песок преимущественно очень мелкозернистый, редко тонкозернистый	91—100	5,0—0,0	4,0—0,0	1—3	2,69—2,74	1,47—1,63	1,63—1,84	1,23—1,55	0,65—0,80	0,54—0,62	0,8—1,0	0,5—0,96	0,40—0,50	До 1,0	—	—	30°30′ 33°31′	27— 30°30′	2—3	7—13	12—14		

6. Оползни, обвалы, осыпи

Оползневые явления наблюдаются на северном склоне впадины Ахчакая, в юго-восточных чинках Устюрта, в обрывах Капланкыра, на южном склоне плато Челюнгкыр, обращенном к Узбою, вдоль чинка Красноводского плато, в западной части Копет-Дага и др. Почти всюду ложем оползней служат палеогеновые глины. Оползают покрывающие их породы, в большинстве случаев представленные миоценовыми отложениями, а на Красноводском плато также отложениями акчагыла. Местами оползни образуют два и больше яруса. Особенное развитие имеют оползни в обрывах Челюнгкыра, где длина отдельных оползневых блоков достигает 100—200 *м* и более, ширина по склону до 50 *м;* у подножья обрыва образовался крупный оползневый шлейф.

В горных областях (Копет-Даг, Б. и М. Балханы) нередко наблюдаются смещения по крутым склонам грубообломочного материала в виде обвалов и осыпей. Размеры отдельных накоплений достигают десятков куб. метров, отдельные глыбы имеют до 1—2 *м* в поперечнике.

7. Образование такыров и солончаков

Наиболее крупные такыры и затакыренные участки развиты в дельте Теджена и в северной части Прикопетдагской предгорной равнины, вдоль границы ее с песками Низменных Каракумов, в которые они врезаются в виде заливов. Значительные площади заняты такырами также в западной части дельты Аму-Дарьи. Довольно часты такыры в дельте Мургаба, Обручевской степи и других районах, в частности среди песчаных бугров и гряд Низменных и Заунгузских Каракумов.

Такыры и затакыренные участки образуются на ровной плоской поверхности, иногда с очень слабым уклоном, на которой обнажаются суглинистые или глинистые породы. На такырах в течение продолжительного времени задерживаются воды временных водотоков и атмосферные осадки. Воды эти расходуются на испарение и инфильтрацию в окружающие пески.

Глубина залегания грунтовых вод на такырах больше высоты капиллярного поднятия воды в породах. При меньшей глубине залегания грунтовых вод вместо такыров могут образоваться солончаки.

В дождливое время поверхность такыров и затакыренных участков становится липкой, вязкой и почти непроезжей. Но высохнув, она сразу же становится гладкой, крепкой, как асфальт, и пригодной для быстрого передвижения любого вида транспорта.

Солончаки, по сравнению с такырами, на территории Туркмении распространены более ограниченно.

Солончаки развиты в пониженных местах крупных впадин (Сарыкамышской, Карашор и др.), в Келифском Узбое, Унгузе и Узбое и особенно в Прикаспийской низменности (солончак Келькор и др.), а также на орошаемой части дельт Аму-Дарьи, Мургаба и Теджена, в периферической части дельт Мургаба и Теджена и в ряде пунктов северной окраины Прикопетдагской предгорной равнины.

Образование солончаков связано с капиллярным поднятием на поверхность и испарением высокоминерализованных грунтовых вод, с выклиниванием последних в бессточные понижения и со сбросом избыточных поливных вод, богатых солями.

8. Сейсмические явления

Вся территория Туркмении является сейсмичной. Самые сильные сейсмические явления приходятся на юго-западную часть республики. Весь Копет-Даг и прилежащая к нему часть предгорной равнины, включая полосу железной дороги от Красноводска до Душака, относятся к 9-балльной зоне. Последняя окаймляется 8- и 7-балльными зонами. Прикаспийская низменность южнее Челекена относится к 6-балльной зоне, северная часть Туркмении и большая часть восточной — к 5- или 4-балльной (Горшков, 1949).

При возведении сооружений на территории Туркмении должны проводиться антисейсмические мероприятия в соответствии с указанными размерами балльности и характером сооружений.

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОД

I. Четвертичные отложения

На территории Туркмении в состав четвертичных отложений, имеющих существенное значение в инженерно-геологическом отношении, входят в основном следующие геолого-генетические комплексы:

1) эоловые отложения;
2) пролювиальные отложения предгорных равнин;
3) современные аллювиальные отложения Аму-Дарьи, Мургаба и Теджена;
4) аллювиальные отложения староречий (Дарьялыка, Даудана и др.);
5) озерные отложения Сарыкамышского бассейна;
6) аллювиально-дельтовые отложения Кунядарьинской дельты Аму-Дарьи;
7) аллювиальные и аллювиально-озерные отложения Узбоя;
8) аллювиально-дельтовые отложения Мургаба;
9) алювиально-дельтовые отложения Теджена;
10) древнеаллювиальные отложения (каракумская толща).

1. ЭОЛОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Эоловые отложения, независимо от материнских пород, за счет которых они образовались, по гранулометрическому составу весьма однообразны. В основном это очень мелкозернистые, хорошо отсортированные пески с содержанием фракции 0,25—0,1 *мм* около 80—95%, редко меньше. Из других песчаных фракций в них присутствуют фракции 0,1—0,05, 05—0,25 *мм* и более крупные, сумма которых обычно не превышает 0,5%. Глинистые и пылеватые фракции содержатся в очень небольшом количестве (менее 5—8%) и нередко почти полностью отсутствуют. Значительная пылеватость песков наблюдается только по окраинам песчаных пустынь.

Пески воздушно-сухие, незасоленные или слабо засоленные, обладают средней уплотняемостью и в естественных условиях находятся преимущественно в среднеплотном состоянии (табл. 148, № 1).

Величины угла естественного откоса и угла внутреннего трения песков довольно близки друг к другу и являются достаточно высокими. Водопроницаемость песков зоны аэрации незначительна. При глубине заложения фундаментов 2,5—3,0 *м* на сухие пески можно допустить нагрузку в 3 *кг/см*^{2} на водонасыщенные пески—в 2 *кг/см*^{2}.

Таблица 149

Показатели физико-технических свойств связных и полусвязных пород (преобладающие значения)

№ п/п	Геолого-генетические комплексы отложений	Литологические разности пород	Содержание гранулометрических фракций по весу в %			Естественная влажность в %	Удельный вес	Объемный вес при естественной структуре	Пористость в %	Пределы пластичности			Легко растворимые в воде соли в % к сухой навеске	Просадочность пород по данным компрессионных испытаний	Сопротивление сдвигу				Допускаемые нагрузки в кг/см²	
															при естественной влажности		в воде			
			больше 0,005 мм	0,05—0,005 мм	меньше 0,005 мм					верхний	нижний	число пластичности			сцепление в кг/см²	угол внутреннего трения	сцепление в кг/см²	угол внутреннего трения	при естественной влажности	в воде
1	Пролювиальные отложения Прикопетдагской предгорной равнины[1]	Глины Суглинки Тяжелые супеси	1—8 4—24 30—34	50—80 47—90 53—66	15—50 6—31 5—8	22—23 7—14 3—13	2,71—2,77 2,66—2,73	1,64—2,0 1,42—1,75 1,41—1,57	34—44 40—45 43—48	30—38 24—36 25	17—21 15—20 18	14—18 6—16 7	1—3 (иногда 9—4)	Чередование просадочных пород с непросадочными	0,25—0,60 0,60	31°—31°40′ 26′30′	0,12—0,30 0,05	20°—20°40′ 27°	2—3	До 1,5
2	Аллювиальные отложения Узбоя	Глины Суглинки	20—29 24—56	64—67 34—51	11—21	—	—	—	—	35 21—25	20 16—20	15 5	До 2—3	Непросадочные	—	—	—	—	1,5	0,5—1,5
3	Аллювиальные отложения р. Аму-Дарьи	Глины Суглинки Тяжелые супеси	0,0—4,0 10—28 50—68	До 61,5 52—73 26—43	До 34,4 11—20 6—7	—	—	—	—	—	—	—	1,15—2,16	Непросадочные	—	—	—	—	1,5—2,0	0,5—1,5
4	Аллювиальные отложения староречий Дарьялыка, Даудана и др.	Глины Суглинки	1—3,5 3—21	41—50 36—82	40—51 16—46	—	—	—	—	34—43 34—40	20—24	14—16 13—16	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Озерные отложения Сарыкамышского бассейна	Глины, реже суглинки	11—38	30—59	22—37	—	—	—	—	33—42	23—30	10—15	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Аллювиально-дельтовые отложения р. Аму-Дарьи	Глины Суглинки	1—10 15—27	55—70 50—70	25—35 10—30	2—10, редко до 29	2,71—2,75	1,74—1,82	38—45	35—45 28—34	20—25 19—21	13—17 9—13	2,0—4,0 1,8—2,2	Непросадочные, редко слабопросадочные	—	—	—	—	1,5—2,0	До 1,5
7	Аллювиально-дельтовые отложения р. Мургаба	Глины Суглинки Тяжелые супеси	6—16 5—32 19—52	50—65 60—80 29—85	30—40 10—26 6—8,5	3—10 редко до 28	2,67—2,70	1,37—1,52 1,40—1,55 1,46—1,60	—	34—45 20—40 20—33	21—30 16—25 0—20	9—20 7—17 0—3	0,5—2,4	Непросадочные Чередование просадочных пород с непросадочными	0,35—0,57 —	10°15′-15°40′ —	—	—	1,5—2,0	0,5—1,5
8	Аллювиально-дельтовые отложения р. Теджена	Глины Суглинки Тяжелые супеси	2—36 52—63 32—49	26—60 16—34 45—56	30—44 14—21 7—9	5—8	2,67—2,69	— — 1,40	— — 47	38—48 28—39 25—28	19—25 15—22 18—22	18—25 6—19 6—7	1,0—2,5 (до 4,35)	Непросадочные Чередование просадочных пород с непросадочными	— 0,0	— 33°	— 0,15	— 23°20′	2,5—3,0	До 1,5
9	Древнеаллювиальные отложения (каракумской толщи)	Глины Суглинки	1—5 5—25	50—70 60—75	25—50 13—20	12—26	2,72—2,76	—	—	33—38 29—34	20—23 20—23	12—16 8—13	Около 1,0	Непросадочные	—	—	—	—	—	—

[1] Лёссовидные отложения Прикопетдагской равнины и в пределах дельт Аму-Дарьи, Мургаба и Теджена здесь не выделяются.

2. ПРОЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПРЕДГОРНЫХ РАВНИН

Пролювиальные отложения более или менее изучены в отношении физико-технических свойств пород только в пределах Прикопетдагской предгорной равнины. В состав их входят галечники, супеси, суглинки, реже пески и глины.

ГАЛЕЧНИКИ

Галечники иногда начинаются с поверхности, но чаще прикрыты супесчано-суглинистыми отложениями. Состоят они из гальки и гравия с примесью супесчаного материала и нередко содержат валуны различного размера.

В толще песчаников на различных глубинах встречаются прослои и линзы песков и супесей.

По данным анализов крупных проб, весом в сотни килограммов, галечники в районе станций Келята — Арчман состоят из валунов в количестве 3—7% (в среднем), гальки 50—60%, гравия 15—25%, песка 10—25%, пылеватых и глинистых частиц 5—8%. Преобладающий размер гальки 50—20 *мм*, гравия 10—5 *мм*.

Валуны, галька и гравий состоят в основном из известняков неокома. Удельный вес галечника равен 2,62—2,69, объемный вес и пористость в условиях естественного залегания соответственно 2,05—2,20 и 16,7—23,8%. На такие галечники можно допускать нагрузки в 6—8 *кг/см²*.

Средние величины коэффициента фильтрации галечников составляют в зоне аэрации 4,00—10,0 *м/сутки*, ниже уровня грунтовых вод — до 16 *м/сутки*.

ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫЕ ПОРОДЫ

Характерными особенностями пролювиальных песчано-глинистых пород является резкая невыдержанность слоев в горизонтальном и вертикальном направлениях, а также пестрота их по литологическому составу. Среди них преобладают суглинки и тяжелые супеси. Они характеризуются буровато-желтым, буроватым, желтовато-серым и палево-серым цветом, высокой пылеватостью, полутвердой, реже пластичной консистенцией, низкими показателями пластичности, значительным содержанием легко растворимых в воде солей и местами малым объемным весом и высокой пористостью (табл. 149, № 1).

Среди пролювиальных отложений нередко встречаются лёссовидные породы, палево-серые, макропористые, карбонатные, с большим содержанием пылеватых частиц (до 80—90%). Залегают они среди нелёссовидных пород в виде крупных линз и гнезд мощностью от 1—2 до 12—16 *м*. Указанные лёссовидные породы при замачивании под нагрузками дают просадку.

По данным испытаний, коэффициенты макропористости для них достигают 0,12—0,19, а относительная просадочность 0,09—0,11. Такие породы, по Ю. М. Абелеву, относятся к макропористым грунтам 1 класса.

Нелёссовидные глины, суглинки и тяжелые супеси в массе своей обладают довольно высокими показателями сопротивления сдвигу. Глины и суглинки являются практически водонепроницаемыми, а тяжелые супеси слабо водопроницаемыми с коэффициентами фильтрации 0,5—0,1 *м/сутки* и меньше.

На супесчано-суглинистые и глинистые породы Прикопетдагской предгорной равнины при глубине заложения фундамента 2,5—3,0 *м* можно допускать следующие нагрузки:

при естественной влажности пород . . . . . 2,0—3,0 *кг/см²*
при насыщении их водой . . . . . до 1,5 „

При этом до возведения сооружений и зданий необходимо оценивать породы в отношении просадочности, и если они окажутся просадочными, то принимать надлежащие меры для обеспечения устойчивости строящегося объекта.

Пролювиальные пески и легкие супеси имеют подчиненное значение. Пески представлены тонкозернистыми и очень мелкозернистыми разностями; первые из них состоят в основном из фракции 0,25—0,1 *мм*, вторые — из фракций 0,25—0,1 и 0,1—0,05 *мм*. Супеси обычно относятся к пылеватым. Пески и легкие супеси большей частью в естественном состоянии обладают средней плотностью, а в нарушенном состоянии относятся к среднеуплотняемым. Водопроницаемость их является слабой, коэффициенты фильтрации не превышают 0,5—2,0 *м/сутки* (табл. 148, № 2).

3. СОВРЕМЕННЫЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ РР. АМУ-ДАРЬИ, МУРГАБА И ТЕДЖЕНА

Современные отложения Аму-Дарьи представлены песками и прикрывающими их супесчано-суглинистыми породами.

Среди песков преобладают тонкозернистые разности. Другие пески — очень мелкозернистые, мелкозернистые и среднезернистые — имеют ограниченное распространение. Суммарное содержание пылеватых и глинистых фракций в песках обычно не превышает 10%. Пески почти не засолоненные, коэффициент пористости их при естественной структуре составляет 0,75—0,85. По значениям углов естественного откоса и внутреннего трения пески являются достаточно устойчивыми (табл. 148, № 4). При заложении фундаментов на глубине 2,5—3,0 *м* на пески можно допустить нагрузку в 2 *кг/см²*.

Супесчано-суглинистые отложения пользуются ограниченным распространением и обладают пестрым гранулометрическим составом и значительным засолонением (табл. 149, № 3). Среди них нередко встречаются лёссовидные суглинки, образующие обрывистые уступы и характеризующиеся столбчатой отдельностью, макропористостью, высокой карбонатностью и просадочностью при замачивании под нагрузками.

Современные аллювиальные отложения Мургаба представлены преимущественно супесчано-суглинистыми породами, подстилаемыми плывунными песками. На глубине около 20—30 *м* местами развиты галечники.

Современные аллювиальные отложения Теджена в верхней части долины представлены валунно-галечниковыми породами, а ниже Давлетабада — песчано-глинистыми породами, которые у Серахса подстилаются галечниками.

Физико-технические свойства пород, входящих в толщу современных аллювиальных отложений Мургаба и Теджена, изучены еще совершенно недостаточно и поэтому здесь не рассматриваются.

4. АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ СТАРОРЕЧИЙ (ДАРЬЯЛЫКА, ДАУДАНА И ДР.)

Отложения староречий Дарьялыка и Даудана состоят преимущественно из хорошо отсортированных песков с редкими прослойками супесей, суглинков и глин.

Связные породы—глины и суглинки—местами содержат много пылеватых частиц и обладают низкими пределами пластичности (табл. 149, № 4). Эти породы ввиду весьма ограниченного распространения существенного интереса в инженерно-геологическом отношении не представляют.

Несвязные породы представлены очень мелкозернистыми и тонкозернистыми песками и редко супесями. Из них преобладающим распространением пользуются очень мелкозернистые пески. Все пески состоят преимущественно из фракций 0,25—0,1 и 0,1—0,05 *мм*, причем в очень мелкозернистых песках значительно преобладает фракция 0,25—0,1 *мм*, а в тонкозернистых фракция 0,1—0,05 *мм*. Содержание в песках частиц крупнее 0,25 *мм* только в отдельных случаях превышает 2—5%. Глинистых частиц в песках обычно не более 1,0—2,0%, а пылеватых в очень мелкозернистых песках 2—5%, редко до 15% в тонкозернистых 8—18%, иногда до 23%. Пески и легкие супеси в зоне аэрации являются сухими, реже слабо влажными с влажностью до 7,7% и обладают высокой уплотненностью. В естественных условиях пески среднеплотные и плотные. Водопроницаемость их в зоне аэрации является невысокой, а в пределах водоносной толщи довольно значительной (табл. 148, № 5). Допускаемая нагрузка на пески в водонасыщенном состоянии при глубине заложения фундамента 2,5—3 *м* может быть принята 1,5—2,0 *кг/см*^{2}.

5. ОЗЕРНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ САРЫКАМЫШСКОГО БАССЕЙНА

Сарыкамышские отложения представлены преимущественно песками с прослойками суглинков и глин.

Суглинисто-глинистые породы имеют очень ограниченное распространение. Характеризуются они невысокой пылеватостью, значительными пределами пластичности (табл. 149, № 5) и в зоне аэрации находятся в тугопластичной и полутвердой консистенциях.

Пески очень мелкозернистые и тонкозернистые, довольно однородны, хорошо отсортированы, обладают значительной уплотняемостью и достаточно высокими показателями сопротивления сдвигу; в естественных условиях находятся в среднеплотном состоянии (табл. 148, № 6). Водопроницаемость песков в зоне аэрации является небольшой. При глубине заложения фундамента 2,5—3,0 *м* на сухие пески можно допустить нагрузку 3 *кг/см*^{2}, на водонасыщенные — 2 *кг/см*^{2}.

6. АЛЛЮВИАЛЬНО-ДЕЛЬТОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ КУНЯДАРЬИНСКОЙ ДЕЛЬТЫ АМУ-ДАРЬИ

Представлены они часто переслаивающимися песками, супесями, суглинками и глинами. Участками эта толща подстилается однообразными песками значительной мощности. Аллювиально-дельтовые отложения Аму-Дарьи характеризуются ниже.

Связные и полусвязные породы — глины, суглинки и тяжелые супеси. Породы содержат много пылеватых частиц (50—75%)

и значительное количество воднорастворимых солей (до 4,43%), карбонатов и гипса (до 20—27%). В естественных условиях они находятся преимущественно в полутвердой и тугопластичной консистенциях. Пределы пластичности их являются невысокими, пористость изменяется от 38,4 до 44,65% (табл. 149, № 6). На рассматриваемые породы при глубине заложения фундамента 2,5—3,0 *м* можно допускать нагрузки: при естественной влажности 1,5—2,0 *кг/см*^{2}, а при замачивании их — до 1,5 *кг/см*^{2}.

Несвязные породы — пески и легкие супеси. Пески представлены очень мелкозернистыми и тонкозернистыми разностями; в первых из них преобладает фракция 0,25—0,1 *мм*, во вторых — фракции 0,25—0,1 и 0,1—0,05 *мм*. В супесях нередко содержится много пылеватых частиц. Пески и супеси в зоне аэрации обычно являются сухими или слабо влажными; в зоне капиллярного насыщения влажность их достигает 23,4%. По коэффициенту плотности пески и супеси в естественных условиях находятся преимущественно в среднеплотном состоянии; уплотняемость их довольно высокая. Угол естественного откоса песков в воздушно-сухом состоянии равен 32—33°, под водой 24—28°. Водопроницаемость водоносных песков является значительной, а песков зоны аэрации и супесей сравнительно небольшой (табл. 148, № 7). При глубине заложения фундамента 2,5—3,0 *м* допускаемые нагрузки на пески и супеси при естественной влажности и водонасыщенном состоянии можно принять соответственно в 2,0 и 1,5 *кг/см*^{2}.

7. Аллювиальные и аллювиально-озерные отложения Узбоя

Аллювиальные отложения Узбоя представлены главным образом песками с прослоями и линзами суглинков и глин, а местами и галечника. В русловой части Узбоя, кроме указанных аллювиальных отложений, на многих участках развиты отложения соли мощностью до 10—12 *м* (в одном случае 21,75 *м*), подстилающие их иловатые песчано-глинистые породы и местами галечники.

Аллювиальные и аллювиально-озерные отложения Узбоя по своим физико-техническим свойствам характеризуются следующим образом.

Связные породы—глины и суглинки. Глины и суглинки залегают в виде прослоев и линз среди песков и пользуются небольшим распространением. Характеризуются они невысоким содержанием глинистых частиц и значительным содержанием пылеватых и песчаных. Породы нередко содержат много воднорастворимых солей и обладают низкими пределами пластичности (табл. 149, № 2). В естественных условиях они находятся преимущественно в полутвердой и тугопластичной консистенциях и легко размываются.

Несвязные породы — галечники, пески и супеси. Галечники залегают среди песков отдельными пятнами и развиты, главным образом, на участке долины Узбоя между оз. Ясхан и Аджикуинской излучиной. Мощность их изменяется от нескольких сантиметров до 2,0 *м*. Состоят они из гальки, гравия и очень мелкозернистого пылеватого песка. Галечники развиты в основном в зоне аэрации, где обладают невысокой водопроницаемостью.

Пески представлены преимущественно очень мелкозернистыми разностями, реже тонкозернистыми и разнозернистыми. В очень мелкозернистых песках преобладает фракция 0,25—0,1 *мм* (53—99%) и содержится довольно много частиц 0,1—0,05 *мм* (до 15—20%); в тонкозернистых песках фракции 0,25—0,1 и 0,1—0,05 *мм* имеют обычно одинаковое значение; в разнозернистых песках при преобладании фракции 0,25—0,1 *мм* существенное значение имеют также фракции 0,5—0,25 и 1,0—0,5 *мм*.

Супеси преимущественно легкие, пылеватые.

Пески и супеси обладают хорошей уплотняемостью. Водопроницаемость водоносных очень мелкозернистых песков является незначительной, а разнозернистых песков или очень мелкозернистых песков с прослоями галечника — довольно высокой. Водопроницаемость песков в зоне аэрации незначительна (табл. 148, № 3).

Залежи солей в Узбое имеются в Чарышлинской и Куртышской излучинах между колодцами Игды и Давали (юго-западнее горы Боленкыр), между колодцами Декча и оз. Топиатан и в солончаке Келькор. Соль в основном поваренная, типа гранатки.

8. АЛЛЮВИАЛЬНО-ДЕЛЬТОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ Р. МУРГАБА

Преобладающими породами дельты Мургаба являются легкие и тяжелые супеси, часто пылеватые. Менее распространены тонкозернистые и очень мелкозернистые пески, суглинки и глины, залегающие среди супесей в виде прослоев и линз. Отложения дельты Мургаба нередко содержат довольно много водорастворимых солей.

Связные и полусвязные породы (глины, суглинки, тяжелые супеси) характеризуются довольно высоким содержанием песчаных фракций (табл. 149, № 7).

Суглинки и тяжелые супеси обладают малыми величинами числа пластичности, большой скоростью размокания и нередко являются макропористыми. Глины по отношению к воде более устойчивы.

На супесчано-глинистые породы при глубине заложения фундамента 2,5—3,0 *м* можно допускать следующие нагрузки: для пород при естественной влажности 1,5—2,0 *кг/см*^{2}, для водонасыщенных пород 0,5—1,5 *кг/см*^{2} (минимальные значения относятся к макропористым грунтам).

До возведения сооружений на макропористых грунтах, которые нередко встречаются в дельте Мургаба, необходимо производство специальных исследований на просадочность с целью принятия необходимых мер для обеспечения устойчивости сооружений.

Несвязные породы — тонкозернистые и очень мелкозернистые пески и легкие супеси—характеризуются резким преобладанием фракции 0,25—0,05 *мм*. Сумма пылеватых и глинистых фракций составляет в них 6—13%. В естественном залегании породы относятся к среднеплотным; уплотняемость их высокая, водопроницаемость незначительная (табл. 148, № 8). Допускаемые нагрузки на пески и легкие супеси при глубине заложения фундамента 2—3 *м* можно принять в условиях их естественной влажности 2 *кг/см*^{2}, в водонасыщенном состоянии 1,5 *кг/см*^{2}. При возведении ответственных сооружений на плывунных песках необходимо применение искусственного основания.

9. АЛЛЮВИАЛЬНО-ДЕЛЬТОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ Р. ТЕДЖЕНА

Преобладающими отложениями правобережья дельты Теджена являются легкие супеси с подчиненными песками и суглинками, а левобережья — тяжелые супеси и суглинки с редкими прослоями песков. Среди указанных отложений в пределах всей дельты на разных глубинах развиты небольшие прослои глин. В краевой части дельты среди супесчаных отложений встречаются галечники мощностью до 10 *м*. Отложения дельты нередко являются засоленными. Содержание в них водорастворимых солей наиболее часто изменяется в пределах от 1,0 до 2,5% и местами достигает 4,35%.

Связные и полусвязные породы — глины, суглинки и тяжелые супеси — характеризуются пестрым гранулометрическим составом, причем среди непылеватых и слабо пылеватых разностей пород встречаются и пылеватые с содержанием пылеватых частиц до 71,72%. Обычно же количество их не превышает 30—60% (табл. 149, № 8).

Нижний предел пластичности пород невысокий (15—25%), что указывает на способность их переходить в пластичное состояние при сравнительно небольших значениях естественной влажности. В естественном состоянии породы находятся в полутвердой консистенции. Суглинки и глины медленно размокают в воде, а тяжелые супеси, особенно пылеватые, — чрезвычайно быстро. Такие супеси имеют макропористую структуру, столбчатую отдельность, содержат значительное количество карбонатов и в обрывах держат почти вертикальные откосы. Это позволяет относить их к лёссовидным. По данным испытаний, коэффициенты макропористости лёссовидных пород достигают 0,14—0,17, а относительная просадочность 0,07—0,09. Такие породы относятся к макропористым грунтам I класса.

На глины, суглинки и непылеватые супеси можно рекомендовать следующие допускаемые нагрузки: при естественной влажности пород 2,5—3 *кг/см*^{2}, а при насыщении их водой — до 1,5 *кг/см*^{2} (при глубине заложения фундамента 2,5—3,0 *м*). Для просадочных пород до возведения сооружений необходимо принятие надлежащих мер для обеспечения их устойчивости.

Несвязные породы — пески и легкие супеси—состоят в основном из песчаных фракций и довольно часто являются слабо пылеватыми. Среди песчаных фракций резко преобладают фракции 0,25—0,1 и 0,1—0,05 *мм*, сумма которых обычно достигает 85—95% от общего количества песчаных частиц. Пески относятся к среднеуплотняемым, супеси — к хорошо уплотняемым; те и другие в естественных условиях находятся в среднеплотном состоянии. Пески и супеси в зоне аэрации сухие, реже слабо влажные. По величинам угла естественного откоса и угла внутреннего трения пески и супеси являются достаточно устойчивыми. Водопроницаемость их невысокая (табл. 148, № 9). На пески и супеси можно допустить нагрузки при естественной влажности 2,0 *кг/см*^{2}, в водонасыщенном состоянии 1,5 *кг/см*^{2} (при глубине заложения фундамента 2,5—3,0 *м*).

Галечники, развитые в краевой части дельты, по своему составу подобны галечникам Прикопетдагской предгорной равнины.

10. ДРЕВНЕАЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (КАРАКУМСКАЯ ТОЛЩА)

Каракумская толща состоит из очень мелкозернистых, реже тонкозернистых песков с прослоями и линзами супесей, суглинков и глин.

Связные и полусвязные породы (глины, суглинки и супеси) характеризуются высокой пылеватостью и чрезвычайно изменчивым содержанием глинистых фракций. Породы содержат воднорастворимые соли в количестве около 1% (по небольшому количеству анализов) и в массе своей имеют низкие пределы пластичности (табл. 149, № 9). По водно-физическим свойствам суглинки и глины каракумской толщи являются мало устойчивыми по отношению к размыву.

Среди песков преобладают очень мелкозернистые, реже встречаются тонкозернистые и в единичных случаях разнозернистые. Пески довольно однообразны и содержат мало пылеватых и глинистых частиц. В очень мелкозернистых песках преобладает фракция 0,25—0,1 *мм*, содержание которой нередко достигает 80%. Тонкозернистые пески состоят в основном из фракций 0,25—0,1 и 0,1—0,05 *мм*.

Пески в зоне аэрации обычно сухие; в интервале глубин до 20 *м* влажность их изменяется от 1 до 8%, наиболее часто не превышает 1—3%. Легкорастворимых солей в песках обычно меньше 1%. Пески обладают хорошей уплотняемостью и в естественных условиях находятся в среднеплотном состоянии. Угол внутреннего трения песков даже в водонасыщенном состоянии является значительным, что указывает на их достаточную устойчивость. Водопроницаемость песков зоны аэрации обычно незначительная, а водоносных песков — довольно высокая (табл. 148, № 10).

II. Некоторые данные о дочетвертичных отложениях

Физико-технические свойства дочетвертичных отложений на территории Туркмении изучены еще очень мало.

1. ОТЛОЖЕНИЯ ЗАУНГУЗКОЙ СВИТЫ

Эти отложения представлены светложелтыми и буроватыми песками и слабо сцементированными песчаниками с редкими прослоями и линзами глин.

Глинистые породы по гранулометрическому составу чрезвычайно неоднородны. В Заунгузских Каракумах на границе с аллювиально-дельтовой равниной Аму-Дарьи содержание в глинистых породах песчаных фракций колеблется от 0,73 до 33,83%, пылеватых — от 25,43 до 56,98%, глинистых — от 8,9 до 74,96%; в периферической части Верхнеузбойского коридора и в районе горы Кугунек они содержат песчаных фракций 0,13—23,14%, пылеватых 45,2—99,3%, глинистых 8,4—51,5%.

Удельный вес глин изменяется в пределах от 2,73 до 2,80. По анализам водных вытяжек, содержание в глинах легко растворимых в воде солей равно 1,29—1,60%. Глины местами значительно загипсованы. Пределы пластичности глин изменяются в границах: нижний от 14 до 26%, верхний от 30 до 51%, число пластичности от 13 до 25%. В естественных условиях зоны аэрации консистенции глин тугопластичные и полутвердые.

Пески заунгузской свиты по гранулометрическому составу характеризуются следующим образом. В Заунгузских Каракумах, вблизи Кунядарьинской дельты Аму-Дарьи, в них содержится песчаных фракций 83,16—95%, пылеватых 0,64—14,38%, глинистых 1,92—5,99%. В Верхнеузбойском коридоре пылеватые и глинистые фракции в песках почти полностью отсутствуют. Из песчаных фракций преобладает фракция 0,25—0,1 *мм* (до 70—95%); существенное значение имеют фракции

0,5—0,25 и 0,1—0,05 *мм*, содержание которых иногда достигает 20—30%; фракция крупнее 0,5 *мм* в большинстве случаев не превышает 5%, но местами достигает 10—13%. Таким образом, пески заунгузской свиты в массе своей относятся преимущественно к очень мелкозернистым и являются неоднородными и плохо отсортированными.

Пески местами загипсованы. Удельный вес их изменяется от 2,67 до 2,70, объемный вес в предельно рыхлом сложении 1,30—1,54, в предельно плотном 1,61—1,85, уплотненность от 0,61 до 0,87. Коэффициенты фильтрации K_{10} водоносных песков равны 5—13 *м/сутки*, а песков зоны аэрации 2—3 *м/сутки*.

Песчаники заунгузской свиты являются слабо сцементированными и при выветривании переходят в пески. По сравнению с последними песчаники характеризуются более слабой водопроницаемостью, особенно в зоне аэрации, где коэффициенты фильтрации K_{10} для них обычно не превышают 0,5 *м/сутки*.

2. ОТЛОЖЕНИЯ САРМАТА

Физико-технические свойства сарматских отложений были изучены только в пределах Верхнеузбойского коридора. Осадки сармата представлены здесь известняками, нередко оолитовыми, мергелями и мергелистыми глинами, местами с прослойками, гнездами и отдельными кристаллами гипса.

Известняки и мергели обладают различной, чаще незначительной трещиноватостью. Наиболее трещиноватыми и кавернозными являются известняки в районах Чарышлинской и Куртышской излучин; в последней Узбой наиболее глубоко врезан в сарматские отложения.

Осадки сармата являются достаточно устойчивыми для возведения на них различного рода сооружений и обладают слабой водопроницаемостью. Коэффициенты фильтрации K_{10} для сарматских пород зоны аэрации обычно не превышают 0,5—1,5 *м/сутки*, для водоносных пород 1—2,5 *м/сутки*. Только в единичных случаях, когда породы сильно трещиноваты, в частности в Куртышской излучине, коэффициенты фильтрации достигают 28 *м/сутки*.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

По геоморфологическим и геологическим условиям на территории Туркмении можно выделить следующие основные инженерно-геологические районы (рис. 98): район I — долины рек; район II — дельты рек; район III — песчаные пустыни; район IV — низкогорья, плато и впадины; район V — предгорные равнины; район VI — горные области.

Район I—долины рек[1]

Сюда входят современные долины рр. Аму-Дарьи, Мургаба и Теджена и древняя долина Узбоя.

В долине Аму-Дарьи развиты пойменная и тугайная террасы. Река протекает среди низких берегов и имеет чрезвычайно извилистое русло. Современные отложения представлены водоносными, нередко плывунными песками; последние на тугайной террасе прикрыты супесчано-сугли-

[1] По геологическим условиям долина и дельта Атрека рассматриваются в районе «Предгорные равнины», а староречья Аму-Дарьи — в районе «Дельты рек».

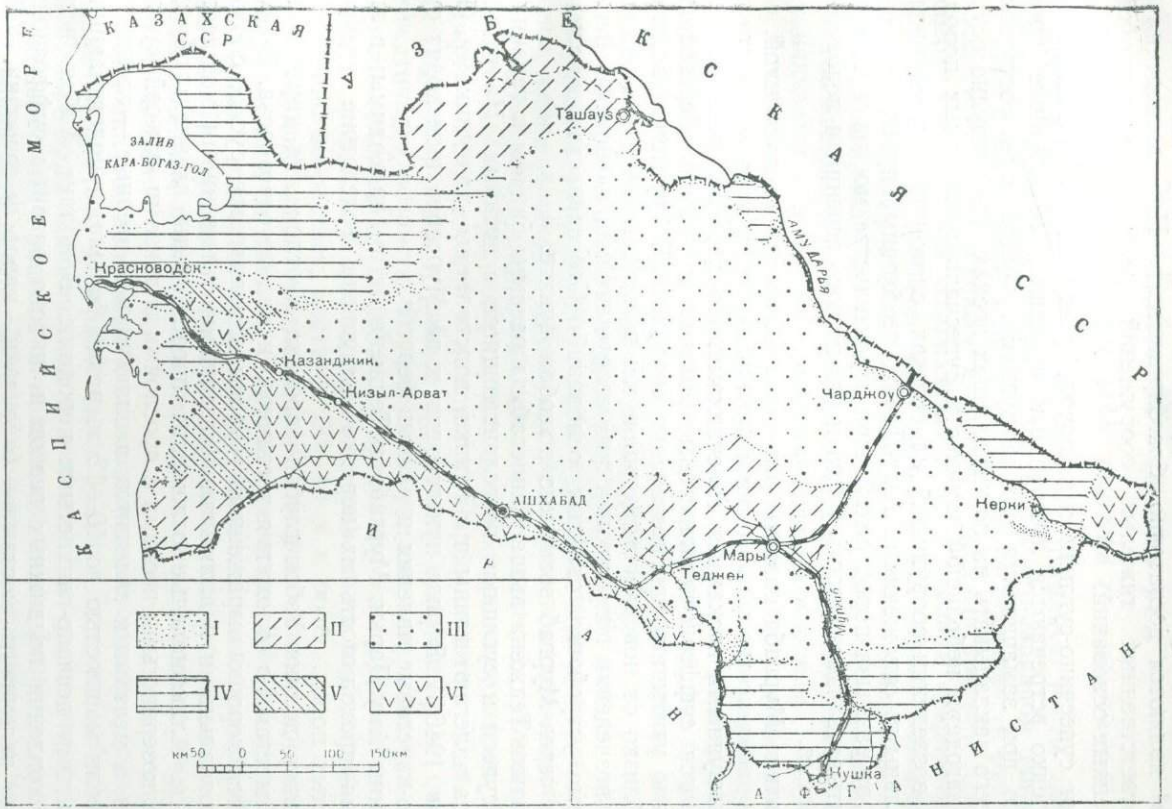


Рис. 98. Схематическая карта инженерно-геологического районирования территории Туркменской ССР. Составлена Б. Л. Дубровкиным

I—долины рек; *II*—дельты рек; *III*—песчаные пустыни; *IV*—низкогорья, плато и впадины; *V*—предгорные равнины; *VI*—горные области

нистыми отложениями мощностью 1,5—3,5 *м*. Пески преимущественно тонкозернистые, реже мелкозернистые и среднезернистые. Водоотдача их вследствие плывунного характера невысокая. Строительные свойства песков для возведения на них сооружений с удельным давлением до 2,0 *кг/см*^{2} являются достаточно благоприятными. При возведении на песках ответственных тяжелых сооружений необходимо устройство искусственных оснований.

Среди супесчано-суглинистых пород, развитых на тугайной террасе, нередко встречаются лёссовидные суглинки, обладающие просадочностью при замачивании под нагрузками. Фундаменты сооружений лучше всего закладывать на подстилающих песках, что нетрудно осуществить благодаря небольшой мощности супесчано-суглинистых пород.

При возведении сооружений на берегах, сложенных современными аллювиальными отложениями Аму-Дарьи, необходимо принятие защитных мер от размыва пород рекой. При строительстве мостов и переправ надо учитывать изменчивость русла и его живого сечения и ледоходы в зимнее время.

В долине Мургаба развиты две террасы, не считая пойменной, сложенные преимущественно супесчано-суглинистыми породами, подстилаемыми плывунными песками и галечниками. По берегам реки местами наблюдаются суффозионно-карстовые явления и размыв берегов, что необходимо учитывать при возведении сооружений. Грунтовые воды залегают близко от поверхности и являются неагрессивными.

При возведении гидротехнических сооружений на плывунных песках необходимо устройство свайных оснований. Строительство мостов и переправ через Мургаб возможно в любом пункте.

В долине Теджена выше Давлетабада развиты валуны и галечники, а ниже супеси и суглинки, переслаивающиеся с песками. На равнине у Серахса залегают глины и суглинки, подстилаемые галечниками (Котельников, 1946ф). В ряде пунктов, как и по Мургабу, происходят суффозионно-карстовые явления и размыв берегов.

Долины Аму-Дарьи, Мургаба и Теджена летом проходимы; в зимнее время проходимость их нередко затруднена вследствие вязкости суглинистых пород.

Древняя долина Узбоя глубоко врезана в отложения каракумской толщи и местами в отложения третичного и мелового возраста. В долине имеются хорошо выраженные террасы и извилистое русло, сложенное аллювиальными и аллювиально-озерными отложениями мощностью до 22,0 *м*. Аллювиальные отложения представлены главным образом очень мелкозернистыми песками с прослоями и линзами супесей, суглинков, глин, а местами и галечника, а аллювиально-озерные — слоями каменной соли мощностью до 10—12 *м*, редко больше, и подстилающими их иловатыми песчано-глинистыми породами. В долине Узбоя встречаются скопления подвижных песков и широко развиты суффозионно-карстовые явления и местами — солончаки, карст и оползни. Узбой является областью разгрузки грунтовых вод Низменных Каракумов. Глубина залегания грунтовых вод в прирусловой части Узбоя менее 5—10 *м*. Воды минерализованные, агрессивные. На поверхности соленых вод в ряде пунктов имеются пресные, особенно со стороны левого берега.

В качестве оснований для сооружений аллювиальные отложения Узбоя, за исключением галечников, являются недостаточно устойчивыми, а аллювиально-озерные — непригодными. При возведении ответ-

ственных сооружений в долине Узбоя надо учитывать наличие в ней сбросов (в районе колодцев Бургун) и высокую сейсмичность территории (7—8 баллов в районе оз. Ясхан).

Район II—дельты рек

1. КУНЯДАРЬИНСКАЯ ДЕЛЬТА Р. АМУ-ДАРЬИ

Дельта представляет собой равнину, имеющую почти плоскую поверхность со слабым уклоном в западном и юго-западном направлениях. В районе современного и древнего орошения поверхность равнины прорезана густой сетью каналов и арыков и местами покрыта солончаками. Поверхность равнины осложняется сухими руслами староречий Дарьялыка, Даудана и другими, более мелкими. На равнине имеются редкие останцовые возвышенности, сложенные в Приамударьинской зоне осадками верхнего мела, а в средней и юго-западной части равнины — отложениями неогена и палеогена. На западе равнина, постепенно снижаясь, заканчивается у обширной Сарыкамышской котловины.

Четвертичные отложения на территории дельты пользуются повсеместным распространением. Представлены они аллювиально-дельтовыми отложениями, пользующимися преобладающим развитием, аллювиальными отложениями староречий (Дарьялыка, Даудана и др.) и эоловыми образованиями, развитыми участками на поверхности дельты, преимущественно вдоль Дарьялыка и Даудана.

В состав аллювиально-дельтовых отложений входят часто переслаивающиеся очень мелко- и тонкозернистые пески, супеси, суглинки и глины, аллювиальных — преимущественно очень мелкозернистые и тонкозернистые пески с редкими прослойками супесей, суглинков и глин, эоловых — только мелкозернистые и тонкозернистые пески. Мощность четвертичных отложений в дельте Аму-Дарьи достигает 73 *м*.

Грунтовые воды в районе приурочены в основном к отложениям четвертичного возраста. Глубина их залегания на участках современного орошения от 1,0 до 9,0 *м;* за пределами этих участков по мере удаления в западном и юго-западном направлениях глубина их залегания постепенно возрастает, достигая 30—40 *м* и более.

Грунтовые воды аллювиально-дельтовых отложений пестрые по минерализации, от пресных с плотным остатком 0,6—2,0 *г/л* до минерализованных с плотным остатком 15—48 *г/л*. Последние являются агрессивными. По руслам староречий грунтовые воды пресные и солоноватые; в западном и юго-западном направлениях минерализация их в общем возрастает.

Аллювиально-дельтовые и аллювиальные отложения довольно легко поддаются размыву поверхностными водами. Другими неблагоприятными в инженерно-геологическом отношении факторами являются суффозионно-карстовые процессы и подвижные пески, развитые главным образом вдоль Дарьялыка, Даудана и на их междуречье, и наличие солончаков на участках современного и древнего орошения.

2. ДЕЛЬТА Р. МУРГАБА

Дельта представляет собой почти плоскую равнину с весьма слабым уклоном на север и запад. На орошаемой территории дельта прорезана многочисленными каналами и арыками и в ряде мест покрыта солончаками.

Равнина сложена четвертичными аллювиально-дельтовыми отложениями, представленными преимущественно легкими и тяжелыми супесями, часто пылеватыми, среди которых на разной глубине встречаются прослои и линзы тонкозернистого и очень мелкозернистого песка, суглинков и глин. Мощность аллювиально-дельтовых отложений у плотины Эгригузар около 64 *м*. Аналогичное строение имеет и Обручевская степь в Юго-Восточных Каракумах.

Глубина залегания грунтовых вод в орошаемой части дельты равна 2—5 *м*, по ее восточной и западной окраинам около 13—17 *м*. Грунтовый поток имеет общее направление на запад-северо-запад, уклон потока от 0,001 до 0,0007. Грунтовые воды в орошаемой части дельты относительно пресные, обычно неагрессивные, а в ее периферической части — минерализованные, агрессивные.

Аллювиально-дельтовые отложения Мургаба являются недостаточно устойчивыми по отношению к размыву и суффозионно-карстовым процессам. Последние широко развиты в районе Джара (древнее русло Мургаба) и на участках ирригационных каналов. Неблагоприятными в инженерно-геологическом отношении являются также подвижные пески, распространенные главным образом в восточной части дельты, и солончаки на орошаемых землях.

3. ДЕЛЬТА Р. ТЕДЖЕНА

Дельта Теджена представляет собой очень широкую плоскую, большей частью отакыренную равнину с едва заметными уклонами на север и северо-запад. На правобережье дельты довольно часты скопления подвижных песков, принесенных ветром с Мургаб-Тедженского междуречья. На левой части дельты песчаные скопления сравнительно редки; наиболее крупное из них образует массив Гурудандан, связанный с песками Низменных Каракумов. При выходе из дельты р. Теджен теряется в песках.

Дельта сложена четвертичными аллювиально-дельтовыми отложениями. На правобережье дельты развиты главным образом легкие супеси с подчиненными песками и суглинками, на левобережье — тяжелые супеси и суглинки, нередко макропористые, иногда с прослоями песков. Среди указанных отложений на разных глубинах встречаются прослои глин. Мощность аллювиально-дельтовых отложений достигает 70 *м*.

Глубина залегания грунтовых вод в дельте Теджена в непосредственной близости от реки около 2—3 *м*, а на остальной части дельты от 8,5 до 17,5 *м*. Грунтовый поток направлен на север с отклонениями на северо-восток и северо-запад. Уклон потока от 0,07 до 0,0012. Грунтовые воды минерализованные, местами представляют собой рассолы с плотным остатком до 72 *г/л*. По отношению к бетону грунтовые воды агрессивны.

Неблагоприятными в инженерно-геологическом отношении факторами являются недостаточная устойчивость супесчано-суглинистых пород по отношению к размыву и суффозионно-карстовым процессам, широкое распространение подвижных песков и просадочность макропористых пород под нагрузками.

Территория Кунядарьинской дельты Аму-Дарьи и дельт Мургаба и Теджена является пригодной для гражданского, промышленного, дорожного и ирригационного строительства. При возведении сооружений надо учитывать неблагоприятные в инженерно-геологическом отношении факторы, которые были указаны выше.

Территория дельт является хорошо проходимой в сухое время года, за исключением участков, густо изрезанных арыками, а также участков распространения сильно пылеватых супесей и суглинков, главным образом в пределах орошаемой части Кунядарьинской дельты Аму-Дарьи. Образующиеся выбоины на дорогах и густая пыль сильно препятствуют движению автомашин на таких участках. Во влажные периоды года проходимость дельт значительно затрудняется из-за липкости поверхностных супесчано-суглинистых отложений.

Район III—песчаные пустыни

Песчаные пустыни в Туркмении занимают огромные площади. Сюда входят Юго-Восточные, Центральные (Низменные) и Заунгузские Каракумы, пески Мургаб-Тедженского междуречья, пески Чильмамедкумы, Учтаган, восточной части Верхнеузбойского коридора и приморская песчаная низменность.

Пески из указанной территории преимущественно бугристо-грядовые и бугристые, полузакрепленные растительностью, редко барханные. Среди песков местами встречаются изолированные понижения, занятые такырами и солончаками.

В рассматриваемых пустынях развиты следующие отложения: в восточной части Юго-Восточных Каракумов и в Центральных Каракумах — мощная каракумская толща, представленная главным образом очень мелкозернистыми песками с редкими прослоями глин; в западной части Юго-Восточных Каракумов, в Заунгузских Каракумах и на Мургаб-Тедженском междуречье — континентальные осадки верхнего неогена (рыхлые песчаники с прослоями глин); в Чильмамедкумах — акчагыльские мергели и песчаники, возможно и более молодые отложения; в Учтагане — известково-глинистые породы миоцена и континентальные осадки плиоцена (?); в восточной части Верхнеузбойского коридора— пески и песчаники с прослоями глин верхнего неогена, каракумские и сарыкамышские пески; в приморской песчаной низменности — каспийские пески с прослоями глин.

Указанные породы в условиях пустынного климата являются благоприятными для развевания. В результате последнего образовались эоловые пески, развитые чуть ли не по всей поверхности песчаных пустынь. Мощность эоловых песков в понижениях рельефа 5—15 *м*, на буграх и грядах в зависимости от их высоты достигает 40—50 *м* и более. Пески преимущественно очень мелкозернистые, хорошо отсортированы.

Глубина залегания грунтовых вод в песчаных пустынях Туркмении колеблется в пределах 10—45 *м*, чаще 20—25 *м*, считая от днищ межгрядовых понижений. Движение грунтовых вод имеет общее западное-северо-западное направление, уклон потока изменяется от 0,001 до 0,0005.

Воды, как правило, минерализованные и местами представляют собой рассолы с плотным остатком до 100—300 *г/л*. На поверхности минерализованных вод встречаются пресные воды, связанные с инфильтрующимися в пески водами временных потоков и атмосферных осадков местных такырных водосборов, а также, возможно, с конденсационными процессами.

Эоловые пески и подстилающие их породы являются достаточно хорошим основанием для различного рода сооружений. Однако при возведении последних должны быть приняты меры для защиты их от зано-

са подвижными песками. При строительстве каналов необходимо также учитывать высокий дефицит влажности и значительную водопроницаемость песков, а также широкое развитие в пустынях крупных межгрядовых ложбин и котловин, в которые может произойти утечка значительной массы воды.

Проходимость песчаных пустынь зависит от высоты, крутизны и частоты песчаных гряд и бугров, степени закрепления песков растительностью и состояния погоды. В сухое время года проходимость слабо закрепленных песков и в особенности незакрепленных тяжелая, а во влажные периоды пески у поверхности уплотняются и проходимость становится лучше.

Район IV—низкогорья и плато

В этот район можно включить Красноводское плато, Туаркырское низкогорье, плато Челюнгкыр, плато Устюрт и предгорья Паропамиза—Бадхыз и Карабиль.

Рельеф низкогорий и плато расчленен густой сетью сухих глубоких оврагов и замкнутыми котловинами и в своей основе является тектоническим с последующим наложением процессов денудации и дефляции (Федорович, 1947).

Низкогорья и плато сложены в различной мере дислоцированными породами мезозойского и третичного возраста, представленными преимущественно известняками, мергелями, глинами и песчаниками, среди которых встречаются прослои гипса.

Известняки и мергели в различной степени трещиноватые, иногда кавернозные и закарстованные. Водопроницаемость их обычно слабая и только в отдельных случаях — высокая (при значительной трещиноватости и закарстованности пород).

Глины плотные, местами пластичные (например, глины олигоцена); в условиях крутых склонов пластичные глины благоприятны для оползания по ним вышележащих пород.

Среди песчаников встречаются как плотные, так и рыхлые разности; последние развиты главным образом в предгорьях Паропамиза. Водопроницаемость песчаников, как правило, невысокая.

Коренные породы низкогорий и плато являются вполне устойчивыми под сооружениями с большими удельными давлениями. При возведении на них ответственных сооружений надо учитывать карстовые и оползневые явления и сейсмичность территории. Проходимость территории различна в зависимости от степени расчленения тех или иных участков.

Район V—предгорные равнины

Сюда входят Прикопетдагская и Прибалханская предгорные равнины, а также предгорная такырная равнина, расположенная между западными отрогами Копет-Дага и Прикаспийской песчаной равниной. Из них более или менее изученной в инженерно-геологическом отношении является лишь Прикопетдагская равнина.

Равнина занимает довольно узкую полосу, ограниченную на юге Копет-Дагом, на севере — Низменными Каракумами. Поверхность равнины почти плоская, затакыренная с значительным уклоном на север и едва заметным в западном направлении. Равнина образована пролювиальными конусами выноса и межконусными понижениями и прореза-

на старыми и свежими силевыми руслами и многочисленными промоинами. Конусы выноса окаймлены почти сплошной полосой солончаков, приуроченных к местам выклинивания грунтовых вод. В ряде пунктов на поверхности равнины наблюдаются массивы песков мощностью 3—4 *м* и более, принесенных из Низменных Каракумов.

Прикопетдагская равнина сложена пролювиальными отложениями, характеризующимися очень пестрым литологическим составом. Ближе к горам они представлены галечниками с валунами, а с удалением от гор на север — глинами, суглинками, супесями, реже песками. Мощность галечников местами чрезвычайно велика. Так, например, в районе ст. Келята галечники были прослежены скважиной до глубины 192,76 *м*. Мощность песчано-глинистых пород обычно не превышает 50 *м*. Среди пролювиальных отложений в средней зоне равнины, а также вблизи гор довольно часто встречаются лёссовидные суглинки и супеси эолового происхождения (Дубровкин, Матвеев и др., 1949ф).

На всей территории предгорной равнины имеются грунтовые воды, питающиеся в основном водами термальной зоны Копет-Дага и отчасти водами ручьев и речек, стекающих с Копет-Дага. Глубина залегания грунтовых вод в галечниках равна 30—55 *м*, в песчано-глинистых отложениях средней зоны равнины 10—40 *м*, а в ее периферической части 1—5 *м* и меньше. В песках же Низменных Каракумов, у границы их с предгорной равниной, грунтовые воды быстро снижаются на глубину около 20—30 *м*. Общее направление грунтового потока северное и северо-западное, уклон потока изменяется от 0,0013 до 0,0007. В галечниках грунтовые воды преимущественно пресные и солоноватые, в песчано-глинистых породах минерализованные.

К неблагоприятным инженерно-геологическим условиям прикопетдагской предгорной равнины относятся: высокая сейсмичность территории, просадочность лёссовидных пород при замачивании под нагрузками, довольно высокая водопроницаемость галечников, силевые явления, подвижные пески и солончаки. При надлежащем учете указанных факторов территория предгорной равнины является достаточно пригодной для строительства всякого рода.

Проходимость территории равнины в разных местах весьма различна. Хорошо проходимы участки равнины, где с поверхности залегают галечники. Исключительно неблагоприятной по своей проходимости является нижняя солончаковая зона равнины; в средней ее зоне, сложенной преимущественно супесчано-суглинистыми породами, проходимость удовлетворительна в сухое время года и значительно ухудшается во влажные периоды из-за большой вязкости пород.

Предгорная равнина, расположенная между западными отрогами Копет-Дага и Прикаспийской песчаной равниной, сложена главным образом супесчано-суглинистыми, нередко лёссовидными породами, податливыми по отношению к суффозионно-карстовым процессам и местами просадочными при замачивании их под нагрузками. Эти явления должны быть учтены при возведении сооружений. Равнина прорезана глубокой долиной р. Атрек, вскрывающей те же породы.

Район VI—горные области

Сюда входят горы Копет-Даг, Б. и М. Балханы и Кугитангтау. Изученность этих областей в инженерно-геологическом отношении крайне слаба.

Горные области принадлежат альпийской складчатой системе, сильно расчленены глубокими ущельями и оврагами и сложены в основном дислоцированными скальными и полускальными породами.

Неблагоприятными инженерно-геологическими условиями для горных областей являются наличие в них ряда сбросов и надвигов, в частности в пределах «термальной зоны» Копет-Дага. Это создает известные затруднения при строительстве дорог, туннелей, плотин, водохранилищ и других сооружений. Неблагоприятными являются также оползневые явления, приуроченные к палеогеновым глинам в западной части Копет-Дага, смещения по крутым склонам крупнообломочного материала в виде обвалов и осыпей, силевые явления и высокая сейсмичность, равная 9 баллам для Копет-Дага. При учете указанных факторов в горных областях возможно осуществление строительства любого рода; на скальные и полускальные породы можно допускать достаточно большие нагрузки, применяемые при строительстве ответственных сооружений.

Проходимость территории хорошая в любое время года, за исключением очень крутых участков склонов, а также участков, где имеются значительные скопления обломочного материала в виде крупных глыб.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСНОВАНИЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Инженерно-геологические исследования в связи с гидротехническим строительством стали проводиться в Туркменской ССР с 1925—1927 гг., причем в первые годы они проводились в недостаточном объеме и невысокого качества. Поэтому конструкции существующих сооружений не всегда принимались в соответствии с геологическими особенностями оснований сооружений. Несмотря на это, каждую систему приспосабливали к естественным условиям того или иного района, имеющего свои характерные особенности, связанные с их инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями.

1. Аму-Дарья

Сток Аму-Дарьи не регулируется, а воды реки используются левобережными системами Туркменской ССР всего лишь на 15%. Головной водозабор амударьинских ирригационных систем бесплотинный. Поступление воды в каналы регулируется головными сооружениями, построенными здесь в годы советской власти. Когда их не было, это пагубно отражалось на благосостоянии сельского хозяйства, так как благодаря резким колебаниям горизонта Аму-Дарьи в паводки поля затоплялись, а в маловодные годы оставались без воды.

Головные сооружения Амударьинской системы относятся к открытому типу, характеризуются массивностью и отличаются небольшим напором, порядка 5—6 *м*. Магистральные каналы обычно тянутся вдоль Аму-Дарьи и имеют большое протяжение. Крупных магистральных каналов на левом берегу Аму-Дарьи насчитывается несколько десятков. По среднему течению Аму-Дарьи сооружения в основном построены на мелкозернистых песках-плывунах, поэтому они здесь ошпунтовываются.

Дно магистральных каналов по среднему течению Аму-Дарьи врезано преимущественно в те же пески, на которых стоят сооружения. Грунтовые воды в районе сооружений залегают на глубине 2—2,5 *м* и имеют сплошную скатерть распространения. Они питаются из реки, а

также за счет потерь из магистральных каналов (потери из каналов составляют 0,1—0,15 *м³/сек* на 1 *км*) и потерь из мелкой ирригационной сети (0,05—0,1 *м³/сек* на 1 *км*).

Минерализация грунтовых вод вблизи реки слабая. В смысле агрессивного действия на бетон грунтовые воды большой опасности не представляют.

При строительстве головных сооружений, и в частности при подготовке котлована, производились усиленные откачки в связи с большим притоком воды. Стенки котлованов в связи с оплывом ошпунтовывались. Вследствие малого оттока грунтовых вод, отсутствия дренажа и в результате интенсивного орошения происходят засолонение и заболачивание земель.

На участках разводящей ирригационной сети верхние слои грунтов до глубины 2—4 *м* представлены супесями и суглинками, которые подстилаются песками. Грунтовые воды здесь залегают на глубине от 1 до 4 *м*.

В низовьях Аму-Дарьи сооружения располагаются на переслаивающихся глинах и суглинках, супесях и песках. Этот же комплекс грунтов прорезают и каналы. Преобладающими являются суглинки, которые характерны повышенной пористостью и небольшими объемными весами (1,3—1,5).

Глинистый комплекс грунтов не является хорошим основанием для сооружений, так как он склонен к деформации и содержит много легкорастворимых солей.

2. Мургаб и Теджен

На Мургабе сток реки зарегулирован на 87%. Сток регулируется русловыми водохранилищами, которые создаются путем устройства земляных плотин и дамб обвалования. Водоспускные сооружения при плотинах отличаются высокой напорностью (до 10—15 *м*) и принадлежат к открытому типу с перепадами или быстротоками. Сооружения массивные бетонные со строительными и конструктивными шпунтами. Обычно основанием для сооружений служат тонкозернистые иловатые пески и супеси с большим содержанием пылеватых частиц. Ниже уровня грунтовых вод эти грунты находятся в состоянии плывунов с напором до 5 *м*. Физико-механическая характеристика оснований приведена в табл. 150.

Таблица 150

Физико-механическая характеристика песков и супесей оснований гидротехнических сооружений

Наименование сооружений	Коэффициент фильтрации	Допустимая нагрузка в *кг/см²*	Объемный вес	Угол внутреннего трения
Эгригузар и Карарабб . .	0,0002—0,001	1,2	—	—
Каушут-Бент	0,001—0,004	0,8—1,3	1,62—1,67	26—28°
Выпуск Алашаяб . . .	—	1,0	—	—
Бештарас	—	0,75	—	—
Шортепе	—	1,3	—	—
Ташкепри	0,00015	0,5—1,7	—	—
Султан-Бент	0,00013—0,00018	—	1,52	22°

При строительстве гидротехнических сооружений, в частности при подготовке котлованов, плывуны причиняют строителям большие затруднения и вызывают необходимость постановки дополнительных работ. Так, при строительстве Каушутбентского узла на Мургабе явилась необходимость основание одной из водобойных секций сделать искусственным путем ошпунтования трехметровыми сваями. Однако эта мера оказалась недостаточной, так как напором грунтовой массы сваи выпирали и коробки сплющивались, до тех пор пока не были сделаны распорки, скрепляющие сваи.

Несущая способность грунтов основания обычно невысокая в связи с крайней пестротой напластования грунтов, осадка грунтов неравномерная. При оценке грунтов основания и выборе конструкций мургабских сооружений требуются детальные исследования.

Разводящая ирригационная сеть на Мургабе армирована гидротехническими сооружениями и расположена главным образом в дельте реки.

3. Прикопетдагская предгорная равнина

Орошения Прикопетдагского района базируются на использовании поверхностного стока, источников и грунтового потока путем устройства специальных гидротехнических сооружений — кяризов и скважин с механическим подъемом воды. Головные колодцы кяризов имеют глубину от 10—15 до 100 *м*. Длина кяризной галереи доходит до 4000—4500 *м*.

Галерея проходит преимущественно галечно-валунные отложения и суглинисто-песчаные отложения. Если галечники сцементированы, то галерея не имеет крепления. В противном случае галерея крепится деревянными рамами или гюлями (обожженные глиняные кольца овальной формы), реже бетонными и каменными плитами.

Горные породы Копет-Дага, а также галечниковые отложения долин и предгорья служат хорошим основанием для гидротехнических сооружений. В то же время галечниковые отложения, подстилая дно галерей каналов, обусловливают большие потери воды. Например, в кяризе Теги Бахарденского района в холостой части галереи на участке протяженностью 400 *пог. м* терялось 23 *л/сек* из общего расхода 65 *л/сек*.

4. Кугитанг-Дарья

В долине Кугитанг-Дарьи построено два водохранилища объемом 200—300 тыс. $м^3$. Они расположены на загипсованном пролювии. Правый берег Кугитанг-Дарьи характеризуется развитием карстовых явлений.

В ночь на 25 февраля 1945 г. у основания сухого откоса дамбы Каттакульского водохранилища в 33 *м* от сооружения образовался провал диаметром 15 *м* с видимой глубиной 6 *м*. В результате провала по откосу дамбы до самого гребня образовались концентрические трещины шириной до 3 *см*. Одновременно образовался видимый на глаз прогиб откоса дамбы на протяжении 35 *м* по фронту. Непосредственно в основании Каттакульского водохранилища залегают красные глины и суглинки.

Предполагается, что деформации в этих породах вызваны образованием пустот в нижележащих гипсоносных породах. Образование подобных провалов имело место и в других местах долины Кугитанг-Дарьи.

Воды как самой Кугитанг-Дарьи, так и боковых ущелий в большом количестве теряются в галечниковых и трещиноватых отложениях. Источник Дарайдара, имевший в мае 1929 г. расход 1200 *л/сек*, на протяжении 9 *км* терял всю воду в рыхлых отложениях ущелья.

Местные жители для уменьшения потерь воды в арыках устраивают временный кольматаж при помощи глины, в результате чего 20—25% воды удается довести до полей орошения.

Строительство крупных гидротехнических сооружений в районе Кугитанг-Дарьи не рекомендуется.

ВОПРОСЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Главнейшим объектом инженерно-геологических исследований в Туркмении являются исследования для строительства крупных магистральных и оросительных каналов и освоения массивов орошения, а также исследования для дорожного, промышленного и гражданского строительства.

Основными задачами дальнейших инженерно-геологических исследований являются:

1) изучение роли и значения физико-геологических процессов в отношении возможного воздействия их на те или другие объекты строительства и мероприятий по обеспечению устойчивости последних;

2) выделение макропористых пород в толще аллювиальных, аллювиально-дельтовых и пролювиальных отложений и изучение их в отношении размера возможной просадочности при замачивании под нагрузками и без воздействия последних;

3) выделение засоленных пород среди аллювиально-дельтовых и пролювиальных отложений, изучение условий их формирования и воздействия на объекты ирригационного и другого строительства;

4) исследование физико-технических и фильтрационных свойств пород, особенно дочетвертичного возраста, которые еще очень мало изучены, и оценка их для возведения сооружений различного рода;

5) изучение плывунности песков, входящих в толщу аллювиальных и аллювиально-дельтовых отложений, и разработка мероприятий по борьбе с их вредным воздействием на сооружения;

6) изучение состояния и условий работы существующих сооружений в различных инженерно-геологических условиях.

Глава восьмая

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

ПУТИ РАЗВИТИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ТУРКМЕНСКОЙ ССР И ЗАДАЧИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Туркменская Советская Социалистическая Республика является самой южной частью Советского Союза. Территория республики занимает площадь 484,8 тыс. $км^2$. Более трех четвертей этой площади занято песками пустыни Каракумы.

Благодаря своеобразию естественно-географических условий, в частности из-за недостатка воды, культурная жизнь населения Туркменистана исторически сложилась в бассейнах рр. Аму-Дарьи, Мургаба, Теджена, а также в предгорьях Копет-Дага, т. е. там, где имелась возможность заниматься сельским хозяйством.

До Великой Октябрьской социалистической революции Туркмения была отсталой в экономическом и культурном отношении окраиной. Промышленность была слабо развита. Крайне низок был уровень сельского хозяйства. На каждые 100 дехканских хозяйств было 14 хозяйств без посева и воды, 28 хозяйств без рабочего скота и 51 хозяйство без сельхозинвентаря. Продукция полеводства и животноводства была незначительной. Огромные богатства недр — нефть, сера, озокерит, свинец, уголь и т. д. — оставались неиспользованными. На Туркменистан установился взгляд как на край, чрезвычайно бедный естественными ресурсами, как на область, труднодоступную в силу особенностей рельефа, наличия больших пустынных пространств и тяжелых климатических условий.

Началом развития экономики края явилось строительство Закаспийской ж. д., начатое в 1880 г. от бухты Узунада на побережье Каспийского моря. К концу 1886 г. Закаспийская ж. д. была доведена до г. Чарджоу, а в 1899 г. было установлено железнодорожное сообщение с центром Средней Азии г. Ташкентом. В 1896 г. была построена железнодорожная ветка от г. Мары до крепости Кушка.

Постройка Закаспийской ж. д. позволила экономически соединить отдаленные друг от друга оазисы края. Это усилило проникновение высокой русской культуры и намного ускорило дальнейшее развитие хозяйства. Города, крупные населенные пункты промышленные предприятия, как правило, возникли по линии железной дороги. Постепенно в дореволюционной Туркмении возникали небольшие промышленные предприятия, начиналась разработка естественных ресурсов и промышленное использование сельскохозяйственного сырья — хлопка, шерсти, кожи, шелка.

Из богатств недр Туркменистана первой была использована нефть. Добыча нефти населением на о. Челекен и Небит-Даге производилась задолго до присоединения Туркмении к Российской империи. Способ добычи носил крайне примитивный характер; в местах выходов нефти рылись колодцы, в которых скапливалась нефть.

Началом капиталистической эксплуатации нефтяных месторождений Туркмении можно считать 1876 г., когда фирмой братьев Нобель была пробурена первая нефтяная скважина на о. Челекен. Через 6 лет после прихода братьев Нобель, в районе Небит-Дага закончили изыскания и начали бурение на нефть Симонов и Коншин. Бурение скважин производилось без достаточного геологического изучения месторождений. Глубина скважин не превышала 130 *м*. До 1908 г. добыча нефти на Челекене не превышала 160 *т* в сутки. В Небит-Даге с 1882 по 1887 г. добыча нефти не превышала 10 *т* в сутки и была прекращена из-за незначительности дебита.

После того как на участке братьев Нобель в 1908 г. забил мощный фонтан, начинается систематический наплыв нефтепромышленников на Челекен. В 1910 г. на Челекене проводили бурение 17 фирм. Но уже к 1912 г. из этих фирм остались только три (братья Нобель, Ганжинский и Вишау), а остальные прекратили деятельность, вследствие малого дебита скважин. Максимальное количество нефти в дореволюционный период — 217 тыс. *т* — было добыто в 1911 г. Добыча нефти велась хищническим способом; в силу этого уже в 1913 г. началось обводнение скважин и добыча нефти понизилась до 129,5 тыс. *т*, а в 1917 г. — до 23 тыс. *т*.

В дореволюционный период на территории Туркменской ССР было известно наличие угля в Туаркыре, озокерита на Челекене, сульфата натрия в Кара-Богаз-Голе, барита в Копет-Даге, серы в Каракумах и южнее ст. Айдин, гипса у Красноводска, поваренной соли на о. Челекен, близ ж. д. ст. Джебел и южнее Кара-Богаз-Гола на оз. Куули. Из всех этих богатств, помимо нефти, эксплуатировались только залежи соли на Челекене, у ст. Джебел и на оз. Куули, и месторождения гипса у Красноводска. Попытки эксплуатации других полезных ископаемых в большинстве случаев кончались неудачно по причине полной неизученности месторождений.

1913 г. был годом наибольшего развития общей дореволюционной экономики Закаспийского края. Валовая продукция промышленности в 1913 г. составила 60,3 млн. рублей (в ценах 1926—1927 гг.). На территории б. Закаспийской области насчитывалось 86 мелких промышленных предприятий. За немногим исключением, все эти промышленные предприятия были мелкими, кустарными и плохо оснащенными механизмами. Вся численность рабочих, занятых во всех отраслях промышленности, в 1914 г. составляла только 2029 человек.

Начавшаяся в 1914 г. империалистическая война, а затем и гражданская война подорвали экономику края. В 1918 г., в период захвата страны белогвардейцами, последние, испытывая недостаток горючего для железнодорожного транспорта, попытались восстановить добычу нефти в Небит-Даге, но эта попытка успеха не имела. К моменту установления Советской власти в республике нефтепромыслы представляли собой кладбище заброшенного оборудования. Добыча нефти на острове Челекене упала до 4,6 тыс. *т* в год. Большинство промышленных предприятий закрылось.

Большие социально-экономические сдвиги в народном хозяйстве Туркменистана произошли после установления Советской власти и осо-

бенно после национального размежевания Средней Азии на союзные республики: Туркменскую и Узбекскую ССР.

На территории Туркмении, как и на территории Узбекистана, в первую очередь широкое развитие приобрело хлопководство. Развитие этой отрасли хозяйства привело к успешному завершению борьбы за хлопковую независимость СССР, отказу от импорта хлопкового волокна; была создана прочная сырьевая база для дальнейшего развития текстильной промышленности страны. Наряду с этим в период, предшествовавший пятилеткам, в республике было положено начало развитию химической и шелкомотальной промышленности. За первые три года после национального размежевания валовая продукция промышленности выросла в 2,5 раза, и в 1927—1928 гг. уже был достигнут уровень 1913 г.

В период первой пятилетки в Туркменистане были построены и введены в эксплуатацию текстильная, швейная, обувная, шелкомотальная фабрики, мельница с элеватором и др. Созданы крупные предприятия химической промышленности, в том числе серный завод в Каракумах. Капиталовложения в народное хозяйство за первую пятилетку составили 270,4 млн. рублей.

В первой и в начале второй пятилетки были подведены итоги проделанных работ по изучению недр республики, по выявлению новых источников сырья и по уточнению запасов уже известных месторождений. Разведкой на нефть в районе Небит-Дага были подготовлены к эксплуатации нефтеносные площади союзного значения. Изучение буровых вод п-ова Челекен позволило организовать химический завод по производству иода и брома. Изучение ресурсов залива Кара-Богаз-Гол позволило разработать мероприятия по организации производства соды и магния. После уточнения сырьевых ресурсов было организовано оснащение передовой техникой предприятий по переработке озокерита. Частично были изучены Кугитангское и Туаркырское каменноугольные месторождения. Разведаны Каракумские и Гаурдакское серные месторождения и на их базе организованы производства по выработке комовой серы. В районе гор Гаурдак и Кугитангтау разведывались месторождения калийных солей, начата разведка в том же районе месторождений свинцовой руды. Разведано месторождение бентонитовых глин в Огланлы и организована их добыча. Уточнены запасы цементного сырья, на базе которых построен Безмеинский цементный завод. Производилась разведка некоторых видов сырья для производства местных стройматериалов. Уточнены водные ресурсы республики, что позволило упорядочить водоснабжение и расширить площади под посевы технических и других культур, а также обеспечить дальнейшее развитие животноводства. Наконец, выявлены новые нефтеносные площади и месторождения горючих газов.

В результате проделанной за период трех пятилеток работы экономика Туркменской ССР к 1941 г. в корне изменила свой характер. Если за период с момента установления Советской власти до начала пятилеток капиталовложения в народное хозяйство Туркменской ССР составили 59,2 млн. рублей, то за время с 1927 по 1941 г. в народное хозяйство Туркменской ССР капитальные вложения составили 1243 млн. рублей. В годы довоенных пятилеток вступили в строй 352 промышленных предприятия.

Индустриальное развитие Туркменской ССР резко изменило структуру ее экономики. Если удельный вес промышленности в общей продукции народного хозяйства в 1927 г. составлял 32%, а продукции сель-

ского хозяйства 68%, то уже в 1941 г. удельный вес промышленности повысился до 73%. Такое значительное перемещение удельного веса продукции промышленности в экономике республики сопровождалось одновременно высокими темпами роста продукции сельского хозяйства.

Осуществив на основе ленинской национальной политики гигантскую строительную программу, Туркменская Советская Социалистическая Республика достигла крупных сдвигов также и в культурном строительстве. Была широко организована сеть медицинских учреждений как в городе, так и в селе, открыто большое количество школ, десятки техникумов и ряд высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов, а также организован филиал Академии наук СССР. В научно-исследовательских и учебных заведениях республики обучались и подготовлялись тысячи туркмен — специалистов в различных отраслях народного хозяйства республики.

В результате происшедших экономических сдвигов Туркменская ССР за период прошедших пятилеток из ранее отсталой окраины с мелким примитивным сельским хозяйством превратилось в быстро развивающуюся в экономическом отношении индустриально-колхозную республику.

Индустриализация республики коренным образом изменила соотношение между городским и сельским населением (табл. 151).

Таблица 151

Соотношение между городским и сельским населением в Туркменской ССР

	1925 г.		1930 г.		1939 г.	
	Численность в тыс. человек	% к общему числу	Численность в тыс. человек	% к общему числу	Численность в тыс. человек	% к общему числу
Всего населения	998,2	100	1 126,5	100	1 254,0	100
Городское	137,0	13,6	176,6	15,6	416,6	33,3
Сельское	861,2	86,4	949,9	84,4	837,6	66,7

Относительная численность городского населения выросла более чем в три раза, что свидетельствует о высоких темпах развития всех отраслей народного хозяйства республики и прежде всего об ежегодном неуклонном росте промышленности Советского Туркменистана.

Производство основных видов продукции с момента начала первой пятилетки по 1940 г. характеризуется следующими данными (табл. 152).

Таблица 152

Рост добычи и производства основных видов продукции

Наименование продукции	Единица измерения	1927—1928 гг.	1940 г.
Нефть	тыс. *т*	7,8	587,2
Сера комовая	„ „	—	8,5
Иод	*т*	—	47,2
Бром	„	—	51,1
Сульфат натрия	тыс. *т*	4,8	130,0
Стекло оконное	тыс. $м^2$	—	2 237
Хлопок волокно	тыс. *т*	21,3	68,2
Ткани хлопчатобумажные	млн. *м*	—	13,3
Шелк-сырец	*т*	15,8	137,9
Масло растительное	тыс. *т*	5,4	15,1

Одновременно с развитием тяжелой промышленности росла и промышленность, производящая средства потребления. За годы трех довоенных пятилеток построены ватная фабрика, три швейные фабрики, обувная фабрика, фабрика первичной обработки шерсти, мясокомбинат, завод оконного стекла, маслоэкспеллерный завод, три новых хлопковых завода, винодельческий завод и ряд других предприятий. Реконструированы и расширены три старых хлопкоочистительных завода, масложиркомбинат, заводы местных стройматериалов, стекольный завод и другие. К началу Великой Отечественной войны более чем 95—96% продукции производилось на новых или в корне реконструированных за период довоенных трех пятилеток промышленных предприятиях.

Начавшаяся в 1941 г. Великая Отечественная война нарушила ход развития экономики Туркменской ССР. Кроме отраслей, непосредственно связанных с обслуживанием фронта, остальные отрасли народного хозяйства вынуждены были сократить размеры производства. Результаты работы в военных условиях характеризуются следующими данными (табл. 153).

Таблица 153

Изменение в размерах добычи и производства основных видов промышленной продукции за военные и послевоенные годы

Наименование продукции	Единица измерения	1940 г.	1945 г.	1950 г.
Нефть	тыс. *т*	587,2	648,9	2 020,5
Озокерит	„ „	1,2	1,6	2,2
Сера комовая	„ „	8,5	9,1	15,0
Иод	*т*	47,2	41,7	56,9
Бром	„	51,1	374,0	561,4
Сульфат натрия	тыс. *т*	130,0	10,2	122,8
Волокно хлопковое	„ „	68,2	27,0	63,3
Шелк-сырец	*т*	137,9	85,2	156,6
Ткань хлопчатобумажная	млн. *м*	13,3	6,1	10,4
Масло растительное	тыс. *т*	15,1	6,9	14,0
Стекло оконное	тыс. $м^2$	2 237	865	1 064

За годы Отечественной войны в Туркменской ССР построены два нефтеперерабатывающих завода которые теперь объединены в одно крупное предприятие. Огромное развитие получила местная и кооперативная промышленность, базирующаяся в основном на местном сырье. Продукция этой промышленности республики в военные годы шла как на нужды фронта, так и для обеспечения потребности населения предметами широкого потребления.

В результате упорной борьбы за выполнение послевоенной пятилетки экономика Туркмении развивалась еще более быстрыми темпами. В период 1946—1950 гг. были построены и введены в действие нефтепровод, экстракционный завод, цементный завод, электростанции, завод овощных консервов, увеличены мощности хлопкоочистительных заводов. Построена железная дорога Чарджоу—Ургенч, к 1952 г. доведенная до Ходжейли. Организованы две машинодорожные станции, оснащенные современными механизмами.

Катастрофическое землетрясение, происшедшее в конце 1948 г. в г. Ашхабаде, Ашхабадском и Геок-Тепинском районах, нанесло народному хозяйству Туркмении огромный ущерб, так как в этих районах, особенно в Ашхабаде, были сосредоточены основные перерабатывающие предприятия Туркменской ССР. Несмотря на это, благодаря своевремен-

ной помощи, оказанной Коммунистической партией, правительством СССР и народами братских республик, большинство предприятий были восстановлены.

Нефтяная промышленность выполнила послевоенный пятилетний план за 3 года и в 1950 г. перевыполнила задание пятилетнего плана на 83%. Добыча нефти по сравнению с 1940 г. выросла в 3,4 раза. Объем всей промышленной продукции Туркменской ССР за годы пятилетки возрос на 72%. Основные виды промышленной продукции 1950 г. в целом по республике по сравнению с 1940 г. показаны в табл. 153.

Районы Туркменской ССР существенно различаются по своей производственной специализации и по направлению развития народного хозяйства. Выделяются районы промышленные, ведущую роль в экономике которых играет промышленное использование минеральных ресурсов, районы преимущественно сельскохозяйственные, основной отраслью народного хозяйства которых являются земледелие на орошаемых землях и животноводство, и районы смешанного экономического характера, где развитие сельского хозяйства идет параллельно с ростом промышленных городов.

Громадные естественные богатства сосредоточены в западной части Туркменской ССР. К числу их относятся нефть, горючие газы, озокерит, иодо-бромные воды Прикаспийской равнины (включая Челекен), угли Большого Балхана и Туаркыра, соляные ресурсы Кара-Богаз-Гола и ряда озерных месторождений, а также рыбные богатства Каспийского моря. Наличие этих богатств обусловило создание здесь крупной и ведущей промышленности. Оно предопределяет большие перспективы дальнейшего развития производительных сил на базе нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической, угольной и рыбной промышленности. Благоприятные предпосылки для роста экономики района создают также наличие здесь сырьевых ресурсов для развития промышленности строительных материалов и транспортные условия — наличие железнодорожной магистрали и порта на Каспийском море. Крупным тормозом для развития экономики западной части Туркменской ССР служит необеспеченность ее водой, почему разрешение проблемы водоснабжения здесь особенно важно.

Вторым весьма перспективным для развития тяжелой промышленности районом является район Гаурдака и Кугитангтау на крайнем юго-востоке Туркменистана. Здесь также сосредоточены большие запасы минеральных ресурсов. На базе имеющегося здесь крупного Гаурдакского серного месторождения организовано в широких масштабах производство серы. Помимо серы, подвергаются разработке также свинец и уголь. Осуществление начатого строительства Гаурдакского горно-химического комбината позволит ввести в промышленную эксплуатацию и другие виды полезных ископаемых (каменную и калийные соли, строительные материалы). В районе имеются признаки нефтеносности. Сельскохозяйственное направление района — хлопководство, шелководство, каракулевое овцеводство.

Экономическое развитие Прикопетдагского района, в котором расположена столица республики Ашхабад, определяется в основном его относительной водообеспеченностью и наличием железнодорожной магистрали, проходящей через весь район. Здесь развито сельское хозяйство (овощеводство, садоводство, шелководство, животноводство) и имеется большое число населенных пунктов, в том числе ряд городов со свойственными им отраслями промышленности (легкой, пищевой, металло-

обрабатывающей и др.). Из местных минеральных ресурсов наибольшее значение имеют разнообразные строительные материалы, на базе которых развились соответствующие отрасли промышленности (цементный завод, стекольные заводы, кирпичное производство). Имеются большие перспективы для дальнейшего экономического развития района как в промышленном, так и в сельскохозяйственном отношениях. Большое внимание при этом должно быть уделено использованию его минеральных ресурсов.

Несколько иной облик имеет район среднего течения Аму-Дарьи. Экономическое развитие его определяется с одной стороны положением у р. Аму-Дарьи, вдоль которой узкой полосой протягиваются культурные земли, используемые под хлопководство и другие отрасли сельского хозяйства (в частности, каракулевое овцеводство), а с другой стороны — расположением здесь узла железнодорожной и водной магистралей — г. Чарджоу, ставшего центром промышленности по переработке сельскохозяйственной продукции и по обслуживанию сельского хозяйства, транспорта и городского населения. Сравнительно небольшие выявленные минеральные ресурсы (соленые озера, некоторые строительные материалы), несомненно, не исчерпывают перспектив района в указанном отношении. Постройка железной дороги Чарджоу — Кунград способствует дальнейшему экономическому развитию района.

К районам с преобладанием сельского хозяйства относятся Мургаб-Тедженский район и низовья Аму-Дарьи. В этих районах расположены наибольшие массивы орошаемых земель. Основной направленностью их является хлопководство, наряду с которым широко развито разведение продовольственных культур. Промышленность представлена в основном предприятиями по обработке продукции сельского хозяйства и по удовлетворению бытовых нужд населения. Выявленные полезные ископаемые представлены некоторыми видами строительных материалов, используемыми для местных целей. Возможности экономического развития этих районов в основном заключаются в расширении площадей орошаемых земель за счет более полного использования вод Аму-Дарьи, Мургаба и Теджена.

Следует отметить, что район низовьев Аму-Дарьи вследствие отдаленности от основных магистралей до сих пор оставался малоизученным. В связи со строительством железной дороги Чарджоу — Кунград этот район приобретает новые перспективы для дальнейшего развития экономики.

Обширная территория Каракумов до сих пор остается в хозяйственном отношении наименее освоенной. Она используется главным образом для скотоводства. Единственную отрасль промышленности представляют Каракумские серные заводы, работа которых производится в тяжелых условиях, вследствие отсутствия воды и оторванности от путей сообщения.

Крупные изменения в экономике Туркменской ССР произойдут, когда будет осуществлено строительство крупнейшего гидротехнического сооружения — Каракумского канала.

Пропуск амударьинских вод по Каракумскому каналу в корне изменит водообеспеченность Юго-Восточных Каракумов, позволит полностью освоить под хлопководство и другие отрасли сельского хозяйства свободные земельные площади в дельтах Мургаба и Теджена и, с последующим продолжением канала до предгорной равнины Копет-Дага, явится стимулом для дальнейшего развития сельского хозяйства и промышленности этого района.

Растущие потребности народного хозяйства Туркменской ССР предъявляют все больше требований к геологической службе. За годы Советской власти геологами совместно с работниками других специальностей проделана огромная работа по выявлению и изучению минеральных ресурсов Туркменской ССР. В результате этой работы в республике установлено наличие промышленных запасов разнообразных видов минерального сырья. Многие виды полезных ископаемых подвергаются промышленной разработке. Некоторые из них имеют всесоюзное значение. Однако проделанная работа еще далеко не достаточна.

Решающее значение для развития экономики республики имеет разрешение проблемы энергетических ресурсов. Взгляд на Туркмению как на страну, бедную природными энергетическими ресурсами, надо считать полностью опровергнутым.

Добыча нефти в Туркмении неуклонно возрастает, и удельный вес республики в общем балансе добычи нефти в СССР повышается.

Первоочередной задачей геологической службы для территории Туркменской ССР является обеспечение сырьевой базы дальнейшего роста нефтяной промышленности — ведущей отрасли тяжелой промышленности республики. Работы в этом отношении должны идти как по линии дальнейшей детальной разведки уже известных месторождений, так и по линии выявления и освоения новых перспективных в нефтеносном отношении площадей. Огромное экономическое значение имело бы выявление промышленной нефтеносности также вне территории Прикаспийской равнины — в области предгорной равнины Копет-Дага, по среднему течению Аму-Дарьи и в районе Гаурдака.

Одновременно большое внимание должно быть уделено горючим газам, связанным с нефтяными месторождениями, как добавочным энергетическим ресурсам, имеющим большое значение для развития народного хозяйства. Необходимо уже в ближайшие годы обеспечить широкое комплексное использование газов в народном хозяйстве республики.

Крупное народнохозяйственное значение имеет разрешение проблемы угля. Туркменская ССР испытывает острый недостаток в твердом топливе и вынуждена завозить его из-за пределов республики. Должны быть уточнены данные о промышленных запасах Туаркырских угольных месторождений и внесена полная ясность в вопрос о возможности в ближайшее время их промышленного освоения. Разработка этих месторождений в сочетании с организацией добычи угля на Кугитангском месторождении, по-видимому, сможет покрыть полностью потребности народного хозяйства республики в твердом топливе. Наряду с этим должны быть выяснены возможности открытия новых угленосных площадей в районе Большого Балхана, вне пределов Ягманского месторождения, где экономические условия вследствие близости к железнодорожной магистрали значительно более благоприятны.

Большие задачи стоят в отношении расширения и освоения сырьевой базы химической промышленности.

Одной из важнейших задач является разрешение проблемы максимального использования минеральных богатств Кара-Богаз-Гола для нужд народного хозяйства СССР. Помимо сульфата натрия, использование которого в химической промышленности СССР производится уже в течение 25 лет, имеются большие перспективы в отношении организации в крупных масштабах добычи магниевых солей, брома и других видов минерального сырья. Наряду с этим необходимо дальнейшее детальное изучение минеральных озер с целью выяснения возможности широ-

кого использования их сырьевых ресурсов для химической промышленности.

Развитие озокеритовой и иодо-бромной промышленности Челекена также требует постоянного внимания геологов. Должны быть выяснены возможности промышленного освоения иодо-бромных вод других месторождений Прикаспийской равнины (Небит-Дага, Чикишляра и др.), а также перспективы открытия новых промышленных месторождений озокерита.

В связи со строительством Гаурдакского горно-химического комбината необходимо иметь достаточно полные данные о всем комплексе минеральных богатств этого района (серы, каменной и калийных солей, гипса и ангидрита и др.) и о возможностях их промышленного использования. В первую очередь необходимо полностью осветить промышленные перспективы Гаурдакского серного месторождения, разведанные запасы которого далеко не исчерпывают его возможностей.

Несмотря на большой размах геологических разведок, проводимых в Туркменской ССР, нужно отметить, что в части рудных ископаемых геологические разведки проводились недостаточно, в силу чего промышленные запасы этих полезных ископаемых до сих пор в целом не определены.

В первую очередь нужно форсировать разведку свинцовых месторождений Кугитангтау, где, судя по последним данным геолого-разведочных работ, имеются большие перспективы на увеличение запасов высококачественных руд. Одновременно необходимо выяснить промышленную ценность медных месторождений того же района, сведения о которых в настоящее время весьма недостаточны. Должны быть продолжены поисковые работы на рудные ископаемые Копет-Дага, где имеются данные о наличии полиметаллов и киновари.

Для Копет-Дага важной задачей является также полное определение промышленных запасов месторождений барита и витерита с целью организации широкого использования их в народном хозяйстве.

Быстрые темпы роста народного хозяйства республики из года в год предъявляют все больше требований на строительные материалы, особенно на стеновые и вяжущие. Потребность в них может и должна быть покрыта путем использования местных ресурсов республики. Между тем степень изученности сырьевых ресурсов строительных материалов весьма недостаточна. Даже вопрос о наличии глин, пригодных для производства кирпича, разрешен не повсеместно. Большие задачи стоят перед геологами в связи с необходимостью организовать в широких масштабах разработку: известняков как стенового материала и для производства извести; гипсов и ангидритов для производства варочно-строительного гипса и гипсоволокнистых изделий; пластичных глин для производства керамических изделий (в частности, канализационных труб) и т. д. В связи с ростом потребностей строительства в цементе большое внимание должно быть уделено известняковым галечникам, простирающимся на сотни километров у подножия Копет-Дага, которые в настоящее время используются лишь одним цементным заводом, но, несомненно, способны в неограниченных размерах удовлетворить нужды цементного производства. Необходимо организовать использование гранитов, порфиритов и мраморов для наиболее ответственных частей зданий и сооружений, а также как облицовочного материала.

Наряду с этим должны широко проводиться работы по поискам новых видов минерального сырья, необходимых народному хозяйству республики.

Одной из важнейших задач геологов и работников смежных специальностей является комплексное обследование северных районов республики и Каракумов, минеральные богатства которых до сих пор оставались мало изученными.

Особенно большие задачи стоят перед гидрогеологами и инженерами-геологами. Ввиду недостаточности водных ресурсов, выявленных на территории Туркменской ССР, проблема водообеспеченности народного хозяйства республики является одной из основных проблем, от разрешения которой зависит развитие ее экономики.

Несмотря на огромную работу, проведенную гидрогеологами за годы Советской власти, современное состояние изученности подземных вод не отвечает потребностям растущего народного хозяйства. Даже для Копет-Дага, подземные воды которого относительно лучше изучены, необходимо проведение больших работ по выявлению и освоению остро необходимых дополнительных водных ресурсов. Большое внимание должно быть уделено, помимо выявления новых ресурсов подземных вод, также мероприятиям по сооружению совершенных каптажных систем и буровых колодцев, регулированию и сбережению временного стока, сокращению больших фильтрационных потерь в существующих водотоках.

Насущной задачей гидрогеологии является изыскание пресной воды в пустынных частях Туркменистана. Именно недостаток, а местами и полное отсутствие пресной воды являются одним из главных тормозов развития народного хозяйства в западных районах республики и в Каракумах. Известно, что портовый город Красноводск снабжается водой из опреснителей и путем привоза воды с западного побережья Каспийского моря. Недостаток воды крайне затрудняет разработку нефтяных богатств Прикаспийской равнины. Он же является одной из причин слабого освоения минеральных ресурсов Кара-Богаз-Гола, задержки в освоении Туаркырских угольных месторождений. При этих условиях местные источники пресных вод приобретают особое значение. Выявленные за военные и послевоенные годы пресные воды у Красноводска, в районе г. Небит-Дага и в западной части Каракумов показывают, что и дальнейшие работы в этом направлении небесполезны.

Наряду с использованием подземных вод необходимо осуществить в широких масштабах использование вод временного стока, как достаточно мощного, добавочного источника водных ресурсов.

Больших и продуманных гидрогеологических и инженерно-геологических исследований потребует начатая работа по переустройству ирригационных систем и развитию регулировочно-защитных мероприятий, а также освоение территории, прилегающей к Каракумскому каналу. Эти исследования должны быть тесно связаны с общегеологическими и геоморфологическими исследованиями, поскольку в Туркмении условия обводнения зависят в первую очередь от многообразных физико-географических и геолого-тектонических особенностей.

Положение Туркмении в зоне, подверженной разрушительным землетрясениям, делает особо актуальными работы по детальному изучению сейсмичности территории. Должно быть проведено детальное сейсмическое районирование, выявлены все наиболее опасные в сейсмическом отношении участки и разработаны мероприятия по предотвращению разрушительных последствий землетрясений.

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Интенсивные поисковые, геолого-разведочные и научно-исследовательские работы, проводившиеся на территории Туркменской ССР за годы Советской власти, установили наличие в ее недрах залежей крупнейших минеральных природных ресурсов.

Нефть

Ведущее место среди минеральных ресурсов Туркмении занимает нефть. В общем балансе СССР по добыче нефти значение Туркменистана как нефтедобывающего района все более и более возрастает. Так, например, добыча нефти в течение пяти лет (1948—1952 гг.) составила 10,1 млн. *т*, превысив более чем в 1,5 раза добычу за все предшествовавшие 22 года, когда было добыто 6 млн. *т*.

Нефтяные месторождения Туркменистана, сопровождаемые выходами газов и нефтяными водами с хлористым натрием и солями брома и иода, располагаются на обширной территории Прикаспийской низменности. Последняя в тектоническом отношении представляет собой крупную депрессию, открытую к западу и окаймленную с севера и северо-востока горами Большой Балхан, Куба-Даг, Малый Балхан, а с востока западными отрогами горной системы Копет-Даг.

Основные нефтяные месторождения Туркменистана Небит-Даг, Челекен и Кум-Даг и газовое месторождение Кызылкум расположены в северной части депрессии, в Прибалханском прогибе. Нефтеносными являются отложения красноцветной толщи, акчагыла и апшерона. Наиболее продуктивные горизонты приурочены к отложениям красноцветной толщи. Последние дали 88% всей нефти от общей добычи, тогда как из отложений акчагыла добыто всего 7% нефти, а из апшеронских 5%.

Как видно из описания нефтяных месторождений Прибалханского района (В. В. Денисевич), характерными особенностями их являются многопластовость, высокая продуктивность залежей и большая площадь нефтеносности. В разрезе красноцветной толщи Западного Небит-Дага вскрыто до 52 нефтяных пластов, объединенных в 17 горизонтов, при этом более нижние части ее еще не вскрыты. Сейсморазведка показала, а бурение подтвердило, что размеры разрабатываемых в настоящее время структур Челекена, Небит-Дага и Кум-Дага значительно больше, чем это было установлено геологической съемкой. Структуры эти разведаны лишь частично как по площади, так и на глубину. Данные разведочного бурения на Челекене и частично в центральной части Небитдагской структуры показывают, что наиболее мощные залежи нефти приурочены к нижним горизонтам разреза красноцветной толщи, — закономерность, характерная также для всех структур апшеронского полуострова. Наличие высокопродуктивных и многопластовых залежей нефти в центральной части Прибалханской депрессии (Небит-Даг) и аналогичного типа залежей в ее восточной (Кум-Даг) и западной (Челекен) частях говорят об огромных запасах нефти, таящихся в ее недрах. Об этом свидетельствуют также многочисленные нефтегазопроявления, отмечаемые на других структурах.

Наземными исследованиями и по геофизическим данным выявлено до 27 перспективных структур (Ю. Н. Годин). Большая часть из них

имеет в той или иной степени признаки нефтеносности. В настоящее время 6—8 структур находятся в разведке, причем на некоторых из них наблюдаются мощные фонтаны газа.

Наличие довольно большого количества благоприятных в нефтеносном отношении структур и присутствие в отложениях красноцветной толщи, акчагыла и апшерона многочисленных мощных коллекторов, которые, как установлено для структур, подвергающихся разработке, заключают весьма богатые промышленные залежи нефти, выдвинули Прибалханский нефтеносный район как новую крупную базу нефтяной промышленности Советского Союза с огромными потенциальными возможностями для его дальнейшего развития (В. В. Денисевич). В связи с этим определяется и направление дальнейших работ в этой области.

Первоочередными задачами здесь являются выявление контуров нефтеносности разрабатываемых месторождений (Небит-Даг, Челекен, Кум-Даг), разведка более нижних горизонтов красноцвета и поиски литологически экранированных и стратиграфических залежей нефти в красноцвете, акчагыле и апшероне на погруженных участках — крыльях и в синклинальных зонах. Необходимо дальнейшее усиление разведочного бурения как на разведываемых, так и на других структурах Прибалханского района с целью подготовки новых нефтеносных площадей для промышленного освоения.

Перспективными для постановки поисковых работ на нефть являются также структурные террасы в зоне северного борта депрессии, которые должны быть охвачены разведочным бурением.

Особого внимания заслуживают морские участки Каспийского побережья, примыкающие к Прибалханской депрессии. О большой перспективности этих участков в нефтеносном отношении можно судить по установленному геофизическими работами погружению Челекенской структуры на юго-западе и наличию на продолжении тектонических линий Прибалханского района подводных сопок (банок) и грязевых вулканов, а также по аналогии с азербайджанским побережьем Каспия. Морские участки в самое ближайшее время должны быть подготовлены к разведочному бурению на нефть.

Перспективы нефтеносности Юго-Западного Туркменистана не ограничиваются одним Прибалханским районом. К югу от него расположен Кеймиро-Чикишлярский район, характеризующийся широким распространением грязевых вулканов, сопровождающихся выделением нефти и газа. По геофизическим данным (Ю. Н. Годин) в этой обширной зоне устанавливается наличие большого количества пологих антиклинальных складок протяженностью 20—50 *км*, прикрытых с поверхности мощным покровом горизонтально лежащих современных и древнекаспийских отложений. Район в нефтеносном отношении по существу еще не изучен и требует самого серьезного внимания.

Оторванность от железной дороги и пустынные безводные условия района являлись основным тормозом для широкого разворота здесь поисково-разведочных работ. Для подготовки наиболее перспективных площадей к промышленному освоению необходимо проведение довольно большого объема геофизических работ с целью уточнения тектонического строения района, выявления новых и детализации ранее открытых структур. На основе аэрогеологических и обычных методов геологической съемки необходимо изучение новейшей и современной тектоники, как отражения глубинной тектоники. Геофизические и геологические работы должны сопровождаться бурением структурно-картировочных и опорных

скважин. Наряду с этим начатое ранее, но законсервированное разведочное бурение на Кеймире должно быть продолжено с целью отыскания промышленных залежей в отложениях апшерона, акчагыла и красноцвета.

Учитывая, что нефтяные месторождения Прибалханского района, а равно и нефтеносность всей Прикаспийской низменности в целом изучены еще очень слабо, необходима постановка в соответствующем масштабе научно-исследовательских работ по дальнейшему изучению и детализации стратиграфии, литологии третичных отложений, по выяснению условий формирования и типов залежей нефти. Самое серьезное внимание должно быть уделено также вопросам тектоники. Геолого-съемочные и поисковые работы должны сопровождаться геохимическими исследованиями.

Перспективы нефтеносности Прикаспийской низменности колоссальны, и освоение нефтяных богатств недр этой обширной зоны имеет огромное экономическое значение. Создание здесь крупной нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности не только может обеспечить нефтепродуктами нужды Туркменской ССР, но и покроет потребности других республик Средней Азии, что избавит среднеазиатские республики от дальних завозов нефтепродуктов.

Признаки нефтеносности известны и в других областях Туркменской ССР. Так, выходы жидкой нефти, углеводородных газов и битуминозность, связанные с верхнеюрскими породами, известны в Гаурдак-Кугитангском районе. Значительный интерес в газонефтеносном отношении представляет Питняк-Дарганатинский район, где также имеется большое количество выходов азотно-углеводородных газов, приуроченных к верхнемеловым отложениям.

В Гаурдак-Кугитангском районе Туркменским геологическим управлением в 1939—1942 гг. в небольшом объеме проводилось разведочное бурение. В дальнейшем разведочные работы были приостановлены из-за условий военного времени.

В Питняк-Дарганатинском районе в конце 1951 г. трест Средазнефтеразведка начал бурение глубокой опорной скважины на Султансанджарской и разведочное бурение на Тюямуюнской структурах. Целью этих работ является выяснение газонефтеносности мезозойских и палеозойских отложений. Работы эти продолжаются и поныне. Скважины показали битуминозность меловых пород и наличие небольшого количества жидкой нефти в отложениях юры (Л. Г. Жуковский и К. А. Сотириади).

Гаурдак-Кугитангский и Питняк-Дарганатинский районы являются несомненно перспективными в нефтеносном отношении. Оба они расположены вблизи железной дороги и водной артерии — Аму-Дарьи — и имеют большую экономическую будущность. Особенно выделяется Гаурдак-Кугитангский район. Здесь с каждым годом все шире и шире развивается горнорудная промышленность на базе выявленных за годы довоенных пятилеток богатейших месторождений серы, калийных солей, полиметаллов, каменного угля и т. д. Этому району принадлежит в ближайшем будущем второе ведущее место в промышленности Туркменской ССР. Поэтому открытие здесь промышленных залежей нефти имело бы большое значение для удовлетворения нефтепродуктами потребностей как самого промышленного района, так и прилежащих сельскохозяйственных районов Чарджоуской области. Кроме того, нефть отсюда можно было бы транспортировать по Аму-Дарье в Ташаузскую область Туркменской ССР и северо-западные районы Узбекистана и Кара-Калпакию.

Кроме отмеченных районов с явными нефтегазопроявлениями, на территории Туркменской ССР имеется ряд районов, которые по общим геологическим данным могут быть отнесены к перспективно-нефтеносным. К таковым относятся участок среднего течения Аму-Дарьи от ст. Мукры до ст. Чарджоу, область Прикопетдагской депрессии, Центральные и Западные Каракумы и район северных предгорий Паропамиза (Карабиль, Бадхыз) и прилегающая к ним часть Юго-Восточных Каракумов. Эти районы изучены еще слабо и требуют проведения довольно большого объема комплексных геофизических и нефтегеологических исследований и поисково-разведочного бурения.

Первоочереденым объектом этих работ является Прикопетдагская депрессия, расположенная вдоль культурной полосы и проходящей по ней железнодорожной магистрали. Только в западной части этой депрессии, в так называемом Казанджикском прогибе, геофизиками выявлены 7 пологих структур, а в восточной части выявлена структура, находящаяся вблизи столицы республики г. Ашхабада. Установление здесь промышленной нефтеносности имело бы огромное экономическое значение.

Горючие газы

Промышленные залежи углеводородных газов установлены в Прибалханском районе. Довольно многочисленные выходы их известны в Кеймиро-Чикишлярском районе, где наблюдались также мощные выбросы газа при проходке скважин.

Все эксплуатационные горизонты месторождений Небит-Дага, Кум-Дага и Челекена сопровождаются интенсивным выделением нефтяных газов. Кроме того, разведочное бурение показало, что в Прибалханском районе имеются, по-видимому, и чисто газовые месторождения, например Кызылкум, где при разведочном бурении был получен мощный фонтан газа (без нефти) с суточным дебитом, достигающим 300 000 $м^3$. До настоящего времени специальной разведки газов в указанных выше районах еще не было, и общие запасы газов пока остаются невыясненными. Но уже имеющиеся данные говорят, что Прикаспийская низменность весьма богата не только нефтью, но и газами.

К сожалению, следует отметить, что газам Юго-Западного Туркменистана до сих пор не придавалось надлежащего значения. Утилизация нефтяных газов ограничивается пока лишь использованием их для бытовых нужд промыслов Небит-Дага, Кум-Дага и частично самого г. Небит-Дага. Между тем мощные фонтаны, указывающие на наличие крупных залежей газа, позволяют считать, что в Юго-Западном Туркменистане наряду с развитием нефтяной промышленности могла бы развиваться как самостоятельная отрасль и газовая промышленность.

Газ может быть использован не только как топливо, но и для производства других продуктов, получаемых из него. Для этого прежде всего необходимо определить промышленные запасы газа. В первую очередь это должно быть сделано для Прибалханского района, где необходимо оконтурить залежи газа и определить запасы на площадях Кызылкум, Урунджук и Монжуклы, а также на разрабатываемых площадях Кум-Даг, Небит-Даг и Челекен. Наряду с этими работами необходимы поисково-разведочные работы с целью вскрытия новых газоносных площадей.

Уголь

Угольные месторождения Туркменистана расположены в Гаурдак-Кугитангском, Туаркырском и Б. Балханском районах.

Кугитангское каменноугольное месторождение находится в восточной части Гаурдак-Кугитангского промышленного района. Месторождение расположено на восточном склоне хребта Кугитангтау, входящего в состав юго-западных отрогов Гиссарского хребта. Угленосными являются юрские отложения, в разрезе которых выделяются две угленосные свиты: нижняя свита лейаса и верхняя бата (Е. А. Репман). Промышленная угленосность констатирована в нижней угленосной свите. Месторождение в целом еще не разведано. Более или менее детальные разведки проводились в краевой зоне месторождения, близкой к выходам пластов на поверхность. В годы войны и позже на горном отводе Министерства местной промышленности Туркменской ССР в небольшом количестве производилась добыча угля для нужд промышленных предприятий г. Ашхабада. Министерство местной промышленности республики в 1954 г. проводило промышленную разведку основного рабочего пласта № 4 с целью заложения шахты.

Кугитангское месторождение по своим запасам и качеству угля является одним из крупных месторождений в Средней Азии. Полное освоение угольных богатств месторождения возможно только при условии проведения железнодорожной ветки протяженностью 80 *км* от ст. Келиф, Ашхабадской ж. д., до угольной шахты. При наличии ветки твердым минеральным топливом можно обеспечить потребность не только промышленного Гаурдак-Кугитангского района, но и других районов Чарджоуской области. Уголь отсюда можно было бы вывозить и в Ташаузскую область Туркменской ССР, Хорезмскую область Узбекской ССР и Кара-Калпакскую АССР.

Большой практический интерес представляет угленосность Северо-Западного Туркменистана. На обширной территории, расположенной к востоку от Каспия, имеется ряд выходов на дневную поверхность юрских углей, указывающих на региональный характер угленосности юрских отложений. В пределах Туркменистана расположены Туаркырская группа буроугольных месторождений и Ягманское каменноугольное месторождение. Работами последних лет (В. С. Курбатов) выходы угля обнаружены в ядре Бейнеуской антиклинали, находящейся между Туаркыром на севере и Б. Балханом на юге.

Наиболее перспективными являются Туаркырские месторождения бурых углей. Комплексные исследования их начаты с 1949 г. Основным препятствием в изучении этих месторождений, а равно и освоении их угольных богатств являются оторванность от железной дороги (свыше 200 *км*) и безводные пустынные условия района.

В пределах Туаркырского района известны несколько угленосных площадей. Угленосность здесь приурочена к отложениям средней и отчасти нижней юры (В. С. Курбатов, К. Машрыков). Район в целом в отношении угленосности еще детально не изучен. Проведенные разведочные работы коснулись, главным образом, месторождений Восточный и Западный Аманбулак, где была установлена промышленная угленосность, приуроченная к среднеюрским отложениям, и подсчитаны запасы угля. Следует отметить, что месторождения разведаны лишь частично как по площади, так и на глубину. Практическое значение нижнеюрских углей пока не выяснено.

Учитывая, что уже выявленные запасы углей отдельных площадей имеют промышленное значение, необходимо в ближайшее время приступить к детальному изучению угленосности всего района в целом. Разведочными работами в первую очередь должны быть уточнены запасы по известным здесь угольным пластам по Восточному и Западному Аманбулаку с переводом запасов низкой категории в более высокие категории. Кроме того, должны быть разведаны и более нижние горизонты. Необходимо установить контуры угленосности этих месторождений. На всех других известных выходах углей должны быть поставлены предварительные разведочные работы, а на новых участках—поисковые работы. Одновременно с этими работами должны быть проведены исследования по изучению самого вещества угля для выяснения как энергетических свойств, так и возможности подземной газификации, для чего необходимы проведение петрографических и химических исследований углей, изучение процессов выветривания, обогатимости, зольности, сероносности и других энергетических и технологических данных. Все эти вопросы имеют существенное значение для промышленной оценки угленосности Туаркырского района в целом.

Выходы угля в ядре Бейнеуской антиклинали приурочены к отложениям средней юры и по стратиграфическому положению отвечают угленосному горизонту, залегающему в кровле прибрежно-морской толщи Туаркыра. Таким образом, Бейнеу также является объектом для постановки здесь поисково-разведочных работ на уголь более низких горизонтов средней юры, а также нижней юры.

Ягманское каменноугольное месторождение расположено на северном крыле Б. Балхана, в его западной части.

Разработка этого месторождения началась еще в дореволюционный период и продолжалась с перерывами до 1949 г., когда был выработан здесь весь запас угля на эксплуатационном участке, в так называемой добросовой части месторождения. Поисково-разведочными работами, проведенными в 1932—1934 гг. (Е. А. Репман), было выявлено в районе Большого Балхана до 6 угленосных площадей и установлено присутствие трех угленосных горизонтов с одним или двумя пластами угля, приуроченных к батским отложениям. В результате этих работ была дана отрицательная оценка месторождению как не представляющему промышленного значения. Однако исследования последних лет показали, что месторождение недоразведано, так как разведочными работами охвачены лишь краевые зоны, а центральные части наиболее перспективных площадей Ягман и Шорли не затронуты разведкой. Хотя Ягманское месторождение и имеет чисто местное значение, но близость его к железной дороге и высокое качество углей требуют его доразведки.

Разведочными работами, помимо указанных выше двух площадей, должны быть охвачены и прилегающие с запада к месторождению районы, где можно также ожидать залежи угля. Проведение здесь поисково-разведочных работ имеет существенное экономическое значение, так как месторождение и прилежащие западные участки расположены в полосе, примыкающей к железной дороге Ашхабад—Красноводск, и в случае благоприятных результатов поисков залежи угля могут оказаться у самой железной дороги недалеко от промышленных городов Красноводска и Небит-Дага.

Рудные полезные ископаемые

Из рудных полезных ископаемых Туркменской ССР промышленное значение имеют полиметаллы.

Полиметаллические месторождения, приуроченные к верхнеюрским известнякам, в пределах Туркменской ССР известны на западном склоне Кугитангского хребта. Кроме того, полиметаллические рудопроявления известны среди песчано-глинистых отложений нижнего мела в Западном Копет-Даге. Они относятся к гидротермальным, преимущественно низкотемпературным образованиям.

Наиболее изученным и перспективным является Кугитангский рудоносный район. Полиметаллические месторождения Кугитангтау расположены на высотах 1500—2000 *м* над уровнем моря. Вдоль западного склона Кугитангтау прослеживаются многочисленные нарушения, представленные флексурами, взбросами и трещинами. Все известные здесь месторождения — Майданшахское, Тазачервинское, Базартюбинское и Караагачское — расположены в ущельях, в зоне Караагачского и Тазачервинского нарушений (В. И. Бирюков, К. Е. Дунаева-Мирович и В. Т. Демин). Характерными особенностями Кугитангских месторождений, по В. И. Бирюкову, являются:

а) приуроченность рудных тел к трещинным структурам, наряду с чем имеет место и литологический контроль, так как наиболее богатые рудные тела приурочены к определенным стратиграфическим горизонтам;

б) разнообразные формы залежей, обусловленные комбинациями трещинных и пластовых структур;

в) тесная связь полиметаллов с жильными карбонатами и баритом;

г) высокий процент содержания металлов в рудах;

д) значительная глубина зоны окисления, вследствие чего все известные залежи представлены окисленными рудами.

Практически ценными компонентами являются, главным образом, свинец и цинк; встречаются серебро и в незначительных долях золото.

Следует отметить, что месторождения детально не разведаны. Все разведочные горные выработки находятся в самой верхней части окисленной зоны. Первые мероприятия глубокой разведки дали весьма ощутимые результаты, выдвигая Кугитангские месторождения в число крупных полиметаллических месторождений. Так, в результате проведения разведочных работ Туркменским геологическим управлением в 1951—1952 гг. (К. Е. Дунаева-Мирович и В. Т. Демин) запасы свинца на Майданшахском месторождении, утвержденные в ТКЗ на 31/XII 1952 г., составляют по категориям A_2+B+C_1 859 702 *т* руды со средним содержанием свинца 5,39%, или 46 349 *т* свинца. Запасы цинка и других компонентов не подсчитывались, хотя цинк и серебро, по предварительным данным К. Е. Дунаевой-Мирович и В. Т. Демина, могут иметь промышленное значение. Приведенные цифры запасов свинца показывают крупное значение Майданшахского месторождения. Следует отметить, что рудное тело по падению прослежено всего на глубину 66 *м* при протяженности по простиранию 340 *м;* мощность рудного тела колеблется от 0,25 до 40 *м;* содержание свинца в рудах в пределах контура подсчета запасов колеблется от 1,02 до 61,3%. Кроме Майданшахского месторождения, в стадии промышленно-эксплуатационной разведки находится Тазачервинское месторождение. Здесь Кугитангский рудник всесоюзного треста Свинецразведка одновременно с разработкой месторождения проводит разведочные работы. С 1952 г. Туркменское геологическое управление ведет разведку и на Базартюбинском месторождении.

Кугитангские полиметаллические месторождения требуют самого серьезного изучения. Дальнейшие геолого-разведочные работы должны быть направлены как на разведку обнаруженных рудных тел, так и на поиски новых участков оруденения в той же зоне трещинных структур. Кроме того, необходимо провести поисковые работы на всей территории хребта, сложенной юрскими известняками, с целью выявления возможного оруденения, приуроченного к другим зонам трещинных структур.

Полиметаллические рудопроявления Копет-Дага сосредоточены в его западной части на площади около 200 *км* длиной и до 60 *км* шириной.

Для Западного Копет-Дага характерна приуроченность рудопроявлений к карбонатно-баритовым жилам. Карбонатно-баритовые жилы, содержащие вкрапленность сульфидов свинца и цинка, приурочены к песчаникам и алевролитам верхнего апта — альба. Следы рудопроявления отмечаются и в нижележащих известняках неокома. Жилы приурочены главным образом к ядерным частям складок второго порядка, развитых в пределах указанных выше свит. Из 80 с лишним известных жильных месторождений барита отмечено более 15, в которых содержатся вкрапления полиметаллов в больших или меньших количествах. В некоторых из них, кроме основных компонентов (свинец, цинк), установлено повышенное содержание киновари.

Копетдагские полиметаллические месторождения еще не разведаны, и промышленное значение их не выяснено. Здесь должна быть проведена прежде всего более глубокая разведка известных баритовых месторождений с рудопроявлениями полиметаллов. Кроме того, необходимы поисковые работы и на других площадях Западного Копет-Дага, с применением шлиховой съемки и других методов исследований.

Поисково-разведочные работы должны сопровождаться бурением под зоны полиметаллической минерализации, оконтуренные с поверхности.

Все поисково-разведочные работы на свинец как в Копет-Даге, так и на Кугитангтау должны проводиться в комплексе также на ртуть и сурьму (а в Кугитангтау на серебро и золото) с задачами выявления достаточной концентрации этих металлов для попутного извлечения. Не исключена возможность, особенно в Копет-Даге, обнаружения и самостоятельного ртутного месторождения.

Наряду с поисково-разведочными работами необходимо развернуть научно-исследовательские работы, направленные на выяснение генезиса и типов залежей указанных месторождений и установление закономерностей их оруденения. Кроме того, необходимо поставить широкие региональные исследования минералогического характера. Эти работы прежде всего должны быть проведены в районах, прилегающих к Кугитангтау, и в Копет-Даге, а также в районе Туаркыра.

Геологическое изучение территории Туркменистана в отношении металлических полезных ископаемых только началось, и первые результаты более детальной и глубокой разведки неплохие (Майданшахское месторождение).

Помимо дальнейшего изучения жильных месторождений, необходимо развернуть также работы по выявлению промышленных залежей руд осадочного происхождения — бокситов, медных и марганцевых руд, признаки которых установлены в осадочных образованиях, развитых на территории республики. Нет сомнения, что дальнейший разворот поиско-

вых, геолого-разведочных и научно-исследовательских работ откроет еще скрытые богатства недр республики и рудные ископаемые займут видное место в народном хозяйстве Туркменской ССР.

Сера

Среди нерудных ископаемых Туркменистана одно из ведущих мест занимает самородная сера.

Туркменистан по запасам серы в общем балансе СССР стоит на втором месте после Украины. Именно Туркменистан является колыбелью развития серной промышленности. Первый завод по добыче и переработке серы, действующий и ныне, был построен в Центральных Каракумах.

В пределах Туркменистана выделяется, по А. С. Соколову, четыре сероносных района: Западно-Туркменский, Каракумский, Южно-Туркменский и Восточно-Туркменский (или Гаурдак-Кугитангский).

Все месторождения серы Туркменистана осадочного происхождения и могут быть подразделены, по А. С. Соколову, на три типа: 1) пластообразные месторождения, образующиеся в толщах сульфатно-карбонатных осадков; 2) гнездовые месторождения, образующиеся в приповерхностных слоях, обычно в молодых (неогеновых и четвертичных) песчаных отложениях; 3) рассеянные включения серы в мергельно-глинистых отложениях неогена.

Наиболе перспективными из перечисленных выше типов являются месторождения первого типа. Здесь прежде всего следует указать на Гаурдакское месторождение серы как на крупнейшее в мире месторождение. Оно изучено довольно детально. Промышленное осернение приурочено главным образом к нижним горизонтам так называемой гаурдакской свиты, по возрасту относимой к кимериджскому и титонскому ярусам. Начиная с 1934 г. на Гаурдакском месторождении производятся добыча руды и выплавка серы. В настоящее время производится строительство Гаурдакского серного комбината.

Разведанные запасы серных руд и серы утверждались в ВКЗ в 1947 г. В результате работ 1948—1951 гг. разведанные запасы месторождений значительно увеличены. На 1/I 1952 г. числится на балансе запасов серы по категории A_2+B 2089 тыс. *т* и по категории C_1 1502 тыс. *т*. Всего по категориям A_2+B+C_1 3591 тыс. *т*. Общие перспективные запасы Гаурдакского месторождения определяются А. С. Соколовым в 15—25 млн. *т*.

Возможности нахождения серных залежей не ограничиваются указанным месторождением. Перспективным для поисковых работ является также западный склон хр. Кугитангтау, где в ряде пунктов установлено наличие мелких скоплений серы, приуроченных к той же гаурдакской свите.

Исходя из изложенного, дальнейшие геолого-разведочные работы в Гаурдак-Кугитангском районе должны заключаться в предварительной и детальной разведке с целью прироста промышленных запасов высоких категорий на известных сероносных участках Гаурдакского месторождения и в поисковых работах с применением неглубокого бурения по всей Гаурдакской структуре, а также выяснения промышленной сероносности западного склона Кугитангтау и других площадей развития гаурдакской свиты.

Большой интерес представляет сероносность Каракумских и прикаспийских месторождений. На Каракумских месторождениях, разрабаты-

вающихся с 1930 г., в послевоенный период, в связи с исчерпанием балансовых запасов, предполагалось закрытие предприятия по добыче и переработке серы. Но исследования 1951 и 1952 гг. выявили новые перспективные участки для постановки здесь предварительной и детальной разведки (А. С. Соколов).

То же самое следует сказать о сероносности прикаспийских месторождений. Сравнительно высокое содержание серы на некоторых из них (например, на Котуртепинском месторождении содержание серы в штуфных пробах, по А. С. Соколову, колеблется в пределах от 15 до 30%) и весьма обширная площадь, на которой известны проявления сероносности, показывают, что Западно-Туркменский район заслуживает внимания и здесь необходима постановка геолого-поисковых и разведочных работ на серу. В случае положительных результатов и выявления промышленных запасов серы условия для эксплуатации месторождений окажутся благоприятными, так как они находятся в промышленно осваиваемом районе.

Озокерит

Туркменистан располагает крупнейшими в мире запасами «горного воска» — озокерита. Месторождения озокерита известны на п-ове Челекен, озокеритовые жилы были найдены на Небит-Даге. В ряде участков Прибалханского района отмечено наличие озокеритоподобного битума. На челекенских месторождениях выявлены крупные промышленные запасы озокерита. Здесь встречаются два типа залежей озокерита—пластовые и жильные. Промышленное содержание озокерита имеется как в пластовых, так и в жильных залежах. Пластовые месторождения приурочены к отложениям красноцветной толщи и бакинского яруса, жильный озокерит встречается в глинах апшеронского и акчагыльского ярусов (В. В. Семенович).

На Челекене известны три группы месторождений озокерита: Промысловая (западная), Алигульская и Дагаджикская. Разведанные запасы сосредоточены в пределах Промысловой и Дагаджикской групп месторождений. Алигульская группа пока еще детально не разведывалась. Челекенские месторождения по своим запасам в сочетании с высоким качеством озокерита (Аймен-Миутская зона) стоят на первом месте среди всех известных озокеритовых месторождений СССР.

Добыча озокерита в дореволюционное время проводилась частными лицами и носила хищнический, бессистемный характер. В настоящее время на Челекене работает завод по добыче и выплавке озокерита. Готовая продукция завода отправляется в промышленные предприятия СССР.

Общие перспективы челекенских месторождений пока еще не выяснены, в связи с этим дальнейшие задачи в целях выявления промышленных запасов заключаются в доразведке месторождений Промысловой и и Дагаджикской групп и в разведке Алигульской группы месторождений, где до сих пор велись только поисковые работы. Кроме того, не исключается возможность открытия новых месторождений озокерита в пределах Прибалханского нефтеносного района (Боя-Даг, Котуртепе).

Иод и бром

Челекен богат не только нефтью, озокеритом, но и иодо-бромными водами, приуроченными к отложениям красноцветной толщи. Воды эти характеризуются большим дебитом и высокой температурой. Им свойст-

венно высокое содержание иода и брома. Концентрация иода в водах Челекена составляет в среднем 25 *мг/л*, концентрация брома 400—500 *мг/л*, достигая в отдельных случаях почти 1000 *мг/л* (Б. А. Бедер).

На Челекене в настоящее время работает иодо-бромный завод союзного значения. Завод вырабатывает бром и иод из пластовых вод верхних горизонтов красноцветной толщи. Объем продукции завода определяется дебитом воды, поступающей из скважин. Ввиду того что нефтяные залежи верхних горизонтов красноцветной толщи за долгие годы эксплуатации месторождения были истощены, за годы войны значительно сократились и почти были прекращены разведочные и эксплуатационные работы. В связи с этим завод работал исключительно на водах старых скважин, что в значительной мере ограничивало его производственные возможности.

Скважины, пробуренные за последние годы, вскрыли мощные залежи нефти в низах красноцвета, в связи с чем развернулось в широком масштабе разведочное и эксплуатационное бурения. Это обстоятельство значительно увеличит запасы вод, получаемых заводом из скважин, что в свою очередь может умножить объем выпускаемой заводом продукции.

Таким образом, Челекен с его богатыми нефтяными залежами, озокеритом и иодо-бромной промышленностью представляет собой крупный экономический район, имеющий не только республиканское, но общесоюзное значение. Существенными препятствиями для экономического развития Челекена является отсутствие на месте энергетических ресурсов и пресной воды. Решением правительства на Челекене намечено строительство электростанций; проведен водопровод Джебел—Челекен. Намечена также реконструкция завода и увеличение выпуска продукции иода в 2—2,5 и брома в 5—5,5 раза. В настоящее время завод выпускает 50—60 *т* иода и свыше 100 *т* брома в год.

Перспективы развития иодо-бромного производства не ограничиваются одним только Челекеном. Высокое содержание иода и брома наблюдается и в водах других нефтяных структур Прибалханского района и в газоносном Кеймиро-Чикишлярском районе. По данным результатов анализа проб, в водах некоторых структур Прибалханского района содержание иода достигает 70 *мг/л* и брома 800 *мг/л*. В водах некоторых озер Кеймиро-Чикишлярского района содержание иода достигает 1000 *мг/л* и более. Районы в указанном отношении еще слабо изучены и требуют более детальных исследований. В случае благоприятных результатов исследований Западный Туркменистан окажется одним из весьма перспективных районов Советского Союза по иодо-бромной промышленности.

Мирабилит

Среди прочих нерудных ископаемых Туркменистана особняком стоит крупнейшее в мире месторождение сульфата натрия, сульфата магния, хлористого магния и многих других ценных солей — естественный химкомбинат залив Кара-Богаз-Гол. Начало изучения и первая попытка эксплуатации основного продукта залива — мирабилита — относятся еще к дореволюционному периоду. Но научное изучение и промышленное освоение богатств залива начаты только после установления Советской власти. В начале первой пятилетки здесь был организован государственный всесоюзный трест Карабогазсульфат.

С организацией треста производство сульфата получило широкий размах и масштабы добычи непрерывно увеличивались. Как в годы мир-

ного строительства, так и в годы Великой Отечественной войны химические ресурсы Кара-Богаз-Гола использовались для нужд социалистического строительства нашей Родины. Многие предприятия союзной химической, стекольной, мыловаренной, кожевенной, вискозной, бумажной, хрустальной и других отраслей промышленности снабжались и снабжаются сульфатами Кара-Богаз-Гола (Чарыев, 1950). За последние годы, в связи с падением уровня Каспия, в гидрологическом и гидрохимическом режимах залива произошли значительные изменения, приведшие к увеличению концентрации рапы и выпадению из нее наряду с мирабилитом также поваренной соли. Принятые меры, направленные на создание искусственных условий осаждения мирабилита, и другие технические мероприятия позволили сохранить получение чистого мирабилита (Я. Б. Блюмберг). Следует особо подчеркнуть, что, несмотря на отмеченные изменения режима залива, он остается крупнейшей сырьевой базой галургической промышленности Союза ССР. Гидрологические и гидрохимические условия залива в значительной степени изучены и, что очень важно, определены пути использования его богатейших запасов химического сырья. Дальнейшее освоение неисчерпаемых богатств этого естественного резервуара химического сырья должно быть комплексным. На базе организации здесь крупного химического комбината можно будет не только извлекать ценные компоненты залива, например сульфат натрия, сульфат магния, хлористый магний и т. д., но и получать их производные.

Основными препятствиями для развития Кара-Богаз-Гола являются отсутствие пресной воды и энергетических ресурсов. Следует отметить, что в геологическом отношении район изучен слабо. Наряду с прочими причинами, обусловливающими изменения гидрологических и гидрохимических условий залива, существенную роль в этих изменениях, вероятно, играют геологические причины и, в частности, возможно, тектоническое развитие всего Каспийского бассейна. Поэтому дальнейшие гидрологические и гидрохимические наблюдения должны сопровождаться геологическими исследованиями. Только комплексное изучение позволит выяснить истинные причины изменения режима залива и дадут возможность правильно наметить вопросы организации «Большого Кара-Богаз-Гола».

За последние годы рядом исследователей рекомендуется новый район, где возможна организация сульфатного хозяйства. В частности, рекомендуется бывший Балханский залив, где имеются благоприятные условия для производства сульфата натрия из Каспийской воды бассейным способом (Я. Б. Блюмберг). Преимущество этого района — близость к железной дороге и промышленным городам Красноводску и Небит-Дагу.

Калийные и поваренная соли

На территории Туркменской ССР месторождения калийных солей известны в Гаурдак-Кугитангском районе. Здесь их насчитывается до 15 месторождений, представляющих, по-видимому, единый соленосный бассейн. Площадь распространения соленосного бассейна захватывает всю область юго-западных отрогов Гиссарского хребта и достигает 10 тыс. *км*^{2}.

Соленосными являются отложения верхней юры (кимеридж — титон). Толща каменной соли мощностью до 400 *м* состоит из галита, сильвина, карналлита и глинистых примесей. Преобладающим минералом является галит. Сильвин присутствует в значительных количествах в некоторых горизонтах. Карналлит составляет в среднем не более 5% сильвиновой породы (Н. П. Петров).

Наиболее изучено Гаурдакское месторождение. Здесь насчитывается семь пластов калийных солей, из которых три пласта отвечают кондиционным требованиям и имеют промышленное значение. Утвержденные ВКЗ запасы по категории $B+C_1$ на 15/XII 1951 г. составляют 106 млн. *т* сырых калийных солей.

Месторождение характеризуется крупными промышленными запасами и благоприятными геологическими условиями для разработки. Благоприятными является также географическое положение месторождения — в экономически освоенном районе, на небольшом расстоянии от железной дороги (4 *км* от конечной станции железнодорожной ветки Мукры—Гаурдак Ашхабадской ж. д.).

Другим более или менее изученным месторождением является Кызылмазарское месторождение, которое является естественным продолжением Гаурдакского месторождения, отделяясь от последнего зоной тектонических нарушений. Утвержденные ВКЗ запасы по категории C_1 здесь составляют 1730 тыс. *т* и по категории C_2 2137 тыс. *т*.

Приведенные запасы калийных солей по Гаурдакскому месторождению позволяют организовать крупное производство по выпуску хлористого калия, на базе которого можно получить в необходимом количестве калийные удобрения для хлопковых полей Средней Азии.

Перспективы Гаурдак-Кугитангского района не ограничиваются перечисленными месторождениями. Здесь насчитывается до полутора десятков месторождений, запасы которых остаются в резерве.

Территория Туркменистана богата не только калийными солями, но и поваренной солью. Кроме месторождений каменной соли Гаурдак-Кугитангского района, промышленные залежи поваренной соли известны и в других областях Туркменской ССР. В Красноводском районе крупные залежи поваренной соли месторождений Куули, Баба-Ходжа разрабатываются и снабжают солью республику, а также вывозятся за ее пределы. Промышленные залежи поваренной соли имеются также в русле Узбоя и в районе среднего течения Аму-Дарьи.

Барит и витерит

Промышленные месторождения барита и витерита известны в Западном Копет-Даге. Здесь зарегистрировано около 80 месторождений, приуроченных к разрывным дислокациям, локализующимся в сводовых частях поднятий (Г. И. Каляев). Наиболее крупные месторождения связаны со складками второго порядка, в пределах главных антиклиналей. Таковы месторождения Арпаклен, Чур-Чури, Елысу и др. Рудные тела представляют короткие жилы, нередко линзы, бесформенные тела и гнезда. По простиранию и падению они часто пережимаются или вовсе выклиниваются, местами же, раздуваясь, достигают мощности 4—5 *м*. Вмещающими баритовые жилы породами является песчано-глинистая толща апта и альба. Баритовые тела сопровождаются в большинстве случаев брекчией, состоящей главным образом из обломков песчаника, алевролита и цементирующего их песчанистого материала, гидроокислов железа и кальцита. Чистые, отсортированные бариты содержат до 95% и больше $BaSO_4$. Также высоко содержание $BaCO_3$ в витеритах.

Из числа известных в Западном Копет-Даге месторождений лишь небольшая часть разведана, и то не детально. Выявленные по разведанным месторождениям запасы по категориям $B+C_1+C_2$ составляют около 0,5 млн. *т* барита (сюда входит частично и витерит).

Отдельные месторождения (Арпакленская группа) до 1941 г. разрабатывались, и барит отсюда вывозился для союзной промышленности. Позже, в связи с военным временем, добычные работы были законсервированы и рудник закрыт. Острая потребность в баритах развивающейся нефтяной промышленности Западного Туркменистана требует самого серьезного внимания к баритовым месторождениям Западного Копет-Дага.

Несмотря на то что баритовые месторождения территориально расположены в районе, близком к нефтяной промышленности, барит для последней завозится с Урала, что в 2—2,5 раза удорожает его стоимость. Это обстоятельство объясняется тем, что до сих пор в Копет-Даге не выявлены запасы достаточные, для организации крупного добывающего предприятия. Поэтому необходимость проведения более детальных работ по уточнению промышленных запасов по высоким категориям на известных и выявленных новых месторождениях совершенно очевидна. В связи с большим объемом строительных работ в республике, производящихся в настоящее время и намечаемых в перспективе, бариты и витериты Западного Туркменистана могут быть использованы не только в нефтяной, но и в лакокрасочной промышленности.

Фосфориты

Фосфоритовые залежи, приуроченные к отложениям мела, палеогена и неогена, известны в ряде районов Туркменистана. К этим районам относятся Копет-Даг, низовья Аму-Дарьи, Гаурдак-Кугитангский и Туаркырский районы. Все эти месторождения желвачного типа; месторождения хемогенного типа пока неизвестны.

Фосфоритоносные горизонты мелового возраста приурочены к песчано-глинистой серии апта, альба и сеномана. Фосфоритовые горизонты палеогенового возраста залегают в нижней части палеогена, неогеновые относятся к среднему миоцену.

Из числа известных месторождений изучены более или менее детально лишь отдельные месторождения в Копет-Даге и в низовьях Аму-Дарьи. Копетдагские фосфориты приурочены к верхнеальбским, амударьинские — к сенонским отложениям. По имеющимся данным, эти месторождения промышленных перспектив не имеют ввиду сравнительно низкой продуктивности пластов фосфорита и трудности геологических условий для разработки.

Наиболее перспективными районами, могущими дать месторождения промышленного значения, по-видимому, являются районы Султануиз-Дага и Туаркыра. Фосфоритовые залежи Туаркырского района по своему генезису должны быть близкими к более детально изученным месторождениям Мангышлака. Изучение фосфоритовых залежей Султануиздагского и Туаркырского районов имеет актуальное значение в связи с предстоящим народнохозяйственным освоением этих территорий.

Строительные материалы

Среди полезных ископаемых Туркменистана присутствуют разнообразные виды строительных материалов.

В осадочной толще, слагающей территорию Туркменистана, имеют широкое распространение карбонатные породы (известняки, доломиты, мергели, мел), сульфаты (гипс, ангидрит, гипсосодержащие породы), разнообразные глинистые породы, глины, суглинки, огнеупорные глины, песчаники, кварцевые пески, гравийно-галечниковые материалы и др. (Ю. Б. Айзенберг). В некоторых районах республики имеются выходы

изверженных пород — гранитов, порфиритов, андезитов, базальтов и других вулканических пород. Многие из перечисленных выше видов строительных материалов в настоящее время используются для строительных целей в широком масштабе.

На базе выявленных месторождений построены десятки кирпичных и известковых заводов и каменных карьеров, а также цементный завод. Эти предприятия в настоящее время снабжают республику необходимыми строительными материалами. На базе месторождений песков палеогенового возраста (Келятинское, Бабадурмазское и Бахарденское месторождения) работают ашхабадские стекольные заводы. Дальнейшее развитие в республике горно-химической, нефтяной промышленности, транспорта и строительство населенных пунктов потребует огромного количества различных видов строительных материалов, что не в состоянии обеспечить действующие предприятия. Поэтому неотложной задачей ближайшего времени является создание в Туркменской ССР в качестве отрасли народного хозяйства, на базе местных ресурсов, крупной промышленности строительных материалов.

Промышленность строительных материалов Туркменской ССР должна развиваться в следующих направлениях:

1) производство портланд-цемента;

2) производство эффективных стеновых материалов — силикатных, пено-силикатных гипсо-бетонных материалов и изделий, глиняно-известковых автоклавных материалов;

3) механизированная добыча естественных каменных материалов — стеновых, облицовочных, материалов для дорожного строительства и бетонных работ;

4) производство вяжущих веществ — известковых, гипсовых, глиногипсовых и магнезиальных;

5) развитие производства новых видов строительных материалов — стеклянных труб, пеностекольных блоков и др.

Минеральные источники и лечебные грязи

Территория Туркменистана располагает значительным количеством минеральных источников и соляных озер. На территории Туркменистана зафиксировано свыше 130 объектов минеральных вод и соляно-грязевых озер, имеющих или могущих иметь существенную бальнеологическую ценность (Б. А. Бедер). На некоторых из них существуют небольшие курорты (Арчман, Моллакара). Некоторые озера в летние месяцы используются местным населением для лечебных целей, куда приезжают больные для принятия солевых, рапных или грязевых ванн.

Изученность минеральных вод и озер с точки зрения бальнеологических свойств далеко не полна и недостаточна. Более или менее подробно изучено лишь небольшое число объектов, на которых организованы курорты, или источники, расположенные вблизи крупных населенных пунктов, например Бахарденское озеро и др. Нет сомнения, что более углубленное изучение минеральных источников и озер откроет новые объекты для курортного строительства (например Челекен с его минеральными водами в сочетании с морским купанием).

Заключение

Приведенный геолого-экономический обзор месторождений главнейших полезных ископаемых Туркменской ССР показывает, что недра республики таят колоссальные богатства различных видов минерального

сырья. Следует отметить, что все эти месторождения, по существу, выявлены и разведаны за годы Советской власти, когда геолого-съемочные и поисково-разведочные работы на территории республики получили широкий размах. Результаты работ сказались немедленно. На базе выявленных месторождений полезных ископаемых бурными темпами стали развиваться нефтяная, горно-рудная и химическая отрасли промышленности, в корне изменившие лицо республики. Туркменистан из отсталой аграрной страны превратился в индустриально-колхозную республику с высоко развитой промышленностью и передовым сельским хозяйством. Большинство месторождений полезных ископаемых в настоящее время разрабатывается. По выпуску отдельных видов сырья (нефть, химическое сырье, иод-бром, озокерит и др.). Туркменистан занимает заметное место в общем балансе СССР.

Дальнейшей задачей геологической службы в республике является усиление темпов геолого-съемочных и поисково-разведочных работ, направленных на выполнение решений XX съезда КПСС. В директивах XX съезда партии указывается на необходимость дальнейшего усиления темпов разведочных и добычных работ по особенно важным в настоящее время видам сырья, например, по цветным и редким металлам, алюминиевому сырью, железным рудам, коксующимся углям и нефти. Поставлены огромные задачи и в области производства основных и специальных строительных материалов. Все это обязывает геологическую службу республики направить все усилия на выполнение указанных задач, и в первую очередь по таким видам сырья, перспективы развития которых на территории Туркменистана более или менее уже выяснены (нефть, свинцово-цинковая руда, строительные материалы и др.).

Следует отметить, что значительная часть территории Туркменистана представляет собой равнинные пространства, геологическое строение и минеральные ресурсы которых скрыты под покровом молодых (в основном четвертичных) отложений. Здесь обычные методы геологического исследования непригодны, и требуется применение геофизических, аэрогеологических и геохимических методов исследования. Уже проведенные работы дали большой материал для понимания геологического строения Прикаспийской депрессии и части Каракумов. Но этого недостаточно. Подобными исследованиями должна быть охвачена вся территория республики. Помимо указанных исследований, для выявления минеральных богатств равнин Туркменистана важнейшей задачей является осуществление большой программы структурного и разведочного бурения.

Наряду с изучением минеральных ресурсов перед геологами Туркменистана стоят также большие задачи в области гидрогеологии и инженерной геологии. Они связаны с проблемами водоснабжения населенных пунктов, промышленных предприятий и транспорта, орошения новых земель, обводнения пустынных территорий и строительства крупных гидротехнических сооружений.

За истекшие годы в результате проведенных геолого-съемочных, поисково-разведочных и гидрогеологических работ накоплен колоссальный фактический материал. Этот материал еще не вполне обработан и требует обобщения. Только своевременное и всестороннее обобщение накопленного материала позволит вскрыть закономерности формирования залежей полезных ископаемых и рационально наметить направление дальнейших поисковых и разведочных работ, что в значительной степени облегчит выполнение грандиозных задач, поставленных XX съездом КПСС перед советской геологией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Опубликованная

Айзенберг Ю. Б. 1942. Фосфориты Гяурс-Дага. Труды Туркм. фил. АН СССР, вып. 4.

Айзенберг Ю. Б. 1950. Сульфатные озера Шор-Су. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 6.

Айзенберг Ю. Б. 1951. Строительные материалы Туркменистана (сырьевые источники и технологическая изученность). Изд. АН Туркм. ССР, Ашхабад.

Айзенберг Ю. Б. 1952. Сырьевые источники и технологическая изученность минеральных строительных материалов Туркменистана. Труды АН Туркм. ССР, т. II. Ашхабад.

Айзенберг Ю. Б. и Антонов В. П. 1950. Магнезиальные цементы. Сб. «Вопросы строительства». Изд. Туркм. фил. АН СССР, Ашхабад.

Айзенберг Ю. Б. и Муравьева М. Я. 1950. Талько-хлориты. Сб. «Вопросы строительства». Изд. Туркм. фил. АН СССР, Ашхабад.

Александров В. А. 1930. Туркмения и ее курортные богатства. Изд. Наркомздрава Туркм. ССР, М.

Александров В. А. 1935. Минеральные и грязевые озера Средней Азии. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т. П. эксп. при СНК СССР, Л.

Александров В. В. 1932а. Гидрогеологические исследования в горной юго-западной части Туркменской ССР. Изв. ВГРО, т. LI, вып. 8.

Александров В. В. 1932б. От Дойруна до долины Дивана (гидрогеологические исследования летом в 1928 г. в Туркменской ССР). Труды ВГРО, вып. 170.

Александров В. В. 1933. Душакские сернистые источники. Матер. ЦНИГРИ, регион. геол. и гидрогеол., сб. 2.

Александров В. В. 1934. К геологической истории предгорий Паропамиза и Юго-Восточных Каракумов. Изв. Гос. геогр. общ., т. 66, вып. 3.

Александров В. В. и Александрова М. И. 1941. Карабиль. Гидрогеологический очерк Юго-Восточной Туркмении. Гидрогеология СССР, вып. XIV, Туркменская ССР.

Александров В .В., Никитюк Л. А. и Смолко Г. И. 1934. Геологические и гидрогеологические исследования в Прикаспийской равнине Туркменской ССР в 1929 г. Труды ЦНИГРИ, вып. 3.

Александров В. В. и Никшич И. И. 1930. Малый Балхан. Труды ГГРУ, вып. 14.

Александров В. Г. 1942. Об использовании фосфоритов ТССР. Труды Туркм. фил. АН СССР, вып. IV. Ашхабад.

Алешкевич Я. В. и Шабаров Н. В. 1934. Новые районы ископаемых углей Средней Азии и южной части Казахстана. Горгеонефтеиздат, М. — Л. — Новосибирск.

Алферов Ю. О. 1948. Месторождения каменной соли Южного Узбекистана. Геология СССР, т. XXIII, Узбекская ССР. Госгеолиздат.

Андреев А. 1912. Каталог полезных ископаемых Русского Туркестана. Ташкент.

Андрусов Н. И. 1889. О геологических исследованиях в Закаспийской области, произведенных в 1887 г. (предварительный отчет). Труды Арало-Касп. эксп., вып. VI.

Андрусов Н. И. 1896. Карабугазский залив. Отчет об исследованиях, произведенных в 1894 г. по поручению министра земледелия. Сельское хозяйство и лесоводство, № 10.

Андрусов Н. И. 1905. Материалы для геологии Закаспийской области, ч. 1. Красноводский полуостров. Большой и Малый Балхан. Джанак. Устюрт. Труды Арало-Касп. эксп., вып. VII. Юрьев.

Андрусов Н. И. 1906—1908. К вопросу о происхождении и залегании нефти. Статьи 1 и 2. Труды Бак. отд. Русск. техн. общ.

Андрусов Н. И. 1919. Месторождения угля около ст. Ягман и Джебел. (Добавление к очерку М. В. Баярунаса «Каменный уголь на Мангышлаке»). Естеств. произв. силы России, т. IV, вып. 20. Изд. АН, Пгр.

Апресов С. А. 1910. Остров Челекен и критический обзор его литературы. Труды Баинск. отд. Русск. техн. общ.

Апресов С. А. 1915. О нефтеносности Челекена. Баку.

Арбузов И. В. 1942. Селитроносные земли Туркмении и их использование в сельскохозяйственном производстве. Труды Туркм. фил. АН СССР, вып. IV. Ашхабад.

Архангельский А. Д. 1917. Краткий отчет об осмотре месторождений нефти и серы в Бухаре. Изв. Геол. ком., т. XXXVI, № 1.

Архангельский А. Д. 1931. Геологические исследования в низовьях Аму-Дарьи. Труды ГГРУ, вып. 12.

Архангельский А. Д. и Семихатов Б. Н. 1915. Исследование залежей фосфоритов в области нижнего течения р. Аму-Дарьи. Труды Ком. Моск. с.-х. инст. по исслед. фосфор., т. VII.

Ахумов Е. И. и Букштейн В. М. 1953. Солевые отложения озера № 5 залива Карабогазгол. Труды Всес. инст. галургии, вып. XXVII.

Ахумов Е. И., Букштейн В. М., Карнюк И. Д. 1950. Современные солевые отложения Кургузульской бухты. Журн. неорг. химии, № 9.

Аширов К. Б. 1940. Иодобромоносные воды Челекена. Труды Азерб. индустр. инст. им. Азизбекова, № 1/21. Сб. статей молодых научных работников, посв. 20-летию Аз.ССР. Баку.

Бадер Ф. Ф. 1933а. Об уровне Карабугазского залива. Зап. по гидрографии, № 1.

Бадер Ф. Ф. 1933б. Изучение сухих озер Арало-Каспийской низменности. Изв. Гос. гидролог. инст., № 57/58, 1933; то же, Труды I Всес. геогр. съезда, вып. 3, 1934.

Байчиков А .Г. 1933. Карабугаз, как сырьевая база бромной промышленности. Журн. хим. промышл., № 9.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 7 (Медь) на 1 января 1943 г. Сост. Рускан М. Е., ред. Грушевой В. Г. Госгеолиздат, 1944.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 8 (Свинец и цинк) на 1 января 1943 г. Сост. Юдичев М .М., ред. Грушевой В. Г. Госгеолиздат, 1944.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 17 (Ртуть) на 1 января 1942 г. Сост. Ассовский А. Н. и Малиновский Ф. М., ред. Падалка Г. Л. Госгеолиздат, 1944.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 21 (Стронций) на 1 января 1943 г. Сост. Ассовский А. Н., ред. Татаринов П. М. Госгеолиздат, 1943.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 29 (Барит и витерит) на 1 января 1943 г., Сост. Первушин С. А., Сердюкова Т. К. и Слупский П. Д., ред. Татаринов П. М. Госгеолиздат, 1944.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 33 (Доломиты) на 1 января 1943 г. Сост. Мазина В. Г., ред. Каган М. А. Госгеолиздат, 1944.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 42 (Сера) на 1 января 1942 г. Сост. Андреева М. С., ред. Татаринов П. М. Госгеолиздат, 1943.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 49 (Асфальтиты и битумы) на 1 января 1944 г. Сост. Иванов А. А. и Попова М. Е., ред. Варнаковский С. Н. Госгеолиздат, 1945.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 53 (Гипс и ангидрит) на 1 января 1943 г. Сост. Васильевский М. М., ред. Викулова М. Ф. Госгеолиздат, 1944.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 54 (Цементное сырье) на 1 января 1943 г. Сост. Шубин А. П. и Ефимов Б. П., ред. Татаринов П. М. Госгеолиздат, 1945.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 55 (Стекольные пески) на 1 января 1944 г. Сост. Дзенс-Литовская Н. Н., ред. Варпаковский С. П. Госгеолиздат, 1946.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 57, (Поваренная соль) на 1 января 1942 г. Сост. Дзенс-Литовская Н. Н., ред. Иванов А. А. Госгеолиздат, 1944.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 58 (Сульфат натрия) на 1 января 1943 г. Сост. Иванов А. А., ред. Дзенс-Литовский А. И. Госгеолиздат, 1944.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 59 (Калийные соли) на 1 января 1942 г. Сост. Иванов А. А., ред. Дзенс-Литовский А. И. Госгеолиздат, 1943.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 60 (Магниевые соли) на 1 января 1943 г. Сост. Иванов А. А., ред. Дзенс-Литовский А. И. Госгеолиздат, 1944.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 62 (Природная селитра) на 1 января 1944 г. Сост. Иванов А. А., ред. Дзенс-Литовский А. И. Госгеолиздат, 1945.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 63 (Бром) на 1 января 1942 г. Сост. Иванов А. А., ред. Дзенс-Литовский А. И. Госгеолиздат, 1943.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 64 (Иод) на 1 января 1942 г. Сост. Иванов А. А., ред. Дзенс-Литовский А. И. Госгеолиздат, 1943.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 67 (Уголь, т. IV, Казахстан и Средняя Азия) на 1 января 1943 г. Сост. Бай-Балаев Ф. Ф. и Мокринский В. В., ред. Матвеев А. К. Госгеолиздат, 1948.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 70 (Адсорбционные глины) на 1 января 1945 г. Сост. Дзенс-Литовская Н. Н., ред. Меренков Б. Я. Госгеолиздат, 1946.

Баланс запасов полезных ископаемых СССР, вып. 71 (Озокерит) на 1 января 1945 г. Сост. Орешникова Е. П., ред. Борисевич В. К. Госгеолиздат, 1947.

Барбот де Марни Н. 1875. О геологических исследованиях в Аму-дарьинском крае. Изв. РГО, т. XI.

Батюшков Д. И. 1927. Соврменное состояние озокеритовой промышленности о. Челекена и ближайшие перспективы ее развития. Поверхность и недра, № 5—6.

Баярунас М. В. 1931. Полезные ископаемые Мангышлака. Сб. «Карабугазская проблема», Матер. 1-й Карабугаз. конфер., созв. 17—19 апреля 1931 г. в Москве.

Баярунас М. В. 1934а. Стратиграфия угленосных отложений в ТССР. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. II. Изд. АН СССР.

Баярунас М. В. 1934б. Изученность угленосных отложений. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. IV. Изд. АН СССР.

Бедер Б. А. 1934. Краткий гидрогеологический очерк юго-восточного угла Туркменской ССР. Водные богатства недр земли на службу соц. строит., сб. IV.

Бедер Б. А. 1935. К вопросу об изучении минеральных вод и соляно-грязевых озер Узбекистана. Матер. по гидрогеол. и инж. геол. Узб. ССР, вып. 1. Ташкент.

Бедер Б. А. 1948. О бром-иодном соотношении, как поисковом признаке на нефть. Докл. АН Узб. ССР, № 12. Ташкент.

Бедер Б. А. 1949. Воды нефтяных месторождений Средней Азии. (Некоторые результаты изучения нефтяных вод). Труды Инст. геологии АН Узб. ССР, вып. 3. Ташкент.

Бедер Б. А. 1950. Нефтяные воды, как новый вид полезного ископаемого. (Доклад на юбилейной сессии, посв. XX-летию Узб. гос. унив., в декабре 1947 г.). Труды Узб. гос. унив., нов. сер., вып. 45. Самарканд.

Бедер Б. А. и Евсеев Р. И. 1938. Курортные ресурсы Узбекистана. Труды Гос. научн. инст. физиотерапии и курортологии им. Семашко, сб. VI. Ташкент.

Безбородов М. А. 1944. Шамотные огнеупоры у туркменских глин. Изд. Туркм. фил. АН СССР, Ашхабад.

Безбородов М. А. 1945а. Динас из сырых материалов Туркмении. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 1. Ашхабад.

Безбородов М. А. 1945б. Изучение некоторых туркменских минеральных красок. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 1. Ашхабад.

Белов А. 1933. Водные ресурсы Гаурдакского района. Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. I.

Белопольский А. П. 1936. Аммиачно-содовый процесс на базе сульфата натрия. Сб. «Основные пути развития содовой промышленности». ОНТИ.

Берг Л. С. 1929. История исследования Туркмении. Сб. «Туркмения», т. I. Изд. АН СССР.

Бергман А. Г. 1935. Соляные озера и месторождения Средней Азии. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Бергман А. Г. 1937. Открытие бора в Средней Азии. Докл. АН СССР, нов. сер., вып. XIV, № 6.

Бергман А. Г. 1946. Сульфатные ресурсы Средней Азии. Сб. «Сульфат натрия в СССР». М.—Л.

Бергман А. Г., Валяшко М. Г. и Фейгельсон И. Б. 1953. Соляные озера северо-западного Приаралья, плато Устюрт и низовьев реки Аму-Дарьи. Труды Лабор. озероред. АН СССР, т. II.

Бергман А. Г. и Обухова А. П. 1934. Физико-химические основы добычи и переработки хлористого магния. Сб. «Использование хлористого магния». ОНТИ — Госхимтехиздат, Л.

Беспалов. 1940. Пути рационального использования сульфата натрия в промышленности. Сб. «Залив Кара-Богаз-Гол». Труды по компл. изуч. Каспийского моря, вып. XI. Изд. АН СССР.

Благовещенский Э. Н. 1950. О каракумском «грунтовом потоке». Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 4. Ашхабад.

Бларамберг И. Ф. 1850. Топографическое и статистическое описание восточного берега Каспийского моря от Астрабадского залива до мыса Тюк-Карагана. Зап. РГО, кн. IV.

Блюмберг Я. Б. 1934а. Изученность Туркменской ССР в галургическом отношении. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. IV. Изд. АН СССР.

Блюмберг Я. Б. 1934б. К гидрохимии Карабогазского залива. Научн.-произв. бюлл. Соляной лабор. АН СССР.

Блюмберг Я. Б. 1939а. К вопросу осолонения Кара-Богазского залива. Сообщ. I и II. Бюлл. Всес. инст. галургии ,№ 1 и 2.

Блюмберг Я. Б. 1939б. О естественном осолонении Карабогазского залива. Сообщ. I. Бюлл. Всес. инст. галургии, № 1.

Блюмберг Я. Б. 1939в. О выборе схемы комплексного использования Кара-Богазского залива. Бюлл. Всес. инст. галургии, № 1.

Блюмберг Я. Б. 1940а. О добыче мирабилита и его естественном обезвоживании в Кара-Богаз-Голе. Сб. «Залив Кара-Богаз-Голь»ь Труды по компл. изуч. Каспийского моря, вып. XI. Изд. АН СССР.

Блюмберг Я. Б. 1940б. Получение сульфата натрия из частично десульфатизированной рапы залива Кара-Богаз-Гол. Журн. хим. промышл., т. XVII, № 11.

Блюмберг Я. Б. 1940в. О производственной схеме эксплоатации озер № 6 и 8 на Кара-Богаз-Голе. Бюлл. Всес. инст. галургии, № 1—2.

Блюмберг Я. Б. 1947. О комплексном использовании рапы Кара-Богаз-Гола. Журн. Хим. промышл., № 7.

Блюмберг Я. Б. 1948. Перспективы развития галургической промышленности на Кара-Богаз-Голе в связи с метаморфизацией рапы в заливе. Сб. «Сульфатные месторождения СССР». Изд. АН СССР.

Блюмберг Я. Б. и Еловская Л. В. 1934. Куулинское соляное озеро. Сб. «Экспедиции АН СССР 1933 г.». Изд. АН СССР.

Блюмберг Я. Б., Николаев В. И. и Егоров В. С. 1940. Гидрохимический режим Карабогазского залива в период 1936—1938 гг. Сб. «Залив Кара-Богаз-Гол». Труды по компл. изуч. Каспийского моря, вып. XI. Изд. АН СССР.

Богданович К. И. 1887. Орогеологические наблюдения в нагорной части Закаспийской области и в северных провинциях Персии. Изв. Геол. ком., т. VI.

Богданович К. И., Ренгартен В. П. и Нацкий А. Д. 1917. Сера. Естеств. произв. силы России, т. IV, вып. 23. Изд. АН, Пгр.

Болдырева А. М. 1937. Астраханит из месторождения Узун-Су (Туркмения). Зап. Всеросс. минер. общ., сер. II, ч. XVI, № 1.

Борнеман Б. А., Губин И. Е., Домарев В. С., Левицкий С. И., Пейве А. В., Преображенский П. И. и Чихачев П. К. 1936. Мезозойские отложения юго-восточного Туркменистана и юго-западного Узбекистана. Сб. «Научные итоги Т.-П. эксп». Изд. АН СССР.

Брегман Г. Р. 1935. Карабугаз и вероятные последствия разобщения его с Каспийским морем. Изв. Гос. гидролог. инст., № 70, Л.

Варенцов М. И. 1940а. Нефтяные месторождения Туркмении. Труды XVII сессии Межд. геол. конгр., т. IV. М.

Варенцов М. И. 1940б. Проблема нефтеносности Туркмении в свете новых данных. Сб .«Геол. и полезн. ископ. Ср. Азии». Изд. АН СССР.

Варенцов М. И. и Суворов П. Г. 1939. Перспективы нефтеносности Туркмении и прилежащих областей Западного Узбекистана. Сов. геол., № 6.

Варенцов М. И. и Суворов П. Г. 1940. Геологическое строение и нефтеносность системы Копетдагских гор. Сб. «Геол. и полезн. ископ. Ср. Азии». Изд. АН СССР.

Васильевский П. М. 1923. Тартинский водопровод. Вестн. ирригации, № 6. Ташкент.

Васильевский П. М. 1924. К вопросу об использовании вод Больших Балхан. Вестн. ирригации, № 12. Ташкент.

Васильевский П. М. 1930. Краткий геологический очерк соленого озера Ер-ойлан-дуз. Изв. ГГРУ, т. XLIX, № 3.

Васильевский П. М. 1931. Водные ресурсы Карабугаза. Сб. «Карабугазская проблема», Матер. 1-й Карабугаз. конфер., созв. 17—19 апреля 1931 г. в Москве.

Васильевский П. М. 1932. Гидрогеологические исследования Б. Балхан. Труды ВГРО, вып. 192.

Васильевский П. М. и Лодочников В. Н. 1930. Андезиты окрестностей крепости Кушки и соленого озера Ер-ойлан-дуз Мервского округа Туркменской ССР. Изв. ГГРУ, т. XLIX, № 3.

Вахрамеев В. А. 1932. Краткий геологический очерк калийных месторождений Карлюкского района. Калий, № 7.

Вахрамеев В. А. и Пейве А. В. 1933. Гаурдак-Лялимканское месторождение калийных солей. Калий, № 4.

Вахрамеев В. А., Пейве А. В. и Херасков Н. П. 1936. Мезозой Таджикистана. Юрские и нижнемеловые отложения Гиссарского хребта и Таджикистанской депрессии. Труды Т.-П. эксп., вып. 58.

Вахрамеев В. А. и Петрокович Ю. А. 1934. Кыркызское месторождение сильвинита. Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. II, ч. 1.

Вебер В. В. 1925. Некоторые основные данные о выходах газа на Челекене. Вестн. Геол. ком., № 5.

Вебер В. В. 1947. Нефтеносные фации и их роль в образовании нефтяных месторождений. Гостоптехиздат, Л.-М.

Вебер В. Н. 1913, 1917а. Полезные ископаемые Туркестана. Изд. Геол. ком., СПБ, 1913; Прибавл. 1. Изд. Геол. ком., Пгр., 1917.

Вебер В. Н. 1917б. Селитра. Естеств. произв. силы России, т. IV, вып. 34. Изд. АН, Пгр.

Вебер В. Н. 1923. Гипс в Закаспийской области и в Туркестане. Естеств. произв. силы России, т. IV, вып. 35а. Изд. АН, Пгр.

Вебер В. Н. 1924а. Месторождение соли в Туркестане. Естеств. произв. силы России, т. IV, вып. 35. Изд. АН, Л.

Вебер В. Н. 1924б. Самосадочная соль Закаспийской области. Естеств. произв. силы России, т. IV, вып. 35. Изд. АН, Л.

Вебер В. Н. и Калицкий К. П. 1909. Остров Челекен (предварительный отчет). Изв. ком., т. XXVIII, № 3.

Вебер В. Н. и Калицкий К. П. 1911. Челекен. Труды Геол. ком., нов. сер., вып. 63.

Великовский А. С. и Павлова С. Н. 1935. Характеристика нефтей Средней Азии. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Виноградов А. Н. 1939. Иод в морских илах. О происхождении иодо-бромных вод нефтеносных районов. Труды Биогеохим. лабор. АН СССР, т. V.

Волков А. Н. 1932. Поваренная соль. Сб. «Нерудн. ископ. Сов. Азии». Изд. «Сов. Азия», М.

Волков П. А. 1926. Анализ Кара-кумской серной руды. Сб. «Сера». Матер. для изуч. естеств. произв. сил СССР, № 59. Изд. АН СССР.

Волков П. А. 1928. Выплавка серы из Каракумской серной руды. «Серная проблема в Туркменистане», сб. II. Матер. Особ. ком. по исслед. союзн. и автон. респ., сер. туркм. вып. 17. Изд. АН СССР.

Волков П. А. 1932. Серное предприятие в Кара-кумах. Сб. «Вопросы серной промышл. СССР». Ком. по химизации при Госплане СССР. Л.

Волынский Н. Е. 1934. Размещение производительных сил в Туркменской ССР. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I. Изд. АН СССР.

Вольный В. и Корвацкий В. 1931. Среднеазиатские калийные соли. Сов. Азия, кн. 11—12.

Воронкова М. Л. 1954. К вопросу обнаружения полигалита и кианита в сульфатной соленосной толще Узун-Су. Докл. АН СССР, нов. сер., т. XCIX, № 3.

Вялов О. С. 1925. Заметка о подземных водах крайней западной части системы гор Коша-сейра — Порсух. Вестн. ирригации, № 1.

Вялов О. С. 1934а. Геологическое строение Усть-Урта и водоносные горизонты юго-восточной его части. Сб. «Каракалпакия». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Каракалп. АССР, т. I. Изд. АН СССР.

Вялов О. С. 1934б. Колодцы и источники Устюрта. Изв. Гос. геогр. общ., т. LXVI, вып. 1.

Вялов О. С. 1934в. О подземных водах Устюрта. Водные богатства недр земли на службу соц. строит., сб. IV.

Вялов О. С. 1935. Гидрогеологический очерк Устюрта. Труды ВГРО, вып. 319.

Вялов О. С. 1940. К вопросу о возможной нефтеносности палеогена Туркмении. Зап. Всеросс. минер. общ., ч. LXIX, № 2—3.

Вялов О. С., Габрильян А. М., Халтурин Д. С., Чикрызов Г. С. 1946. О разведочных работах на нефть в Хивинской депрессии. Нефт. хоз., № 5.

Вялов О. С., Ильин С. И., Мейер Г. Я., Михайлицкий П. И. 1947. Геологические строение и перспективы нефтеносных районов Средней Азии, т. III, Бухаро-Хивинская депрессия. Труды ВНИГРИ, нов. сер., вып. 26.

Вялов О. С. и Порфирьев В. Б. 1937. Средняя Азия. Сб. «Изучение нефтеносных районов СССР», под ред. С. И. Миронова. Энергет. ресурсы СССР, т. I.

Гаркема В., горн. инж. 1884. Описание соляных озер восточного побережья Каспийского моря. Горн. журн., т. II, № 6.

Геллер С. Ю. 1934. Гидрогеологический очерк Центральных Каракумов. «Каракумы», сб. IV. Труды Совета по изуч. прир. ресурсов, сер. туркм., вып. 8. Изд. АН СССР.

Геллер С. Ю. 1939. Новый способ получения пресной воды в пустыне. Пробл. физ. геогр., т. VII.

Геллер С. Ю. и Кунин В. Н. 1933. О некоторых основных проблемах водного хозяйства Туркменских Каракумов. Изв. Гос. гидрогеол. инст., вып. 61. То же, Соц. хоз. Туркмении, № 1, 1934.

Георгиевский Б. М. 1933. Геологическая характеристика участка среднего течения Аму-дарьи между Чарджуем и ур. Таш-сака. Матер. по гидрогеол. Узбекистана, вып. 15. Ташкент.

Георгиевский Б. М. 1935. Гидрогеологические процессы и основные закономерности динамики грунтовых вод в Южно-Хорезмском оазисе. Матер. по гидрогеол. и инж. геол. Узб. ССР, вып. 1. Ташкент.

Георгиевский Б. М. 1937а. Южный Хорезм. Геол. Узб. ССР, т. II. Л.—М.

Георгиевский Б. М. 1937б. Южный Хорезм. Геологические и гидрогеологические исследования 1925—1935 гг. ч. I, Геологическое строение и морфогенез. Изд. Ком. наук Узб. ССР, Ташкент.

Герасимов А. П. 1934. Угли Мангышлака и Туаркыра. Сб. «Прикаспийская низменность». Геол. пробл. Союза. ЦНИГРИ.

Герасимов И. П. 1940. Физико-географический очерк Сарыкамыша. Труды Инст. географии АН СССР, вып. XXXV.

Герман Ф. Ф. 1951. К вопросу формирования нефтяных залежей Западно-Туркменской низменности. «Нефт. хоз.», № 7.

Гиммельфарб Б. М. 1932а. Геолого-разведочные работы на калий в Средней Азии. Калий, № 5—6.

Гиммельфарб Б. М. 1932б. Работы горно-геологического отдела НИУ по калию. Калий, № 11—12.

Гиммельфарб Б. М. 1934. Среднеазиатские калийные залежи (геолого-разведочные работы 1931 г. в Туркменской ССР на Окузбулакском месторождении). Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. II, ч. 1.

Гиммельфарб Б. М. 1938. Агрономические руды. Изд. АН СССР.

Гиммельфарб Б. М., Афанасьев И. Л. и Вольфкович С. Ч. 1939. Калийные соли. Сб. «XX лет работы НИУИФ — 1919—1939 гг.». М.—Л.

Главный Туркменский канал. 1952. Природные условия и перспективы орошения и обводнения земель южных районов Прикаспийской равнины Западной Туркмении, низовьев Аму-Дарьи и западной части пустыни Кара-Кумы. Изд. АН СССР.

Глазнек А. Р. 1930. Неиспользованные лечебные местности Туркмении. Добавл. к книге В. А. Александрова «Туркмения и ее курортные богатства». Изд. Наркомздрава Туркм. ССР, М.

Годин Ю. Н. 1944. Геофизические исследования на территории Туркменской ССР. Изв. Туркм. фил. АН СССР, т. II—III.

Голубкова Ю. М. 1927. Запасы лечебной грязи курорта Молла-Кара. Бюлл. Ср.-Аз. курортн. упр., № 6.

Горшков Г. П. 1942. Обеспечение Туркмении своими фосфорными удобрениями. Труды Туркм. фил. АН СССР, вып. IV. Ашхабад.

Горшков Г. П. 1949. Землетрясения на территории Советского Союза. Географгиз, М.

Граждан П. Е. 1945. О нормах минерализации питьевых вод пустынных районов Туркмении. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 3—4.

Граждан П. Е. 1948. Опыт хозяйственной классификации подземных вод пустынных районов Туркменистана. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 1.

Граждан П. Е. 1952. Некоторые соображения о внутригрунтовом испарении. Изв. АН Туркм. ССР, № 6.

Григорович М. Б. 1934. Изученность сероносности Туркменской ССР. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. IV. Изд. АН СССР.

Губкин И. М. 1934а. Геологические перспективы нефтяной промышленности Средней Азии. Нефт. хоз., № 7 и 8.

Губкин И. М. 1934б. Ископаемые энергоресурсы и другие полезные ископаемые Туркмении. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР. Изд. АН СССР.

Губкин И. М. 1937. Учение о нефти. ОНТИ.

Давыдов Ю. К. 1928. Минеральное сырье Туркмении. Минер. сырье и его переработка, год III, № 3.

Давыдов Ю. К. 1929а. Перспективы озокерито-церезиновой промышленности Туркмении. Туркменоведение.

Давыдов Ю. К. 1929б. Соляные месторождения и солепромышленность Туркмении. Горн. журн., № 8—9.

Дамский А. В. 1891. О селитряных землях местности Шор-Кала Закаспийской области. Зап. Русск. техн. общ., год XXV, февраль. СПБ.

Данов А. В. 1928. Геологический очерк Карлюкского района Керкинского округа Туркменской ССР (Западная Бухара). III Всес. Геол. съезд. Путевод. экск., вып. 1. Ташкент.

Данов А. В. 1931а. Гаурдакское серное месторождение. Туркменоведение, №7—8, Ашхабад.

Данов А. В. 1931б. Геологические исследования в районе Каракумского серного месторождения. Труды ГГРУ, вып. 35.

Данов А. В. 1931в. Опробование серных месторождений. Изд. ГГРУ.

Данов А. В. 1932а. Отчет комиссии по обследованию Туаркырских угольных месторождений. Инст. эконом. исслед. при Госплане Туркм. ССР, бюлл. № 2 Ашхабад.

Данов А. В. 1932б. Сера. Сб. «Нерудн. ископ. Сов Азии». Изд. «Сов. Азия», М.

Данов А. В. 1932в. Серные месторождения СССР. Сб. «Вопросы серной промышл. СССР». Ком. по химизации при Госплане СССР. Л.

Данов А. В. 1936. Об условиях образования месторождений серы в Средней Азии. Труды ЦНИГРИ, вып. 88.

Данов А. В. 1942. Гуминокериты Туркмении. Труды Туркм. фил. АН СССР, вып. II.

Данов А. В. 1945. Магниевая проблема в Туркмении. Труды Туркм. геол. упр., вып. I.

Данов А. В. 1950. Стратиграфия, фации и нефтеносность акчагыльских отложений Туркмении. Сб «Авторефераты научных трудов ВНИГРИ», вып. 4.

Двали М. Ф. 1932. Гидрогеологические исследования в урочищах Умчал и Кызыл-куп (южный берег залива Карабугаз). Труды ВГРО, вып. 179.

Денисович Б. П. 1938. Иод и его производство. ГОНТИ, М.

Джумаев О. М. 1951. Местные удобрения Туркменистана. Изд. АН Туркм. ССР, Ашхабад.

Джумаев О. М. и Носов А. К. 1948. О генезисе калийной селитры в селитроносных жилах равнинного Туркменистана. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 1.

Дзенс-Литовский А. И. 1939. Озеро Султан-Санджар и его окрестности. Изв. Гос. географ. общ., т. 71, вып. 4.

Дзенс-Литовский А. И. 1940а. Ганч в минеральных озерах Хорезма. Природа, № 3.

Дзенс-Литовский А. И. 1940б. Первая садка поваренной соли на Кара-Богаз-Голе. Природа, № 11.

Дзенс-Литовский А. И. 1940в. Природные рассолы и воды соляных месторождений СССР. Труды Центр. науч.-исслед. соляной лабор., вып 4.

Дзенс-Литовский А. И. 1944а. Зона минеральных озер в СССР. Изв. Всес. геогр. общ., т. 76, вып. 4.

Дзенс-Литовский А. И. 1944б. Иод и бром в рапе соляных озер, в природных рассолах и в нефтяных водах. Докл. АН СССР, нов. сер., т. XLV., № 2.

Дзенс-Литовский А. И. 1945а. Геология дна минеральных озер СССР. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6.

Дзенс-Литовский А. И. 1945б. Происхождение, формирование и миграция природных рассолов и вод соляных месторождений СССР. Докл. АН СССР, нов. сер., т. XLVI, № 6

Дзенс-Литовский А. И. 1946а. Геоморофология дна минеральных озер СССР. Изв. Всес. геогр. общ., № 5—6.

Дзенс-Литовский А. И. 1946б. Грязевые сопки на оз. Султан-Санджар. Природа, № 3.

Дзенс-Литовский А. И. и Бергман А. Г. 1935. Озеро Денгиз-куль и его геологическое прошлое. Сб. «Т.-П. эксп. 1934 г.». Изд. АН СССР.

Домарев В. С. 1939. Меденосность меловых отложений западного склона Кугитанга. Цвет. мет., № 1.

Домарев В. С. 1948. О генезисе месторождений медистых песчаников. Матер. ВСЕГЕИ, полезн. ископ, сб. 4.

Донцов В. В. и Климовских А. П. 1935а. Месторождение киновари в Туркмении. Минер. сырье, год X, № 5.

Донцов В. В. и Климовских А. П. 1935б. Месторождения меди Туркмении. Минер. сырье, год X, № 5.

Драгунов Н. А. 1941. Озокерито-церезиновая промышленность Туркменской и Таджикской ССР. Нефт. промышл. СССР, № 4.

Дробышев Д. В. 1930. К вопросу о генезисе месторождений серы горного Дагестана. Матер. по общ. и прикл. геол., вып. 152.

Дубянский В. А. 1929. Песчаные пустыни Туркмении. Сб. «Туркмения», т. III. АН СССР.

Европин А. 1894. Чикишлярская минеральная грязь и терапевтическое применение ее при лечении болезней. Военно-медиц. журн., CLXXIX; то же, Закасп. обозр, 1889, № 19, 21.

Егоров В. С. 1939а. Проблема Кара-Богаз-Гола. Об условиях совместной кристаллизации мирабилита и хлористого натрия из Карабогазских рап. Успехи химии, т. VIII, вып. 2.

Егоров В. С. 1939б. Очередные мероприятия по Кара-Богаз-Голу и оценка их в свете возможных изменений в режиме залива. Успехи химии, т. VIII, вып. 2.

Егоров В. С. 1940. Перспективы изменений режима Карабогазского залива. Сб. «Залив Кара-Богаз-Гол». Труды по компл. изуч. Каспийского моря, вып. XI. Изд. АН СССР.

Егоров В. С. 1941. Сырьевая база Кара-Богаз-Гола в случае отделения залива от моря. Докл. АН СССР, нов. сер., т. XXX, № 6.

Егоров В. С. 1946а. К вопросу о сырьевой базе Кара-Богаз-Гола в ближайшем будущем. Сб. «Сульфат натрия в СССР». М.—Л.

Егоров В. С. 1946б. Сравнительная характеристика Кара-Богаз-Гола и Большого Соленого озера в штате Юта США. Сб. «Сульфат натрия в СССР». М.—Л.

Егоров В. С. и Сидоренко Т. И. 1940. О кристаллизации мирабилита и хлористого натрия при охлаждении Карабогазской рапы, насыщенной хлористым натрием при 25° С. Сб. «Залив Кара-Богаз-Гол». Труды по компл. изуч. Каспийского моря, вып. XI. Изд. АН СССР.

Еремеев П. В. 1883. Кристаллы квасцового камня из Бухарского ханства. Зап. СПб минер. общ., 2 сер., ч. XVIII.

Еремина Е. В. 1918. Барит и витерит. Естеств. произв. силы России, т. IV, вып. 30. Изд. АН, Пгр.

Ермилов И. Я. 1948. Грязевой вулкан Акпатлаух. Изв. Всес. геогр. общ., т. 80, вып. 2.

Ернштедт А.В. 1932. Сульфат. Сб. «Нерудн. ископ. Сов. Азии». Изд. «Сов. Азия».М

Жданов М. А. и Шумилин С. В. 1937. Обзор месторождений природных горючих (углеводородных) газов СССР и опыт подсчета их ресурсов. Энергет. ресурсы СССР, т. I. Изд. АН СССР, М.

Жемчужников Ю. А. и Ергольская З. В. 1936. По поводу ягманского и туаркырского типов углей. Химия твердого топлива, т. VII, вып. 6.

Жердева Л. Т. и Берлин Р. 1931. Церезины и парафины из Челекенского озокерита. Нефт. хоз., № 4—5.

Жеребцов. 1948. Обзор Карабугазского залива. Зап. Гидрогр. деп., т. VI.

Загорский М. Ф. 1934. Работы химической лаборатории Туркменской калийной группы в 1931—1932 гг. Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. II, ч. 1.

Зайков В. Д. 1946. Водный баланс Каспийского моря в связи с причинами понижения его уровня. Гидрометеоиздат.

Запорожцева А. С. 1934. Фосфориты приамударьинской полосы северо-западных Кызыл-кумов. Сб. «Каракалпакия». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Каракалп. АССР, т. 1. Изд. АН СССР.

Запорожцева А. С. 1935. Материалы по геологии и полезным ископаемым западных предгорий Султан-уиз-дага. Сб. «Каракалпакия». Труды Каракалп. компл. эксп. 1931—1932 гг., т. IV, Совет по изуч. прир. ресурсов, сер. каракалп., вып. 5. Изд. АН СССР.

Запрометов Е. Г. 1928. Геологические и гидрогеологические условия района Меручакского водохранилища на р. Мургаб. Труды Ср.-Аз. гос. унив., сер. VIIa, Геология, вып. 3. Ташкент.

Запрометов Е. Г. 1932. К характеристике гидрогеологии окрестностей Ашхабада. «Исслед. подз. вод СССР», вып. 1. Изд. Гос. гидролог. инст., Л.

Зарудский Л. М. 1934. Характеристика и пути использования источников брома и иода в Туркмении. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил. Туркм. ССР, т. I. Изд. АН СССР.

Захаревич В. А. 1934. Геологический очерк Туаркырского угленосного района. За недра Ср. Азии, № 5—6. Ташкент.

Зеленский С. И. 1950. Геологическое строение района г. Монжуклы и Северного Урунджука (Западная Туркмения). Сб. «Авторефераты научных трудов ВНИГРИ», вып. 4.

Зильберман В. И. 1936. Карабогазский химический комбинат. Сб. «Основные пути развития содовой промышленности». ОНТИ.

Знаменский А. К. 1950. О механизме образования некоторых форм эолового рельефа песчаных пустынь и защите сооружений от песков. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 1.

Иванов А. П. 1901. Челекенское нефтяное месторождение. Дневник XI съезда русск. естествоисп. и врачей, № 10.

Иванов А. П. 1903. Челекенское месторождение. Нефт. дело, № 6, 7 и 9.

Иванов А. П. 1908. По поводу нефтяного фонтана на о. Челекене. Нефт. дело, № 2.

Иванов А. П. 1909. Минералы острова Челекена. Изв. АН, VI сер., т. III, № 3.

Иванов Е. В. 1927. Фосфориты Средней Азии. Сб. «Фосфориты СССР». Изд. Геол. ком., Л.

Ильин В. С. 1925. Предварительные заключения о геологическом строении районов гидротехнических изысканий Унадорта. Вестн. ирригации, № 9. Ташкент.

Ильин С. И. 1937. Равнинные пространства юго-западного Узбекистана. Геол. Узб. ССР, т. II. Л.—М.

Ильинский В. П. 1927. Соль Нерудн. ископ., т. III. Изд. АН СССР.

Ильинский В. П. 1934а. Гидрохимия Карабугаза. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I. Изд. АН СССР.

Ильинский В. П. 1934б. Гидрохимия Карабугазского залива и основы его использования на продукты основной химической промышленности. Пробл. Волго-Каспия, т. 2. Изд. АН СССР, Л.

Ильинский В. П. и Клебанов Г. С. 1932. Работа по получению глауберовой соли бассейным методом. Труды Соляной лабор. АН СССР, вып. 1.

Ильинский В. П. и Клебанов Г. С. 1935. Пути добычи, обезвоживания и переработки карабугазского мирабилита. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Ильинский В. П., Клебанов Г. С. и Бадер Ф. Ф. 1932. Соленое озеро Куули. Труды Соляной лабор. АН СССР, вып. III.

Ильинский В. П., Клебанов Г. С., Блюмберг Я. Б. и Пельш А. Д. 1936. Сб. работ по гидрохимии Карабугазского залива Каспийского моря. Труды Соляной лабор. АН СССР, вып. V.

Ильинский В. П., Морин Н. и Кругликов А. 1936. Получение соды и серы из карабугазского сульфата. Сб. «Основные пути развития содовой промышленности». ОНТИ.

Искюль В. 1930. О сернонатровых солях Кюрен-дага, их составе и пригодности в стеклоделии. Труды Гос. исслед. керамич. инст., вып. 19, М.

Казаков А. В. 1935. Геологический очерк фосфоритных фаций Средней Азии. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Казаков А. В. и Одинцова С. В. 1935. Месторождения селитры Средней Азии. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Калитин. 1881. Описание пути между Ахал-текинским и Хивинским оазисами из крепости Куня-геок-тепе до развалин крепости Змукшир через колодцы: Мамед-дияр, Дербент, Шеих, Лайлы и засыпанные колодцы Кизыл-ча-куюсы и Чагыл, с 7 по 19 февраля 1881 г. Изв. РГО, т. XVII, вып. 4.

Калицкий К. П. 1910. Об условиях залегания нефти на о. Челекене. Труды Геол. ком., нов. сер., вып. 59.

Калицкий К. П. 1914а. Боя-даг. Изв. Геол. ком., т. XXXIII, № 3.

Калицкий К. П. 1914б. Грязевые сопки в окрестностях Чикишляра. Изв. Геол. ком., т. XXXIII, № 5.

Калицкий К. П. 1914в. Кум-даг и Монжуклы (Закаспийская область). Изв. Геол. ком., т. XXXIII, № 10.

Калицкий К. П. 1914г. Нефтяная гора (Закаспийской области). Труды Геол. ком., нов. сер., вып. 95.

Калицкий К. П. 1914д. О Чикишлярском газоносном районе. Изв. Геол. ком., т. XXXIII, № 10.

Калицкий К. П. 1917. Озокерит или горный воск. Матер. по общ. и прикл. геол., вып. 5.

Калицкий К. П. 1918а. Нефтяные месторождения Закаспийской области. Естеств. произв. силы России, т. IV, вып. 22. Изд. АН, Пгр.

Калицкий К. П. 1918б. Озокерит в Закаспийской области. «Естеств. произв. силы России» т. IV, вып. 22. Изд. АН, Пгр.

Калицкий К. П. 1922. Закаспийская область. Нефт. и сланц. хоз., т. II, № 7—8.

Калицкий К. П. 1927а. О возможности поднять добычу нефти на о. Челекене. Вестн. Геол. ком., № 8—9.

Калицкий К. П. 1927б. О разведочных работах на Нефтедаге в Туркменской ССР. Вестн. Геол. ком., № 8—9.

Калицкий К. П. 1930. О разведочном бурении на Большом Солончаке на о. Челекене. Нефт. хоз., № 8—9.

Калицкий К. П. 1931. Новые данные по разведке Большого Солончака на о. Челекене. Нефт. хоз., № 4—5.

Калугин П. И. 1934. Краткий очерк Гаурдакского месторождения нефти. За недра Ср. Азии, № 4. Ташкент.

Калугин П. И. 1942. Схема тектоники передового хребта Копет-Дага. Труды Туркм. фил. АН СССР, т. II.

Калугин П. И. 1945. О диагональных разрывах Центрального Копет-Дага. труды Туркм. геол. упр. вып. 1.

Калугин П. И. 1946. О диагональных разрывах Центрального Копет-Дага. Сов. геол. Сб. 11.

Каляев Г. И. 1946. Дизъюнктивная тектоника Копет-Дага и ее связь со складчатыми структурами. Госгеолиздат, М.—Л.

Карабугаз и его промышленное значение. 1916. Матер. для изуч. естеств. произв. сил России, вып. 7. Изд. АН, Пгр.

Карабугаз и его промышленное значение. 1922. 2-е дополн. изд. Матер. для изуч. естеств. произв. сил России, № 42. Гос. изд., Пгр.

Карабугаз и его промышленное значение. 1930. 3-е изд. Матер. Ком. по изуч. естеств. произв. сил Союза. № 73. Изд. АН СССР, 1930.

Карабугазский химический комплекс. Ср.-Аз. гос. план. ком. Матер. к плану второй пятилетки. Ташкент, 1932.

Карелин Г. С. 1883. Путешествие Г. С. Карелина по Каспийскому морю. Под ред. М. П. Богданова. Зап. РГО по общ. географии, т. X.

Кинд В. А. 1913. Очерк некоторых русских месторождений нефти, каменного угля, асфальта и естественного газа. Изв. СПб политехн. лист., т. XX.

Киров В. А. 1937. Новые данные по стратиграфии Небит-Дага (Нефтедага). Нефт. хоз., № 3.

Китайгородский А. И. 1935. Минеральные ресурсы Карабугаза и пути их использования. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Климовских А. П. 1931. Витериты Туркмении. Минер. сырье, год VI, № 3.

Климовских А. П. 1934а. Добыча полезных ископаемых в Туркменской ССР. Соц. хоз. Туркмении, № 2—3. Ашхабад.

Климовских А. П. 1934б. Огланлинское месторождение адсорбирующих глин в Туркмении. Минер. сырье, год X, № 4.

Климовских А. П. и Мищенко С. В. 1933. Строительные материалы Гаурдака. Сб. «Гаурдкаский химич. комбинат», т. I.

Ковалевский С. А. 1926. Красноводск — Узбой — Нефтедаг (к познанию нефтяных месторождений Закаспия). Нефт. хоз., т. X, № 6.

Ковалевский С. А. 1930а. Годовый отчет о работах 1929 г. Отчет о деятельн. Ср.-Аз. отд. Геол. ком. за 1928—1929 гг. Ташкент.

Ковалевский С. А. 1930б. Монжуклы. Нефт. хоз., № 8—9.

Ковалевский С. А. 1932. Газоносность Азербайджана. Природные газы, Сб. 4—5.

Ковалевский С. А. 1934а. Газовые месторождения Туркмении. Соц. хоз. Туркмении, № 1. Ашхабад.

Ковалевский С. А. 1934б. Генезис земных газов Туркмении. Соц. хоз. Туркмении, № 1. Ашхабад.

Ковалевский С. А. 1934в. Нефтяные месторождения Туркмении. Соц. хоз. Туркмении, № 1. Ашхабад.

Ковалевский С. А. 1934г. Нефтяные и газовые месторождения Туркмении. Азнефтеиздат, Баку-М.

Ковалевский С. А. 1934д. По нефтяным районам Средней Азии. Азерб. нефт. хоз., № 6.

Ковалевский С. А. 1940. Грязевые вулканы южного Прикаспия (Азербайджана и Туркмении). Баку.

Ковалевский С. А. и Корнев Н. 1926. Нефтедаг опыт промышленной оценки. Азерб. нефт. хоз., № 2.

Козловский Д. А. 1930. Материалы по гидрогеологии Центральных Каракумов. Сб. «Каракумы». Матер. Ком. эксп. исслед. АН СССР, сер. туркм., вып. 29.

Коншин А. М. 1885. Геологический и физико-географический очерк Закаспийского края. Изв. Кавк. отд. РГО, т. IX, № 1.

Коншин А. М. 1886. Геологический очерк Закаспийского края (предварительный отчет). В работе: Радде Г., Вальтер А. и Коншин А. Предварительный отчет об экспедиции в Закаспийский край и Северный и Хорасан в 1886 г. Тифлис.

Коншин А. М. 1888. Месторождения полезных ископаемых в Закаспийском крае. Зап. СПБ минер. общ., 2-я сер. ч. XXIV.

Коншин А. М. 1889. Заметка о Каракумском месторождении серы в Закаспийской области. Горн. журн., т. III.

Корвацкий В. А. 1931. Калийные соли Средней Азии. Минер. сырье, год VI, № 8—9.

Королева А. П. и Шарапов И. П. 1936. О современном поднятии соляного купола Ходжа-и-Кан и о возможности аналитического определения скорости этого поднятия. Пробл. сов. геол., т. VI, № 12.

Королева А. П. и Шарапов И. П. 1937. Находка оптического гипса и Ходжа-и-Кане. Минер. сырье, год XII, № 9.

Королева А. П. и Шарапов И. П. 1939а. Месторождение оптического гипса. Разв. недр., № 10—11.

Королева А. П. и Шарапов И. П. 1939б. Открытие месторождений оптического гипса в Узб. ССР. Соц. наука и техника, № 10. Ташкент.

Королева А. П. и Шарапов И. П. 1940. Месторождение оптического гипса Южного Узбекистана. Сов. геол., № 9.

Косыгин А. И. 1931. Чикишлярский нефтеносный и газоносный район. Труды НГРИ, сер. Б, вып. 1.

Косыгин А. И. 1932. Газовые месторождения и газовые вулканы Туркмении. Природные газы, сб. 4—5.

Косыгин А. И. 1934а. Геологический очерк Чикишлярского нефтеносного района Туркмении. Нефт. хоз., т. XXVI, № 7.

Косыгин А. И. 1934б. Случай ясно выраженной зависимости между залежами углеводородных газов и месторождениями самородной серы. Природа, № 9.

Косыгин А. И. 1935а. Газовые вулканы Чикишлярского района. Труды НГРИ, сер. Б, вып. 64.

Косыгин А. И. 1935б. Воды грязевых вулканов Западной Туркмении. Изв. АН СССР, VII сер., отд. матем. и естеств. наук, № 8—9.

Косыгин А. И. 1935в. Наблюдения в 1932 г. в Чикишлярском районе. Труды НГРИ, сер. Б, вып. 64.

Косыгин А. И. 1935 г. Условия необычно высокого содержания иода и брома в природных растворах. Природа, № 1.

Косыгин А. И. 1937. Геофизические работы в Западной Туркмении в 1930—1936 гг. Нефт. хоз., № 6.

Косыгин А. И. и Павлова С. Н. 1932. О глубоком бурении на о. Челекене. Нефт. хоз., № 10.

Косыгин Ю. А. 1932. Нефтедаг. Нефт. хоз., № 8.

Косыгин Ю. А. 1933а. Нефтяные месторождения Туркмении. Госгеолнефтеиздат.

Косыгин Ю. А. 1933б. Разведочное бурение в Туркменистане. Труды 2-й конфер. геологов-нефтяников Закавказья и Туркменистана, ноябрь — декабрь 1932 г. Азнефтеиздат, Баку — М.

Косыгин Ю. А. 1952. Основы тектоники нефтеносных областей. Гостоптехиздат.

Косыгин Ю. А. и Цуканов И. И. 1933. Фонтаны скважины № 13 на Нефтедаге. Азерб. нефт. хоз., № 4.

Кошкин Н. В. и Токарев В. П. 1936. Сравнительное исследование углей Ягманского и Туаркыр-Чагыльского района. Химия твердого топлива, т. VII, вып. 6.

Кошкуль Ф. Г. 1870. Отчет по геологическим работам, произведенным с ноября 1869 г. по март 1870 г. в местностях у Красноводского залива и на острове Челекене. Изв. РГО, т. VI, № 7.

Кошкуль Ф. Г. 1882—1883. Месторождения нефти и горного воска в Закаспийской области. Изв. Кавк. отд. РГО, т. VII.

Кошкуль Ф. Г. 1884—1885. Нефтяная гора. Изв. Кавк. отд. РГО, т. VIII.

Кретов Ф. И. 1936. Материалы по геологии и гидрогеологии по трассе проектируемого Каракумского канала. Матер. по геол. Ср. Азии, вып. 8. Ташкент.

Кротов Б. П. 1935. О генезисе Куйбышевских месторождений серы. Сб. «О генезисе Куйбышевских месторождений серы». Изд. АН СССР.

Крымгольц Г. Я. 1946. О результатах геологических исследований в южной части Питняковского района. Изв. ВГФ, вып. 1.

Кудинов В. И. 1934а. Геолого-поисковое исследование известняков в Карабугазском районе. Труды Научн. инст. по удобр. им. Самойлова, вып. 125.

Кудинов В. И. 1934б. Геолого-рекогносцировочное исследование кварцевых песков на северном берегу Карабугазского залива в районе Чагала. Труды Научн. инст. по удобр. им. Самойлова, вып. 125.

Кудрявцев Н. А. 1935. Нефтяные месторождения Средней Азии. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Кузичкина Ю. М. 1941. К петрографической характеристике углей восточной

Аманбулакской площади Туаркырского месторождения угля. Сб. «Геол. Ср. Азии», вып. 1. Ташкент.

Кулаев П. М. 1935. Новые данные о нефтяном месторождении Нефтедаг Туркменской ССР. Нефт. хоз., № 12.

Культиасов С. В. 1932. Некоторые данные о калийном месторождении Тузкан. Освед. бюлл. научн.-исслед. работ Средазгеоразведки, т. 2, № 1. Ташкент.

Кунин В. Н. 1934а. Гидрогеологический очерк юго-восточных Каракумов. «Каракумы», сб. IV. Труды Совета по изуч. прир. ресурсов, сер. туркм., вып. 8. Изд. АН СССР.

Кунин В. Н. 1934б. Изученность подземных вод Туркменской ССР. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. IV. Изд. АН СССР.

Кунин В. Н. 1934в. О некоторых путях изучения и освоения грунтовых вод Туркмении. Соц. хоз. Туркмении, № 2—3.

Кунин В. Н. 1941а. Краткие сведения о водообеспечении некоторых районов юго-западной Туркмении за счет местного стока. Сб. «Прир. ресурсы юго-зап. Туркмении». Изд. АН СССР.

Кунин В. Н. 1941б. Подземные воды Каракумов (краткий очерк). Гидрогеология СССР, вып. XIV, Туркменская ССР. кн. 1. Госгеолиздат.

Кунин В. Н. 1942. Задачи изучения режима вод в пустынях Средней Азии. Пробл. физ. географии, XIV.

Кунин В. Н. 1945. О некоторых особенностях туркменской народной гидротехники и причинах резкого различия в засолении воды соседних колодцев. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 3—4.

Кунин В. Н. 1947а. Происхождение подземных вод Каракумов. Изв. Всес. геогр. общ., т. 79, вып. 1.

Кунин В. Н. 1947б. Происхождение подземных вод Каракумов и пути формирования солевого состава этих вод. Второй Всес. геогр. съезд 25—31 января 1947 г. Тезисы докладов по секции физ. геогр.

Кунин В. Н. 1948. О глубине физико-географического воздействия в условиях песчаной пустыни. Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., т. XII, № 1.

Кунин В. Н. 1951. О принципах обводнения по Главному Туркменскому каналу. Изв. Всес. геогр. общ., т. 83, вып. 3.

Кунин В. Н. 1953. Краткие сведения о водообеспеченности некоторых районов юго-западной Туркмении за счет местного стока. Сб. «Природные условия района Главного Туркменского канала». Изд. АН СССР.

Кунин В. Н. и Козловский Д. А. 1932. Отчет о работах, произведенных летом 1930 г. в районе Келифского Узбоя в юго-восточных Каракумах. Исслед. подземн. вод. СССР, вып. 1. Изд. Гос. гидролог. инст., Л.

Кунин В. Н. и Ямнов А. А. 1952. Об использовании местных водных ресурсов при строительстве Главного Туркменского канала. Труды второй сессии АН Туркм. ССР 18—20 сентября 1951 г. Изд. ТуркССР. Ашхабад.

Курнаков Н. С. 1934. Физико-химические условия выделения глауберовой соли в Карабугазе. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I. Изд. АН СССР, Л.

Курнаков Н. С. и Жемчужный С. Ф. 1919. Равновесие взаимной системы хлористый натрий—сернокислый магний—вода. Журн. Русск. химич. общ., т. 51; то же, Изв. Инст. физ.-химич. анализа, т. I.

Курнаков Н. С., Николаев Н. И., Егоров В. С. и Блюмберг Я. Б. 1939. Проблема Кара-Богаз-Гола. Успехи химии, т. VIII, вып. 2.

Курнаков Н. С., Николаев В. И., Блюмберг Я. Б., Егоров В. С., Селиванова Н. М., Валяшко М. Г. 1940. Годичные циклы Карабогазского залива. Сб. «Залив Кара-Богаз-Гол». Труды по компл. изуч. Каспийского моря, вып. XI. Изд. АН СССР.

Курнаков Н. С., Николаев В. И., Егоров В. С. 1940. Исторический очерк и современное состояние проблемы Кара-Богаз-Гола. Сб. «Залив Кара-Богаз-Гол», Труды по компл. изуч. Каспийского моря, вып. XI. Изд. АН СССР.

Лан М. И. 1898а. Нефтяная Гора. Нефтяное месторождение Закаспийской области. Труды Бак. отд. Русск. техн. общ., год XIII, вып. 6. Баку.

Лан М. И. 1898б. Подробное описание к геологической карте Нефтяной Горы Закаспийской области. Ашхабад.

Ланге О. К. 1952. Главный Туркменский канал и задачи геологических исследований в связи с преобразованием природы. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XXVII, вып. 5.

Лаптиева Е. М. 1932. О месторождениях серы и меди в Ширабадском районе. Узб. ССР. Освед. бюлл. научн.-исслед. работы Средазгеоразведки, № 1. Ташкент.

Лаптиева Е. М. и Мирошниченко В. П. 1934. О месторождении меди в Восточной Туркмении и смежных с нею частях Узбекистана. За недра Ср. Азии, № 4, Ташкент, 1934; то же, Разв. недр., № 1, 1935.

Лаптиева Е. М. и Мирошниченко В. П. 1947. О разрезе гаурдакской толщи и времени образования сероносных залежей Гаурдака. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 1.

Лебедев Г. А. 1932. Геологические и гидрогеологические исследования в западной части Красноводского полуострова. Труды ВГРО, вып. 179.

Лебединцев А. А. 1897. Отчет о командировке на Карабугазский залив Каспийского моря (на немецком языке). Докл. на VII Межд. геол. конгр. в С.-Петербурге. Одесса.

Левицкий С. И. 1937. Кугитангское каменноугольное месторождение. Труды Т.-П. эксп., вып. LXVI.

Левченко Ф. И. 1912. Почвы, грунты и грунтовые воды Каракумской пустыни в связи с вопросом орошения ее. Изд. Амударьин. общ. орош. и хлопковод., Киев.

Леонов. 1920. Минеральные богатства Закаспийской области. Нар. хоз. Туркестана, № 5, 6, 7, 8. Ташкент.

Леонов Г. 1897. Отчет по исследованию соляных источников и коренных месторождений соли в Амударьинском отделе и в Ферганской области. Горн. журн., т. III, № 8.

Лисичкин С. М. 1935а. Нефтяные воды острова Челекена. Нефть, № 19.

Лисичкин С. М. 1935б. Типы озокеритовых месторождений СССР и современные методы их эксплоатации. Азерб. нефт. хоз., № 7—8.

Лисичкин С. М. 1336. Озокериты и церезины. ОНТИ, Азнефтеиздат, Баку—М.

Литвинский. Б. А. 1949. К истории добычи полезных ископаемых на Челекене. Матер. Южно-Туркменист. археол. компл. эксп., вып. 1. Туркм. фил. АН СССР. Ашхабад.

Лихарева С. А. 1920. Стронцианит и целестин. Естеств. произв. силы России, т. IV, вып. 30. Изд. АН СССР, Пгр.

Лопатин Г. В. 1930. Материалы по водоснабжению Каракумского серного завода. Сб. «Каракумы». Матер. Ком. эксп. исслед. АН СССР, сер. туркм., вып. 29.

Лужная Н. П. и Лукьянова Е. И. 1953. О типах вод озер Узбоя. Докл. АН СССР, нов. сер., т. XC, № 5.

Луппов Н. П. 1932. Геологический очерк Восточно-Карабугазского района по исследованиям 1929 и 1930 гг. Труды ВГРО, вып. 269.

Луппов Н. П. 1934. Карабугазский залив. Сб. «Прикаспийская низменность». Геол. пробл. Союза. ЦНИГРИ.

Луппов Н. П. 1945. Новые данные по геологии Каракумов в связи с глубоким бурением в районе Серных бугров. Труды Туркм. геол. упр., вып. 1. Ашхабад.

Луппов Н. П. 1946. Геологическая карта СССР, масштаб 1 : 1 000 000. Объяснительная записка к листу К—40 (Нукус). Госгеолиздат.

Луппов Н. П. 1949. Стратиграфия верхнеюрских и неокомских отложений Куба-дага. Труды ВСЕГЕИ, общ. сер., вып. 9.

Луппов Н. П. 1952. О тектонике южного Устюрта и Северных Каракумов. сб. «Новые данные по геол. Ср. Азии и Казахстана». Труды ВСЕГЕИ. Госгеолиздат.

Львова Е. Н. 1918. Краткие сведения о лечебных местностях Русского Туркестана. Изв. Туркест. отд. РГО, т. XIV, вып. 1.

Любавин Н. Н. 1884. Исследование селитряной земли из Туркестана. Журн. Русск. физ.-химич. общ., т. XVI, вып. 7. СПб.

Маев Н. А. 1878. Маршруты и заметки по южным частям Бухарского ханства. Изв. РГО, т. XIV, вып. 4.

Маевский Ф. 1897. Полезные ископаемые Закаспийской области. Изд. Горн. департ., СПБ.

Макаров К. В. 1925. Озокерит. Нефт. хоз., № 11—12.

Макаров С. З. и Иткина Л. С. 1946. Промышленные методы обезвоживания мирабилита. Изд. АН СССР.

Макеев П. С. 1930. Колодцы в северо-восточных Каракумах. Сб. «Каракумы». Матер. Ком. эксп. исслед. АН СССР, сер. туркм., вып. 20.

Макеев П. С. 1932. Колодцы северо-восточных Каракумов. Сб. «Каракумы». Труды Совета по изуч. произв. сил, сер. туркм., вып. 3. Изд. АН СССР.

Макеев П. С. 1952. Земли древнего орошения на сухих руслах Куня-дарьи и Джаны-дарьи. Изв. Всес. геогр. общ., т. 84, вып. 6.

Макшеев Н. Н. 1915а. Морской купальный курорт и грязелечебница в Красноводске. Труды съезда по улучш. отечеств. лечебных местностей, т. I, вып. 3.

Макшеев Н. Н. 1915б. Целебные источники в Закаспийской области. Ашхабад.

Малышек В. 1934. К литологии нефтяных месторождений Туркменистана (предварительное сообщение). Азерб. нефт. хоз., № 6.

Материалы по гидрогеологическим и водохозяйственным исследованиям в бассейне реки Мургаб (Байрам-Алийский, Иолотаньский, Кушкинский и Тахта-Базарский районы ТССР). 1935. Изд. Гос. гидролог. инст.

Мендель Р. А. 1939. К вопросу об искусственном обезвоживании мирабилита. Бюлл. Всес. инст. галургии, № 6—7.

Меренков Б. Я. и Разумова В. Н. 1947. Бентонитовые глины Огланлинского месторождения. Труды МГРИ им. Орджоникидзе, т. XII.

Метальников В. Д. 1932. Барит и витерит. Сб. «Нерудн. ископ. Сов. Азии». Изд. «Сов. Азия», М.

Минеральные ресурсы СССР. Сводки запасов на 1 января 1936 г. Под ред. акад. И. М. Губкина. Вып. IV, Кварциты для динаса, плазиковый шпат, боратовые руды .ОНТИ, 1936.

Минкевич Г. К. 1894. Соляное озеро Язы-Куль. Военно-медиц. журнал, CXXX, май; 1894; то же, Закасп. обзор, № 172, 1899.

Миронов С. И. 1911. Анализы родников и буровых вод о. Челекена. Труды Геол. ком., нов. сер., вып. 63.

Миротворцев Н. П. 1935. О генезисе среднеазиатских серных месторождений. Разв. недр, № 15.

Мирошниченко В. П. 1933а. Краткий геологический очерк западных склонов Кугитанг-тау и Гаурдак-Тюбегатангской антиклинали. Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. I.

Мирошниченко В. П. 1935б. Полезные ископаемые Гаурдакского района. Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. I.

Мирошниченко В. П. 1945. Тектоника Гаурдака. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 5—6.

Мирошниченко В. П. 1946. Генезис структуры рудного поля хребта Кугитанга. Сов. геол. сб. 9.

Мирчинк М. Ф. 1946. Большой Небитдаг. Новости нефт. техники, геол. Изд. Бюро технико-эконом. информ. ЦИМТнефти, М.

Митрохин Т. 1934. Карабугазский химический комбинат, его база и перспективы развития. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I. Изд. АН СССР.

Михайловский С. Н. 1914. Геологические исследования в Центральной Бухаре. Зап. Горн. инст., т. V, вып. 2—3.

Мокринский В. В. 1933. Прикаспийские буроугольные районы. Сб. «Краткий очерк месторождений угля и горючих сланцев СССР». М.—Л.

Мокринский В. В. 1934. Характеристика каменноугольных месторождений Туркменской ССР. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I. Изд. АН СССР.

Мокринский В. В. 1937. Угольные месторождения Северного Кавказа и Прикаспия. Энергет. ресурсы СССР, т. I. Изд. АН СССР, М.

Мокринский В. В. 1939. Стратиграфо-географическое размещение мезозойских угленосных формаций в Крымо-Кавказско-Прикаспийской провинции. Труды XVII сессии Межд. геол. конгр. 1937 г., т. I. М.

Мокринский В. В. 1945. Особенности разведочных и эксплоатационных работ на угольных месторождениях типа Кугитанга. Труды Туркм. геол. упр., вып. 1.

Молчанов Л. А. 1926. Озеро Молла-Кара. Физико-географическое описание Бюлл. Ср.-Аз. курортн. упр., № 3—4. Ташкент.

Молчанов Л. А. 1929а. Озера Средней Азии (Ю. Казахстан, Киргизстан, Узбекистан, Туркменистан, Таджикистан, Каракалпакская автономная область). Труды Ср.-Аз. гос. унив., сер. XII-а, География, вып. 3. Ташкент.

Молчанов Л. А. 1929б. Происхождение пресноводных озер Узбоя. Изв. Гос. гидролог. инст., № 25.

Морачевский Ю. В. и Яснопольский Б. В. 1947. Сырьевая база сульфатной промышленности и перспективы ее использования. Сб. «Сульфатные месторождения СССР». Изд. АН СССР.

Мужчинкин Ф. Ф. 1924а. Колодцы по Узбою от аула Молла-Кара до аула Беуградже. Вестн. ирригации, № 10. Ташкент.

Мужчинкин Ф. Ф. 1924б. Об использовании вод родников Кендерли и Сакка. Вестн. ирригации, № 11. Ташкент.

Мужчинкин Ф. Ф. 1928. Некоторые данные по геологическим и гидрогеологическим исследованиям в районе Таш-Сака — Тюя-Муюн Хорезмской области летом 1925 г. Труды Ср.-Аз. гос. унив., сер. 7, Геология, вып. 6. Ташкент.

Муравьев Н. Н. 1822. Путешествие в Туркмению и Хиву в 1819 и 1820 годах гвардейского генерального штаба капитана Муравьева, посланного в сии страны для переговоров. Изд. автора, М.

Муравьев Н. Н. 1888. Записки Николая Николаевича Муравьева-Карского 1821 г. Русск. архив, № 1, 2, 3. М.

Мурашкин П. К. 1937. Шейх-Арыкские фосфориты. Труды Научн. инст. по удобр и инсектофунг. им. Самойлова, вып. 138.

Мурзаев П. М. 1932. Кристаллические формы целестина Каракумских и Карабугазских месторождений. Труды Совета по изуч. произв. сил, сер. туркм., вып. 4. Изд. АН СССР.

Мурзаев Э. М. 1939. О питании некоторых Каракумских колодцев. Пробл. физ. геогр., т. VII.

Мушкетов И. В. 1886. Туркестан. Геологическое и орографическое описание по данным, собранным с 1874 г. по 1880 г. СПб.

Мячков П. А. 1932. Геолого-поисковые работы на фосфориты, цементное сырье и асбест в районе Кара-Калпакской автономной области в 1930 г. Труды Научн. инст. по удобр. им. Самойлова, вып. 100.

Назаревский Н. В. 1928. Гидрогеологические исследования по среднему течению р. Аму-Дарьи от Пальварта до г. Чарджоу. Вестн. ирригации, № 11—12. Ташкент.

Назаревский Н. В. 1929а. Грунтовая вода в Кара-Кумах, Туркменоведение, № 2—3. Ашхабад.

Назаревский Н. В. 1929б. Колодцы Кара-Кумов и пути к рациональному использованих их. Туркменоведение, № 5 Ашхабад.

Наметкин С. С. 1939. Химия нефти. Изд. 2-е. ОНТИ, М.—Л.

Наследов Б. П. 1935. Месторождения полиметаллов Средней Азии. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Нацкий А. Д. 1916. Геологический очерк Малого Балхана по исследованиям в 1914 и 1916 гг. Матер. по общ. и прикл. геол., вып. 4.

Нацкий А. Д. 1917. Серные источники Закаспийской области. Естеств. произв. силы России, т. IV, вып. 40. Изд. АН, Пгр.

Нацкий А. Д. 1919. Сера. Хим.-техн. справочник. Пгр.

Нацкий А. Д. 1926. Материалы к познанию Каракумского серного месторождения. Матер. по общ. и прикл. геол., вып. 35.

Низковский П. Л. 1934. Строительные материалы в Туркменской ССР. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I. Изд. АН СССР.

Никитюк Л. А. 1932. Геологические и гидрогеологические исследования в восточной части Красноводского полуострова. Труды ВГРО, вып. 179.

Николаев В. И. 1946. Ориентировочный прогноз состояния Кара-Богаз-Гола в условиях постепенного отделения его от Каспийского моря. «Сульфат натрия в СССР». М.—Л.

Николаев В. И. 1947. Исследования, относящиеся к прогнозу гидрохимического режима Кара-Богаз-Гола. Сб. «Сульфатные месторождения СССР». Изд. АН СССР.

Николаев В. И. и Блюмберг Я. Б. 1940. Пути кристаллизации солей из Карабогазских рассолов в связи с вопросами прогноза гидрохимического режима Карабогазского залива. Сб. «Залив Кара-Богаз-Гол». Труды по компл. изуч. Каспийского моря, вып. XI. Изд. АН СССР.

Николаев В. И., Дружинин И. Г. и др. 1949. К вопросу получения смешанной соли, кристаллизующейся из Карабогазских рассолов. Журн. хим. пром., № 8.

Николаев В. И. и Егоров В. С. 1939. Концентрирование рассолов залива Кара-Богаз-Гол. Пробл. Кара-Богаз-Гола. Успехи химии, т. VIII, вып. 2.

Николаев В. И. , Егоров В. С. и Блюмберг Я. Б. 1939. Определение зависимости между суммой солей рассола при наличии кристаллизации NaCl и величиной коэффициента метаморфизации. Успехи химии», т. VIII, вып. 2.

Николаев В. И., Егоров В. С. и Блюмберг Я. Б. 1940. Определение зависимости общей концентрации (суммы солей) карабогазских рассолов при начале кристаллизации NaCl от величины отношений $\frac{MgSo_4}{MgCl_2}$ коэффициента метаморфизации. Сб. «Залив Кара-Богаз-Гол». Труды по компл. изуч. Каспийского моря, вып. XI. Изд. АН СССР.

Николаев В. И. и Качалов А. Н. 1940. Пути перекристаллизации смешанной соли в астраханит в связи с вопросом о возрасте Карабогазского залива. Успехи химии, т. IX, вып. 6.

Николаев Н. А. 1948. Месторождение «Кугитанг». Геология СССР, т. XXIII, Узбекская ССР. Госгеолиздат.

Николаев Н. Л. 1930. Барито-витеритовые месторождения Нухур-Кара-Калинского района. Бюлл. Ср.-Аз. район. геол.-разв. упр., № 3. Ташкент.

Никшич И. И. 1924. Копет-Даг. Геологические и гидрогеологические исследования в Полторацком уезде Туркменской области в 1923 г. Изд. Упр. вод. хоз. Туркест. респ. Ташкент.

Никшич И. И. 1925. Копет-дагская линия термальных источников. Вестн. ирригации, № 7.

Никшич И. И. 1926а. Арчманский сернистый источник. Матер. по общ. и прикл. геол., вып. 115.

Никшич И. И. 1926б. Бариты бассейна р. Сумбара в Туркменской республике. Матер. по общ. и прикл. геол., вып. 113.

Никшич И. И. 1926в. От Багира до ст. Артык. Гидрогеологические исследования в Полторацком уезде Туркменской республики в 1924 г. Матер. по гидрогеол. Ср. Азии, вып. 4. Ташкент.

Никшич И. И. 1926г. От Кизыл-Арвата до ст. Арчман. Гидрогеологические исследования в Полторацком уезде Туркменской республики в 1924 г. Матер. по гидрогеол. Ср. Азии, вып. 3. Ташкент.

Никшич И. И. 1926д. Ягманское каменноугольное месторождение. Матер. по общ. и прикл. геол., вып. 114.

Никшич И. И. 1927а. Гидрогеологические исследования в районе источника Готур-ата (Святой ключ). Изв. Геол. ком., т. XLVI, № 5.

Никшич И. И. 1927б. Опыт карточного каталога водных ресурсов Туркменистана. Матер. по ирриг. и водоснабж. Туркмении, вып. 1. Ашхабад.

Никшич И. И. 1931. От ст. Казанджик до кол. Куйляр. Труды ГГРУ, вып. 25.

Никшич И. И. 1932а. Бассейн рек Сумбара и Чандыра. Труды ВГРО, вып. 174.

Никшич И. И. 1932б. Геологический очерк района тенардитового месторождения к югу от ст. Узун-су в Туркменской ССР. Труды ВГРО, вып. 129.

Никшич И. И., Данов А. В. и Васильевский П. М. 1929. Геологический очерк Туркмении. Сб. «Туркмения», т. II. Изд. АН СССР.

Никшич И. И. и Косыгин А. И. 1933. Газы в юго-западной части Туркменской ССР. сб. «Природные газы СССР», вып. 21. Л.

Никшич И. И. и Огнев В. Н. 1928. Джебельские источники. Матер. по общ. и прикл. геол., вып. 78.

Новаковский М. 1889. О селитряных месторождениях Закаспийского края. Горн. журн., т. IV.

Огнев В. Н. 1932. Геологический очерк Бадхыза. Труды ВГРО, вып. 266.

Огнев В. Н. 1933. От Ала-дага до Сундзо. Труды ВГРО, вып. 247.

Орлов Н. А. и Мирошниченко В. П. 1935. Новые данные по нефтеносности восточной Туркмении. Пробл. сов. геол., т. V, № 2.

Орьев Г. К. 1934. Изучение парагенезиса серы и битума в Туркмении (предварительные данные). Инф. сб. НГРИ.

Орьев Г. К. 1935. Новые данные по геологии и нефтеносности Центральных Каракумов. Нефт. хоз., т. XXVIII, № 4.

Отчет о деятельности комиссии сырья Петроградского комитета Военно-Технической помощи. Труды Ком. сырья, вып. IV. Пгр., 1917.

Отчет о состоянии и деятельности Геологического комитета за 1926/27 г. 1929. Изд. геол. ком.

Палецкий В. А. 1933. Условия равновесия соленых и пресных вод в песчаных образованиях Средней Азии и вообще в песках. Водные богатства недр земли на службу соц. строит., сб. VI.

Пальчинский П. А. 1927а Озокерит. Годовой обзор минер. ресурсов СССР за 1925/26 г. Изд. Геол. ком., Л.

Пальчинский П. А. 1927б. Озокерит (горный воск). Нерудн. ископ., т. II. Изд. АН СССР.

Пархоменко М. Л. 1942. Куня-Ургенчское месторождение селитры. Труды Туркм. фил. АН СССР, вып. IV. Ашхабад.

Пейве А. В. 1933. Тектоника Окуз-булакского месторождения сильвинита. Калий, № 4.

Пейве А. В. 1934а. Гаурдакские месторождения калия. Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. II, ч. 2.

Пейве А. В. 1934б. Калийные месторождения Туркмении и перспективы их использования. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I, Изд. АН СССР.

Пельш А. Д. 1936. К гидробиологии Карабогаза. Труды Соляной лабор. АН СССР, вып. V.

Пельш А. Д. 1939. Термический анализ карабогазской рапы. Бюлл. Всес. науч.-исслед. инст. галургии.

Пельш А. Д. 1940а. Определение температуры выделения мирабилита. Сб. «Залив Кара-Богаз-Гол». Труды по компл. изуч. Каспийского моря, вып. XI. Изд. АН СССР.

Пельш А. Д. 1940б. О совместной кристаллизации мирабилита и поваренной соли из карабогазских рассолов, насыщенных хлористым натрием. Бюлл. Всес. инст. галургии, № 3.

Пельш А. Д. 1952а. Концентрированные магний-хлоридные рассолы бассейнового хозяйства в Кара-Богаз-Голе. Труды Всес. инст. галургии, вып. XXIV.

Пельш А. Д. 1952б. Состав рапы и кристаллизация астраханита в заливе Кара-Богаз-Гол в 1943—1945 гг. Труды Всес. инст. галургии, вып. XXIV.

Петров М. П. и Кунин В. Н. 1951. Некоторые очередные задачи науки в проектировании Главного Турменского канала. Изв. АН Туркм. ССР, № 3.

Петров Н. П. 1947. Новые данные о калийных солях месторождений юго-западных отрогов Гиссарского хребта. Изв. АН Узб. ССР, № 2, Ташкент.

Петров Н. П. 1949. Строение гаурдакской свиты в юго-западных отрогах Гиссарского хребта. Докл. АН Узб. ССР, № 3, Ташкент.

Петров Н. П. 1951. О карналлитах соляной толщи в юго-западных отрогах Гиссарского хребта. Зап. Узб. отд. Всес. минер. общ., вып. II. Ташкент.

Петров Н. П. 1952. Соляная толща и ее тектоника в юго-западных отрогах Гиссарского хребта. Докл. АН Узб. ССР, № 12.

Петросянц А. Я. 1926. К вопросу о запасе лечебной грязи в Молла-Кара. Бюлл. Ср.-Аз. курортн. упр., № 3—4.

Петросянц А. Я. 1927. По поводу запасов лечебной грязи курорта Молла-Кара. Бюлл. Ср.-Аз. курортн. упр., № 6.

Петрушевский Б. А., Херасков Н. П. и Шугин А. А. 1937. Геологические исследования Научного института по удобрениям и инсектофунгисидам (НИУИФ) в Средней Азии. Труды Научн. инст. по удобр. и инсектофунг. им. Самойлова, вып. 142.

Плахута Н. И. 1934. Результаты поисковых работ на уголь в горах Байсун-тау и Кугитанг-тау. За недра Ср. Азии, № 5—6. Ташкент.

Подкопаев П. И. 1930. Карабугаз с 1909 по 1928 г. Изв. Инст. физ.-химич. анализа, т. IV, вып. 2. Изд. АН СССР.

Поляков А. Г. 1935а. Химический состав вод курорта Арчман и его окрестностей. Сб. «Курорты Туркмении», вып. 1. Ашхабад — Баку.

Поляков А. Г. 1935б. Химический состав вод курорта Молла-Кара. Сб. «Курорты Туркмении», вып. 1. Ашхабад — Баку.

Порфирьев В. Б. 1930. Миутское месторождение озокерита (о. Челекен). Изв. ГГРУ, т. XLIX, № 8.

Порфирьев В. Б. 1931а. Геологический очерк Алигульского планшета о. Челекена. Изв. ГГРУ. т. L, вып. 59.

Порфирьев В. Б. 1931б. Структурная карта нефтяного месторождения на западном берегу о. Челекена. Труды ГГРУ, вып. 85.

Порфирьев В. Б. 1932а. К вопросу о разведке газовых месторождений Туркмении. «Природные газы», сб. 3—4.

Порфирьев В. Б. 1932б. Нефтяное месторождение Боя-даг, Сыртлан-ли и проблемы его разведки. Труды НГРИ, сер. Б, вып. 11.

Порфирьев В. Б. 1933а. Геолого-разведочные работы в Туркменистане. Труды 2-й конфер. геологов-нефтяников Закавказья и Туркменистана, ноябрь — декабрь 1932 г. Азнефтеиздат, Баку—М.

Порфирьев В. Б. 1933б. Иодо-бромные месторождения Туркменистана. Труды 2-й конфер. геологов-нефтяников Закавказья и Туркменистана, ноябрь — декабрь 1932 г. Азнефтеиздат, Баку — М.

Порфирьев В. Б. 1933б. Иодо-бромные месторождения Туркмении и их хозяйственное значение. Изд. «Сов. Азия», М.

Порфирьев В. Б. 1934а. Изученность Туркменской ССР в отношении нефтеносности. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. IV. Изд. АН СССР.

Порфирьев В. Б. 1934б. Иодо-бромные воды Туркмении. Соц. хоз. Туркмении, № 1. Ашхабад.

Порфирьев В. Б. 1934в. Иодо-бромные месторождения Туркмении. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I .Изд. АН СССР.

Порфирьев В. Б. 1934г. Нефтяные месторождения Туркменской ССР. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I. Изд. АН СССР.

Порфирьев В. Б. 1934д. О геологических исследованиях в районе Гаурдака. Отчет о сост. и деятельн. Нефт. геол.-разв. инст. за 1932 г.

Порфирьев В. Б. 1934е. Озокеритовые и газовые месторождения Туркменской ССР. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I. Изд. АН СССР.

Порфирьев В. Б. 1935. Газовые месторождения в Туркмении. Сб. «Природные газы СССР». ОНТИ, Л.—М.

Порфирьев В. Б., 1936. Озокерит. сб. «Минерально-сырьевая база СССР», вып. 37.

Порфирьев В. Б. 1938. Нефть в Таджикистане (условия нефтеобразования). Изд. АН СССР.

Порфирьев В. Б. 1940. Условия образования нефти и нефтяных месторождений Среднеазиатских провинций СССР. Труды XVII сессии Межд. геол. конгр. 1937 г., т. IV.

Порфирьев В. Б. 1941. Условия образования нефти и нефтяных месторождений в республиках Средней Азии. Ташкент.

Порфирьев В. Б. 1949. К вопросу о генезисе озокеритовых месторождений. Труды научн.-геол. совещания по нефти, озокериту и горючим газам Украинской ССР. Киев.

Порфирьев В. Б. и Колодяжный Ю. А. 1931. Детальное обследование газовых и иодо-бромных месторождений Боя-дага Монжуклы, Нефте-даг и о. Челекен. Отчет о сост. и деятельн. Нефт. геол.-разв. инст. за 1930 г.

Потылицын А. М. 1882—1883. Состав вод, сопровождающих нефть и выбрасываемых грязевыми вулканами. Журн. Русск. физ.-химич. общ., т. XIV, вып. 7, 1882; т. XIV, вып. 7, 1882; т. XV, вып. 3, 6, 1883.

Православлев П. А. 1939. О буровых скважинах на дне Кара-богаз-гола Каспийского моря (Астраханитовая стадия Кара-богаз-гола). Учен. зап. Ленингр. гос. унив., № 49.

Преображенский П. И. 1932. Геолого-разведочные работы на калий и их перспективы. Калий, № 1.

Прихидько П. Л. 1951. Некоторые данные об исследовании карналлитов. Зап. Узб. отд. Всес. минер. общ., вып. 11.

Пуаре И. В. 1926. Микроскопическое исследование образцов жил барита из бассейна р. Сумбара. Матер. по общ. и прикл. геол., вып. 113.

Пчелинцев В. Ф. и Крымгольц Г. Я. 1934. Материалы по стратиграфии юры и нижнего мела Туркмении. Труды ВГРО, вып. 210.

Пэк А. В. и Чураков А. Н. 1936. Султануиздат. Труды Т.-П. эксп., вып. 73.

Разин А. А. 1940. Сырьевые ресурсы строительных материалов Средней Азии в районах, тяготеющих к гг. Ташкент, Ленинабад, Коканд, Фергана, Наманган, Андижан, Самарканд ,Каган, Чарджоу). М.

Рейнеке В. И. 1930. Соляное месторождение Узун-су. Изв. Инст. физ.-химич. анализа, т. IV, вып. 2. Изд. АН СССР.

Рейнеке В. И. 1932. Месторождение тенардита Узун-су. Труды ВГРО, вып. 129.

Рейнеке В. И. и Никшич И. И. 1930. Соляные отложения Узун-су. Изв. Инст. физ.-химич. анализа, т. IV, вып. 2. Изд. АН СССР.

Репман Е. А. 1934. Разведка Ягманского месторождения. За недра Ср. Азии, № 5—6. Ташкент.

Ронкин Б. Л. 1930. Карабугаз и его промышленное использование. Изв. Инст. физ.-химич. анализа, т. IV, вып. 2. Изд. АН СССР.

Ронкин Б. Л. и Кучук И. М. 1928. Кара-бугаз в 1927 г. Изв. Инст. физ.-химич. анализа, т. IV, вып. 1. Изд. АН СССР.

Роскина Р. С. 1952. Характеристика технологического режима получения мирабилита из современной рапы залива Карабогаз-гол. Труды Всес. инст. галургии, вып. XXVII.

Руженцов В. Е. 1932а. Калийное месторождение Средней Азии. Минер. сырье, № 7—8.

Руженцов В. Е. 1932б. Предварительный отчет о геолого-разведочных работах на калий в Узбекистане и Туркменистане в 1930 г. Труды Научн. инст. по удобр. им. Самойлова, вып. 100.

Русаков М. Н. и Королев А. В. 1935. Медные руды Средней Азии и проблема Алмалыкстроя. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии», Т.-П. эксп. при СНК СССР.

Русанов А. П. и Кузнецов И. А. 1934. Годовой отчет по работам 1932 г. Отчет о сост. и деятельн. Нефт. геол.-развед. инст. за 1933 г.

Русанова О. Д. 1936. К петрографической характеристике углей Туаркырского месторождения в Туркмении. За недра Ср. Азии, № 2. Ташкент.

Рябинин А. Н. 1917. Глауберова соль. Естеств. произв. силы России, т. IV, вып. 37. Изд. АН, Пгр.

Сахаров В. В. 1947. К вопросу о генезисе месторождения самородной серы в Шор-су. Бюлл. «Техническая информация» ГИГХС, № 1.

Свадовский В. 1933. Арпакленское месторождение витерита в Туркм. ССР. Минер. сырье, № 8/9.

Селиванов Л. С. 1937. О составе мути рапы Карабогазского залива. Докл. АН СССР, нов. сер., т. XVI, № 9.

Селяков С. Н. 1941. Нитратно-хлоридные солончаки и месторождения селитры Средней Азии. Труды Почв. инст. им. Докучаева АН СССР, т. XXII, вып. 2.

Сергеев В. А. 1940. Фильтрация через косы залива Кара-богаз по работам 1938 г. Труды по компл. изуч. Каспийского моря, вып. IX. Изд. АН СССР.

Серная проблема в Туркменистане, сб. I. 1926. Матер. Особ. ком. по исслед. союзн. и автон. респ., сер. туркм., вып. 1. Изд. АН СССР.

Серная проблема в Туркменистане, сб. II. 1928. Матер. Особ. ком. по исслед. союзн. и автон. респ., сер. туркм., вып. 17. Изд. АН СССР.

Сидоренко А. В. 1945а. Бариты Западного Копет-Дага. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 5—6.

Сидоренко А. В. 1945б. К минералогии и геохимии жильных месторождений Западного Копет-Дага. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 2.

Сидоренко А. В. 1946. К минералогии киноварного месторождения Куршурли. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 3—4.

Сидоренко А. В. 1947. Генезис витеритов Западного Копет-Дага. Докл. АН СССР, нов. сер., т. LV, № 2.

Сизова Е. В. 1951. Сера. Баланс запасов полезных ископаемых СССР на 1 января 1951 г., вып. 34. Госгеолиздат.

Скворцов Ю. А. 1928. Почвенно-географический очерк долины р. Аму-Дарьи в пределах Чарджуйского водного округа. Изв. Инст. почвовед. и геоботан. при Ср.-Аз. гос. унив., вып. 4.

Смолко А. И. 1934а. Годовой отчет по работам 1932 г. Отчет о сост. и деятельн. Нефт. геол.-разв. инст. за 1932 г.

Смолко А. И. 1934б. Проблема нефтеносности Устюртско-Каракумской области. Нефт. хоз., № 6.

Смолко А. И. 1936а. Возраст сбросов на о. Челекене. Нефт. хоз., № 1.

Смолко А. И. 1936б. Тектоника и нефтеносность юго-западного Приаралья. Сб. «Естеств.-истор. условия Кара-Калп. АССР». Труды Компл. научн.-исслед. инст. Кара-Калп. АССР, № 7. Турткуль.

Смолко Г. И. 1932а. Боя-Даг, Монжуклы и Нефтедаг (иодистые источники Западной Туркмении). Труды ВГРО, вып. 175.

Смолко Г. И. 1932б. Воды северного склона Казанджикского Кюрен-Дага. Труды ВГРО, вып. 172.

Смолко Г. И. и Александров В. В. 1935. Ресурсы подземных вод Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. II. Изд. АН СССР.

Смолко Г. И. и Васильевский П. М. 1932. Водные ресурсы Туркменской ССР. Сб. «Подземные воды Азиатской части СССР». Изд. «Сов. Азия», М.

Смолко Г. И. и Васильевский П. М. 1933. Туркменская ССР. Сб. «Материалы для характеристики ресурсов подземных вод по районам СССР». ВГРО, Л.—М.

Советские нефти (справочная книга). 1947. Нефти Второго Баку, Ухты, Эмбы, Средней Азии, Сибири и Сахалина. Под ред. проф. А. С. Великовского и С. И. Павловой. Гостоптехиздат, М.—Л.

Соколов А. С. 1952а. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям самородной серы. ВКЗ.

Соколов А. С. 1952б. О некоторых закономерностях геологического строения и размещения осадочных месторождений самородной серы. Докл. АН СССР, нов. сер., т. LXXXIX, № 4.

Соколов В. Д. 1904. Артезианское водоснабжение некоторых станций Среднеазиатской железной дороги. М.

Соколов В. П. 1930а. Из результатов обследования месторождений полезных ископаемых Кара-Калинского района. Бюлл. Ср.-Аз. район. геол.-разв. упр., № 3. Ташкент.

Соколов В. П. 1930б. Обследование и опробование трех сероводородных источников в Кара-Калинском районе ТССР. В Отчете о деятельн. Ср.-Аз. отд. Геол. ком. за 1928—1929 гг. Ташкент.

Соколов В. П. 1930в. Годовой Отчет о работе 1928—1929 гг. В Отчете о деятельн. Ср.-Аз. Отд. Геол. ком. за 1928—1929 гг. Ташкент.

Соколов В. П. 1934а. Изученность рудных ископаемых Туркменской ССР. Сб. «Проб. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. IV. Изд. АН СССР.

Соколов В. П. 1934б. Полезные ископаемые Кара-Калинского района. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I. Изд. АН СССР.

Соколов В. П. 1935. Барит и витерит Средней Азии и проблема их использования. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР, Л.

Соколовский Н. А. 1891. Месторождения нефти и нафтагила на о. Челекене. Горн. журн., т. III, № 9.

Соловьев В. Ф. 1952. Грязевой вулкан «банка Ливанова» в Каспийском море. Докл АН СССР, нов. сер., т. LXXXVI, № 2.

Соседко А. Ф. 1930. Экскурсии по Заунгузскому плато. Сб. «Каракумы». Матер. Ком. эксп. исслед. АН СССР, сер. туркм., вып. 29.

Соседко А. Ф. 1932. Новые данные о месторождениях целестина в Туркмении. Труды Совета по изуч. произв. сил, сер. туркм., вып. 4. Изд. АН СССР.

Стадников Г. Л. 1937. Происхождение углей и нефти. 3-е перераб. и дополн. изд. Изд. АН СССР.

Старобинец Е. Я. 1940. О геологическом строении и нефтеносности хребта Большой Балхан. Сб. «Геол. и полезн. ископ. Ср. Азии». Изд. АН СССР.

Старобинец Е. Я. и Эвентов Я. С. 1948. Чарджоу-Питнякский район. Новости нефт. техники, Геология, № 6, М.

Сулин В. А., 1935. Воды нефтяных месторождений СССР. М.—Л.

Сулин В. А. 1948. Гидрогеология нефтяных месторождений. Гостоптехиздат, М.—Л.

Тагеева Н. В. 1934а. Геохимические исследования на о. Челекене. Труды Ломоносов. инст. АН СССР, вып. 4.

Тагеева Н. В. 1934б. О происхождении нефтяных вод. Труды Ломоносов. инст. АН СССР, вып. 4.

Тагеева Н. В. и Тихомирова М. М. 1952. О геохимии природных вод района Узбоя. Докл. АН СССР, нов. сер., т. LXXXIV, № 6.

Тагеева Н. В., Цейтлин С. Г., Морозова А. И. 1934. О содержании бора в природных водах. Докл АН СССР, т. III, № 5.

Тейле Э. Э. 1915. Минеральные воды, грязи и морские купанья в Закаспийской области. (По материалам Н. П. Макшеева). Адрес-справочник по Закасп. обл. Изд. Закасп. обл. статист. ком., Ашхабад.

Телетов А. С. 1926. Промышленные исследования соляных месторождений Кюрен-дага. Минер. сырье и его переработка, год I, № 4. М.

Телетов А. С. 1927. Бариты Туркменистана. Минер. сырье и его переработка, год II, № 1.

Телетов А. С. 1928. Полезные ископаемые Туркменской ССР. Инст. туркм. культуры. Матер. по изуч. естеств. произв. сил, вып. 1. Ашхабад.

Телетов А. С. 1929. Полезные ископаемые Туркмении. Сб. «Туркмения», т. II. Изд. АН СССР.

Телетов А. С. 1934а. Гаурдакское серное месторождение. Соц. хоз. Туркмении, № 1. Ашхабад.

Телетов А. С. 1934б. К вопросу о разработках месторождений калийных солей в Гаурдакском районе. Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. II, ч. 2.

Тер-Макелов. 1911. Нефтяная промышленность на о. Челекене и ее перспективы. Нефт. дело, № 21 и 22.

Токманов В. Е. 1934. Озокериты Туркмении. Сб. «Нефти, битумы и газы Кавказских месторождений». М.—Л.—Новосибирск.

Трофимов Н. М. 1929а. К вопросу о режиме грунтовых вод в Чарджуйском и Керкинском округах Туркменской ССР. Вестн. ирригации, № 7, Ташкент.

Трофимов Н. М. 1929б. О сбросе в юго-восточные Кара-Кумы. Вестн. ирригации, № 8, Ташкент.

Туаев Н. П. 1936. Проблема соляной тектоники и нефтеносности соляных структур южной нефтеносной области Средней Азии. Матер. по геол. Ср. Азии, вып. 6. Ташкент.

Уклонский А. С. 1930. Сера. Минеральные ресурсы Средней Азии. Народное хоз. Ср. Азии, № 6—7. Ташкент.

Уклонский А. С. 1932а. К вопросу о калии в Средней Азии. Освед. бюлл. научн.-исслед. работы Средазгеоразведки, № 2. Ташкент.

Уклонский А. С. 1932б. Перспективы развития серной промышленности в Средней Азии. За недра Ср. Азии, № 1. Ташкент.

Уклонский А. С. 1932в. По вопросу о поисках серных месторождений в Средней Азии. Освед. бюлл. научн.-исслед. работы Средазгеоразведки, т. 2, № 1. Ташкент.

Уклонский А. С. 1933а. К проблеме Гаурдака. Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. I.

Уклонский А. С. 1933б. Перспективы поваренных солей в Гаурдаке. Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. I.

Уклонский А. С. 1934а. Калий в Гаурдакском комбинате. Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. II, ч. 2.

Уклонский А. С. 1934б. Проблема Гаурдакского комбината. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. I. Изд. АН СССР.

Уклонский А. С. 1934в. Проблема Гаурдака. Соц. хоз. Туркмении, № 1. Ашхабад.

Уклонский А. С. 1935а. Алуниты и квасцы Средней Азии и проблема их использования. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Уклонский А. С. 1935б. Серные ресурсы Средней Азии и проблема их использования. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Уклонский А. С. 1940. Парагенезис серы и нефти. Изд. Узб. фил. АН СССР, Ташкент.

Унковская В. А. 1927. Стронций. Нерудн. ископ., т. III. Изд. АН СССР.

Унковская В. А. 1929. Глауберова соль. Нерудн. ископ., т. IV. Изд. АН СССР.

Успенский В. 1895. Месторождения нефти, кира и озокерита на Нефтяной горе в Закаспийской области. Горн. журн., т. II, № 5.

Ушинский Н. Г. 1926. К вопросу о происхождении серных вод на побережье Каспийского моря. Азерб. нефт. хоз., № 8—9.

Фалькович Б. 1927. Бариты Туркменистана. Минер. сырье и его переработка, № 1.

Федоров П. В. 1946. К стратиграфии каспийских отложений Прибалханского района. Сов. геол., сб. 11.

Федоров П. В. при участии Гусевой Т. К. 1953. Карта четвертичных отложений юго-западной Туркмении в масштабе 1 : 200 000 и объяснительная записка к ней. Госгеолиздат.

Федоров С. Ф. 1939. Нефтяные месторождения Советского Союза. Изд. 2-е. Гостоптехиздат.

Федоров С. Ф., Сулин В. А. и Шумилин С. В. 1935. Нефтяные месторождения Советского Союза. М.—Л.

Федорович Б. А. 1930а. К геологии Западных Каракумов. Сб. «Каракумы». Матер. Ком. эксп. исслед. АН СССР, сер. туркм., вып. 29.

Федорович Б. А. 1930б. Материалы по морфологии Каракумов. Сб. «Каракумы». Матер. Ком. эксп. исслед. АН СССР, сер. туркм., вып. 20.

Федорович Б. А. 1934а. Возможен ли пропуск вод Аму-Дарьи по Унгузу. «Каракумы», сб. IV. Труды Совета по изуч. прир. ресурсов, сер. туркм., вып. 8. Изд. АН СССР.

Федорович Б. А. 1934б. Геоморфологическое и тектоническое районирование туркменских Каракумов в связи с их гидрогеологическими условиями. Труды Геоморфол. инст. АН СССР, вып. XII.

Федорович Б. А. 1934в. Геоморфология Унгуза (от бугров Кырк-Джульба до Аму-Дарьи). «Каракумы», сб. IV. Труды Совета по изуч. прир. ресурсов, сер. туркм., вып. 8. Изд. АН СССР.

Федорович Б. А. 1934г. Гидрогеологический очерк Заузбойского складчатого района (Западных Каракумов). «Каракумы», сб. IV. Труды Совета по изуч. прир. ресурсов, сер. туркм., вып. 8. Изд. АН СССР.

Федорович Б. А. 1935. Геоморфологическая характеристика и воды Туркменских Каракумов. Сб. «Пробл. Туркмении». Труды 1-й конфер. по изуч. произв. сил Туркм. ССР, т. II. Изд. АН СССР.

Федорович Б. А. 1947. Равнины и низкогорья Турана. Сб. «Геоморфологическое районирование СССР». Изд. АН СССР.

Федорович Б. А. и Кесь А. С. 1935. Гидрогеология дельты р. Мургаба. Сб. «Бассейн Мургаба (геология, геоморфология и водные ресурсы)». Изд. Гос. гидролог. инст.

Фейгельсон И. Б. 1940. Геохимические поисковые признаки боратов. Докл. АН СССР, т. XXXIX, № 8—9.

Фейгельсон И. Б., Валяшко М. Г. и Бергман А. Г. 1939. О распространении бора в соляных озерах Арало-Каспийского района. Докл. АН СССР, т. XXII, № 5.

Фелькнер. 1838. Геогностический очерк восточного берега Каспийского моря от Астрабадского залива до мыса Тюк-Караган, в 1836 г. Горн. журн., т. I, № 1.

Ферсман А. Е. 1926. Геохимические проблемы серных бугров в пустыне Кара-кум. Сб. «Сера». Матер. для изуч. естеств. произв. сил СССР, № 59. Изд. АН СССР, Л.

Ферсман А. Е. 1929. На острове Челекене. Природа, № 7—8.
Ферсман А. Е. 1935. Проблемы минерального сырья и химизация Средней Азии. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.
Ферсман А. Е. и Влодавец Н. И. 1926. О свободной серной кислоте, как минеральном виде (на нем. яз.). Докл. АН СССР, сер. А, август.
Ферсман А. Е. и Щербаков Д. И. 1926. Колодцы в песках Каракумов. Изв. Гос. гидролог. инст., № 17.
Философов П. 1917. Природная глауберова соль и ее значение в содовом и стекольном производстве. Труды ком. сырья, вып. IV. Пгр.
Философов П. и Унковская В. 1926. Глауберова соль. «Нерудн. ископ.», т. I. Изд АН СССР.
Халтурин Д. С. 1948. Перспективы поисков новых месторождений (Закаспий). Новости нефт. техники, № 3.
Херасков Н. П. 1934. Поисковые работы на калий в Средней Азии (геолого-поисковые исследования юго-западного окончания Гиссарского хребта). Сб. «Гаурдакский химич. комбинат», т. II, ч. 1.
Хлопин В. Г. 1935. Природные газы Средней Азии и проблема их использования. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т-П. эксп. при СНК СССР. Л.
Цейтлин С. Г. 1936. Содержание бора в нефтяных водах. Докл. АН СССР, нов. сер., т. I (X), № 3.
Цимбаленко Л. И. 1896а. Естественные водные богатства Закаспийской области. Гидрографический очерк. Ашхабад.
Цимбаленко Л. И. 1896б. Кяризы (водопроводы) Закаспийской области. СПб.
Цинзерлинг В. В. 1927. Орошение на Аму-Дарье. Изд. Упр. вод. хоз. Ср. Азии, М.
Чарыев Б. Ч. 1950. Кара-Богаз-Гол. История исследования и промышленного освоения. Изд. Туркм. фил. АН СССР, Ашхабад.
Чирвинский П. Н. 1916. Общие сведения о минералах, генезисе и геологии селитры. Изв. Алекс. Донск. политехн. инст., т. V, вып. 2.
Чирвинский П. Н. 1927. Селитра. Спец. часть Сб. «Нерудн. ископ.», т. II. Изд. АН СССР.
Чуенко П. П. 1937а. Геологическая карта Средней Азии (юго-западные отроги Гиссарского хребта, р. VIII, л. 4). Труды Т.-П. эксп. при СНК СССР, вып. LXVI.
Чуенко П. П. 1937б. Юго-западные отроги Гиссарского хребта. Геол. Узб. ССР, т. II.
Чуенко П. П. и Смолко А. И. 1951. Геологическое строение и нефтегазоносность бассейна Аму-Дарьи от Чарджоу до Аральского моря. Госгеолиздат.
Шабаров Н. В. 1935. Средне-Азиатские угленосные районы. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.
Шабаров Н. В. 1939. Мезозойские угленосные районы Средней Азии. Труды XVII сессии Межд. геол. конгр. 1937 г., т. I, М.
Шабаров Н. В. 1940. Средняя Азия. Сб. «Угли местного значения». М.—Л.
Шафрановский К. И. и Княжецкая Е. А. 1952. Карты Каспийского и Аральского морей, составленные в результате экспедиции Александра Бековича-Черкасского 1715 года. Изв. Всес. геогр. общ., т. 84, вып. 6.
Шехтман П. А. 1941. Геология Средне-Азиатского нижнемезозойского угленосного бассейна. Изд. Узб. фил. АН СССР, Ташкент.
Шкрабо В. А. 1950. Условия образования Дагаджикских озокеритовых залежей на полуострове Челекене. Сб. «Авторефераты научных трудов ВНИГРИ», вып. 4.
Шлегель Б. Х. 1926. Водное хозяйство Средней Азии. Центр. упр. печати ВСНХ СССР.
Шпиндлер И. Б. и Лебединцев А. А. 1902. Труды Карабугазской экспедиции. Отчеты Мин. землед. и гос. имуществ. СПб.
Шредерс Н. А. 1938. Режим Карабогазского залива в связи с падением уровня Каспийского моря. Бюлл. Всес. инст. галургии, № 6.
Штурм Л. Д. и Симакова Т. Л. 1928. О микробиологическом исследовании образцов серы из крымских и туркестанских месторождений. Докл. АН СССР, сер. А, № 8.
Шубникова О. М. 1940. Сера. Минералы СССР, т. 1. Самородные элементы.
Шугин А. А. 1934. Окуз-Булакское месторождение хлористого калия (по материалам разведки 1932—1933 гг.). Труды Научн. инст. по удобр. им. Самойлова, вып. 125.
Шугин А. А. 1935. Калийные соли Средней Азии. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Шугин А. А. 1937. Итоги работ по разведке Окуз-Булакского калийного месторождения. Труды Научн. инст. по удобр. и инсектофунг. им. Самойлова, вып. 138.

Шумилин С. В. и Жданов М. А. 1937. Итоги разведок и обзор нефтяных ресурсов СССР на начало 1936 г. Энергет. ресурсы СССР, т. I. Изд. АН СССР, М.

Щербаков Д. И. 1926а. Отчет о поездке на серные месторождения в Каракумах. Сб. «Сера». Матер. для изуч. естеств. произв. сил СССР, № 59. Изд. АН СССР.

Щербаков Д. И. 1926б. Экспедиция на серные бугры в пустыню Кара-кумы осенью 1925 г. Природа, № 7—8.

Щербаков Д. И. 1927. Сера. Нерудн. ископ., т. II. Изд. АН СССР.

Щербаков Д. И. 1928. а) Отчет о работах Каракумской серной экспедиции осенью 1926 года; б) К вопросу о добыче серы из каракумских месторождений. «Серная проблема в Туркменистане», сб. II. Матер. Особ. ком. по изуч. союзн. и автон. респ., сер. туркм., вып. 17.

Щербаков Д. И. 1935а. Мышьяк, редкие и малые элементы Средней Азии. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Щербаков Д. И. 1935б. Ртуть и сурьма Средней Азии и проблема их использования. Сб. «Минеральные богатства Ср. Азии». Т.-П. эксп. при СНК СССР. Л.

Яснопольский Б. В. 1939. Природный сульфат натрия. Бюлл. Всес. инст. галургии, № 3.

Яснопольский Б. В. 1946. Сульфатные месторождения СССР. Сб. «Сульфат натрия в СССР». М.—Л.

Ahlfeld A. 1935. Beitrage zur Kenntnis der Schwefellagerstätten Turkestans. Zeitschr. prakt. Geologie, Heft 3.

Eichwald E. (Эйхвальд Э.). 1834. Reise auf dem Caspische Meere und in den Caucasus. Bd. I. Stuttgart und Tübingen.

Eichwald E. (Эйхвальд Э.). 1857. Ein paar Worte über die Naphta auf der Insel Tschelekän. Mélanges phys. et chim., tirés du Bull. phys-mathem. Acad. Sci. de St.-Petersb., t III.

Hermann R. 1857. Ueber Neftegil, Baikerit und Asphalt. Bull. de la Soc. Natur. de Moscou, т. XXX, № 1.

Murzaiev P. M. (Мурзаев П. М.). 1937. Genesis of some sulfur deposits of the USSR. Econom. Geol., vol. 32, № 1.

Sjögren H. 1888. Ueber das transkaspische Naphtaterrain. Jahrb. K. K. geol. Reichsanstalt, Bd. XXXVI, Wien (1887).

2. Фондовая

Айзенберг Ю. Б. 1945ф. Фосфоритоносные отложения Копет-Дага. Геология фосфоритных фаций. Фонды Туркм. геол. упр.

Александров В. В. 1933ф. О результатах геологических и гидрогеологических исследований в районе Карабиль Туркменской ССР летом 1932 г. Фонды Туркм. геол. упр.

Александров В. В., Александрова М. И. и Морозов А. И. 1936ф. Гидрогеологический очерк Прикарабугазского района. Фонды Туркм. геол. упр.

Атанасян В. А., Любимова П. С. и Мандельштам М. И. 1945ф. Стратиграфия плиоценовых и постплиоценовых отложений западной Туркмении по данным микропалеонтологических и петрографических исследований. Фонды ВНИГРИ.

Бабаев А. Г. 1951ф. Литология и нефтегазоносность меловых отложений Султансанджарской площади Питнякского района. Фонды АН Узб. ССР.

Банченко М. С. 1944ф. Отчет по геолого-разведочным работам на Кизыл-Мазарском месторождении калийных солей. Фонды Туркм. геол. упр.

Банченко М. С., Петров Н. П., Дунаева-Мирович К. Е. и Демин В. Т. 1951ф. Отчет по геолого-разведочным работам, проведенным на Гаурдакском месторождении калийных солей в 1945—1950 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Баранов М. И. 1950ф. Геологическое строение и перспективы Челекена в свете новых данных. Фонды треста Туркменнефтеразведка.

Бедер Б. А. 1941ф. Обзор месторождений бора республик Средней Азии по состоянию материалов на 1/I 1941 г. Фонды Узб. геол. упр.

Бедер Б. А. 1942ф. Обзор месторождений иода и брома Средней Азии и сводка запасов по состоянию на 1/I 1942 г. Фонды Узб. геол. упр.

Бедер Б. А. 1944ф. Месторождения иода, брома и бора Туркменской ССР. (Краткий обзор). Фонды Туркм. геол. упр.

Бедер Б. А. 1946фа. Иодо-бромные воды Средней Азии. Фонды Узб. гос. унив.

Бедер Б. А. 1946фб. Материалы к изучению минеральных вод и озер Турк-

менской ССР. Аннотированный указатель литературы и неопубликованных материалов по минеральным водам и озерам Туркм. ССР. Фонды Туркм. геол. упр.

Бирюков В. И., Акань А. Б. 1951ф. Отчет о поисково-разведочных и ревизионных работах в горах Кугитанг-Тау в 1950 г. Фонды Туркм. геол. упр.

Богданов П. В. 1941ф. Отчет по геолого-разведочным работам на месторождении тенардита, мирабилита и каменной соли Узун-Су, выполненных в 1939—1940 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Богданов П. В. 1950ф. Отчет по геолого-разведочным работам, выполненным на Восточном участке Огланлинского бентонитового месторождения в 1949—1950 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Борисов П. П. 1947ф. Объяснительная записка к сводной гидрогеологической карте Кугитанг-Гаурдакского района Туркменской ССР масштаба 1 : 200 000. Фонды Туркм. геол. упр.

Бурак М. Т. 1936ф. Результаты гидрогеологических исследований, произведенных на полуострове Тарта в 1935—1936 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Бурак М. Т. 1937ф. Результаты гидрогеологических исследований, проведенных на полуострове Тарта в 1936—1937 гг., Красноводский район, ТССР. Фонды Туркм. геол. упр.

Бурачек А. Р., Лавров А. А., Огнев В. Н., Сукачева М. П. 1937ф. Геологическое строение и полезные ископаемые Копет-Дага от ст. Бами до ст. Искандер. Фонды Туркм. геол. упр.

Вакуленко М. П. 1936ф. К литологии серного месторождения Гаурдак. Фонды Узб. геол. упр.

Варенцов М. И., Суворов П. Г., Сукачева М. П., Славин В. И. 1938ф. Исследования геологического строения и нефтеносности Западного, Центрального и Восточного Копет-Дага Туркменской ССР. АН, Ср.-Аз. экспедиция. Фонды СОПС АН СССР и Туркм. геол. упр.

Васильченко Г. М. 1946ф. Гидрогеологические работы на острове Челекен. Фонды Туркменнефти.

Васютинская А. Б., Инживатова О. К., Свешников П. М. 1949ф. Геолого-гидрогеологические исследования к обоснованию схемы комплексного использования земельных водных ресурсов бассейна р. Аму-Дарьи. Книга VI, Отчет о комплексной геолого-гидрогеологической съемке района горных возвышенностей Дугаба, Дунгуз-Сырта, Атчудын-Тау с прилегающими к ним равнинами в пределах листа J—41—XVIII масштаба 1 : 200 000. Фонды Узб. Геол. упр.

Вахрамеева В. А. 1952ф. Краткая минералого-петрографическая характеристика соляных отложений Кургузульско-Сартасской бухты залива Кара-Богаз-Гол. Фонды Всес. научн.-исслед. инст. галургии.

Вировец В. А. и Швец А. В. 1936ф. Отчет о поисковых работах на строительные материалы в Кушкинском районе ТССР. Фонды Туркм. геол. упр.

Воинов В. В. 1944ф. Отчет о геосъемочных и разведочных работах на участке Окуз-Булакского месторождения калийных солей. Фонды Туркм. геол. упр.

Воинов В. В. 1946ф. Результаты бурения скважины № 1 в связи с изучением нефтеносности Гаурдакской структуры. Фонды Туркм. геол. упр.

Воинов В. В. и Фрейберг Р. И. 1947ф. Отчет по геолого-разведочным работам и геологической съемке масштаба 1 : 25 000, произведенным на Наразымской и Денгизкульской структурах. Фонды Туркм. геол. упр.

Гаврилин А. М. 1947ф. Кугитангское каменноугольное месторождение. Отчет о геолого-экономических изысканиях и запасах тощих каменных углей (полуантрацитов) для действующего и проектируемых предприятий на горном отводе ММП Туркм. ССР (1945—1946 гг.).

Гиринский Н. К., Дубровкин В. Л., Калугин П. И., Кунин В. Н., Луппов Н. П., Рябчинский Г. Я. и др. 1952ф. Отчет о результатах гидрогеслогических и инженерно-геологических исследований на трассе Главного Туркменского канала для проектного задания 1951—1952 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Годин Ю. Н. 1952ф. Результаты сейсмической разведки Прикаспийской низменности. Сводный отчет по партиям 1948, 1949 и 1950 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Горайчук О. Д. 1945ф. Отчет о геолого-разведочных работах, проведенных на месторождении киновари Куршурли в 1943 г. Фонды Туркм. геол. упр.

Горайчук О. Д. 1949ф. Отчет о поисках и детальных разведках на цементное сырье и кварцевый песок в Небитдагском и Красноводском районах Ашхабадской области ТССР. Фонды Туркм. геол. упр.

Граждан П. Е. 1949ф. Подземные воды Копет-Дага. Фонды АН Туркм. ССР.

Грибова И. А., Демин В. Т., Макаренко А. А., Дунаева-Мирович К. Е. 1945ф. Отчет о геолого-разведочных работах на месторождениях цветных металлов западного склона хр. Кугитанг, произведенных в 1943—1945 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Григорович М. Б. 1935ф. Отчет о геолого-литологической съемке хребта Большой Балхан. Фонды Туркм. геол. упр.

Гришина С. Т. 1951ф. Стратиграфия, фации и нефтеносность апшеронских отложений Западной Туркмении. Фонды ВНИГРИ.

Данов А. В. 1928ф. Отчет о работе Каракумской геолого-разведочной партии за 1927—1928 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Данов А. В. 1930ф. Центральные Каракумы и долина р. Аму-Дарьи (геологическое описание по исследованиям 1927—1929 гг.). Фонды ВСЕГЕИ и Туркм. геол. упр.

Данов А. В. 1934ф. Геологический очерк Огланлинского месторождения глин-бентонитов в хр. Б. Балхан. Фонды ВНИГРИ и Туркм. геол. упр.

Данов А. В. 1939ф. Геолого-геохимические исследования в Гаурдак-Кугитангском сероносном и нефтеносном районе Туркм. ССР. Фонды СОПС АН СССР и Туркм. геол. упр.

Данов А. В. 1940ф. Гидрогеологические условия района проектируемого Небитдагского нефтеперегоночного завода (Красноводская область Туркменской ССР). Фонды Туркм. геол. упр.

Данов А. В. 1949ф. Стратиграфия, фации и нефтеносность акчагыльских отложений Туркмении. Фонды ВНИГРИ.

Данов А. В., Воинов В. В., Головин М. В., Грибова И. А., Кестнер О. В. 1941ф. Гаурдакский нефтеносный район. Отчет о геологических исследованиях и геолого-съемочных работах, произведенных в 1940—1941 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Дараган В. Х. 1943ф. Отчет о детальной разведке бугров Арвахлы и Кичик-Арвахлы Каракумского серного месторождения. Фонды Главгорхимпрома.

Демин В. Т., Горайчук О. Д. 1947ф. Объяснительная записка к подсчету запасов витерито-баритовой руды Арпакленского месторождения (по данным геолого-разведочных работ 1941—1942 и 1947 гг.). Фонды Туркм. геол. упр.

Дехтерев Г. Б., Сарычев Е. И., Чуенко П. П. 1942ф. Объяснительная записка к подсчету запасов свинца на месторождении Таза-Чарва Карлюкского района Турк.ССР. Фонды Туркм. геол. упр.

Дзенс-Литовский А. И. 1935ф. Геология, геоморфология и гидрогеологические условия района озера Султан-Санджар. Фонды СОПС АН СССР и Туркм. геол. упр.

Домарев В. С. 1935ф. Меденосность меловых отложений западного склона Кугитанга (Юго-Восточная Туркмения). Фонды Туркм. геол. упр.

Донцов В. В. 1939ф. Отчет о геолого-разведочных работах на Баба-Ходжинском месторождении поваренной соли 1938—1939 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Дубровкин В. Л., Матвеев В. А., Рыбаков С. И. и др. 1948ф. Отчет геологической экспедиции Каракумского канала по результатам инженерно-геологических, гидрогеологических и фильтрационных исследований на трассе Каракумского канала I очереди. Фонды Туркм. геол. упр.

Дубровкин В. Л., Матвеев В. А., Рыбаков С. И. и др. 1949ф. Отчет геологической экспедиции Каракумского канала по результатам инженерно-геологических, гидрогеологических и фильтрационных исследований трассы Каракумского канала II очереди для проектного задания, 1948—1949 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Жуковский Л. Г. 1951ф. Предварительные результаты разведки на нефть в Питняк-Дарганатинском районе. Фонды треста Средазнефтеразведка.

Захаревич В. А. 1933ф. Туаркырское буроугольное месторождение. Отчет о геолого-разведочных работах 1933 г Фонды Туркм. геол. упр.

Зеленский С. И. 1949ф. Геологическое строение района г. Монжуклы и Сев. Урунджук. (Зап. Туркмения). Фонды ВНИГРИ.

Зубов И. П. и Суворов П. Г. 1937ф. Геологические исследования в Гузар-Керкинском районе. Фонды Туркм. геол. упр.

Иваницын М. М. 1936ф. Отчет о разведочном на воду бурении на южном берегу Карабугазского залива в 1935—1936 гг. Фонды Узб. геол. упр.

Калугин П. И. 1934фа. Отчет о гидрогеологических исследованиях в Гаурдак-Кугитангском районе, произведенных в 1932—1933 гг. Фонды Туркм. геол. упр. и ВГФ.

Калугин П. И. 1934фб. Подземные воды Гаурдак-Кугитангского района. Фонды Туркм. геол. упр.

Калугин П. И. 1942ф. Копетдагская термальная зона. Фонды Туркм. геол. упр.

Калугин П. И. 1944ф. Гидрогеологический очерк Копет-Дага (описание к сводной гидрогеологической карте масштаба 1 : 200 000). Фонды Туркм. геол. упр.

Калугин П. И. 1946ф. Центральный и Восточный Копетдаг. Отчет о геологических и гидрогеологических исследованиях, произведенных в 1935—1945 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Калугин П. И. и Панкратов П. А. 1939ф. Отчет о гидрогеологических исследованиях в Ашхабадском районе, выполненных Ашхабадской гидрогеологической партией в 1935—1938 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Калугин С. К. 1940фа. Гидрогеологический очерк бассейна р. Мургаб. Фонды Туркм. геол. упр.

Калугин С. К. 1940фб. Гидрогеологический очерк бассейна р. Кушка. Фонды Туркм. геол. упр.

Каляев Г. И. 1945ф. О геологии жильных месторождений Копет-Дага. Отчет по поисково-ревизионным работам, проведенным в Кара-Калинском и Бахардекском районах. Фонды Туркм. геол. упр.

Каляев Г. И. 1947ф. Геологическая структура области гидротермального оруденения Копет-Дага и условия образования его баритово-витеритовых месторождений. Кандидатская диссертация. Фонды ВСЕГЕИ и Туркм. геол. упр.

Каляев Г. И., Рыбаков С. И. 1941ф. Отчет о гидрогеологических и геоморфологических исследованиях северных склонов предгорной полосы Копет-дага между ст. Бахарден и ст. Искандер и заключение о водоносности по отдельным разъездам жел. дороги от ст. Бахарден до ст. Узун-Су. Фонды Туркм. геол. упр.

Киров В. А. 1936ф. Отчет по детальной геологической съемке горы Нефтедаг в 1933—1934 гг. Фонды объединения Туркменнефть.

Клебанов Г. С. 1933ф. Окончательный отчет Куулинской соляной экспедиции. Фонды Всес. инст. галургии и Туркм. геол. упр.

Коноплянцев А. А., Кунин В. Н., Мурзаев Э. М., Павлов И. Н. 1938ф. Отчет Каракумского гидрогеологического отряда по работам 1937—1938 гг. (Северо-Западные Каракумы). Фонды СОПС АН СССР.

Кореннова С. В. и Власова З. И. 1942ф. Каталог буровых скважин на воду, пробуренных вблизи Ашхабадской ж. д., включая и Кушкинскую ветку. Фонды Туркм. геол. упр.

Костин Б. Ф. 1942ф. Гидрогеологическая характеристика Узбойских пресных озер и условий каптажа грунтовых вод. Фонды Центроспецстройпроекта и Туркм. геол. упр.

Костин Б. Ф. 1943ф. Отчет по изысканиям на подземные воды в районе Небит-Дага. Фонды Центроспецстройпроекта и Туркм. геол. упр.

Костин Б. Ф. 1948ф. Материалы гидрогеологических исследований на предгорной равнине Б. Балхана в районе ст. Джебел, проведенные в 1948 г. для целей водоснабжения промыслов Туркменнефти (Западная Туркмения, Небитдагский район). Фонды Центроспецстройпроекта.

Костин Б. Ф. 1949фа. Водные ресурсы Джебельского эксплоатационного участка и условия эксплоатации. Фонды Центростройпроекта.

Костин Б. Ф. 1949фб. Отчет по изысканиям подземных вод для ирригации Небит-дага. Фонды Центроспецстройпроекта и Туркм. геол. упр.

Котельников И. А. 1946ф. Гидрогеологический очерк к сводной гидрогеологической карте юго-восточной части Туркменской ССР (регион № 7), масштаб 1 : 500 000. Фонды Туркм. геол. упр.

Крымгольц Г. Я., Неронова Л. В., Панкратов П. А. 1946ф. Геолого-гидрогеологический очерк Б. и М. Балханов к сводной гидрогеологической карте ТССР, масштаб 1 : 200 000 (регион № 3). Фонды Туркм. геол. упр.

Крымгольц Г. Я., Худобина Е. А., Зендрикова Е. Г. 1942ф. Геологические исследования в южной части Питнякского района. (Отчет по работам 1941—1942 гг.). Фонды Туркм. геол. упр.

Кульджаев Н. К., Рыбаков С. И. 1945ф. Гидрогеологический очерк к сводной гидрогеологической карте масштаба 1 : 500 000 Заузбойского складчатого региона (№ 1). ТССР. Фонды Туркм. геол. упр.

Кунин В. Н. 1941ф. Отчет по Душак-Чарджоуской гидрогеологической партии 1940—1941 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Кунин В. Н. 1945ф. Подземные воды Кара-Кумов. Фонды докторских диссертаций в библиотеке им. Ленина.

Курбатов В. С., Людвиг В. Ф. 1948ф. Отчет о гидрогеологической съемке в Западном Копет-даге (верховья рек Аджи-дере, Арваза, Ай-дере и Сумбар), проведенной в 1947—1948 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Курбатов В. С., Сукачева М. П., Людвиг В. Ф., Неронова Л. В. и Глаголев С. А. 1951ф. Геологическое строение и подземные воды Туаркыра. Фонды Туркм. геол. упр.

Лаптиева Е. М. 1938ф. Характеристика кремнеземистых пород Гаурдакского и Шорсуйского месторождений (с точки зрения промышленного их использования как гидравлических добавок). Фонды Туркм. геол. упр.

Лозовой В. В., Солдатов А. А. 1937ф. Отчет о гидрогеологических ис-

следованиях на территории г. Красноводска и Красноводской косы, ТССР. Фонды Туркм. геол. упр.

Лонский Л. М. 1939ф. Отчет о геолого-разведочных работах, выполненных ОРУ Каракумских серных рудников в районе Дарвазинского и Каракумского заводов. 1938—1939 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Лонский Л. М. 1941ф. Отчет о детальной разведке бугров группы Топ-Джульба Каракумского серного месторождения. Фонды Туркм. геол. упр.

Луппов Н. П. 1935ф. Геологические исследования в северо-западной Туркмении в 1934 г. Фонды СОПС АН СССР.

Луппов Н. П., Чуенко П. П. 1942ф. Отчет о геологических исследованиях в районе возвышенностей Кундалянг-Тау, Каттаур, Альмурад, Карабиль, произведенных в 1941 г. Восточно-Туркменской экспедицией Всесоюзного геологического института. Фонды Туркм. геол. упр.

Любомиров В. Н., Ермилов И. Я. 1948ф. Гидрогеологические условия нефтяного месторождения Небит-даг. Фонды объединения Туркменнефть.

Мазо Ф. В. и Тенишева Р. К. 1946ф. Сводка по строительным, дорожным материалам и глинам Туркменской ССР. Фонды Туркм. геол. упр.

Матвеев В. А. 1946ф. Отчет о бурении структурно-поисковой скважины в районе серных бугров Зеагли (Центральные Каракумы). Фонды Туркм. геол. упр.

Машрыков К. 1943ф. Отчет по исследованию торфяной залежи Балханского залива. Фонды Туркм. геол. упр.

Машрыков К. 1950ф. Геологическое строение и угленосность Ягманского каменноугольного месторождения. Фонды ВСЕГЕИ.

Мирошников Л. З., Ножницкий Г. Н. 1952ф. Геологическая записка о результатах геолого-разведочных работ, выполненных партиями и экспедициями Средазгеохимразведки в 1951 г. Фонды треста Средазгеохимразведка.

Мирошниченко В. П. 1935ф. Отчет о геолого-съемочных и поисковых работах в районе Гаурдакского серного месторождения в период 1931—1933 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Мирошниченко В. П., Лаптиева Е. М. 1941ф. Гаурдакское серное месторождение. Отчет о геологической съемке, геолого-разведочных и геолого-поисковых работах на Гаурдакском серном месторождении за период с 1930 по 1934 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Неронова Л. В. 1945ф. Геологический и гидрогеологический очерк к сводной гидрогеологической карте Красноводского полуострова. Фонды Туркм. геол. упр.

Неронова Л. В., Калугин П. И., Панкратов П. А., Каляев Г. И., Похил О. Г., Мищенко Г. И. 1949ф. Геологический и гидрогеологический очерк к сводной гидрогеологической карте Копет-дага масштаба 1 : 200 000. Фонды Туркм. геол. упр.

Неронова Л. В. и Панкратов П. А. 1947ф. Геологические и гидрогеологические исследования в северной и центральной части Красноводского полуострова. Фонды Туркм. геол. упр.

Орьев Г. К. 1936ф. Геологическое строение Восточно-Прибалханского района Туркмении. (По данным исследований 1934—1935 гг.). Фонды объединения Туркменнефть и Туркм. геол. упр.

Пархоменко М. Л. 1944ф. Куня-Ургенчское месторождение селитры (отчет о разведочных работах, произведенных в 1943 г. Куня-Ургенчским отрядом на селитру). Фонды Туркм. геол. упр.

Петров Н. П. 1948 г. Отчет о глубокой комплексной скважине № 5/3 в районе Гаурдакского купола (на калий и нефть). Фонды Туркм. геол. упр.

Плахута Н. И. 1938ф. Отчет Кугитангской геолого-разведочной партии по работам 1937 г. Фонды Туркм. геол упр.

Плахута Н. И. 1939ф. Кугитангское каменноугольное месторождение (по состоянию изученности на 1/I 1939 г.). Фонды Туркм. геол. упр.

Плотников Н. А. и Гавриленко Е. С. 1941ф. К вопросу ресурсов подземных иодо-бромных вод на Челекене. Фонды Туркм. геол. упр.

Порфирьев В. Б. 1938ф. Сырьевая база иодо-бромного комбината на о. Челекене. Фонды Туркм. геол. упр.

Пылаев А. М. 1941ф. Предварительный полевой отчет по работам, выполненным Восточно-Туркменской геофизической партией в 1940—1941 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Рашкуев А. М., 1939ф. Отчет о разведке озокеритовых месторождений острова Челекена, 1934—1935 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Репман Е. А. 1934ф. Ягманское каменноугольное месторождение. Отчет о геолого-разведочных работах 1932—1933 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Репман Е. А. 1935ф. Отчет по Ягманскому каменноугольному месторождению за 1934 г. Фонды Туркм. геол. упр.

Репман Е. А. 1936ф. Отчет о геолого-разведочных работах на площади Восточный Аман-Булак Туаркырского месторождения угля. Фонды Туркм. геол. упр.

Романов Ф. И. 1948ф. Маршрутные геологические исследования нижнетретичных отложений в Бадхызе, Туркменская ССР. Фонды ВНИГРИ и Туркм. геол. упр.

Рябчинский Г. Я. 1947ф. Отчет о гидрогеологических исследованиях в западной части Красноводского полуострова в 1945—1946 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Сальков В. Г. 1941ф. Отчет о результатах гидрогеологических исследований в южной части Керкинского и восточной части Тахта-Базарского районов ТССР, 1940 г. Фонды Туркм. геол. упр.

Сальков В. Г., Шумов В. В. 1942ф. Гидрогеологические исследования в юго-восточной части междуречья Теджен—Мургаб в 1941 г. Фонды Туркм. геол. упр.

Сарычев Е. И. 1946ф. Отчет о геолого-разведочных работах на Вандобском месторождении тугоплавких глин и Джерданакском месторождении огнеупорных глинистых сланцев и кварцитов. Фонды Туркм. геол. упр.

Свешников П. М. 1950ф. Отчет о комплексной геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1 : 500 000 полосы правобережья Аму-Дарьи от Ходжамбаса до оз. Эльджик (Керки — Чарджоу). Фонды Туркм. геол. упр.

Семенович В. В., Гиниатуллин М. К., Матрохин Н. С. 1948ф. Отчет по разведке и подсчету запасов озокерита по пластовым месторождениям Гораб и участкам № 8, 9 и 10 на полуострове Челекен, произведенном в 1944—1947 гг. Фонды Туркменнефти.

Сидоренко А. В. 1945ф. К минералогии и геохимии Западного Копет-дага. Фонды Туркм. фил. АН СССР.

Смирнова В. Н. 1951ф. Краткий отчет о работах Каракумской геолого-ревизионной партии в 1951 г. Фонды ГИГХС.

Смолко А. И. 1938ф. Полудетальная геологическая съемка между Челекеном и Небит-Дагом. Отчет о геологических исследованиях 1937 г. Фонды объединения Туркменнефть.

Смолко А. И. 1939ф. Челекен и Котур-Тепе. (Детальная геологическая съемка летом 1938 г.). Фонды объединения Туркменнефть.

Смолко А. И. 1940ф. Тектоника и грязевые вулканы Челекена. Фонды объединения Туркменнефть.

Соколов А. С. 1947ф. Сводка по серным месторождениям СССР, ч. II. Фонды ГИГХС.

Соколов А. С. 1948ф. Мезо-кайнозой Средней Азии и перспективы поисковых работ на серу. Фонды ГИГХС.

Соколов А. С. 1951ф. Главнейшие закономерности распространения осадочных серных месторождений. (Поисковые предпосылки на серу). Фонды Геохим. ин-та АН СССР.

Соколов А. С. 1952ф. Направление поисково-разведочных работ на серу в зоне Главного Туркменского канала. Фонды ГИГХС.

Соколов А. С., Зверев А. С. 1947ф. Серное месторождение Гаурдак. Отчет о геологических исследованиях, производившихся летом 1945 г. Гаурдакской серной партией ГИГХС на серном месторождении Гаурдак. Фонды Туркм. геол. упр. и ВГФ.

Соколов В. П. 1935ф. Сводная записка геолого-экономического описания барито-витеритовых месторождений Кара-Калинского района ТССР. Фонды Туркм. геол. упр.

Сотириади К. А. 1947ф. Отчет по работам Денгиз-Кульской нефтепоисковой партии. Фонды треста Средазнефтеразведка.

Сотириади К. А. 1949ф. Отчет по работам Дарганатинской нефтепоисковой партии. Фонды треста Средазнефтеразведка.

Старобинец Е. Я. и Луппов Н. П. 1938ф. Геологические исследования центральной части хребта Б. Балхан ТССР. (Окончательный отчет Б. Балханского отряда Ср.-Аз. экспедиции АН СССР). Фонды СОПС АН СССР и Туркм. геол. упр.

Старобинец Е. Я. и Эвентов Я. С. 1939ф. Геологическое строение и нефтеносность среднего течения р. Аму-Дарьи. (Окончательный отчет о работах Северо-Амударьинского отряда Туркменской экспедиции СОПС). Фонды СОПС АН СССР и Туркм. геол. упр.

Суворов П. Г., Афанасенков И. И. и Першуткин М. Б. 1939ф. Исследования геологического строения и нефтеносности юго-восточной Туркмении и прилежащих областей Западного Узбекистана. Фонды СОПС АН СССР и Туркм. геол. упр.

Сукачева М. П. 1950ф. Геологический очерк Западного Копет-дага. (Описание к сводной геологической карте масштаба 1 : 100 000). Фонды Туркм. геол. упр.

Тенишева Р. К., Вольперт В. Н. 1943ф. Записка к подсчету запасов ба-

ритово-витеритовых руд на месторождении Арпаклен по данным работ 1941—1942 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Толоконников В. В. 1948ф. Геолого-гидрогеологические и инженерно-геологические исследования к обоснованию «Схемы комплексного использования земельных и водных ресурсов бассейна р. Аму-Дарьи». Книга VIII—отчет о комплексной инженерно-геологической и гидрогеологической съемке полосы трассы Аму-Дарьинского канала (в пределах листов J—41—45, J—41—46, J—41—34 масштаба 1 : 100 000). Фонды Узб. геол. упр.

Трофимов Н. М. 1939ф. Кяризы Туркмении. Фонды Туркм. геол. упр.

Фомин В. М. 1948ф. Отчет о результатах гидрогеологической съемки масштаба 1 : 100 000 под трассу Аму-Дарьинского канала от Термеза до Дунгуз-Сырта 1947—1948 гг. Фонды Узб. геол. упр.

Фрейберг Р. И. 1943ф. Отчет по Гаурдакской скважине № 1, 1939—1941 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Храмов Н. А. 1946ф. Озокеритовые месторождения СССР. Фонды ВНИГРИ и ВГФ.

Цыбышев В. В. 1942ф. Геологический отчет по детальной разведке Огланлинского месторождения бентонитовых глин за 1940—1941 гг. Фонды Туркм. геол. упр.

Чернов В. И. 1950ф. Геологическое строение Аляудынской группы структур. Фонды треста Средазнефтеразведка.

Чистозвонова В. Б. 1944ф. Гидрогеологический очерк к сводной гидрогеологической карте масштаба 1 : 500 000 по юго-западному региону (№ 4) Туркменской ССР (листы J—39—Б—Г, J—40—А—В). Фонды Туркм. геол. упр.

Шведов Г. В. 1950ф. Геологическое строение, нефтеносность и план поисково-разведочных работ района юго-восточного склона хр. Чохрак полуострова Челекен. Фонды Туркм. геол. упр.

Шишкин П. В. 1946ф. Гидрогеологический очерк к сводной гидрогеологической карте масштаба 1 : 500 000 Центрального региона (№ 6) ТССР (Заунгузские и Низменные Каракумы, Сарыкамышская впадина). Фонды Туркм. геол. упр.

Шоболов С. П. 1936ф. Отчет по детальной разведке Западного участка Огланлинского месторождения бентонитов в Западной Туркмении. Фонды Туркм. геол. упр.

Шугин А. А. 1935ф. Отчет о разведочных работах на бугре Кзыл-Джульба Каракумского серного месторождения. Фонды ГИГХС.

Шугин А. А. 1936ф. Отчет о работах Каракумского геолого-разведочного отряда НИУИФ в сезон 1936 г. Фонды ГИГХС.

Шумов В. В., Гусева Т. К., Зендрикова Е. Г., Мироненко П. А., Марущенко А. А., Сидоренко А. В. и Шуршалина М. А. 1946ф. Материалы по геологии и гидрогеологии восточной части Низменных Каракумов. Фонды Туркм. геол. упр.

Эсенов М. Э. 1954ф. Геологическое строение и нефтеносность Прибалханского района. Фонды Инст. геологии АН Туркм. ССР.

Яницкий А. Л. 1934ф. Отчет по геолого-разведочным работам среднего месторождения бугра Дарваза в Каракумах. Фонды ГИГХС.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие — *Н. П. Луппов* 7
Введение. (Геологические факторы, обусловливающие образование и распределение на площади полезных ископаемых) — *Н. П. Луппов* 11

Глава первая

Горючие полезные ископаемые

Нефть и природные газы 23
Общие сведения — *А. В. Данов* 23
Западно-Туркменская нефтегазоносная область 25
Географическое положение и основные черты геологического строения — *В. В. Денисевич* 25
Общий обзор газонефтепроявлений — *А. А. Али-Заде* 28
Краткий обзор исследований нефтяных месторождений и развития нефтяной промышленности — *А. А. Али-заде* и *А. И. Смолко* 32
Прибалханский нефтеносный район — *В. В. Денисевич* 38
Эксплуатационные площади 38
Месторождение Небит-Даг 38
Месторождение Кум-Даг 60
Месторождение Челекен 77
Разведочные и перспективные площади 88
Котуртепе 88
Монжуклы 90
Урунджук 92
Каратене (Худай-Даг) 93
Тургай-Даг 94
Кызылкум 94
Узунада и Кобек 95
Боя-Даг 96
Сыртланли 97
Карачернек и Эрдекли 97
Кеймиро-Чикишлярский нефтегазоносный район — *В. В. Денисевич* . . . 98
Район перспективных нефтегазоносных структур Западного погружения Копет-Дага — *В. В. Денисович* 100
Заключение — *В. В. Денисевич* 101
Прикопетдагская перспективно-нефтегазоносная область — *А. В. Данов* . . 103
Перспективно-нефтегазоносная область Юго-Восточной Туркмении — *А. В. Данов* 104
Гаурдак-Кугитангский перспективно-нефтегазоносный район 104
Перспективно-нефтегазоносный район Бадхыза и Карабиля 110
Амударьинская перспективно-нефтегазоносная область — *Л. Г. Жуковский* и *К. А. Сотириади* 110
Основные черты геологического строения 112
Краткая характеристика перспективных брахиантиклинальных структур . 115
I. Керкинская группа структур 115
II. Аляудинская группа структур 117
III. Денгизкульская группа структур 118
IV. Кабаклинская группа структур 119
V. Дарганатинская группа структур 120
VI. Питнякская группа структур 120
Нефтегазоносность 122
Выводы 130

Сравнительная оценка нефтегазоносных и перспективно-нефтегазоносных областей Туркмении — *Н. А. Кудрявцев* 131
Уголь 134
Общие сведения — *Н. П. Луппов* 134
Угольные месторождения Западного Туркменистана — *К. Машрыков* . . 136
Ягманская группа угольных месторождений 136
Туаркырская группа угольных месторождений 141
Общая характеристика 141
Месторождение Восточный Аманбулак 145
Месторождение Западный Аманбулак 148
Месторождение Чаирли 149
Месторождение Кафаклы 150
Угольные месторождения Юго-Восточного Туркменистана 152
Кугитангское угольное месторождение — *Е. А. Репман* с дополнением *К. Машрыкова* 152
Торф — *А. В. Данов* с дополнениями *Л. А. Неменко* 158

Глава вторая

Металлические полезные ископаемые

Черные металлы 162
Железо — *О. К. Горайчук* 162
Марганец — *О. К. Горайчук* и *М. П. Сукачева* 162
Цветные металлы 163
Полиметаллы. 163
Общая характеристика рудопроявлений — *В. И. Бирюков* 163
Кугитангские месторождения *В. И. Бирюков* с дополнением *К. Е. Дунаевой-Мирович* 165
Тазачервинское месторождение 168
Майданшахское месторождение 170
Караагачское месторождение 171
Базартюбинское месторождение 173
Общая перспективная оценка Кугитангских полиметаллических месторождений и задачи дальнейших геолого-разведочных работ . . . 173
Копетдагские рудопроявления — *В. И. Бирюков* 174
Медь 176
Медное оруденение Гаурдак-Кугитангского района — *В. С. Домарев* . . 176
Общая характеристика 176
Оруденение близ пос. Кугитанг 180
Перспективы меденосности Гаурдак-Кугитангского района 186
Бокситоподобные породы 187
Бокситоподобные породы Туаркыра — *В. Ф. Людвиг* 187
Бокситоподобные породы Кугитангтау — *Л. П. Коннов* 190
Общая перспективная оценка районов возможного открытия новых бокситовых месторождений — *Л. П. Коннов* 193
Редкие металлы 193
Ртутные рудопроявления — *В. И. Бирюков* 193

Глава третья

Неметаллические полезные ископаемые

Сера — *А. С. Соколов* 196
Общие сведения 196
История геологического изучения и эксплуатации серных месторождений 196
Распространение месторождений самородной серы в Туркменской ССР и закономерности их геологического строения и размещения 200
Типы серных месторождений 204
Пластообразные месторождения в сульфатно-карбонатных толщах . . 205
Гнездообразные месторождения в неоген-четвертичных песчаных образованиях 205
Месторождения рассеянных включений серы в мергельно-глинистых образованиях 206
Об условиях образования серных месторождений Туркмении 206
Описание серных месторождений 211
Гаурдакское месторождение 211
Месторождение хребта Кугитангтау 221
Карабильское месторождение 221
Мейлегеранское месторождение 222

Ходжабуланское месторождение 222
Душакское месторождение 223
Каракумские месторождения 223
Красноводское месторождение (Кукуртли) 228
Восточно-Красноводское месторождение 229
Месторождение Котуртепе 229
Месторождение Тургай-Даг 230
Месторождение Боя-Даг 231
Месторождение Шорджа 231
Месторождение Бурунсу 233
Месторождение Акоба 233
Месторождение Гогран-Даг 234
Чикишлярское месторождение 234
Месторождение Кукурча 235
Общая перспективная оценка сероносности Туркмении и направление геолого-поисковых и разведочных работ на серу 235
Озокерит — *В. В. Семенович* 236
Условия залегания озокерита и образование озокеритовых месторождений 236
Челекенские месторождения 240
Промысловая (западная) группа месторождений 244
Алигульская группа месторождений 246
Дагаджикская группа месторождений 250
Запасы озокерита и перспективы их увеличения 251
Прочие месторождения *А. И. Смолко* 252
Барит и витерит — *Г. И. Каляев* 257
Месторождение Арпаклен 257
Месторождение Уч-Ятаг 257
Месторождение Чур-Чури 258
Месторождение Кумышташ 259
Целестин и стронцианит — *Г. И. Каляев* с дополнениями *М. П. Сукачевой* 262
Карабогазское месторождение 263
Центрально-Каракумское месторождение 263
Туаркырское месторождение 264
Месторождение стронцианита 264
Минеральные соли — *А. А. Иванов* 266
Поваренная соль (каменная и озерная) — *Н. П. Луппов, А. И. Дзенс-Литовский* и *М. С. Банченко* 266
Общие сведения 267
Месторождение Куули 270
Месторождение Баба-Ходжа 272
Челекенское месторождение 272
Озерные месторождения восточного побережья Каспийского моря (кроме Куули и Челекенских) 273
Месторождения в русле Узбоя 275
Месторождение Султан-Санджар 278
Месторождение Тузкыр 279
Месторождение Карашор 279
Месторождения Бадхыза 280
Месторождения Гаурдак-Кугитангского района 281
Месторождение Узунсу 281
Калийные соли — *Н. П. Петров* 281
Общие сведения 282
Гаурдакская группа месторождений 282
Гаурдакское месторождение 292
Кызылмазарское месторождение 292
Лялимканское месторождение 293
Тюбегатанское месторождение 294
Кугитангская группа месторождений 294
Ходжаиканское месторождение 295
Окузбулакское месторождение 296
Ауджейканское месторождение 296
Базартюбинское месторождение 297
Караагачское месторождение 297
Карагызское месторождение 297
Саятское месторождение 298
Кырккызское месторождение 298

Промежуточная группа месторождений 299
Кундалянгское, Каттаурское и Альмурадское месторождения . . . 299
Карабильское и Узункудукское месторождения 300
Айнабулакское месторождение 300
Заключение 301
Тенардит и мирабилит 301
Общие сведения — *А. И. Дзенс-Литовский* 301
Месторождение смешанных солей Узунсу — *А. И. Дзенс-Литовский* и *Н. П. Луппов* 302
Кара-Богаз-Гол — *Я. Б. Блюмберг* 305
Вода Каспийского моря как база для организации производства сульфата натрия — *Я. Б. Блюмберг* 327
Магниевые соли — *А. И. Дзенс-Литовский* 333
Селитра — *Ю. Б. Айзенберг* 335
Прикопетдагский район 335
Мургаб-Тедженский район 336
Низовья Аму-Дарьи 338
Иод, бром и бораты — *Б. А. Бедер* 339
Общие сведения 339
Краткие сведения из истории изучения и эксплуатации месторождений 341
Иодо-бромные месторождения Прикаспийской низменности 342
Озера, содержащие бром и бор 357
Заключение 360
Бентониты — *П. И. Новиков* 361
Огланлинское месторождение 361
Фосфориты — *Ю. Б. Айзенберг* 365
Фосфориты Копет-Дага 366
Фосфориты низовьев Аму-Дарьи 367
Фосфориты Туаркырского района 369
Фосфориты Гаурдак-Кугитангского района 369
Минеральные краски — *Л. А. Неменко* 370
Месторождения Прикаспийской низменности 370
Месторождения Большого Балхана 371
Месторождения Западного Копет-Дага 371
Месторождения Амударьинского района 372
Заключение 373

Глава четвертая

Строительные материалы *Ю. Б. Айзенберг*

Общие сведения 374
Известняки 374
Известняки Копет-Дага 375
а) Неокомские известняки 375
б) Неогеновые известняки 376
Известняки Куба-Дага и Большого Балхана 377
Известняки других районов 378
Травертины 379
Мраморы 379
Белый мел 380
Мергели 381
Доломиты 382
Гипсы и гипсовые породы 384
1. Гипсы дочетвертичных отложений 385
2. Гипсовые породы («Гажа») 387
Глины и суглинки 388
Глины дочетвертичных отложений 388
Глины древнекаспийских морских отложений 390
Глины и суглинки аллювиальных отложений и ирригационных наносов 390
Суглинки делювиально-пролювиальных отложений 392
Глины огнеупорные 393
Кварцевые пески и песчаники (для стекольного производства) 397
Копетдагские месторождения 397
Месторождения Прикарабогазгольского района 400
Песчаники строительные 400
Пески строительные (для бетонов и растворов) 401

Гравийно-галечниковые и щебневые породы 403
Коренные отложения галечников и конгломератов 403
Гравийно-галечниковые отложения предгорьев 403
Береговой вал Хвалынского моря 405
Элювиальные отложения и осыпи 406
Жильный кварц и кварциты 406
Трепеловидные породы 408
Изверженные породы и вулканические туфы 409
Месторождения в районе Красноводска 410
Месторождения в низовьях Аму-Дарьи (Кубатау и Джимуртау) . . . 411
Месторождения в Бадхызе 412
Месторождения Кугитангтау 413
Талько-хлоритовые камни 414
Природные нефтебитумы и кировые породы 415
Промышленные отходы 415

Глава пятая

Подземные воды

Общие сведения — *В. Н. Кунин* 416
О качественных нормах водопотребления в условиях Туркмении 417
Некоторые указания, связанные со специфическими методами водопользования в Туркмении 418
Об основных закономерностях гидрогеологических процессов в Туркмении . 419
Подземные воды Копет-Дага и Малого Балхана 428
Общая характеристика подземных вод Копет-Дага и Малого Балхана — *П. И. Калугин* 428
Общие условия питания и дренажа подземных вод 428
Воды известняковой серии мальма (?) — неокома 430
Воды песчаниково-глинистой серии апта, альба и сеномана 431
Воды карбонатно-глинистой серии турона, сенона и датского яруса . . 432
Воды морских нижнетретичных отложений 432
Воды морских верхнетретичных отложений 433
Воды третичных моласс 433
Воды послетретичных отложений 434
Подземные воды термальной зоны 434
Воды диагональных разрывов 439
Артезианские воды 439
Гидрогеологическое районирование и пути рационального использования подземных вод Копет-Дага — *П. А. Панкратов* 440
Горный район 440
Подрайон Центрального Копет-Дага и передовой цепи (I_1) 442
Подрайон юго-восточной части Западного Копет-Дага (I_2) 443
Подрайон западного погружения Копет-Дага (I_3) 444
Подрайон Гяурской антиклинали и Восточного Копетдага (I_4) . . . 444
Некоторые соображения о перспективах использования подземных вод горного района 444
II. Район предгорной равнины 448
Пути дальнейшего изучения подземных вод 454
Подземные воды Большого Балхана и Куба-Дага — *П. И. Калугин* . . . 454
Воды черных сланцев лейаса-байоса 455
Воды батских сланцев и песчаников 455
Воды келловейских песчаников (нижний горизонт) 455
Воды мальмских известняков и песчаников 456
Воды известняков неокома 456
Воды третичных отложений 456
Воды послетретичных отложений 456
Условия образования и дренажа подземных вод 457
Артезианские воды 458
Подземные воды Прибалханской равнины — *Б. Ф. Костин* 459
Изученность района 459
Гидрогеологические условия 459
Качество воды 465
Водные ресурсы предгорной равнины и их народно-хозяйственное значение . 467
Подземные воды Туаркыра — *Л. В. Неронова* 468
Водоносность доюрских отложений 470
Водоносность угленосной толщи нижней и средней юры 470

Водоносность песчаниковой толщи средней юры 471
Водоносность верхнеюрских отложений 473
Водоносность неокомских отложений 473
Водоносность аптских отложений 474
Водоносность альбских и сеноманских отложений 474
Водоносность туронских, сенонских и датских отложений 475
Водоносность четвертичных отложений 475
Общая характеристика водообеспеченности района 476
Подземные воды Гаурдак-Кугитангского района — *П. И. Калугин* 477
Воды известняков мальма 478
Воды гаурдакской соляно-гипсовой свиты 478
Воды титон-неокомской красноцветной толщи 479
Воды барремских известняков и песчаников 479
Воды гипсоносных отложений аптского яруса 480
Воды глин и ракушечников сеномана и турона 480
Воды известняков и песчаников нижнего сенона 480
Воды глинистых сланцев сенона 480
Воды гипсов и рухляковых известняков бухарского яруса 480
Воды послетретичных отложений 480
Карстовые воды 482
Условия образования и дренажа подземных вод 483
Подземные воды Центральных (Низменных) и Юго-Восточных Каракумов — *В. Н. Кунин* 485
Подземные воды Северных Каракумов (Заунгузья) и Сарыкамышской впадины — *В. Н. Кунин* 498
Подземные воды долины и дельты Аму-Дарьи в пределах Туркменской ССР — *В. Н. Кунин* 501
Подземные воды Прикаспийской низменности — *В. Н. Кунин* 504
Подземные воды Красноводского полуострова — *В. Н. Кунин* 507
Подземные воды Южного-Устюрта — *В. Н. Кунин* 511
Гидрогеологическая характеристика долины Узбоя и прилегающих к ней территорий — *В. Л. Дубровкин* 512
Район I. Аллювиальная равнина Кунядарьинской (Присарыкамышской) дельты Аму-Дарьи 512
Район II. Верхнеузбойский коридор и прилегающая к нему территория . 515
Район III. Долина Узбоя (от развалин Куртыш Баба до Большого Балхана) . 518
Район IV. Западная часть Низменных Каракумов 519
Район V. Прикопетдагская предгорная равнина (между Кизыл-Арватом и Даната) 521

Глава шестая

Минеральные воды и лечебные грязи

Общая характеристика минеральных вод — *П. И. Калугин* 523
Прикаспийская низменность 523
Копет-Даг и Малый Балхан 526
Гаурдак-Кугитангский район 527
Главнейшие месторождения минеральных вод и лечебных грязей — *Б. А. Бедер.* 528
Минеральные воды 528
Лечебные грязи 534

Глава седьмая

Инженерно-геологическая характеристика

Общие сведения — *В. Л. Дубровкин* 538
Физико-геологические процессы — *В. Л. Дубровкин* 538
1. Формирование подвижных песков 538
2. Деятельность рек 539
3. Деятельность силевых потоков 540
4. Суффозионно-карстовые явления 540
5. Карстовые явления 540
6. Оползни, обвалы, осыпи 541
7. Образование такыров и солончаков 541
8. Сейсмические явления 542
Физико-технические свойства пород — *В. Л. Дубровкин* 542
Четвертичные отложения 542
1. Эоловые отложения 542

2. Пролювиальные отложения предгорных равнин 543
3. Современные аллювиальные отложения рр. Аму-Дарьи, Мургаба и Теджена 544
4. Аллювиальные отложения староречий (Дарьялыка, Даудана и др.) . 545
5. Озерные отложения Сарыкамышского бассейна 545
6. Аллювиально-дельтовые отложения Кунядарьинской дельты Аму-Дарьи . 545
7. Аллювиальные и аллювиально-озерные отложения Узбоя 546
8. Аллювиально-дельтовые отложения р. Мургаба 547
9. Аллювиально-дельтовые отложения р. Теджена 548
10. Древнеаллювиальные отложения (Каракумская толща) 548
II. Некоторые данные о дочетвертичных отложениях 549
1. Отложения заунгузской свиты 549
2. Отложения сармата 550
Инженерно-геологическое районирование — *В. Л. Дубровкин* 550
Район I — долины рек 550
Район II — дельты рек 553
1. Кунядарьинская дельта р. Аму-Дарьи 553
2. Дельта р. Мургаба 553
3. Дельта р. Теджена 554
Район III — песчаные пустыни 555
Район IV — низкогорья и плато 556
Район V — предгорные равнины 556
Район VI — горные области 557
Инженерно-геологические особенности оснований существующих гидротехнических сооружений — *К. Н. Иомудский* 558
1. Аму-Дарья 558
2. Мургаб и Теджен 559
3. Прикопетдагская предгорная равнина 560
4. Кугитанг-Дарья 560
Вопросы дальнейшего инженерно-геологического изучения территории — *В. Л. Дубровкин* 561

Глава восьмая

Геолого-экономический очерк

Пути развития народного хозяйства Туркменской ССР и задачи геологической службы — *А. Саакян* 562
Геолого-экономическая характеристика месторождений полезных ископаемых — *К. Машрыков* 572
Нефть 572
Горючие газы 575
Уголь 576
Рудные полезные ископаемые 577
Сера 580
Озокерит 581
Иод и бром 581
Мирабилит 582
Калийные и поваренная соли 583
Барит и витерит 584
Фосфориты 585
Строительные материалы 585
Минеральные источники и лечебные грязи 586
Заключение 586
Литература опубликованная 588
Литература фондовая 610

Коллектив авторов
Геология СССР. Туркменская ССР. Том XXII—Часть II

Редактор *Н. П. Луппов* Редактор издательства *М. И. Колоскова*
Переплет художника *И. Д. Кричевского*
Техн. редактор *О. А. Гурова* Корректор *С. И. Берменьева*

Государственное научно-техническое издательство
литературы по геологии и охране недр
Адрес: Москва, В—17, Пыжевский пер., д. 7

Сдано в набор 13/IV-1957 г. Подписано к печ. 27/IX-1957 г.
Формат 70×108,1/16 53,43 печ. л.+20 вкл. 3,04 печ. л.
64, 7 уч.-изд. л. Тираж 500 экз. Заказ 03083

Картфабрика Госгеолтехиздата

5416