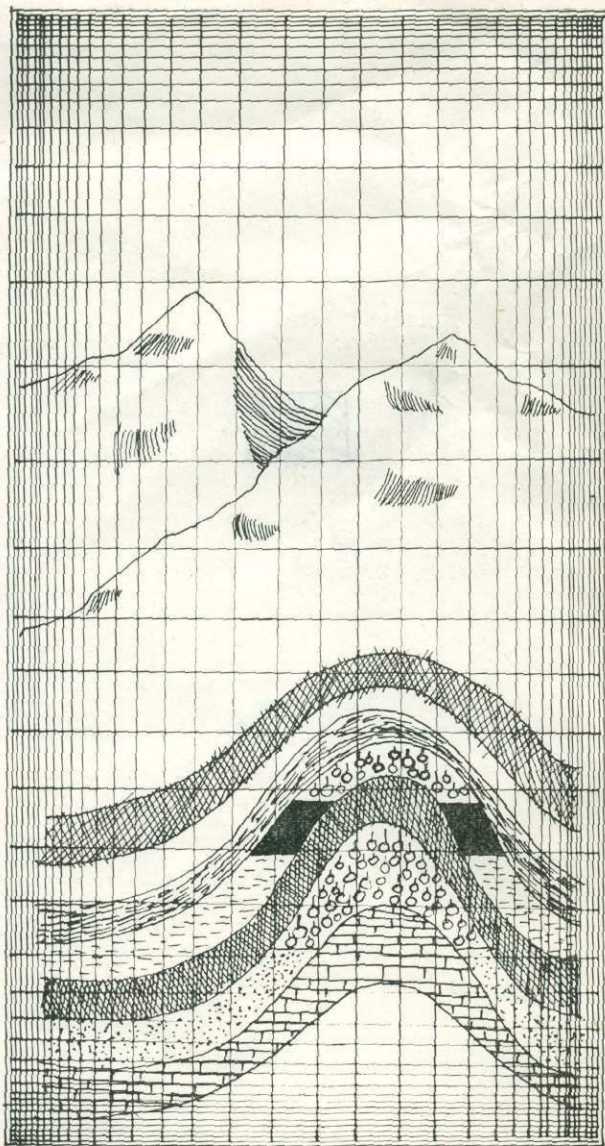




Г.М.СУХАРЕВ  
Ю.К.ТАРАНУХА

**ПОЛЕЗНЫЕ  
ИСКОПАЕМЫЕ  
КАВКАЗА**





Г.М.СУХАРЕВ  
Ю.К.ТАРАНУХА

УДК 553.3(074)

553 3/9 (479)

# ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ КАВКАЗА

3007

МОСКВА «НЕДРА» 1979



Сухарев Г. М., Тарануха Ю. К. Полезные ископаемые Кавказа. М., Недра, 1979. 175 с.

В книге дана краткая геологическая характеристика различных частей Кавказа и рассмотрены встречающиеся в его недрах полезные ископаемые. Особое внимание уделено топливно-энергетическим ресурсам — нефти, газу, конденсату, углю, торфу, горючим сланцам. Довольно детально описаны грязевые вулканы — спутники нефти и газа.

Специальный раздел посвящен месторождениям черных и цветных металлов — железа, марганца, меди, свинца, цинка, молибдена и др. Отмечено богатство недр Кавказа графитом, баритом, каменной солью, гипсом, цементным сырьем, бентонитовыми глинами, различными продуктами вулканической деятельности — спекшимися туфами, пемзой, шлаками, вулканическим пеплом и др. Показано значение гранитов, базальтов и других пород магматического происхождения, встречающихся в регионе, для развития химической и строительной промышленности. Значительное место отведено описанию мраморов, полудрагоценных камней.

В книге подробно рассказано о подземных водах, естественных источниках и искусственно выведенных скважинами водах, представляющих огромную бальнеологическую ценность. Описаны лечебные грязи Кавказа. Большое внимание уделено вопросам распределения тепла в недрах и перспективам его использования. Приведены данные о карстовых проявлениях, крупнейших карстовых источниках, озерах, карстовых пещерах и полезных ископаемых, связанных с карстом.

В соответствии с «Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах» кратко рассмотрены некоторые вопросы охраны недр и рационального использования полезных ископаемых.

Книга рассчитана на широкий круг читателей различных возрастов (особенно на учащихся) и профессий.

Табл. 1, ил. 51, список лит. — 23 назв.

Рецензент д-р геол.-минер. наук, проф. Н. А. МАРИНОВ.

С  $\frac{20804-542}{043(01)-79}$  298—79. 1904050000

© Издательство «Недра», 1979

## ВВЕДЕНИЕ

На большом перешейке между Черным и Каспийским морями, вытянувшись примерно на 1500 км от Таманского полуострова до Апшеронского, расположились горы Большого Кавказа и южнее — сооружения Малого Кавказа. Большой и Малый Кавказ разделяются Рионо-Куринской депрессией.

Три моря омывают территорию Кавказа: с запада — Азовское и Черное, с востока — Каспийское. Благоприятные погодные условия формируют во многих районах своеобразный теплый и мягкий климат. Сильно расчлененный горный рельеф обуславливает чередование по вертикали типов климата, часто от сухого субтропического до холодного горно-тундрового. Высоко в горах преобладают отрицательные температуры воздуха, здесь распространены вечные снега и ледники. Склоны Кавказских гор, долины, котловины нагреваются неравномерно, часто возникают температурные контрасты. Прохладный и прозрачный воздух, обилие ультрафиолетовых лучей делают горный климат весьма полезным для здоровья.

В разных районах Кавказа выпадает различное количество осадков; особенно обильны они на южных склонах Кавказского хребта.

Реки Кавказа величественны; многие из них берут начало на больших высотах и питаются за счет таяния вечных снегов и ледников. На реках много живописных порогов, каскадов и водопадов. Значительный перепад высот обеспечивает большие гидроэнергетические запасы горных рек.

Высокогорные озера, такие как Севан, Рица, Гей-Гель, Церик-Кель, живописное Клухорское карстовое озеро (Клухорский перевал) и другие, привлекают многочисленных путешественников и туристов. Озера по происхождению тектонические, запрудные или ледниковые. Обычно они невелики по размерам, но отличаются большими глубинами необыкновенной чистотой и прозрачностью воды. В равнинных частях Кавказа в

Кумо-Манычской и Прикаспийской низменностях расположены своеобразные соленые озера. На берегу морей, омывающих Кавказ, есть озера лиманного типа. Воды этих озер солоноватые и даже соленые.

Многие вершины Кавказских гор покрыты снегами. Линия вечных снегов прослеживается на различных высотах. Оледенение Кавказа характеризуется развитием ледников горного типа — каровых, висячих и долинных. Интересно звездообразное расположение ледников Кавказа Эльбрус и Казбек.

Разнообразные физико-географические условия и геологическая история развития обусловили богатство животного и растительного мира Кавказа. Ниже снеговой линии раскинулись альпийские луга и замечательные по красоте леса.

Кавказ является одним из старейших нефтедобывающих регионов страны, в котором сосредоточено большое количество месторождений нефти, газа и конденсата. Богат этот регион и другими полезными ископаемыми, в частности разнообразными рудами. Однако геологическая изученность Кавказа до Великой Октябрьской социалистической революции и разведанность месторождений полезных ископаемых в целом были на весьма низком уровне, не было даже геологической карты. Освоение рудных богатств находилось в зачаточном состоянии. Промышленная добыча нефти осуществлялась в Азербайджане, в Грозном и в Краснодарском крае, причем разработка и эксплуатация нефтяных месторождений велись примитивными и нерациональными методами.

Республиканские академии наук — Азербайджанская, Армянская и Грузинская, министерства геологии Закавказских республик, Северо-Кавказское геологическое управление, Академия наук СССР и другие научные учреждения страны проделали огромную работу по изучению полезных ископаемых этого региона.

Установленные в недрах Кавказа нефти весьма ценные, с небольшим содержанием серы. Физические свойства нефтей и их качество различны. Характерным является высокое содержание легких бензиново-керосиновых и масляных фракций. В некоторых случаях в нефтях отмечаются большие количества парафина, церезина и других твердых углеводородов. В недрах

Азербайджана содержится нафталановая нефть, с большим успехом применяющаяся для лечения. Встречаются на Кавказе и скопления газообразных углеводородов — газовые залежи, а также своеобразные конденсатные залежи.

В Грузии известны запасы каменного угля. Наиболее крупными являются месторождения Ткибули и Ткварчели. Свыше 30 промышленных месторождений торфа, значительных по запасам, находятся в Колхидской низменности, есть месторождения торфа в Армении. На территории Кавказа имеются геологические предпосылки для выявления новых месторождений торфа и сланцев.

Большую роль в развитии горнорудной промышленности Кавказа сыграло открытие Дашкесанского (Азербайджан) месторождения железных руд. Здесь в 30-е годы текущего столетия впервые проводились разведочные работы. В дальнейшем на территории Кавказа были найдены и другие месторождения железных руд, значительно увеличены запасы марганца. К важнейшим достижениям кавказских геологов относится выявление в различных пунктах Кавказа медно-вольфрамо-молибденовых месторождений. Разведаны новые месторождения и расширены запасы ранее открытых месторождений полиметаллов (свинца, цинка). Обнаружены месторождения киновари, а также весьма ценных редких и рассеянных элементов.

В результате разведочных работ на территории Кавказа установлены огромные запасы алунитов и нефелиновых сиенитов, из которых с успехом извлекаются алюминий и другие ценные компоненты. Рассматриваемый регион располагает большими запасами графита, барита, серы, гипса и ангидрита, бентонитовой глины, диатомита и известкового туфа, значительными ресурсами каменной соли. Кавказ является крупной базой естественных строительных материалов — цементного сырья, кровельных сланцев, мраморов, глинистых сланцев, гнейсов, роговиков, кварцитов и др. Отсюда в больших количествах на стройки страны поставляются андезиты, диабазы, базальты, граниты и другие каменные материалы. Богат Кавказ продуктами вулканической деятельности — пемзой, шлаками, обсидианами, перлитами, различными туфами.

В недрах описываемой территории известны также поделочные камни — халцедоны, красивые агаты, яшмы, опалы, аметисты, арагониты, горный хрусталь и другие ценные минералы.

Кавказ славится бальнеологически ценными источниками. На базе этих источников созданы всемирно известные курорты Кавказских Минеральных вод — Кисловодск, Ессентуки, Железноводск, Пятигорск и др., а также курорты Мацеста — Хоста, Боржоми, Цхалтубо, Зваре, Арзни, Джермук, Тамиск и др. Кроме того, на территории Кавказа с помощью буровых скважин почти в любом пункте из недр Земли можно получить минеральные воды для лечебных целей.

На рассматриваемой территории сосредоточены большие запасы горячих и перегретых вод. Использование в будущем глубинного тепла земных недр Кавказа сулит получение неисчерпаемых энергетических ресурсов. Подземные воды, которые относятся к категории промышленных, являются сырьем для извлечения многих ценных веществ — иода, брома, бора и др. На обширных площадях установлены значительные ресурсы пресных вод. В различных пунктах Кавказа обнаружены ценнейшие лечебные грязи.

На XXV съезде КПСС поставлены весьма ответственные задачи по дальнейшему развитию материально-сырьевой базы страны. Наряду с ростом добычи полезных ископаемых в Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы отмечена необходимость рационального использования природных ресурсов, совершенствования технологии горных работ, разработки и осуществления мероприятий по охране окружающей среды.

Перед коллективами горных предприятий стоит также большая задача, связанная с охраной недр и повышением коэффициентов извлечения полезных ископаемых.

Значительно расширить геологоразведочные работы в целях дальнейшего увеличения минерально-сырьевых ресурсов, в первую очередь в районах действующих горнодобывающих предприятий и во вновь осваиваемых районах страны.

*Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы*

## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАВКАЗА

В геологическом отношении Кавказ представляет собой сложно построенную систему, расположенную между Черным и Каспийским морями. В орографическом отношении Кавказ подразделяется на горные системы Большого и Малого Кавказа, равнины Предкавказья и Закавказья. Большой Кавказ объединяет хребты, простирающиеся с северо-запада на юго-восток от Таманского до Апшеронского полуострова. Протяженность его почти 1500 км, ширина — до 200 км. В пределах Большого Кавказа выделяются Северо-Западный, Западный, Центральный, Восточный и Юго-Восточный сегменты, отличающиеся строением, историей развития, орографией.

Северо-Западный, или Причерноморский, Кавказ характеризуется абсолютными отметками горных вершин 1000—3000 м. В геологическом строении его принимают участие породы нижней и средней юры, верхнеюрско-палеогеновый флиш.

Западнее абсолютные высоты хребтов резко возрастают до 4000—4500 м. Самые высокие вершины — 5000—5500 м — локализируются в Центральном Кавказе. Это вершины Эльбрус, Дыхтау, Коштантау, Шхара, Джангитау и Казбек, покрытые вечными снегами, ледниками и характеризующиеся резкими очертаниями, типичными для зоны альпийского рельефа. Грандиозное сооружение Кавказа — двуглавый Эльбрус (рис. 1). Высота его западной вершины 5633 м, восточной —



*Рис. 1. Гора Эльбрус*

5595 м. Центральный Кавказ является наиболее приподнятой частью Кавказского мегантиклинория.

Западный и Центральный Кавказ сложены древнейшими докембрийскими, палеозойскими и мезозойскими (юрскими) породами, обнажающимися на дневной поверхности. В литологическом отношении эти породы представлены кристаллическими сланцами, гнейсами, кварцитами, филлитами, глинистыми сланцами, аргиллитами, песчаниками, алевролитами, т. е. осадочными и метаморфическими породами, прорванными ультраосновными и гранитоидными интрузиями.

Веерообразные, опрокинутые и изоклиналильные складки Западного и Центрального Кавказа разбиты продольными разломами и надвигами. Большую роль играют также поперечные разломы и флексуры глубокого заложения. К последним приурочены, в частности, Эльбрусская и Казбекская области плиоценового и четвертичного вулканизма. Широко известны лакколиты Минераловодского района Машук, Бештау и др.

Для Восточного Кавказа характерно уменьшение максимальных отметок вершин до 4500 м. В строении

его принимают участие в основном сланцы нижнеюрского возраста. В северном направлении последовательно обнажаются образования мелового и палеогенового возраста, смятые в крупные коробчатые складки. Вследствие сухости климата к востоку от Центрального Кавказа резко сокращаются площади, охваченные оледенением.

Высота вершин Юго-Восточного Кавказа уменьшается до 3500—2200 м.

На северо-западе и на юго-востоке Большой Кавказ погружается под мощные толщи неоген-четвертичных отложений, образуя Таманско-Керченскую и Апшероно-Кобыстанскую зоны поперечных опусканий, для которых характерно развитие многочисленных грязевых вулканов.

Большой Кавказ образован несколькими хребтами, вытянутыми параллельно друг другу. Центральное положение занимает Главный, или Водораздельный, хребет. Он делит Большой Кавказ на две асимметричные части — широкий северный и узкий южный склоны. Севернее Главного хребта протягивается от двух до четырех горных гряд (Боковой, Скалистый, Пастбищный и Лесистый хребты), характеризующихся пологими северными и обрывистыми южными склонами. Такие формы рельефа называются куэстами. На южном склоне Большого Кавказа расположены сравнительно короткие поднятия, простирающиеся в направлении, почти параллельном Главному хребту.

Севернее Большого Кавказа расположено Предкавказье. Западную часть его, ограниченную низовьями рек Дон и Маныч и оз. Маныч-Гудило, занимает почти плоская, слабо наклоненная к северо-западу Азово-Кубанская низменность. Абсолютные отметки ее в основном составляют 100 м, увеличиваясь к востоку в сторону Ставропольской возвышенности до 200 м. Большая часть низменности занята степью. На юге она переходит в предгорья Большого Кавказа. Юго-западным окончанием Азово-Кубанской низменности является Таманский полуостров, берега которого изрезаны многочисленными лиманами, а равнинно-холмистый рельеф осложнен грязевыми сопками. Основной водной артерией низменности является р. Кубань с многочисленными притоками.

В геологическом отношении к северу от складчатоглыбового сооружения Большого Кавказа прослеживается зона альпийских передовых (краевых) прогибов. На западе Предкавказья — это Западно-Кубанский краевой прогиб асимметричного строения. Южный борт его осложнен большим количеством складок, группирующихся в несколько антиклинальных зон, к которым приурочены нефтегазовые месторождения. Северный борт прогиба имеет моноклиналиное строение и осложнен рядом пологих складок.

Довольно значительным по площади является Терско-Каспийский краевой прогиб, охватывающий обширную часть Восточного Предкавказья. В его строении, так же как и в строении Западно-Кубанского прогиба, принимают участие мезо-кайнозойские отложения большой мощности. Герцинский фундамент залегает в осевых частях прогиба на глубине 8—10 км. В центральных, погруженных частях прогиба установлена огромная мощность верхней части кайнозоя — плиоценовых и четвертичных отложений. В осевой зоне Терско-Каспийского прогиба прослеживаются две зоны антиклинальных поднятий — Терская (северная) и Сунженская (южная), которые четко выражены в рельефе одноименными хребтами. Хребты примерно широтного простирания и состоят из сравнительно невысоких возвышенностей. К югу от Сунженского хребта вплоть до горных сооружений Большого Кавказа раскинулись Кабардинская, Осетинская и Чеченская (Грозненская) равнины, полого опускающиеся к северо-западу, северу и северо-востоку. Севернее Терского хребта простирается равнина, переходящая в огромную плоскую Терско-Кумскую низменность, представляющую собой юго-западное окончание пустынь и полупустынь Северного Прикаспия. Абсолютные отметки низменности меньше 100 м, а вдоль побережья Каспия она расположена даже ниже уровня моря.

Северная часть Предкавказья относится к Скифской плите, или эпигерцинской платформе, с рядом локальных поднятий которой связаны нефтяные и газовые месторождения, приуроченные к мезозойским (юрским и меловым) и палеогеновым отложениям.

Центральную часть Предкавказья занимает Ставропольская возвышенность, соответствующая в геологиче-

ском отношении одноименному своду (поднятию). По внешнему облику, обусловленному наличием высоких платообразных массивов, расчлененных глубокими балками, она во многом напоминает горную страну. По балкам текут временные потоки талой или дождевой воды. В пределах возвышенности берут начало реки Егорлык, Калаус и несколько небольших речек бассейна Кумы и Маныча. В летний период большинство из них пересыхает. Наивысших отметок платообразные массивы достигают в окрестностях городов Ставрополь и Невинномысск. К западу, северу и востоку плато полого понижаются. Ландшафт Ставропольской возвышенности имеет типичный лесостепной характер.

Малый Кавказ состоит из системы хребтов, вулканических нагорий и котловин. Хребты Малого Кавказа характеризуются меньшей протяженностью, небольшими абсолютными отметками вершин, они менее расчленены и лишь на небольшой площади покрыты современными ледниками.

В геологическом отношении Малый Кавказ представляет собой дугообразное складчато-глыбовое сооружение шириной 150—200 км. С севера на юг и юго-восток здесь выделяют Аджаро-Триалетскую складчатую зону, Сомхето-Карабахский и Мисхано-Зангезурский антиклинории, Прикуринский и Севанский синклинории. К западу от Мисхано-Зангезурского антиклинория прослеживается Армянское вулканическое нагорье; на западном продолжении Сомхето-Карабахского антиклинория и Севанского синклинория расположено Ахаллакское вулканическое нагорье. Рельеф нагорий весьма слабо расчленен и обусловлен наличием потухших вулканов, изливавших лавовые потоки. Последние образовали вулканические плато, разделенные небольшими котловинами, часть из которых занята озерами. Наиболее значительным вулканическим массивом является г. Арагац высотой 4095 м. Абсолютные отметки Армянского нагорья составляют в основном около 1800 м. В центральной части Севанской котловины почти на двухкилометровой высоте расположено оз. Севан. Вулканические нагорья с юга ограничены короткими, сильно расчлененными хребтами, которые сменяются Араратской и Нахичеванской впадинами.

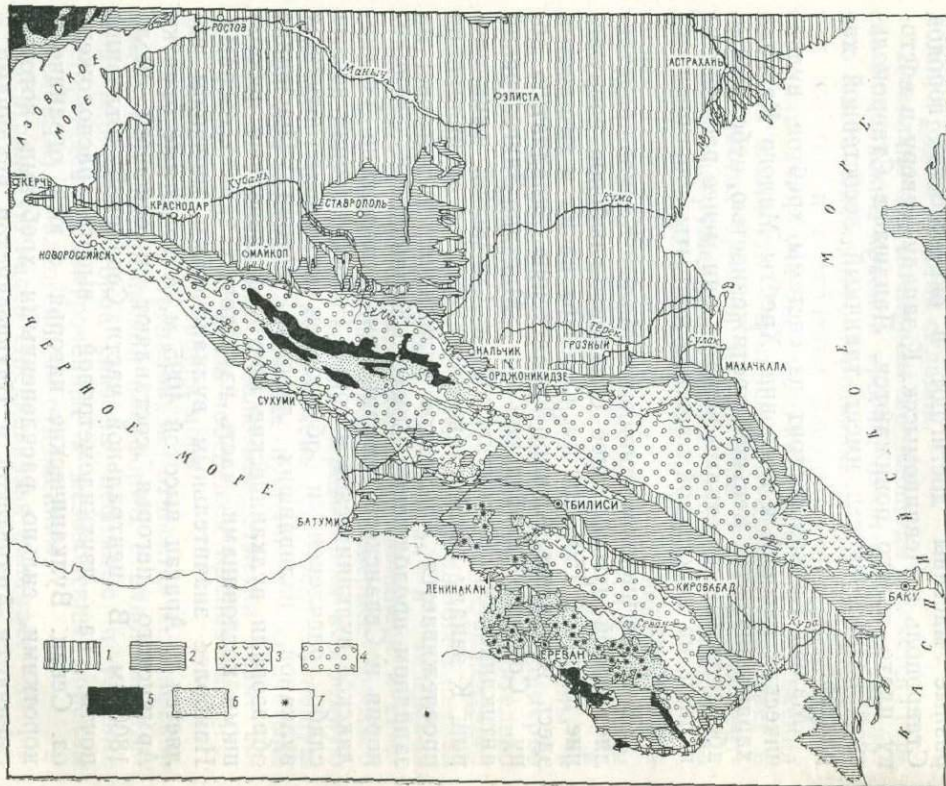


Рис. 2. Схематическая геологическая карта Кавказа.

Отложения:  
 1 — четвертичные, 2 — неоген-палеогеновые, 3 — меловые, 4 — юрские, 5 — докембрийско-палеозойские, 6 — магматические образования различного возраста, 7 — потухшие вулканы

Между Большим и Малым Кавказом расположены Закавказские равнины (Закавказская межгорная зона): на западе — Колхидская (Рионская), на востоке — Курильская низменности.

В геологическом отношении Закавказская межгорная зона разделяется Дзирульским массивом на два прогиба — Рионский и Куринский. На Дзирульском массиве обнажаются древние рифей-нижнепалеозойские породы, прорванные гранитоидами. Выше по разрезу залегают образования мезозойского (юрского и мелового), палеогенового и неогенового возраста. Межгорные прогибы выполнены в основном породами неогена, мощность которых иногда достигает 8—12 км.

Поверхность Колхидской низменности почти плоская, слегка наклоненная к западу. Для низменности характерны влажный субтропический климат и пышная растительность. Наиболее крупные реки Риони, Ингури и Кодори.

Курильская низменность отличается от Колхидской значительно более сложным рельефом. Восточная, наиболее опущенная ее часть получила название Кура-Араксинской низменности. К северу от последней выделена полоса невысоких возвышенностей и плоскогорий. Западная часть Куринской низменности системой невысоких хребтов разделена на ряд равнинных участков. Всю низменность пересекает полноводная Кура. Климат сухой, субтропический, вследствие чего ландшафт низменности преимущественно полупустынный и степной. Характерно развитие грязевых вулканов. Последние известны в междуречье Кура — Иори, а наиболее широко распространены в Кобыстане, на Апшеронском полуострове и примыкающих к нему островах Каспийского моря.

Итак, территория Кавказа, как это было показано выше, характеризуется сложным геологическим строением. Северная часть Предкавказья имеет отчетливо выраженное платформенное строение. Большой и Малый Кавказ, Закавказские межгорные прогибы относятся к альпийской геосинклинальной зоне. Геосинклинальная зона Большого Кавказа отделена от молодой Предкавказской платформы передовыми прогибами.

В строении Предкавказья принимают участие отложения четвертичного, неогенового, палеогенового и ме-

зозойского возраста (рис. 2). Мощность пород, залегающих на фундаменте, образованном отложениями палеозойского, а местами докембрийского возраста, весьма различна и изменяется от 1000 до 12 000 м. Рельеф фундамента во многом определяет строение вышележащей осадочной толщи.

Кавказ был и в настоящее время остается очень активным в геологическом отношении. Различные участки Кавказа в той или иной мере испытывают или поднятия или опускания. Погружение, например, охватывает Азово-Кубанскую, Терско-Кумскую, Кура-Араксинскую и Колхидскую низменности и достигает иногда 10—12 мм в год. Активность Кавказа проявляется и в землетрясениях, обусловленных процессами, протекающими в земной коре.

Наряду с эндогенными процессами не меньшее значение имеют экзогенные процессы. Интенсивные процессы физического выветривания создают порой интересные скульптурные формы (рис. 3).

## РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ КАВКАЗСКИХ ГОР

Растительный покров этого обширного региона весьма своеобразен и зависит от физико-географических особенностей, сложного рельефа, климатических и почвенных условий.

А. А. Гроссгейм описал для Кавказа 6087 видов дикорастущих и одичавших растений — больше, чем известно на европейской части Советского Союза.

Растительный покров Кавказа обнаруживает четкую вертикальную зональность.

На Черноморском побережье растут различные пальмы, кактусы, лавровишня и многие другие субтропические культуры. Недалеко от Батуми в районе Чаква расположена бамбуковая роща (рис. 4). На Пицунде сохранилась реликтовая роща редкой пицундской сосны. В районе Хосты недалеко от берега Черного моря растут тисс и самшит. Тисс — хвойное реликтовое дерево с нежной хвоей. Растет это дерево медленно, продолжительность его жизни 2—3 тысячи лет. В высоту оно достигает 25 м. Древесина тисса

(красного дерева) тяжелая, тонет в воде, устойчива к гниению. Высота самшита до 10 м, толщина ствола его 10—15 см, иногда больше. Древесина прочная, тяжелая, листья мелкие кожистые. Растет самшит весьма медленно, живет до 600 лет и более.

На еще больших высотах распространены замечательные по ценности и красоте густые леса, покрывающие Лесистый и следующий за ним Луговой хребты. Здесь преобладают широколиственные породы: дуб, бук, ольха, граб, клен, ясень, липа, тополь, карагач и др. Примерно с высоты 1200 м начинаются пихтово-еловые и сосновые леса (рис. 5). В этих лесах встречаются деревья диаметром 1 м и более, могучие сосны, высота которых превышает 30 м. Распространены здесь кавказская береза, рябина и другие породы деревьев и кустарников.

Следует упомянуть о весьма интересных соснах, растущих на скалах. На нашей планете известно более ста видов сосны. Среди них особое место занимает эльдарская сосна. Одна из работ И. Сафарова посвящена уникальной роще эльдарской сосны площадью примерно 300 га, расположенной на хребте Эйляр-Оугы, в полупустынной зоне Азербайджана. Растет она на труднодоступных, крутых скалистых склонах. Впервые обнаружил рощу в 1841 г. ботаник И. Ковалевский. Но эльдарская сосна в то время еще не была описана как особый ботанический вид. Только в 1902 г. известный ботаник и лесовод Я. Медведев по гербарным образцам описал сосну и дал ей название.

В роще всего полторы-две тысячи крупных деревьев, которые в течение многих лет служили базой для заготовки семян с целью распространения этой сосны. В настоящее время особенно большой размах приняло выращивание эльдарской сосны в Закавказье, где насчитывается уже более десяти миллионов деревьев этой удивительной породы. Ежегодно к этому количеству добавляется более миллиона сосен. Эльдарская сосна не имеет себе равных по устойчивости к засухе, она выдерживает температуру в 45°C и критические уровни относительной влажности воздуха (15—20%), нетребовательна к почвенным условиям, отличается солеустойчивостью. В орошаемых условиях за вегетационный период годовой прирост ее превышает 1 м.

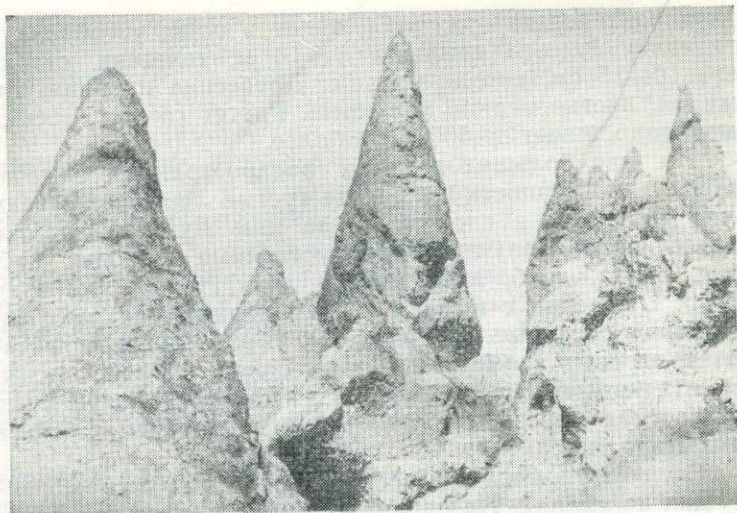


Рис. 3. Окрестности города Горис в Армении. Формы рельефа

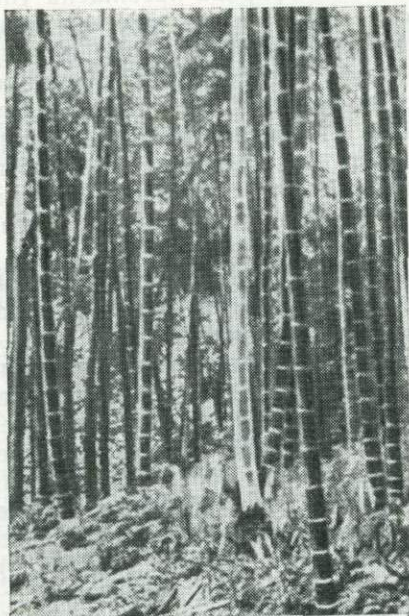


Рис. 4. Чаква. Бамбуковая роща



*Рис. 5. Пихтово-еловые и сосновые леса по дороге к Клухорскому перевалу*

Роща на хребте Эйляр-Оуги является ценнейшим памятником природы и генетическим центром этого неповторимого вида. Возраст ее исчисляется в 70—80 млн. лет.

Леса, покрывающие склоны горных хребтов Кавказа, имеют огромное почвозащитное, водоохранное и лечебное значение.

Высокогорные леса сменяются субальпийскими лугами, покрытыми высокотравьем и кустарниками. Эти луга поражают многоцветными узорами.

Еще выше прослеживаются альпийские луга, поднимающиеся к вечным снегам. Растения этих лугов представлены многолетними травами и кустарниками, низкими, прижатыми к земле. Здесь много ярких цветов. Развиты горные луга на склонах Эльбруса и других высокогорных массивов.

# НЕКОТОРЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ГОРНЫХ ПОРОДАХ, ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

## Горные породы

Прежде чем рассматривать полезные ископаемые Кавказа, кратко остановимся на содержании понятий «горная порода», «полезные ископаемые», «месторождения полезных ископаемых».

Горные породы представляют собой различные закономерные сочетания минералов — химических соединений или самородных элементов, возникших в определенных природных условиях. Известны горные породы, которые состоят из одного минерала, например, мрамор состоит из кальцита. Многие горные породы образованы несколькими десятками минералов, которые называются породообразующими.

Все горные породы по происхождению подразделяются на три большие группы: магматические, осадочные и метаморфические.

Магматические, или изверженные, горные породы образовались в результате застывания магмы, излившейся из недр Земли на ее поверхность. Различаются магматические породы глубинные, или интрузивные, — в случае застывания магмы на глубине; излившиеся, или эффузивные, — если остывание магмы произошло на поверхности Земли, и порфиоровые, или промежуточные, — при остывании магмы в условиях сравнительно небольшой глубины, близ поверхности.

Магматические породы состоят главным образом из силикатов и алюмосиликатов. Основными породообразующими окислами являются кремнезем  $\text{SiO}_2$  и глинозем  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

По содержанию кремнезема магматические породы подразделяются на кислые, средние, основные и ультраосновные.

*Кислые породы* содержат кремнезема более 65%, к ним относятся граниты, гранодиориты; *средние породы* — сиениты, диориты —  $\text{SiO}_2$  52—65%; *основные породы* — габбро, базальты —  $\text{SiO}_2$  45—52%; *ультра-*

основные породы — пироксениты, перидотиты —  $\text{SiO}_2$  меньше 45%.

Магматические горные породы, встречающиеся на Кавказе, представляют собой ценное сырье для некоторых отраслей народного хозяйства страны.

Осадочные горные породы образуются в результате накопления и дальнейшего изменения разнообразных осадков (механических, органических и химических) на поверхности Земли и в водной среде — на дне морей, озер, рек. К осадочным породам относят и пирокластические породы, возникшие в процессе вулканических извержений.

Осадочные породы по способу образования подразделяют на обломочные, химические и биохимические породы и породы смешанного происхождения.

Метаморфические<sup>1</sup> горные породы — породы как осадочные, так и магматические, подвергшиеся после своего образования воздействию высоких давлений и температур. Первоначальный состав и структура исходных осадочных и магматических пород изменены. В результате повышенного давления исходная порода приобретает сланцеватость, а температурный фактор обуславливает перекристаллизацию и даже некоторое переплавление ее. Метаморфизация горных пород происходит в результате погружения их на большие глубины при опускании значительных участков земной коры.

## Полезные ископаемые и их месторождения

Современное общество, его существование и развитие немислимы без добычи полезных ископаемых, которые используются в различных отраслях народного хозяйства. Выделяются группы металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых. Подземные воды — пресные, минерализованные, рассольные, горячие и перегретые, а также воды, используемые для бальнеологических целей (лечения), также являются весьма ценными полезными ископаемыми.

Горные породы, из которых технологически возможно и экономически целесообразно извлекать полез-

<sup>1</sup> «Метаморфоз» (греч.) — изменение, превращение.

ные ископаемые, залегающие в виде различных минералов или химических элементов, называются рудами. Например, руды черных, цветных, редких и благородных металлов; к неметаллическим рудным полезным ископаемым относятся флюорит, пьезокварц и др. Скопление минерального вещества, добыча которого в данных экономических условиях нецелесообразна, называется рудопроявлением.

Скопления полезных ископаемых в земной коре, пригодные для промышленной разработки при данном состоянии техники и в данных экономических условиях, называются промышленными месторождениями.

Нефть и газ в земной коре встречаются в виде залежей, представляющих собой естественные локальные единичные скопления этих полезных ископаемых в проницаемых пористых или трещиноватых коллекторах. Место скопления (ассоциация) залежей нефти и газа, приуроченных к одной из естественных ловушек, принято называть их месторождением. Залежи, как и месторождения нефти и газа, могут иметь промышленное и непромышленное значение.

## ГОРЮЧИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

### Нефть, газ и конденсат

В мировом топливно-энергетическом балансе нефть и природный газ играют исключительно важную роль. В настоящее время ни одна отрасль промышленности не может планомерно и успешно развиваться без нефти и продуктов ее переработки. Нефть — это основа технического прогресса.

Начало добычи нефти на Кавказе уходит в далекое прошлое, однако датой рождения нефтяной промышленности здесь следует считать время, когда была пробурена первая скважина, давшая нефть. Установлено, что первая в мире нефтяная скважина пробурена в Азербайджане в 1846—1847 гг. В документах того времени записано: «22 декабря 1844 года В. Н. Семенов, направленный в Баку для проверки состояния нефтяной промышленности, по совету опытного горного инженера Н. И. Воскобойникова предложил использовать метод бурения для разведки нефти. Министерство

финансов выделило для этой цели 1000 рублей серебром. 14 июля 1847 года князь Воронцов доложил правительству об окончании бурения скважины на Биби-Эйбате, на побережье Каспийского моря, и о том, что в ней найдена нефть».

Итак, годом рождения отечественной нефтяной промышленности следует считать 1847 г. За время промышленной эксплуатации нефтяных месторождений из недр Кавказа извлечено значительное количество нефти и газа.

В Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы предусмотрено довести в стране в 1980 г. добычу нефти, включая газовый конденсат, до 620—640 млн. т, добычу газа — до 400—435 млрд. м<sup>3</sup>. Существенную роль в решении этой задачи будут играть нефтяные и газовые месторождения Кавказа. Здесь будет осуществляться дальнейшее развитие нефте- и газодобывающей промышленности. Геологам-нефтяникам Кавказа предстоит в короткие сроки перевести прогнозные запасы нефти и газа в промышленные для обеспечения все возрастающего уровня добычи этих полезных ископаемых. Необходимо детально исследовать территорию Кавказа, проникнуть глубоко в недра Земли, где возможны скопления углеводородов.

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ НЕФТЕ- И ГАЗОПРОЯВЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Первые упоминания о нефти на Кавказе относятся к весьма отдаленным временам. Человеку давно были известны места, где нефть просачивалась из горных пород или небольших трещин в земле. Обычно легкие фракции нефти при выходе ее на поверхность улетучиваются, а на этом месте остаются лишь кировые натеки или скопления кира. Иногда на дневную поверхность выходят породы (песчаники, известняки и др.), насыщенные тяжелой выветрившейся нефтью. Обычно они издают, особенно в свежем изломе, резкий запах нефти, в некоторых случаях запах может отсутствовать. Эти породы часто окрашены в темно-коричневый или черный цвет. Нефть может вытекать из земли вместе с термальной водой, в той или иной степени

минерализованной. Сравнительно часто в таких нефтяных источниках вместе с жидкостью выделяется и газ. Многочисленны на Кавказе также выделения из земли углеводородного газа или газа и воды.

Нефть, добываемая человеком из источников, применялась для освещения, для лечения и для других целей еще в глубокой древности.

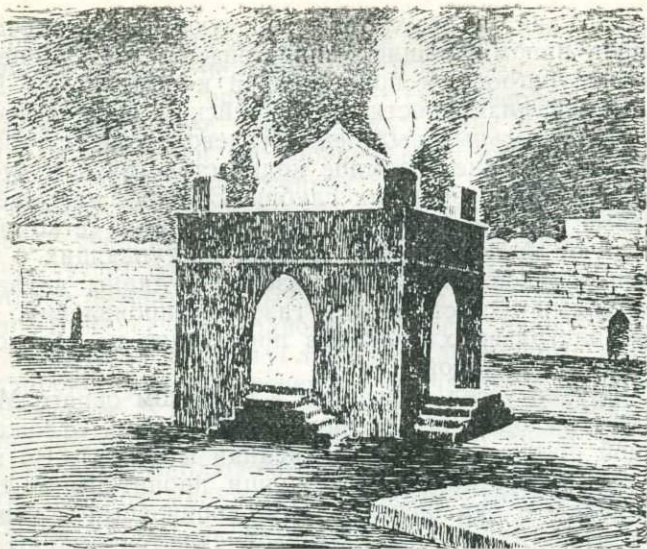
К интересным поверхностным нефтепроявлениям можно отнести и асфальтовые озера. При интенсивном выделении нефти из земли образовывались нефтяные ручьи, а иногда нефтяные озера. Легкие фракции нефти из таких озер испарялись, и нефтяные озера превращались в асфальтовые.

Грязевые вулканы в Азербайджане, в Восточной Грузии, в Дагестане, на Таманском полуострове выносят вместе с сопочной грязью воду, нефть и газ. Это тоже ярко выраженные поверхностные признаки нефти и газа.

Следует отметить многочисленные эффективные выходы нефти и газа на территории Азербайджана, Восточной Грузии, Дагестана, Чечено-Ингушетии, Кубани и других районов.

Судя по сохранившимся историческим материалам, газ в местах его выхода из земли на Апшеронском полуострове (Азербайджан) горел в течение тысячелетий. У сел. Сураханы (около Баку) с незапамятных времен выделялся на дневную поверхность горящий газ. Источники горящего газа считались «священными» и привлекали огнепоклонников из других стран. Для совершения религиозных обрядов в таких местах строили храмы (рис. 6).

На Апшеронском полуострове установлено много выходов жидкой нефти и закированных пород. Интересна в этом отношении Кирмакинская долина, где значительная часть продуктивной толщи выведена на дневную поверхность — «раскрыта», как огромная «каменная книга». Здесь к пескам и песчаникам продуктивной толщи приурочены выходы жидкой нефти, а многие пласты этой толщи закированы. На дне бухты Ильича после ее засыпки в скважинах обнаруживают асфальт на уровне, соответствующем дну бухты. Следовательно, до ее засыпки здесь со дна моря выделялась нефть. В районе Бинагады, в 1930—1935 гг. было



*Рис. 6. Храм огнепоклонников. Сел. Сураханы. Азербайджан*

открыто огромное асфальтовое озеро. Еще в доисторические времена озеро занесли пески. Оно оказалось драгоценным кладом для палеонтологов, которые извлекли из асфальта сотни скелетов «допотопных» животных: носорогов, гигантских буйволов, саблезубых тигров, некогда обитавших на территории Азербайджана.

На территории Азербайджанской ССР много нефтегазопроявлений установлено на дне Каспийского моря и на островах. Обильные скопления битума установлены на о-ве Артема (теперь полуостров). На месторождении Нефтяные Камни из обнаженных песчаных горизонтов продуктивной толщи непрерывными струйками на поверхность моря выделяются нефть и газ. Проявления весьма интенсивные, в тихую погоду поверхность моря покрывается пленкой нефти, а выделение газа со дна создает впечатление «кипящего» моря. Газ, выделяющийся с песчаного дна, увлекает за собой песчинки, приподнимая их на небольшую высоту отно-

сительно дна, в результате образуются газо-песчаные струйки, напоминающие «микрорейзеры». На Апшеронском полуострове, в прилегающей к нему с юга Прикаспийской низменности, в Каспийском море известны и другие обильные выделения углеводородных газов и нефти, выносящие огромное количество грязи и кусков горных пород с больших глубин. Это так называемые грязевые вулканы (вулканоды), которые четко документируют наличие нефти и газа, поступающих с этих глубин. Следовательно, и грязевые вулканы являются свидетелями естественных газонефтепроявлений. Извержения грязевых вулканов происходят не только на суше, но и под водой.

В Грузии у сел. Мирзаани в глубоком овраге Мгрели-Хеви выходят на дневную поверхность отложения мощной ширакской толщи (средний плиоцен). Во многих местах песчаники этой толщи пропитаны нефтью, закированы и окрашены в темно-коричневый и черный цвета. Из этих же песчаников отмечаются выходы минерализованной воды и сравнительно тяжелой нефти. По дну оврага течет ручей минерализованной воды и нефти, в который с боковых балок, причленяющихся к основному оврагу, также стекают ручейки нефти и воды. Местами нефтяной ручей образует небольшие «нефтепады». В овраге образовались кировые натеки, а местами и скопления кира.

По р. Иори у сел. Қясаман обильные выходы нефти связаны с известняками верхнего сармата. Здесь же и в Алазанской долине выходы нефти и газа приурочены к многочисленным грязевым сопкам, поблизости от которых наблюдается также закированность прослоев песчаников.

В Дагестане вблизи Дербента с давних пор были известны выходы газов, особенно значительные после землетрясений. Газ у Дербента горел в течение многих веков. Его выходы здесь получили название Дагестанских огней. В балке Уйташ отмечаются эффективные проявления нефти. Здесь нефть просачивается из трещин в песчаниках и стекает в ручей на дне этой балки. На поверхности воды образуются пленки зеленоватой нефти. В Дагестане кроме выходов жидкой нефти встречаются также в различной степени закированные песчаники.

Грязевые сопки — грязевые вулканы небольших размеров (обычно не больше 1—3 м по диаметру и 1—2 м по высоте), связанные с газоизвержением, так называемые сальзы, известны во многих пунктах Кавказа и, в частности, на побережье Каспийского моря в Дагестане. При извержениях сальз вместе с газом выносятся вода, из которой выпадают известково-железистые соединения, образующие травертины — известковые туфы со сравнительно крупными пустотами.

Много интересных выходов нефти и в Чечено-Ингушетии. В Беноевском районе и по всей полосе Черных Гор (Северные склоны Главного Кавказского хребта) нефтепроявления приурочены к песчаникам чокракского горизонта. В ущелье р. Аксай некоторые песчаники сильно пропитаны нефтью. На северном крыле Беноевской складки наблюдаются выходы зеленовато-бурой нефти, сопровождающиеся слабым газовыделением. Здесь же на Аксае прослеживается мощный песчаник коричневого, местами черного цвета с сильным запахом нефти. Довольно интенсивные выходы нефти и закированность песчаников чокракского горизонта известны и в районе Датыха в бассейне р. Фортанга (Черногорская моноклинал).

В пределах Старогрозненского месторождения в балках Мамакаевская и Грозненская из верхних караганских песчаников просачивалась нефть с минерализованной водой. Ручейки нефти и минерализованной воды, сливаясь, образовали в свое время «нефтяную реку», которая получила название Нефтянка. В Чечено-Ингушетии вокруг Серноводских и Брагунских термальных минеральных источников имеются скопления твердых битумов — асфальтов. Эти битумы представляют собой остатки больших скоплений нефти, которая ранее изливалась здесь из недр вместе с минеральной водой. На Терском, Сунженском и Гудермесском хребтах и в настоящее время немало источников, из которых просачивается минеральная вода с нефтью.

В Краснодарском крае имеются поверхностные нефтегазопроявления. Кроме того, в Майкопском районе, северо-западнее городов Хадыженск и Апшеронск, среди предгорий Кавказа возвышается Асфальтовая гора. Свое название она получила по естественным выходам природного асфальта на ее склонах. Часто наличие ас-

фальта (т. е. выветренной, окисленной нефти) на поверхности земли свидетельствует о нефтеносности недр. В том же районе, в верховьях рек Пшеха и Тихая, одна из возвышенностей именуется Восковой горой — когда здесь добывали «горный воск» — озокерит.

Существует ли какая-либо связь между поверхностными нефтегазопроявлениями и залежами нефти и газа в недрах земли?

На заре развития нефтегазовой промышленности месторождения нефти и газа довольно часто открывали с помощью бурения глубоких скважин, закладываемых недалеко от поверхностных нефтегазопроявлений. Так, поблизости от нефтяных источников в Мамакаевской и Грозненской балках при бурении глубоких скважин было открыто Старогрозненское месторождение нефти. В Баку у сел. Сураханы рядом с районом «вечных огней» бурением скважин было открыто нефтегазовое Сураханское месторождение. И таких примеров много. Но иногда поверхностные проявления нефти и газа вовсе отсутствуют, а в недрах залегают их скопления. В частности, Новогрозненское нефтяное месторождение (ныне Октябрьское), расположенное вблизи г. Грозного, было открыто в 1913 г. с помощью буровых скважин. Поверхностных нефтегазопроявлений поблизости не отмечалось. Бывает и по-другому, когда на дневной поверхности имеются обильные выходы нефти и газа, а осуществляемые вблизи этих выходов детальные геологоразведочные работы с применением глубокого бурения не дают положительных результатов, т. е. не обнаруживают в недрах скоплений этих полезных ископаемых.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что нефть и газ в недрах земли находятся не только там, где имеются их выходы на поверхность. Нефтегазонасыщенные породы могут быть хорошо и надежно прикрыты мощными пластами глинистых пород, служащими препятствием для перемещений углеводородов к поверхности земли. В то же время выходы нефти и газа являются свидетельством медленного разрушения залежей, вызываемого утечкой их содержимого. В некоторых случаях этот процесс приводит к полному разрушению некогда мощных скоплений углеводородов в недрах Земли.

Следовательно, при детальных поисковых работах нужно учитывать поверхностные нефтегазопроявления, но обязательно в сочетании с другими геологическими данными.

## ГРЯЗЕВЫЕ ВУЛКАНЫ (ВУЛКАНОИДЫ) — СПУТНИКИ НЕФТИ И ГАЗА

Грязевые вулканы — это своеобразные восходящие источники. Помимо воды, газа, нефти при их извержении на поверхность выбрасывается сопочная грязь, состоящая не только из раздробленной глины, смешанной с водой, и кусков разнообразных осадочных пород. Вода, входящая в состав сопочной грязи, испаряется, и на склонах вулкана и у его подножий остается то, что называют сопочной брекчией, — обломки выброшенных пород, сцементированные глинистым материалом, оседающим из грязи. Сопочная брекчия — очень рыхлая горная порода.

Большое количество грязевых вулканов (вулканоидов) известно в пределах СССР. Особенно много их на Кавказе — встречаются они на Таманском полуострове, в Грузии, в Азербайджане и в других местах. В Восточном Азербайджане и прилегающей к нему акватории Каспийского моря сосредоточено 220 грязевых вулканов.

Изучением грязевых вулканов занимался еще И. М. Губкин. В системе Академии наук Азербайджанской ССР организован сектор грязевого вулканизма, которым руководил ученик И. М. Губкина А. А. Якубов.

Грязевые вулканы Юго-Восточного Кавказа можно отнести к уникальным явлениям природы. С незапамятных времен они привлекают внимание человека.

Какие же факторы обуславливают грязевулканические проявления вообще и в Азербайджане в частности?

А. А. Якубов, отвечая на этот вопрос, к основным условиям грязевулканических проявлений относит: 1) наличие в разрезе мощных толщ пластичных глинистых пород, служащих исходным материалом для образования сопочной брекчии; 2) присутствие пластовых вод, размягчающих глинистые породы;

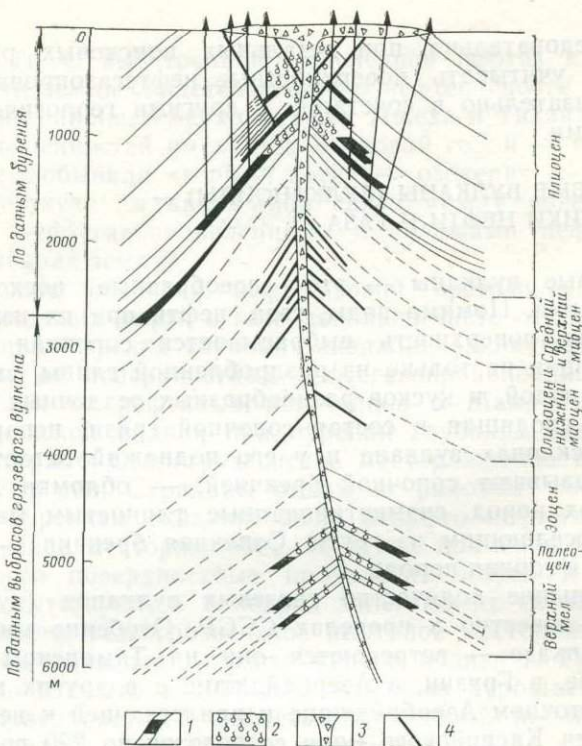
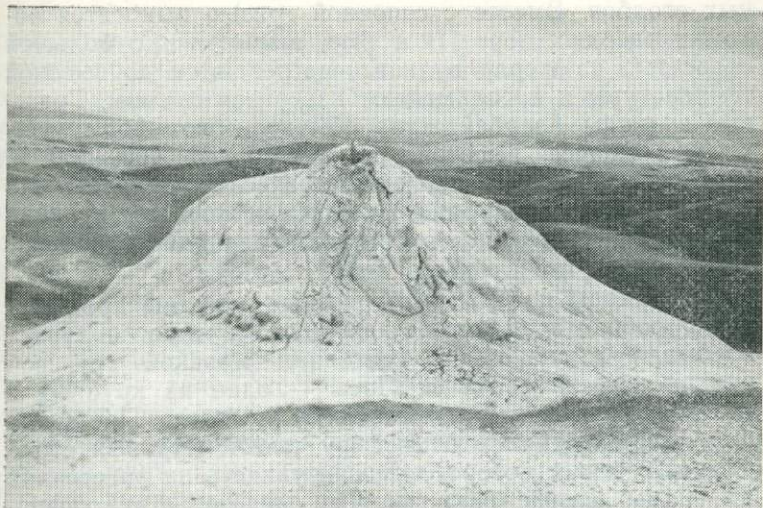


Рис. 7. Геологический профиль через грязевой вулкан Локбатан. По А. А. Якубову:

1 — нефть, 2 — газ, 3 — брекчия, 4 — разломы

3) наличие мощных источников углеводородных газов, накопление которых в определенных очагах приводит к образованию больших давлений, т. е. создает активную движущую силу; 4) наличие тектонических разрывов, создающих пути для выбросов сопочного материала с больших глубин на дневную поверхность.

Все это чаще всего встречается в пределах нефтяных месторождений, приуроченных к диапировым складкам. Здесь имеются и трещины-разломы, и массы брекчиевидного материала, получающегося в результате протыкания ядром складки вышележащих пород, и газы, и нефть, и вода. Ясно, что газы, вырывающиеся по трещинам и разломам, увлекают за собой воду из



*Рис. 8. Грязевой вулкан Астраханка. Шемахино-Кобыстанская нефтегазоносная область. Азербайджан*

водоносных горизонтов, а также брекчиевидный материал.

На рис. 7 приведен геологический профиль через грязевой вулкан Локбатан. Он расположен в сводовой части антиклинальной складки и приурочен к местам тектонических нарушений. Жерло вулкана прорывает комплекс отложений от верхнего плиоцена до верхнего мела до глубины 6 км. Рис. 7 является наглядной иллюстрацией связи грязевого вулканизма с нефтегазоносностью осадочных толщ.

Грязевые вулканы периодически извергаются, причем периодичность извержений зависит от колебательных тектонических движений земной коры и от скорости накопления давления газа в жерлах вулканов.

Газы, выделяемые грязевыми вулканами Азербайджана, состоят в основном из метана и других углеводородных газов, а также сопутствующих им  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$ .

Извержение грязевых вулканов в большинстве случаев сопровождается излиянием грязевых потоков, воспламенением газов и появлением над вулканами огнен-

ных столбов. Вместе с сопочной грязью выносятся обломки твердых пород, которые, вырываясь с большой скоростью из жерла вулкана, нагреваются до высокой температуры и воспламеняют извергаемые газы. Грязевые вулканы Азербайджана обычно имеют форму усеченного конуса высотой от 5—150 до 400—500 м. Внешне они напоминают магматические вулканы. На рис. 8 изображена одна из сопок грязевого вулкана Астраханка. Из сопки и грифонов периодически выделяются вода, газ и грязь.

В периоды извержения грязевые вулканы представляют собой грандиозное зрелище. Свыше полувека пребывал в спокойном состоянии морской грязевой вулкан каспийского о-ва Лось — один из крупных в системе вулканов Бакинского архипелага. Пробудившись, он взметнул в атмосферу тысячеметровый столб пламени, отсвет которого смогли увидеть на расстоянии до 70 км многие бакинцы. По свидетельству очевидцев, извержение началось мощным подземным гулом, над островом появился черный дым, выросло грибообразное облако водяных паров. На ряде буровых скважин, расположенных в 800 м от острова, нефтяники ощущали жар вспыхнувшего пламени. О мощности вулкана свидетельствовало и то, что мелкие частицы глинистых пород и пыли были отнесены на о-в Булла, находящийся в 15 км от места извержения. Приборы сейсмостанции «Баку» зафиксировали локальное сотрясение земной коры. По силе, продолжительности и объему выброшенных пород это извержение является одним из самых значительных на островах Бакинского архипелага за последние десятилетия.

В октябре 1977 г. с грозным гулом и мощным выбросом на высоту более 200 м «проснулся» грязевой вулкан Локбатан, расположенный неподалеку от столицы Азербайджана. Локбатан — один из самых мощных грязевых вулканов, отличающийся большой активностью. Извержение в 1977 г. было семнадцатым за последние полтора столетия. Выброшенные из земли толщ породы насыщены нефтью, что свидетельствует о наличии нефти и газа на больших глубинах в этой и других частях Азербайджана.

Близ пос. Сенной на Тамани на высоту полтора метра поднимается кратер небольшого грязевого вул-

кана, о котором упоминается в «Путевых записках по многим российским губерниям» литератора Г. Геракова — современника А. С. Пушкина: «Съездили на гору, которая ровно за два года до этого при пламени и густом дыме выбрасывала грязь и камень». Старожилы помнят, как в 1920-х и 1940-х гг. со взрывом газы вырывались из земли, столбы пламени наблюдались по нескольку дней. В последний раз г. Карabetка снова проявила себя взрывом такой силы, что в летнем домике овцеводов повывлетали стекла. Образовалось озеро вулканической грязи, на южном склоне горы появилась новая маленькая горка в форме конуса. Нынешняя новая горка — такой же грязевой вулкан, но пока более или менее спокойный.

Считают, что «корни» некоторых грязевых вулканов Азербайджана достигают глубины 10—11 км. Таким образом, вулканы несут на поверхность Земли геологическую информацию о нефтегазоносности глубоких горизонтов без бурения специальных сверхглубоких скважин. Можно сказать, что жерла грязевых вулканов являются природными скважинами, ибо продукты извержения вулканов — горные породы, насыщенные нефтью и газом, являются надежными критериями нефтегазоносности недр.

## НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ НЕФТЕЙ И ГАЗОВ

**Состав газов.** Углеводородные природные газы состоят в основном из парафиновых, или, как их еще называют, метановых углеводородов — метана  $\text{CH}_4$ , этана  $\text{C}_2\text{H}_6$ , пропана  $\text{C}_3\text{H}_8$ , бутана и изобутана  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ . В них присутствуют также пары жидких углеводородов. Кроме углеводородов в природных газах установлены углекислый газ  $\text{CO}_2$ , азот  $\text{N}_2$ , водород  $\text{H}_2$ , сероводород  $\text{H}_2\text{S}$ , гелий  $\text{He}$ , аргон  $\text{Ar}$ . В небольших количествах встречаются и другие газы.

Газовые скопления в осадочных толщах различаются по содержанию компонентов, входящих в их состав. Газы с резким преобладанием метана, относительно высоким содержанием этана и незначительным количеством углеводородов  $\text{C}_3$ — $\text{C}_5$  относят к так называемым сухим (тощим) газам. На Кавказе месторождения су-

хих газов распространены в Азербайджане, Дагестане, Чечено-Ингушетии, в Ставропольском и Краснодарском краях. Природный газ, сопровождающий нефть, отличается значительным содержанием не только метана, но и этана, пропана и бутана, а также небольшим количеством паров жидких углеводородов. Такой газ называется жирным. В некоторых случаях углеводородные природные газы бывают обогащены углекислым газом  $\text{CO}_2$  и сероводородом  $\text{H}_2\text{S}$ . Например, в Датыхе (Чечено-Ингушетия) углеводородный газ содержит 5,5%  $\text{H}_2\text{S}$  и 15,5%  $\text{CO}_2$ .

Метан относится к наиболее легким углеводородным газам, его плотность составляет 0,55 по отношению к воздуху. Плотность этана 1,49, пропана 1,55, изобутана 2,067, бутана 2,085. Значение углеводородных природных газов и попутных нефтяных газов для развития народного хозяйства огромное.

В природных условиях известны еще так называемые газоконденсатные залежи. Они отличаются от чисто газовых залежей тем, что метану в них сопутствуют большие количества его газообразных гомологов, а также жидких парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов. Образование газоконденсатных залежей происходит вследствие растворимости нефти в газах под высоким давлением на сравнительно большой глубине. Плотность газов — этана, пропана — при сверхкритических температурах под давлением 7,5 МПа и более превышает плотность жидких углеводородов, в результате последние растворяются в сжатом газе. При разработке газоконденсатных залежей давление снижается, и жидкие углеводороды выпадают из газа в виде газового конденсата.

Состав нефтей. Нефть состоит из различных углеводородов и в природных условиях представляет собой жидкость коричневого, темно-коричневого, красного, черного, зеленоватого, желтого цветов. Встречаются также нефти бесцветные, прозрачные, как вода. Такие белые нефти установлены в верхних горизонтах продуктивной толщи на месторождении Сураханы (Баку). Светлые нефти в небольшом количестве получены при опробовании (испытании) некоторых горизонтов майкопской свиты в разведочных скважинах на месторождении Беной (северные склоны Кавказского хребта,

Чечено-Ингушетия). Цвет нефти определяется содержанием в ней асфальтовых и смолистых веществ.

Как известно, углеводороды — это органические соединения, состоящие из углерода и водорода — газообразные, жидкие и твердые. Содержание углерода и водорода в различных нефтях колеблется в сравнительно узких пределах и составляет в среднем для углерода 83,5—87% и для водорода 11,5—14%. Жидкое состояние нефти объясняется повышенным содержанием водорода.

В состав нефтей входят углеводороды парафинового, нафтенового, ароматического рядов и углеводороды смешанного строения. В небольших количествах в нефтях присутствуют сера, кислород и азот; в виде микропримесей обнаружены и другие элементы, главным образом металлы — ванадий, никель, железо, магний, хром, титан, кобальт, калий, кальций, натрий и др., а также фосфор, кремний, йод, бром и др. Содержание этих элементов<sup>1</sup> составляет незначительные доли процента.

Многие нефти содержат большое количество легких жидких углеводородов, относящихся к бензиновой и газойлевой фракциям. Плотность таких нефтей обычно небольшая — 0,70—0,80 г/см<sup>3</sup>. В природе установлены и тяжелые нефти, плотность которых достигает 0,95—1,0. В их составе много смолистых веществ.

По содержанию серы нефти также значительно отличаются друг от друга.

Как правило, в нефтях в растворенном или свободном состоянии находятся газы. Состав их сравнительно простой, число имеющихся в них индивидуальных компонентов невелико.

*Метановые углеводороды (алканы, парафины)*  
 $C_nH_{2n+2}$  — присутствуют во всех нефтях и являются основной их составляющей. По фракциям они распределяются неравномерно, концентрируясь преимущественно в нефтяных газах и бензиново-керосиновых фракциях. В масляных дистиллятах их содержание значительно снижается. В некоторых нефтях установ-

<sup>1</sup> Основным источником их является биогенное вещество, т. е. эти элементы наследуются нефтью из материнского органического вещества.

лено почти полное отсутствие парафинов в высококипящих фракциях.

*Нафтеновые углеводороды (полиметиленовые)*  $C_nH_{2n}$  присутствуют во всех нефтях и установлены во всех фракциях. По мере утяжеления фракций содержание нафтенов растет. В наиболее высоко кипящих масляных фракциях их количество снижается. На Кавказе наиболее богаты нафтенами бакинские нефти.

*Ароматические углеводороды (арены)*  $C_nH_{2n-6}$  в нефтях присутствуют всегда, но редко выступают в качестве преобладающей части.

Так, из бакинской нефти были выделены бензол, толуол, ксилолы, этилбензол и другие углеводороды этого класса. Углеводороды ряда бензола установлены во многих нефтях, но содержание их обычно невелико. Бензол, толуол, этилбензол, изопропилбензол, ксилолы, нафталин — ценное химическое сырье для процессов нефтехимического и органического синтеза. Они используются при производстве синтетических каучуков, пластических масс, синтетических волокон, взрывчатых и фармацевтических веществ, анилиновых красителей.

*Углеводороды смешанного строения* представляют большую часть углеводородов нефтей.

Во всех нефтях присутствуют парафины — твердые углеводороды, преимущественно метанового ряда, но обычно в небольших количествах — от десятых долей процента до 5%. В парафинистых нефтях их содержание повышается до 7—12%, например, в некоторых грозненских нефтях. Весьма высокое количество твердых парафинов установлено в озексуатской нефти (Ставропольский край). Здесь оно колеблется в пределах 14,3—23,6% (нижнемеловая нефть). В нефтях установлены также церезины — твердые углеводороды преимущественно циклической структуры, температура кипения которых выше 600°C. Парафины и церезины широко применяются в электро- и радиотехнической, бумажной, спичечной, химической, кожевенной, парфюмерной и других отраслях промышленности. Парафин используется и при производстве пластичных смазок. Очень большое значение имеют жидкие и твердые парафины как сырье для получения белково-витаминных концентратов, а также синтетических жирных кислот, спиртов и поверхностно-активных веществ.

Нефти месторождений Кавказа значительно различаются между собой по составу и основным физико-химическим свойствам. Встречаются нефти малопарафинистые — 0,12—2% парафина — и высокопарафинистые — 25,5% (Южно-Сухокумское месторождение). Содержание смолистых веществ в нефтях колеблется в пределах 2,0—14%. Асфальтены обычно присутствуют в небольших количествах — от следов до 1,1%. Нефти Кавказа в основном малосернистые — 0,08—0,40%.

Продуктами переработки кавказских нефтей являются бензин, керосин, различные смазочные масла, парафин и многие другие ценнейшие продукты. Нефти и газы Кавказа служат сырьем для получения этилового спирта, синтетического каучука, пластмасс, синтетических волокон, моющих средств, удобрений, белковых веществ и др.

Несколько подробнее остановимся на нафталановой нефти.

Месторождение Нафталан находится в 60 км от Кировабада (бывш. Гянджа), в местности под названием Нафталан, расположенной в неглубокой котловине, окруженной с востока, юга и запада незначительными высотами, понижающимися к северу.

С незапамятных времен к колодцу с «горным маслом», расположенному на территории современного Азербайджана, из разных стран Востока тянулись караваны верблюдов за нафталановой нефтью, обладающей замечательными лечебными свойствами. Находки различных монет и предметов обихода при археологических раскопках свидетельствуют о том, что здесь побывали люди из окрестных мест и из соседних и далеких стран. Итак, еще в древнейшие времена, люди оценили лечебные свойства этого замечательного «горного масла».

Нафталановая нефть, приуроченная к отложениям майкопской свиты, буро-коричневого цвета, обладает густой консистенцией, не имеет резкого запаха, плотность ее довольно высокая — 0,928—0,946, вязкость 40—80 сП, температура застывания ниже —20°C. Фракции нафталановой нефти отличаются высокой плотностью и высоким показателем преломления. Со-

держание сернистых соединений небольшое. Ароматические углеводороды достигают 15%, смолы составляют 30—33%, нафтеновые кислоты 0,51%. Полагают, что лечебные свойства нафталановой нефти определяются нафтеновыми углеводородами, содержание которых достигает 40—45%.

Недалеко от нефтяного промысла организован санаторий. Климат в районе характеризуется жарким летом, сухим воздухом, умеренной относительной влажностью, хорошей аэрацией и инсоляцией. Этот санаторий — единственный в мире, здесь нафталановая нефть является основным лечебным фактором в комплексе бальнеофизиотерапевтического лечения больных.

К лечению нафталаном показаны заболевания опорно-двигательного аппарата, кожно-аллергические, многие гинекологические заболевания, некоторые формы патологии обмена веществ, заболевания нервной системы, сосудистой системы (тромбофлебит, эндоартериит). С успехом поддаются лечению дерматоз, экзема и др. Особо следует подчеркнуть внедрение в практику нафталанолечения заболеваний в детском возрасте.

## КАК ОБРАЗОВАЛИСЬ НЕФТЬ И ГАЗ

Существуют в основном две теории происхождения нефти и газа — органическая (осадочно-миграционная) и неорганическая (абиогенная). Следует сразу отметить, что подавляющее большинство ученых и геологов-нефтяников, которые практически осуществляют поиски нефти и газа, стоят на позициях теории органического происхождения нефти. Однако отдельные ученые нашей страны отстаивают положения абиогенного генезиса нефти.

Основа *теории неорганического происхождения нефти и газа* была заложена в 1877 г. великим русским ученым Д. И. Менделеевым.

Д. И. Менделеев полагал, что углеводороды образуются глубоко в недрах Земли при взаимодействии карбидов тяжелых металлов с водой, поступающей с поверхности по разломам. Затем под давлением перегретого пара смесь этих углеводородов поднимается по тем же разломам в верхнюю часть земной коры. Здесь господствуют пониженные давления и значительно

меньшие температуры, поэтому газообразные углеводороды конденсируются и образуют скопления.

Наиболее веские возражения против карбидной теории Д. И. Менделеева высказал И. М. Губкин. Во-первых, в земной коре отсутствуют разломы, проникающие в мантию и даже ядро на глубину 2900 км; во-вторых, не доказано, что в глубинных породах содержатся карбиды металлов.

Против неорганического происхождения углеводородов свидетельствуют также биологические и химические факторы. Таких аргументированных возражений много.

Н. Б. Вассоевич приводит веский довод в пользу биологического происхождения соединений углерода, содержащихся в древнейших породах. Он указывает, что в природе существуют два изотопа углерода —  $^{12}\text{C}$  и  $^{13}\text{C}$ , причем в живых организмах изотопа  $^{13}\text{C}$  меньше, чем в минералах. Дефицит изотопа  $^{13}\text{C}$  в нефти однозначно решает вопрос о ее связи с живой природой.

А. И. Кравцов полагает, что нефть могла образоваться из метана, но сам метан возник в результате не распада органического вещества животного происхождения, а синтеза из водорода и окиси или двуокиси углерода, поступающих из подкоровых глубин Земли по глубинным разломам, которые прослеживаются до мантии. Далее А. И. Кравцов приводит данные о том, что в течение всей истории Земли вулканическая активность в среднем равнялась современной, и дает следующий пример. За 83 млн. лет на поверхность только на Курильских островах было вынесено  $9,0 \cdot 10^{19}$  т  $\text{H}_2$ ,  $2,7 \cdot 10^{11}$  т  $\text{CO}$ ,  $2,7 \cdot 10^{11}$  т  $\text{CH}_4$ ,  $9,0 \cdot 10^{14}$  т  $\text{CO}_2$ . Затем он высказывает положение, что молекулы метана способны полимеризоваться в тяжелые углеводороды при каталитическом действии силикатов, а также окислов железа и никеля, содержащихся в горных породах. По предположению этого же ученого, большая часть первоначальных скоплений углеводородов представлена главным образом метаном и его легкими гомологами — «сухим газом», постепенно переходящим в конденсат, состоящий из «жидкого газа»; последний затем превращается в легкие бензиновые нефти, которые в дальнейшем, при соответствующих термодинамических условиях, становятся все тяжелее и тяжелее, пока не превра-

тятся в битумы. Отсюда делается вывод о том, что газовые и нефтяные регионы следует связывать не с осадочными бассейнами, а с зонами глубинных разломов, проникающих в мантию и способствующих выделению из нее газов.

Таковы современные представления одного из сторонников неорганического (абиогенного) происхождения нефти и газа.

*Теория органического происхождения нефти* успешно развивалась И. М. Губкиным. Согласно его воззрениям, исходным материалом для образования нефти являются жиры, воск и другие соединения, а углей — лигнин, клетчатка и др. В окислительной обстановке (при доступе кислорода) органическое вещество преобразуется в угли, а в восстановительной обстановке — в нефтяные углеводороды.

В последние годы проблемой происхождения нефти успешно занимаются многие ученые. Особый интерес представляет теория Н. Б. Вассоевича об осадочно-миграционном ее образовании. По мнению автора этой теории, нефть образуется в осадочных породах в виде равномерно рассеянного битуминозного вещества, которое именуется им микронефтью, из планктона, содержащего жировые вещества. Общее содержание рассеянных углеводородов в континентальном секторе стратисферы составляет примерно  $(70-80) \cdot 10^{12}$  м. В дальнейшем по мере увеличения глубины залегания материнских осадочных толщ происходит «созревание» микронефти. Основными факторами, стимулирующими этот процесс, являются температура, время ее воздействия и давление. Главная фаза нефтеобразования характеризуется температурным диапазоном 60—150°C и давлением от 15 до 45 МПа. Такие условия обычно наблюдаются на глубине 1500—5000 м. В период главной фазы не только образуются жидкие углеводороды, но и создаются условия их эмиграции из нефтематеринских пород.

По И. О. Броду и Н. Б. Вассоевичу, нефтегазоносные области представляют собой депрессии в земной коре, которые принято называть осадочно-породными бассейнами. Эти бассейны формировались в течение миллионов и десятков миллионов лет. Н. Б. Вассоевич и другие ученые указывают, что площади таких впадин

достигают многих тысяч и даже сотен тысяч квадратных километров, а объемы заполняющих их пород составляют от  $n \cdot 10^3$  до  $n \cdot 10^6$  км<sup>3</sup>. Вот такие бассейны и являются родиной нефти.

Попутно с нефтеобразованием происходит процесс генерации углеводородных газов.

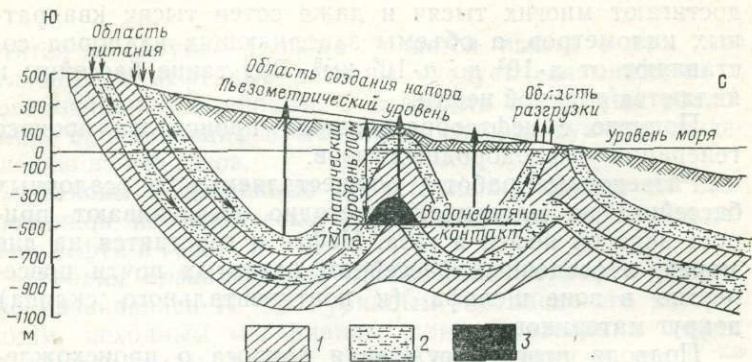
Разведочные работы, осуществляемые в осадочных бассейнах на материках, ежегодно обеспечивают прирост запасов нефти и газа. Нефть и газ таятся на дне морей, в осадочных бассейнах, развитых почти повсеместно в зоне шельфа (и континентального склона) вокруг материков.

Подводя итоги обсуждения вопроса о происхождении нефти и газа, следует подчеркнуть, что основным источником их образования является углеродистое вещество, захороненное в осадочных горных породах. В настоящее время по этому вопросу накоплен большой, убедительный и тщательно проверенный фактический и экспериментальный материал.

Таким образом, теория органического, или осадочно-миграционного, происхождения нефти и газа является наиболее приемлемой. При прогнозах нефтегазоносности недр и при осуществлении поисков нефти и газа геологи обычно руководствуются изложенной выше теорией.

## УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ НЕФТИ И ГАЗА В ЗЕМНОЙ КОРЕ

Еще давно было замечено, что наиболее благоприятные условия для образования залежей нефти и газа в земной коре существуют там, где горные породы образуют структурные формы, приемлемые для скопления нефти и газа. К благоприятным природным условиям относятся также достаточная мощность пород-коллекторов и высокие показатели пористости, трещиноватости и проницаемости этих пород. Сохранность нефтяных и газовых залежей обеспечивается наличием плохо проницаемых для нефти и газа пород (глин, глинистых сланцев и др.), подстилающих и перекрывающих породы-коллекторы, содержащие залежи. Эти непроницаемые породы предохраняют утечку нефти и газа из залежей.



Формирование нефтяных и газовых залежей — сложный процесс, требующий одновременного сочетания различных условий. Из нефтематеринских пород образовавшиеся нефть и газ эмигрируют в ближайшие в геологическом разрезе коллекторы: пески, песчаники, трещиноватые известняки и другие породы. Для аккумуляции нефти и газа, находящихся в рассеянном состоянии в песчаных или трещиноватых породах, и образования их залежей должны существовать условия динамичности флюидов, а для этого необходимы благоприятные структурные формы (антиклинали, купола, моноклинали и пр.).

На рис. 9 показана схема строения артезианского бассейна, типичного для Восточного Предкавказья. В южной части разреза показана область питания. Здесь породы выведены на дневную поверхность и высоко приподняты относительно нефтяной залежи. Некоторые породы (песчаники) обладают пористостью и проницаемостью, а поэтому атмосферные воды (воды атмосферных осадков, от снеготаяния, рек и временных потоков) просачиваются в проницаемые породы. Следуя уклону пород, они перемещаются в сторону синклинали<sup>1</sup>, где создается гидростатический напор. В северном направлении от синклинали располагается антиклинальная складка<sup>2</sup>, далее к северу вновь прослеживается синкли-

<sup>1</sup> Синклинали, или мульда, — складка земной коры, у которой перегиб слоев выпуклой частью обращен книзу.

<sup>2</sup> Антиклиналь — складка земной коры, у которой перегиб слоев выпуклой частью обращен кверху.

Рис. 9. Схема строения артезианского бассейна:  
1 — глины, 2 — песчаники водонасыщенные, 3 — нефтяная залежь

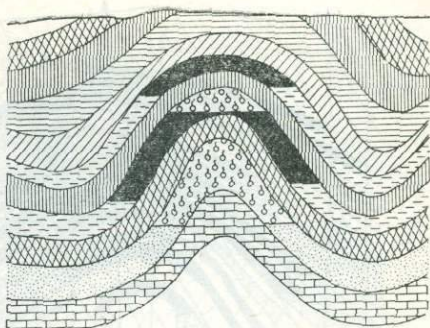
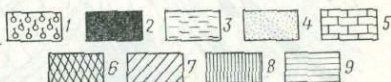


Рис. 10. Антиклинальная складка:

1 — газ, 2 — нефть, 3 — песчаники, насыщенные водой, 4 — песчаники, 5 — известняки, 6—9 — глины различного состава



наль, а затем опять антиклинальная складка, свод которой выведен на дневную поверхность и размыт. К породам (песчаникам), выведенным на поверхность, здесь приурочены источники термальной воды. Это типичная область разгрузки подземных вод.

Рассмотрим некоторые структурные формы, благоприятные для скопления и сохранения залежей нефти и газа, наиболее часто встречаемые на Кавказе.

Одна из самых простых антиклинальных складок изображена на рис. 10. В таких складках нефть, газ и вода располагаются соответственно плотностям: в верхней части пласта находится газ, ниже нефть, а еще ниже вода. В некоторых случаях в пласте может быть только газовая залежь или только нефтяная. Открытые на Кавказе нефтяные и газовые залежи подразделяются на чисто газовые (в пласте только газ), газоконденсатные (в пласте только газоконденсат), газонефтяные (в нижней части пласта нефть, в верхней части — газ в виде «газовой шапки») и нефтяные без свободного газа («газовая шапка» отсутствует), т. е. газ полностью растворен в нефти.

Обычно нефтяные и газовые месторождения Кавказа приурочены к структурам более сложного строения, чем антиклинальная складка, изображенная на рис. 10. Со сравнительно простой антиклинальной складкой связано Октябрьское нефтяное месторождение в Восточном Предкавказье (рис. 11). Эта типичная, резко выражен-

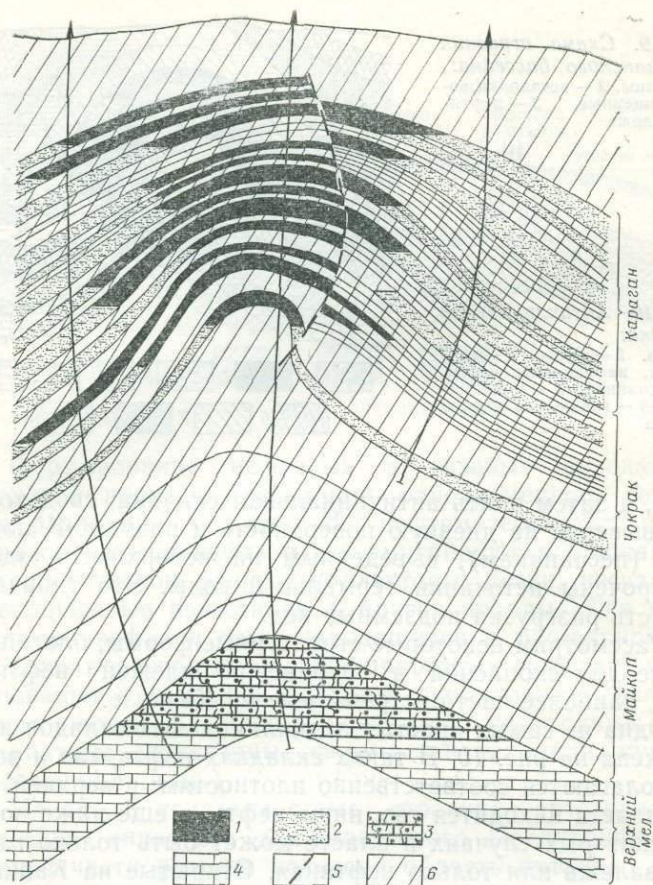


Рис. 11. Октябрьское нефтяное месторождение, Поперечный геологический разрез.

Песчанники: 1 — насыщенные нефтью; 2 — насыщенные водой; 3 — трещиноватые известняки, насыщенные нефтью; 4 — известняки; 5 — тектонические нарушения; 6 — глины

ная антиклиналь является прекрасной ловушкой для сохранения скоплений нефти в виде залежей, приуроченных к своду. На крыльях в караган-чокракских песчаных пластах залежи подпираются высоконапорными слабоминерализованными инфильтрационными<sup>1</sup> водами, а

<sup>1</sup> Инфильтрационные воды образуются в результате просачивания атмосферных осадков и поверхностных вод в проницаемые породы.

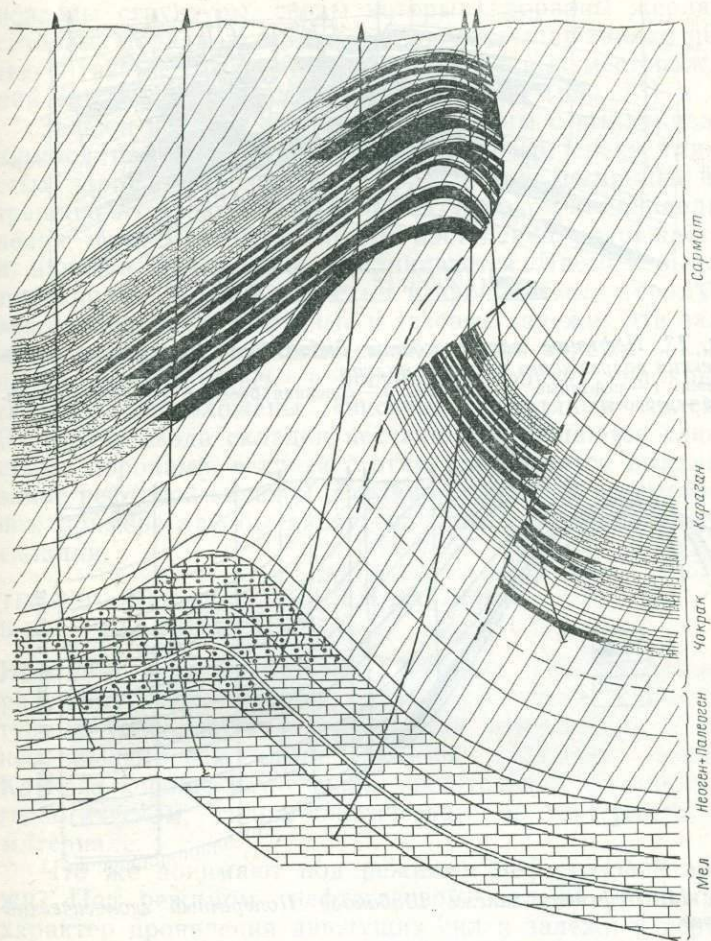


Рис. 12. Старогрозненское нефтяное месторождение. Поперечный геологический разрез.  
 Условные обозначения см. на рис. 11

в верхнемеловых отложениях — высокоминерализованными седиментационными<sup>1</sup> водами.

Более сложное строение Старогрозненского место-

<sup>1</sup> Седиментационные воды возникают в процессе осадкообразования в водной среде.

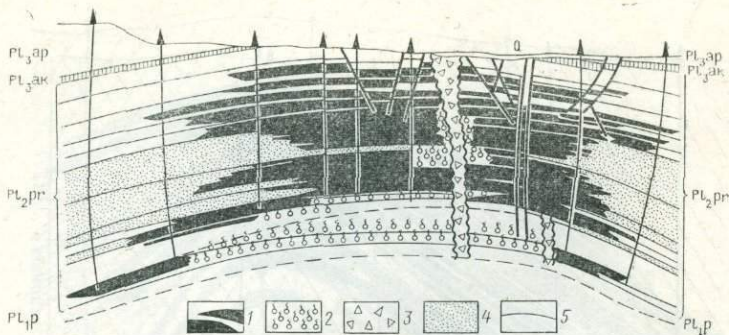


Рис. 13. Нефтяное месторождение Биби-Эйбат. Поперечный геологический разрез через грязевой вулкан  
Залежи: 1 — нефтяные, 2 — газовые, 3 — сопочная брекчия, 4 — песчаные свиты, 5 — взбросы

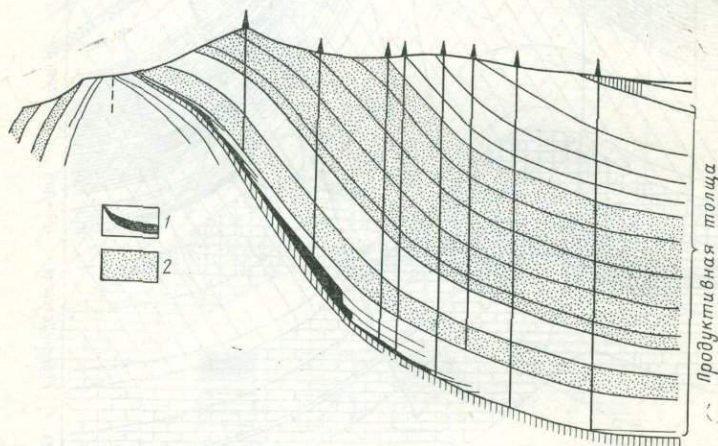


Рис. 14. Нефтяная залежь Шабандаг. Поперечный геологический разрез:

1 — нефтяные залежи, 2 — песчаные пласты

рождения (рис. 12). Здесь залежи расположены в надвинутой части складки и в крутозалегающих пластах поднадвигового крыла.

Весьма интересны и разнообразны условия залегания нефти и газа в песчаных пластах продуктивной толщи на Апшеронском полуострове. Среди многочисленных куполовидных антиклинальных складок здесь уста-

новлены структуры, своды которых прорваны жерлами грязевых вулканов, а часть сводов и крылья заняты нефтью и газом. Это характерно для нефтяных месторождений Локбатан (см. рис. 7), Биби-Эйбат (рис. 13) и др.

Залежи нефти и газа иногда связаны с выклинивающимися песчаными породами. Например, среди глинистых пород прослеживается пласт песка, песчаника или трещиноватого известняка. Затем в каком-либо направлении мощность этого пласта постепенно уменьшается, и, наконец, пласт вовсе выклинивается. Часто к выклинивающимся частям пористых и проницаемых пород бывают приурочены нефтяные и газовые залежи. Эти залежи называются литологическими. Такая залежь показана на рис. 14. Здесь в песчаных пластах на крыле складки расположены «висячие» нефтяные залежи. В сторону свода складки песчаники замещаются глинистыми породами, в связи с этим наблюдается выклинивание нефтяной залежи. Нефтяная залежь в рассмотренном примере как бы висит на крыле антиклинальной складки.

#### ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ И ДАВЛЕНИЯ В ЗАЛЕЖАХ НЕФТИ И ГАЗА

Нефтяные и газовые залежи Кавказа, установленные в различных геологических, гидрогеологических и температурных условиях, характеризуются интересными и разнообразными режимами. Режимы нефтяных залежей Кавказа хорошо изучены на значительном фактическом геологическом, гидрогеологическом и геотермическом материале.

Что же понимают под режимом нефтегазовой залежи? Под режимом нефтегазовой залежи понимают характер проявления движущих сил в залежи в период ее эксплуатации скважинами.

Режим нефтегазовой залежи зависит от природных факторов и от методов воздействия на залежь в процессе ее разработки и эксплуатации. В различных залежах в зависимости от многообразных природных условий источники пластовой энергии могут быть неодинаковыми. Основными источниками пластовой энергии являются: напор контурных вод; упругость нефти, воды, газа и вмещающей их породы; энергия расширяющегося газа при выделении его из растворенного состояния; напор

газа со стороны газовой шапки; сила тяжести самой нефти. Молекулярно-поверхностные и капиллярные явления как источники энергии также играют значительную роль. В естественных условиях перечисленные факторы проявляются в неодинаковой степени и в различных сочетаниях.

Температурные условия в нефтяных и газовых залежах. Ниже в специальном разделе «Геотермические районы Кавказа» будут подробно освещены вопросы об источниках внутреннего тепла Земли, о перемещении тепловых потоков и др. Здесь же только отметим, что на Кавказе имеются уникальные залежи, содержащие горячую нефть, которая подпирается горячей водой. На таких месторождениях Северного Кавказа добываемая (извлекаемая) нефть на устьях эксплуатационных скважин имеет высокую температуру: так, на Октябрьском нефтяном месторождении она составляет 96—100°C, на Брагунском<sup>1</sup> — 122—133°C. Следовательно, извлекаемая из недр нефть выносит большое количество тепловой энергии.

Давление в нефтяных и газовых залежах. Подземный резервуар (пласт) обладает пластовым давлением, которое увеличивается с глубиной. Установлено, что на каждые 10 м глубины пластовое давление в различных нефтегазоносных районах увеличивается в среднем на 0,1 МПа, т. е. соответствует гидростатическому давлению столба воды. В большинстве месторождений пластовое давление зависит от глубины залегания пластов. Однако на ряде месторождений пластовое давление превышает гидростатическое. Так, на Кавказе давления в нефтяных и газовых залежах иногда достигают 33—77 МПа (месторождения Чечено-Ингушетии — Алиурт, Хаян-Корт, Старогрозненское, Брагунское и др.). Высокие давления в залежах указанных месторождений возникли в процессе формирования антиклинальных складок Передовых хребтов под влиянием тектонических сил: нефтяные залежи здесь приурочены к замкнутым резервуарам в верхнемеловых известняках.

<sup>1</sup> На Октябрьском месторождении нефтяные залежи приурочены к песчаным пластам караганского и чокракского горизонтов (средний миоцен), на Брагунском — к трещиноватым известнякам верхнего мела (мезозой).

Часто высокие давления создаются напором вод (см. рис. 9). Из рис. 9 видно, что нефтяная залежь по отношению к области питания находится гипсометрически значительно ниже. У границы нефтяной залежи, или, как говорят нефтяники, у контура нефтеносности, гидростатический напор будет в данном случае составлять 7 МПа. На величину давления в нефтегазовых залежах оказывает влияние и масса пород, залегающих выше нефтеносного пласта. В некоторых случаях высокое давление в нефтегазовых залежах обуславливается наличием сжатого газа.

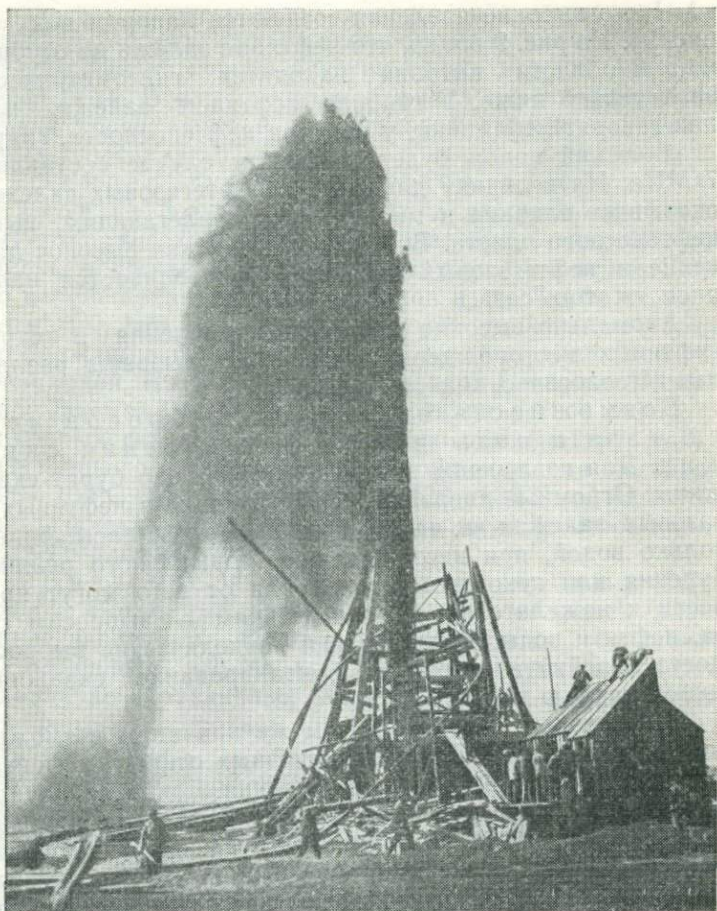
Аномально высокие пластовые давления в недрах нефтяных месторождений могут быть вызваны различными геологическими причинами.

Возможность внезапных выбросов нефти, газа и воды в процессе бурения скважин. Для извлечения нефти и газа из недр бурят скважины. Огромные давления, существующие в нефтяных и газовых залежах, а часто и в пластах, насыщенных только водой, при несоблюдении нормального режима бурения или некотором отклонении от него могут привести к нежелательным последствиям — выбросам газа, нефти и воды. Впоследствии периодические выбросы могут перейти в открытое фонтанирование скважины газом, нефтью или водой.

В некоторых случаях по тем же причинам возможно возникновение внезапных грандиозных открытых фонтанов (рис. 15). Сква. 45 месторождения Локбатан начала фонтанировать в процессе бурения (1933 г.). Буровая вышка была разрушена мощной струей нефти, выбрасываемой из ствола скважины. Давления в вскрываемых нефтегазоносных пластах бывают настолько высоки, что иногда вместе с глинистым раствором<sup>1</sup>, нефтью, газом и водой из стволов бурящихся скважин выбрасывается даже бурильный инструмент.

В прошлые периоды развития нефтяной промышленности на промыслах при внезапных выбросах нефти или

<sup>1</sup> Скважина, находящаяся в бурении, бывает заполнена глинистым раствором, который циркулирует по стволу скважины. Глинистый раствор специальными насосами нагнетается в скважину через бурильные трубы, а из скважины поступает в пространство между бурильными трубами и стенками скважины. Он глинизирует (укрепляет) стенки скважины и выносит кусочки разбуренной породы (шлам) с забоя скважины на поверхность.



газа часто от случайных искр фонтанирующие (выбрасываемые) из скважины нефть или газ загорались. Возникали горящие нефтяные или газовые фонтаны, которые приносили большие беды и нередко приводили к человеческим жертвам. На рис. 16 изображен пожар мощного нефтяного фонтана на Новогрозненских нефтяных промыслах в 1919 г.

Открытые нефтяные фонтаны являются бедствием. Поэтому при вскрытии в процессе бурения пластов, горизонтов, свит с ожидаемыми большими давлениями

Рис. 15. Открытый фонтан нефти в скв. 45 месторождения Локбатан



Рис. 16. Пожар нефтяного фонтана на Новогрозненских нефтяных промыслах

проводят технические мероприятия, предупреждающие открытые выбросы и фонтаны, а следовательно, и пожары.

Режимы нефтяных залежей. После открытия залежи встает вопрос об изучении ее режима. В зависимости от преобладающего источника энергии в процессе эксплуатации выделяют следующие основные режимы нефтяных залежей: 1) водонапорный; 2) упруговодонапорный; 3) замкнуто-упруговодонапорный; 4) газонапорный (или режим газовой шапки); 5) растворенного газа; 6) гравитационный. Первые четыре режима представляют собой режимы вытеснения, а последние два — режимы истощения пластовой энергии. В реальных условиях иногда имеет место одновременное существование двух или нескольких режимов. В результате проводимых исследований обязательно устанавливают главный режим и режимы, сопутствующие ему.

Естественный режим работы залежи в процессе эксплуатации непрерывно изменяется вследствие изменения характера проявляющихся сил, физических свойств коллектора, нефти, газа и воды, температурных условий,

принятых технологических режимов эксплуатации, а также применяемых искусственных методов воздействия на залежь с целью интенсификации добычи нефти.

Малозффективные природные режимы можно преобразовывать в режимы более эффективные, при которых возрастают коэффициенты нефтеотдачи, с помощью применения различных методов воздействия на нефтяную залежь. Всегда следует стремиться с максимальной полнотой использовать природные источники пластовой энергии, выбирая для этого наиболее рациональные методы эксплуатации залежи.

### ОСНОВНЫЕ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ РЕГИОНЫ КAVKAZA

На схематической карте рис. 17 показаны нефтяные и газовые месторождения Кавказа, находящиеся в разработке и эксплуатации.

Азербайджанская ССР. Главными нефтегазоносными районами на территории Азербайджана являются Апшеронский полуостров, Апшеронский и Бакинский архипелаги, Прикуринская и Кубино-Прикаспийская низменности, Кировабадская область. В течение длительного времени Азербайджан был основной нефтяной базой нашей страны. За время разработки и эксплуатации из недр Азербайджана извлечено значительное количество нефти, конденсата и газа.

Основные запасы нефти и газа сосредоточены главным образом в так называемой продуктивной толще, сложенной чередованием глин, песков и песчаников. Мощность продуктивной толщи в различных районах Азербайджана неодинакова и колеблется в пределах 1200—3500 м. Пески и песчаники продуктивной толщи характеризуются значительной пористостью, что обуславливает их высокую нефтегазонасыщенность. Высокая проницаемость этих пород создает благоприятные условия для перемещения нефти и газа в породах и, следовательно, способствует отбору максимального количества нефти и газа из пластов продуктивной толщи.

В Азербайджане открыты нефтяные, газовые и конденсатные залежи под дном Каспийского моря. Нефтепромысел Нефтяные Камни в открытом море известен всей стране (рис. 18). В настоящее время нефтепромыс-

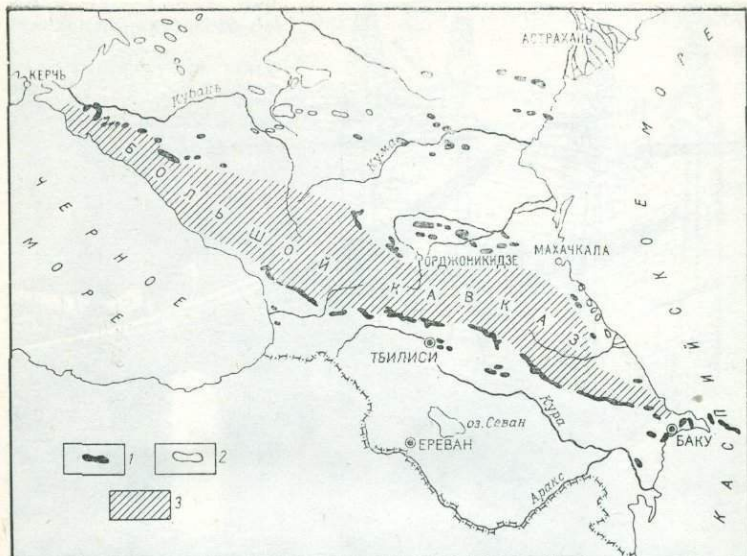


Рис. 17. Схема расположения нефтяных и газовых месторождений Кавказа:

Месторождения: 1 — нефтяные и нефтегазовые; 2 — газовые и газоконденсатные; 3 — Большой Кавказ

лов, подобных Нефтяным Камням, на Каспии несколько. Добыча нефти, газа и конденсата на морских нефтяных месторождениях возрастает. Для освоения морских месторождений применяются эстакады, отдельные стальные острова. При разработке этих месторождений кроме вертикального применяется и наклонно-направленное бурение, когда с одного основания (стального острова) разбуривают куст вертикальных и наклонных скважин (рис. 19). Отклонение забоев скважин при этом достигает большой величины. На морских промыслах Каспийского моря добывают больше половины азербайджанской нефти.

Перспективы развития и увеличения добычи нефти и газа в Азербайджане полностью не исчерпаны. Уже начато интенсивное освоение новых глубоководных районов Каспийского моря. Азербайджанские нефтяники успешно решают эту задачу в связи с наличием у них мощного нефтепромыслового флота, в состав которого



*Рис. 18. Нефтяное месторождение Нефтяные Камни. Общий вид эстакад*

входят плавучие буровые установки различных типов: «Апшерон», «Азербайджан», «Хазар», «Баки» (рис. 20). Плавучая установка «Баки», как и подобные ей установки, предназначена для бурения морских скважин глубиной до 6 км на акваториях, где слой воды не превышает 60 м. На борту такого плавучего острова смонтированы 53-метровая буровая вышка, электростанция, стеллажи для бурильных труб, резервуары для промысловой жидкости, опреснитель морской воды, вертолетная площадка. И, конечно, созданы нормальные условия для работы, жизни и отдыха экипажа острова. Применение плавучих буровых установок показало их высокую экономичность.

В настоящее время в Гипроморнефти разрабатывается новая конструкция судна, которое поможет осваивать морские недра, скрытые толщей воды до 250 м. В дальнейшем разведка каспийских недр будет осуществляться комбинированным способом. При небольших глубинах

Рис. 19. Схема двустольного кустового бурения:

1 — суглинки, супеси, галечники, 2 — глины песчанистые, 3 — глины, 4 — мергели, 5 — известняки, 6 — нефтяная залежь

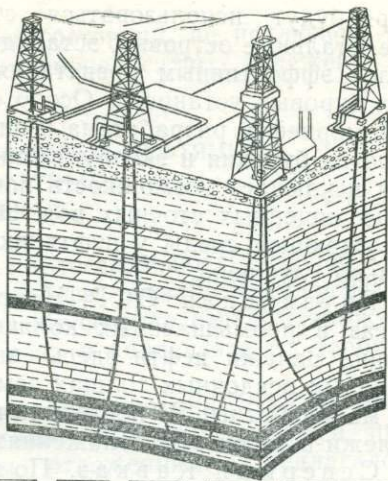
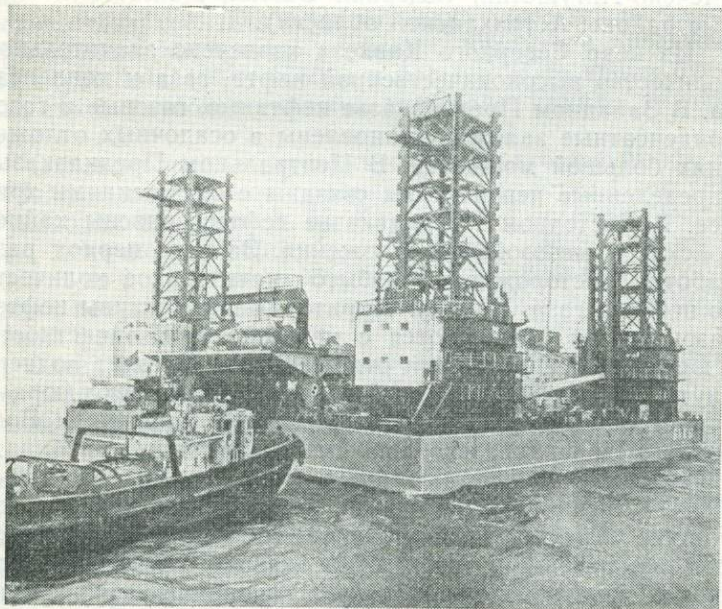
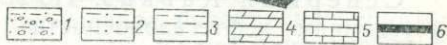


Рис. 20. Плавающая буровая установка «Бакы»



моря будут использоваться стационарные площадки, т. е. стальные островки, эстакады. На глубоких участках более эффективным представляется применение плавучих буровых установок. Особо следует подчеркнуть, что в Азморнефти разработана и внедрена совершенная технология бурения и эксплуатации морских скважин, которая исключает возможность попадания в Каспий нефти и неочищенных сточных вод. Это означает, что защита окружающей среды у нефтяников Азербайджана значительно улучшена.

Грузинская ССР. На территории Грузии нефть и газ в промышленных количествах установлены уже давно. Залежи нефти здесь залегают в сравнительно молодых осадочных толщах земной коры. Залежи обычно малодобитные. В последние годы выявлены нефтяные залежи в эоценовых отложениях.

Северный Кавказ. По геологическому строению и условиям нефтегазоносности территория Северного Кавказа подразделяется на три части: Западное Предкавказье (Краснодарский край), Центральное Предкавказье (Ставропольский край) и Восточное Предкавказье (Чечено-Ингушетия, Северная Осетия, Дагестан и южные районы Астраханской области).

Из недр Северного Кавказа извлечено значительное количество высококачественной нефти, газа и конденсата. В Западном Предкавказье нефтяные, газовые и газоконденсатные залежи установлены в осадочных отложениях большой мощности. В Центральном Предкавказье определенные перспективы связаны с отложениями триаса. В Восточном Предкавказье нефтегазоносны кайнозойские и мезозойские отложения. За весь период разработки месторождений добыто значительное количество нефти и газа. На этой территории перспективы нефтегазоносности связываются с мезозойскими, в частности с юрскими и триасовыми отложениями. Следует подчеркнуть, что рассматриваемый осадочный комплекс (юра—триас) распространен на значительной территории Восточного Предкавказья, причем на больших глубинах, характеризующихся высокими температурами — до 250—300°C и выше, и давлениями. Поэтому, прогнозируя состояние углеводородных скоплений в недрах, можно сделать заключение о том, что на больших глубинах в юрских и триасовых породах углеводородные скопления

находятся в газообразном состоянии, не исключено наличие на этих глубинах газоконденсатных залежей.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ОТКРЫТИЯ НОВЫХ НЕФТЯНЫХ, ГАЗОВЫХ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА КАВКАЗЕ

При описании отдельных нефтегазоносных регионов Кавказа уже затрагивались вопросы, связанные с перспективами каждого из них. Где же сосредоточены возможные новые скопления нефти, газа и конденсата на территории Кавказа?

В 1946—1948 гг. было обращено внимание на необходимость разведки нефтяных и газовых залежей, приуроченных к мезозойским отложениям. Предлагалось осуществить глубокое разведочное бурение на территории к северу от северных склонов Кавказского хребта, в Передовых хребтах — Сунженском, Терском, Брагунском, Гудермесском и др., а также в Затеречной равнине — от широтного течения Терека до Кумы и значительно севернее. Для осуществления этого предложения требовалась постановка глубокого бурения с проектными глубинами 4000—4500 м и больше. В то время бурение таких глубоких скважин встречало немало трудностей.

Однако бурение глубоких скважин все же было поставлено в Затеречной равнине на участке Озексуат. Руководил бурением А. М. Карпенко — опытный нефтяник, отлично знающий буровое дело. И вот в июле 1953 г. из первой же пробуренной скважины при опробовании песчаного пласта нижнего мела был получен нефтяной фонтан.

Вслед за фонтанами из мезозоя в Затеречной равнине были получены промышленные притоки нефти в различных пунктах Передовых хребтов, причем нефтегазоносными оказались отложения нижнего мела, трещиноватые известняки верхнего мела, отложения юры и других подразделений мезозоя. Получение нефти из различных стратиграфических горизонтов мезозоя на территории Восточного Предкавказья дает основания предполагать перспективными в нефтегазоносном отношении эти отложения в других районах Кавказа.

Таким образом, перспективы нефтегазоносности Кавказа связываются с мезозойскими отложениями и, в частности, с верхнемеловыми известняками и образованиями нижнего мела, юры и триаса. Эти стратиграфические комплексы недостаточно разведаны в полосе Черных Гор, Черногорской моноклинали (северные склоны Кавказского хребта) — от Минераловодского и Баксанского выступов до р. Самур. На этой обширной территории необходима детальная разведка всех антиклинальных складок, выполненных мезозойскими отложениями и хорошо прикрытых непроницаемыми породами. С нашей точки зрения, еще недостаточно разведаны эти же отложения к северу от Передовых хребтов — Терского, Брагунского и Гудермесского в направлении к Куме и Астрахани. Большого внимания заслуживает акватория Каспийского моря от Астрахани до Махачкалы и южнее.

Интерес в смысле нефтегазоносности представляют мезозойские отложения (весь комплекс) на южных склонах Кавказского хребта в пределах довольно широкой полосы от Тбилиси до Мирзаани и вообще на значительной территории Восточной Грузии.

В Азербайджане, как уже указывалось, определенные перспективы связываются с морскими нефтяными месторождениями, многие из которых еще недостаточно разведаны. На территории республики перспективны также мезозойские отложения. Эти перспективы подтверждаются не только сопоставлением разрезов мезозоя Северного Кавказа и соседних зарубежных стран, но и исследованиями пород, выбрасываемых грязевыми вулканами. «Корни» этих вулканов уходят в верхнемеловые отложения и ниже. Данные анализов продуктов извержения грязевых вулканов указывают на возможные скопления углеводородов в мезозойских отложениях. При получении благоприятных результатов разведки мезозоя на Апшеронском полуострове откроются перспективы для организации поисков нефти, газа и газоконденсата в Прикуринской низменности и других районах Азербайджана.

## Уголь, торф и горючие сланцы

Угли, торф и горючие сланцы тоже относятся к группе горючих полезных ископаемых. Они являются источни-

ком энергии для некоторых видов транспорта, тепловых электростанций, доменных печей, широко применяются в качестве сырья для химической промышленности.

## УГОЛЬ

На Кавказе установлено много углепроявлений, но имеются и промышленные месторождения угля.

На территории Азербайджана и Армении обнаружены углепроявления в виде обугленных стволов деревьев, встречаются прослойки углисто-кремнистой породы, а также пропластки и линзы угля.

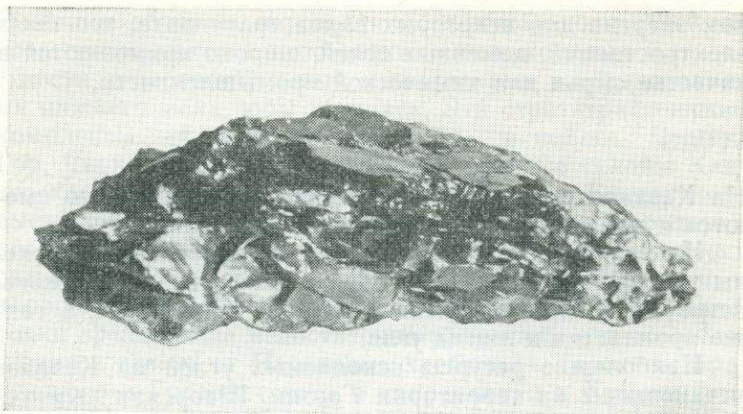
Наибольшие ресурсы ископаемых углей на Кавказе установлены на территории *Грузии*. Шаорская угленосная площадь связана с известным Ткибульским месторождением, расположенным в предгорьях южного склона Большого Кавказа. Мощность угольных пластов на этом месторождении колеблется от незначительных величин до 20—30 м и более. Разрезы угольной толщи по площади изменчивы. Здесь установлены клареновые, дюреновые, кsilовитреновые (листоватые) и смоляные липтобиолитовые угли.

На рис. 21 представлен образец угля, добываемого на этом месторождении.

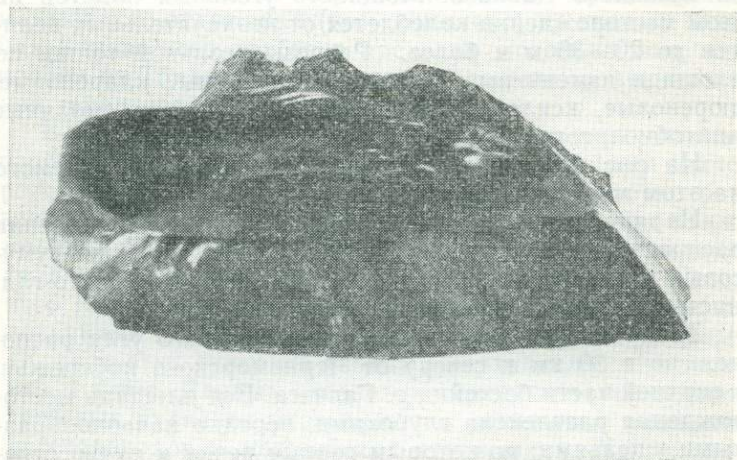
Наряду с углями основных типов на месторождении распространены угли переходных типов, а также гумусовые углистые сланцы и липтобиолитовые углисто-глинистые сланцы, встречается гагат (рис. 22).

Ткварчельское месторождение каменного угля расположено в 30 км к северу от Черноморского побережья, в верхней части бассейна р. Гализга. Вся площадь месторождения расчленена глубокими, нередко каньонообразными ущельями, по которым горные речки и ручьи стремительно несут свои воды к Черному морю. В связи с сильной расчлененностью рельефа местности угленосные отложения обнажаются и выходят на дневную поверхность на различных высотах. В разрезе угленосных отложений установлено 12 слоев и прослоев угля, мощность которых колеблется от незначительной величины до 8—9 м.

По типу ткварчельские угли относятся к клареновым, они хорошо коксуются и используются в металлургической промышленности, так как дают вполне хороший



*Рис. 21. Каменный уголь. Месторождение Ткибули, Грузинская ССР*



*Рис. 22. Гагат. Месторождение Ткибули, Грузинская ССР*

металлургический кокс. На рис. 23 можно видеть углистый сланец с отпечатками растительности (папоротника). Месторождение эксплуатируется штольнями.

В Грузии имеется еще несколько месторождений каменного угля юрского возраста.

Ахалцихское месторождение бурых углей расположено к западу от г. Ахалцихе. Угли приурочены к отложе-

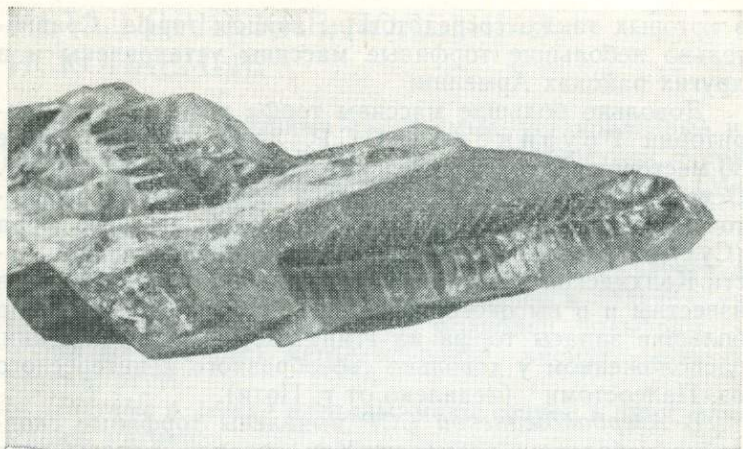


Рис. 23. Углистый сланец с отпечатками папоротника. Месторождение Ткварчели. Грузинская ССР

ниям олигоценового возраста, относятся к типу бурых гумусовых многозольных и используются в качестве низкосортного топлива.

На Северном Кавказе известны многочисленные углепроявления и месторождения угля ограниченных размеров. Местной промышленностью разрабатываются угольные месторождения в пределах Ставропольского края, Кабардино-Балкарской АССР и Дагестанской АССР.

#### ТОРФ

Торф — органогенная горная порода, представленная скоплением растительных остатков, подвергшихся неполному разложению в условиях болот, при затрудненном доступе воздуха и весьма значительной влажности.

Торфяные массивы, встречающиеся на Кавказе, подразделяются на довольно крупные залежи с промышленной ценностью и мелкие, имеющие местное значение.

В Армянской ССР на юго-восточном берегу оз. Севан расположено месторождение торфа Гелли. Запасы торфа здесь довольно большие. В Калининском, Амасийском, Степанаванском районах известны мелкие болота,

в которых также сосредоточены запасы торфа. Сравнительно небольшие торфяные массивы установлены и в других районах Армении.

Довольно большие массивы торфа выявлены на территории Грузинской ССР. Здесь открыто более 30 месторождений, площадь которых превышает 160 км<sup>2</sup>. Основные залежи этого горючего ископаемого сосредоточены в Западной Грузии у побережья Черного моря (Сухуми, Батуми и др.) — на территории западной части Колхидской низменности. Небольшие месторождения известны и в высокогорной части Грузии. Сравнительно большие запасы торфа на Имнатском месторождении, расположенном у довольно своеобразного и интересного оз. Палеостоми<sup>1</sup> (недалеко от г. Поты).

В Азербайджанской ССР выявлены торфяные скопления небольших размеров. Как правило, запасы этих скоплений невелики.

На Северном Кавказе во многих пунктах встречаются торфяные месторождения местного значения. Например, Тарское торфяное месторождение на территории Северо-Осетинской АССР, расположенное у сел. Тарское, недалеко от г. Ordжоникидзе.

## ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ

Горючие сланцы — это полезное ископаемое, состоящее из продуктов разложения органических веществ и минеральных примесей. Сланцы образовались на дне водоемов (внутренних морей, заливов, лагун, озер) из органо-генных илов. По природе органических веществ выделяются следующие основные типы сланцев: гумусовые, битуминозные и сапропелевые.

На Кавказе горючие сланцы установлены во многих местах. Они распространены на территории Азербайджана, Грузии, Армении (Дилижанская площадь) и на Северном Кавказе в осадочных породах всех стратиграфических горизонтов геологического разреза.

---

<sup>1</sup> Неглубокое реликтовое озеро на берегу Черного моря в дельте р. Риони. На месте озера ранее был залив Черного моря, оно и сейчас сохранило связь с морем через каналы. Соленость озера (3—3,5‰) подвержена колебаниям, питание его осуществляется за счет нескольких мелких рек, грунтовыми водами, фильтрацией из р. Риони, а в отдельные периоды — морскими водами.

# МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Металлические полезные ископаемые, установленные на территории Кавказа, рассмотрим в соответствии с принятой в нашей стране классификацией металлов [Магакьян И. Г., 1974].

*Черные металлы:* железо, марганец, хром.

*Легирующие металлы,* связанные с металлургическим производством специальных сталей и сплавов: титан, ванадий, никель, кобальт, молибден, вольфрам.

*Малые (редкие) металлы:* олово, висмут, мышьяк, сурьма, ртуть.

*Цветные и легкие металлы:* медь, свинец и цинк, алюминий, магний.

*Благородные металлы:* серебро, золото, платина.

*Редкие, рассеянные и редкоземельные элементы:*

- 1) редкие элементы, включающие тантал и ниобий, бериллий, цирконий и гафний, литий, рубидий, цезий, скандий, бор;
- 2) рассеянные элементы, включающие кадмий, галлий, германий, индий, таллий, рений, селен, теллур;
- 3) редкоземельные элементы, включающие иттрий и др.

## Черные металлы

Металл называют фундаментом промышленности. Чем больше производит его страна, тем быстрее растет ее индустриальная мощь, успешнее решаются важные народнохозяйственные задачи. По объему производства стали Советский Союз вышел на первое место в мире.

В основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы предусмотрено: «В черной металлургии обеспечить в 1980 году производство стали в количестве 160—170 млн. тонн и готового проката — 115—120 млн. тонн». Особое внимание при этом обращается на улучшение качественных показателей. Это — главное направление развития отрасли.

Железо было известно человеку задолго до нашей эры. Начало его применения ознаменовало наступление железного века, сменившего век бронзовый.

В земной коре железо распространено весьма широко; среднее содержание его составляет 4,2%.

Наиболее важные минералы железных руд — магнетит, или магнитный железняк,  $\text{FeFe}_2\text{O}_4$  (72,4% Fe); гематит  $\text{F}_2\text{O}_3$  (70% Fe); гётит  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и лимонит (48—63% Fe) — обычно смесь гидроокислов железа называют бурым железняком; сидерит  $\text{FeCO}_3$  (43,8% Fe); железистые хлориты, или гидросиликаты (27—38% Fe); ильменит  $\text{FeTiO}_3$  (36,8% Fe и 31,6% Ti).

Из руд железа выплавляют чугун, сталь и ферросплавы.

В *Азербайджанской ССР* наиболее крупным и хорошо освоенным месторождением железных руд является Дашкесанское месторождение (рис. 24). В карьерах, похожих на красивые исполинские амфитеатры, здесь добывается большое количество магнетитовых руд (рис. 25), которые в полной мере удовлетворяют потребности черной металлургии Закавказья. Расположено это месторождение в живописных горах Малого Кавказа, в 35 км к юго-западу от Кировабада.

В *Армении* известно несколько месторождений железных руд и очень много рудопоявлений. К северу от Еревана находятся Разданское и Капутанское месторождения с содержанием железа в руде до 40—65%.

Подсчитанные запасы Абовянского месторождения магнетито-апатитовых руд позволяют говорить о его промышленном значении. В Армянской республике выявлены и другие месторождения и проявления железных руд.

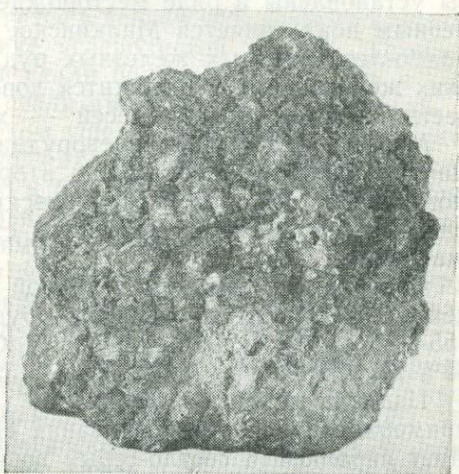
В Закавказье известны также железорудные месторождения, связанные с вулканической деятельностью. Это месторождения Чатахив в Грузии и Чайкенд и др. в Армении.

Интересно также отметить высокое содержание магнетита в песках на побережье Черного моря между Супса и Натанеби в *Грузии*. В отдельных пробах песка концентрация железа достигает 12,2—18,7%. Происхождение магнетитовых песков связано с выветриванием (разрушением) рогово-обманково-слюдяных сиенитов и базальто-андезитов, распространенных у побережья и содержащих вкрапления магнетита.

В VIII—IX в.в. до нашей эры железо и изделия из него были известны на Кавказе и в Закавказье. В восточной части побережья Черного моря предки грузин —



*Рис. 24. Месторождение  
Дашкесан, разработка  
железных руд. Азербай-  
джанская ССР*



*Рис. 25. Магнетит. Мес-  
торождение Дашкесан.  
Азербайджанская ССР*

халибы применяли для выплавки железа распространенные здесь магнетитовые пески. Изделия халибов из железа отличались большой прочностью, так как пески содержали примесь титана и, следовательно, получаемое железо было природно-легированным.

Магнетитовые пески известны также на юго-западном побережье Каспийского моря (от порта Ильича на юг до Астары и южнее). Здесь пески образовались в результате разрушения туфов и базальтов, слагающих возвышенности Талыша в *Азербайджане*. Водными потоками (временными и постоянными) разрушенный материал сносился к Каспию и в прибрежной полосе отлагались пески с рассеянными мелкими зернами магнетита.

Запасы магнетита в прибрежных песках Черного и Каспийского морей еще полностью не выяснены.

По данным И. Г. Магакьян (1974 г.), к ископаемым россыпям типа магнетитовых песчаников относятся небольшие месторождения на территории Армении (Агарцин и др.), руды которых состоят из сцементированных окатанных зерен магнетита и титано-магнетита с примесью других минералов. Руды месторождения Агарцин содержат в среднем 35% Fe, 2—3% TiO<sub>2</sub>, 0,1—0,5% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и являются высококачественными.

На северном склоне Главного Кавказского хребта на территории *Кабардино-Балкарской АССР* железные руды установлены в ряде месторождений. Наиболее интересным пока является Малкинское месторождение природно-легированных железных руд. В составе малкинских железных руд содержится довольно большое количество легирующих примесей — хрома и никеля.

**Марганец.** Марганцеворудная промышленность начала бурно развиваться во второй половине XIX в., когда были открыты бессемеровский и мартеновский способы получения качественных сталей с применением марганца.

Содержание марганца в земной коре 0,1%. Наиболее ценные минералы марганцевых руд — пиролюзит MnO<sub>2</sub> (55—63% Mn); псиломелан  $m \cdot \text{MnO} \cdot \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (35—65% Mn); манганит MnO<sub>2</sub>[OH]<sub>2</sub> (35—60% Mn) и др.

Издавна добавки пиролюзита (*греч.* «пир» — огонь) применялись для обесцвечивания стекла при его варке. Цвет пиролюзита светло-серый до черного, иногда с синеватой побелостью. Блеск от тусклого до полуметал-

лического. Плотность 4,7—5,0. Твердость в зависимости от формы и структуры пиролюзита 2—6. Некоторые кристаллы обладают твердостью 5—6, очень хрупкие.

Крупнейшее Чиатурское (Грузия) месторождение пиролюзита приурочено к осадочно-морским отложениям. Известны месторождения пиролюзита, образовавшиеся при подводных извержениях, например, Дашсалахлинское месторождение (Азербайджан).

Пиролюзит является одним из важнейших компонентов марганцевых руд. Чистый пиролюзит используется при изготовлении электрических батарей, в стекольной, кожевенной промышленности, при производстве олифы, масел, воска, медицинских препаратов.

Манганит — от темно-серого цвета до черного; твердость его 4,0; плотность 4,2—4,3.

Псиломелан получил название за черный цвет и гладкую поверхность некоторых выделений (*греч.* «псилос» — голый, гладкий и «меланос» — черный). Цвет минерала от темно-стального до черного. Блеск полуметаллический до тусклого. Непрозрачный. Плотность 4,4—4,7. Твердость 4—6.

Металлический марганец, получаемый путем восстановления его окислов при накаливании с углем или алюминием, представляет собой твердый, но довольно хрупкий блестящий металл сероватого цвета с красноватым оттенком, напоминающий железо.

Марганец применяется в черной металлургии главным образом при выплавке углеродистой стали. Примесь марганца в железе и стали придает им вязкость и ковкость. Марганцевые стали имеют высокую прочность.

В *Грузии* в глубоком ущелье р. Квирила расположен красивый город грузинских горняков — Чиатура. Месторождение приурочено к бассейну этой же реки и расположено на плоскогорье, которое расчленено глубокими и живописными ущельями. Марганцевая руда (рис. 26) от штолен по канатным воздушным дорогам транспортируется к обогатительной фабрике. Марганцевые руды встречаются и в других местах Закавказья.

В пределах *Северного Кавказа* проявления марганцевых руд установлены на многих участках, но эти проявления или слишком малы, или еще не разведаны. На территории Северо-Осетинской АССР марганцевые руды известны в бассейне р. Архон-Дон у селений Згид и

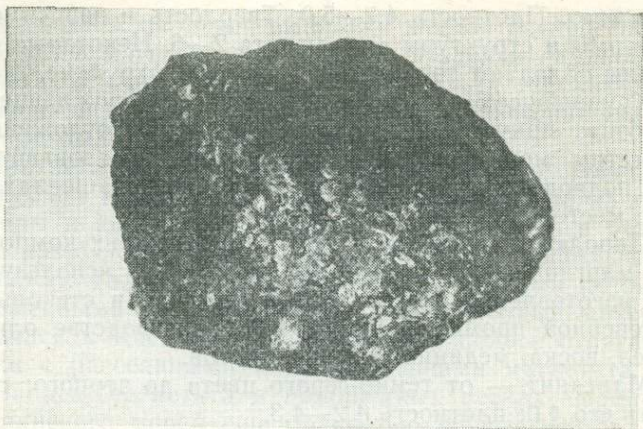


Рис. 26. Марганцевая руда. Чиатурское месторождение. Грузинская ССР

Дунта. В Кабардино-Балкарской АССР минералы марганца обнаружены в составе малкинских железо-хромоникелевых руд. Марганец содержится в составе сферосидеритовых руд в нескольких пунктах Дагестана.

Хром. Содержание хрома в земной коре 0,035%. Промышленной рудой для получения этого металла является хромит  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  с его разновидностями — магнохромитом  $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Cr}_2\text{O}_4$  с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  50—65%, хромпикотитом  $(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$  с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  35—55% алюмохромитом  $(\text{Fe}, \text{Mg})(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$  с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  35—50%.

Магнохромитовая руда используется преимущественно в металлургии для изготовления нержавеющей сталей и железа. Хромпикотитовые и алюмохромитовые руды применяются при изготовлении огнеупорных кирпичей, которые идут на футеровку печей для плавки железа, меди, цинка и др. Используются эти руды также в химической промышленности для производства красок, различных солей и химических препаратов.

На Кавказе месторождения хромитовых руд известны в Армении и Азербайджане, но промышленные запасы их еще полностью не выявлены. Наиболее крупным из выявленных месторождений считают месторождение Гей-Дара в Зодском районе.

В пределах *Северного Кавказа* месторождения хромита расположены в Карачаево-Черкесской АО по р. Большая Лаба, в бассейне рек Малый Кяфар — Кяфар — Агура в районе сел. Архыз и в Кабардино-Балкарии в бассейне р. Малка — Малкинское железорудное месторождение.

## Легирующие металлы

**Титан** — элемент, довольно распространенный в земной коре. Кларк его составляет 0,61%. Известно свыше 60 минералов титана, но основными для промышленного извлечения его являются рутил ( $TiO_2$ ) и ильменит ( $FeTiO_3$ ).

Рутил — (лат. «рот» — красный, красноватый) содержит 60% Ti. Желтого, красного, черного цвета. Твердость 6; плотность 4,3.

Ильменит получил название по месту первой находки — Ильменским горам. В настоящее время этот минерал является основным источником титана (Ti 31,6%).

В середине нашего века титан привлек к себе внимание как металл, обладающий уникальными свойствами. Температура его плавления выше, чем у железа и никеля, а плотность почти вдвое меньше. Он отличается более высокой прочностью и коррозионной стойкостью по сравнению с нержавеющей стали.

Высокие физико-химические и механические свойства титана вызвали большой интерес к нему у создателей новой техники, прежде всего в авиационной и ракетно-космической областях.

В настоящее время уже созданы десятки новых марок высокопрочных, коррозионностойких и жаропрочных сплавов титана с алюминием, кремнием, хромом, железом, медью, марганцем, которые могут служить во многих агрессивных средах, в диапазоне температур от сверхнизких до 500—600°C и выше.

В воздушной среде, в морской воде, во многих агрессивных средах титановые сплавы оказались более стойкими, чем большинство применяемых материалов, включая нержавеющие стали и никелевые сплавы. Даже при активном воздействии некоторых химических сред титан показывает почти нулевую скорость коррозии, прибли-

жаясь по этому показателю к платине. Такие свойства титана позволяют называть его «вечным металлом».

Использование титана в промышленности означает повышение надежности конструкции машин и аппаратов.

Распространение титана на Кавказе изучено еще недостаточно.

На *Северном Кавказе* титан встречается в малкинских железных рудах. Диабазовые породы Джимринского ущелья (Северная Осетия) включают повышенное количество титансодержащих минералов. Титан отмечен в базальтах Карачая и в бассейне р. Большая Лаба в контактных новообразованиях между змеевиками и гранитами. Обнаружены породы с повышенным содержанием титана и в других районах Северного Кавказа. В *Армении* перспективны на титан титано-магнезитовые руды, связанные с габбро-пироксенитами и оливинитами (Сваранц и Калакар).

При проведении геологоразведочных работ на другие полезные ископаемые следует обращать внимание на проявления титана.

Ванадий в земной коре находится в рассеянном состоянии в рудах и горных породах, очень редко образует промышленные месторождения. Кларк его составляет 0,02%. В промышленном количестве этот металл содержится в следующих минералах: патроните, роскоэлите, деклаузите, карнотите, ванадините и др.

В чистом виде ванадий ковок, легко поддается обработке давлением. Цвет его серо-стальной; плотность 6,11; температура плавления  $1900 \pm 25^\circ\text{C}$ ; температура кипения  $3400^\circ\text{C}$ .

Ванадий широко применяется в металлургической промышленности, особенно при изготовлении высококачественных сталей. Стали с добавками ванадия отличаются повышенными механическими свойствами, приобретают вязкость. Такие стали незаменимы в автомобилестроении и в целом ряде других отраслей народного хозяйства. Окислы ванадия используются в химической промышленности в качестве катализаторов, во многих синтетических производствах, в красильном деле, в живописи и фотографии.

Сплавы на основе ниобия, хрома и тантала, содержащие присадки ванадия, имеют большое значение в авиационной, ракетной и других областях техники. С при-

менением ванадия получают различные по составу жаропрочные и коррозионностойкие сплавы.

Чистый металл ванадий используют в атомной энергетике и при производстве электронных приборов.

В *Армении* при разработке магнетитовых оливинитов (Сваранцское месторождение) установлен ванадий. Имеются проявления ванадия и в других местах Кавказа.

Никель — серебристо-белый металл, ковкий и пластичный. Кларк никеля в земной коре составляет 0,02%. Минералы, богатые никелем, — сульфиды и арсениды никеля, гидросиликаты и другие кислородные соединения — образуются при выветривании некоторых никеленосных пород.

Никель применяется для получения инструментальных легированных сталей и сплавов с другими металлами (Fe, Cr, Cu и др.), отличающихся высокими механическими, антикоррозионными и магнитными свойствами. Эти свойства сплавов обуславливают их применение в реактивной технике и при создании газотурбинных установок. Особенно важны жаропрочные и жаростойкие хромоникелевые сплавы. Сплавы никеля используются в конструкциях атомных реакторов, для производства щелочных аккумуляторов, антикоррозионных покрытий. В химической промышленности они служат материалом для изготовления специальной химической аппаратуры и в качестве катализаторов многих химических процессов.

На территории *Армении* рудопроявления никеля известны во многих пунктах. В *Грузии* местами отмечается никелевое оруденение, например, в пределах Дзирульского кристаллического массива у сел. Чорчана. Проявления никеля обнаружены на южном склоне Большого Кавказа на территории Абхазии, Рачи и Сванетии. В небольшом количестве содержится этот металл в Чиатурских марганцевых рудах. На *Северном Кавказе* никель присутствует в рудах Садонского и соседних с ним месторождений полиметаллов (Северная Осетия). Обнаружен он также на Большой Лабе. Некоторую ценность представляют малкинские никелевые руды (Кабардино-Балкарская АССР), где, по-видимому, имеются небольшие его запасы.

Кобальт — тяжелый металл серебристого цвета с розовым оттенком. Содержание его в земной коре

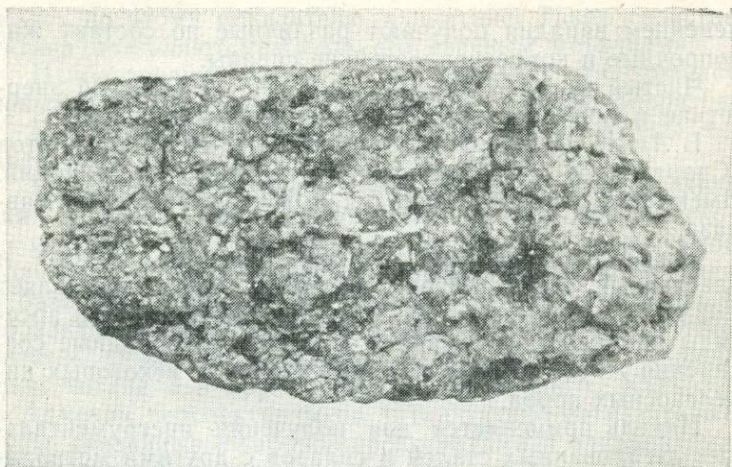


Рис. 27. Кобальтин. Месторождение Дашкесан. Азербайджанская ССР

0,004%. Промышленное значение из минералов кобальта имеют следующие: линнеит  $\text{Co}_3\text{S}_4$  (40—53% Co); кобальтин  $\text{CoAsS}$  (до 35% Co); асболан  $m(\text{Co}; \text{Ni}) \text{O} \times \times \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (до 32% CoO и 11% NiO); смальтин  $\text{CoAs}_{3-2}$  (до 24% Co); сферокобальтит  $\text{CoCO}_3$  (до 50—55% Co).

Кобальт является весьма ценным компонентом при производстве сталей. Его используют для получения сплавов с весьма высокой магнитной индукцией, а также жароупорных и жаропрочных сплавов. Соединения кобальта применяют при изготовлении качественной минеральной краски синего цвета, в стекольной, керамической промышленности и в других отраслях народного хозяйства.

В Азербайджане кобальтин в промышленном количестве выявлен в Северо-Дашкесанском месторождении (рис. 27). Встречается он также в Физизчайском районе, но редко.

В Армении Сваранцское месторождение кроме магнетитовых оливинов содержит кобальтин и другие ценные элементы. В рудах кварц-сульфидного типа на территории республики попутными являются кобальт и другие ценные примеси.

В Грузии местами отмечаются кобальтовые оруденения, например у сел. Чорчана. Небольшим процентом кобальта характеризуются Чиатурские марганцевые руды, несколько повышенное его количество — до 0,5% — в медно-пирролиновых рудах в верховьях р. Зима (правый приток Кодори).

На Северном Кавказе кобальт установлен в бассейнах рек Теберда и Баксан. Содержится он в рудах Садонского и соседних с ним месторождений полиметаллов (Северная Осетия).

Проявления кобальта на территории Кавказа значительны.

Молибден — (греч. «молибдос» — свинец) по внешнему виду имеет сходство со свинцом. Кларк молибдена в земной коре 0,001%. Связан этот металл с кислыми и умеренно кислыми гранитоидами.

Основным промышленным минералом молибденовых руд является молибденит  $\text{MoS}_2$  (50—70% Mo). Плотность его 4,7—4,8.

В промышленности молибден начал использоваться в 30-х гг. текущего столетия при производстве качественных и специальных сплавов. Добавки молибдена резко увеличивают пластичность и прочность стали, в связи с чем она широко применяется в машиностроении, авиации. Сплавы молибдена с никелем, кобальтом, хромом, ванадием, вольфрамом — стеллиты, а также твердые сплавы, содержащие карбид молибдена, широко распространены в качестве инструментальных и кислотоупорных сталей. Чистый металлический молибден употребляется для изготовления нитей накаливания электроплит, обмоток электропечей (взамен платины), в электро- и радиотехнике. Соединения  $\text{MoO}_3$  служат катализаторами при крекинге нефти, в производстве красок и химических реактивов.

В Армянской ССР из медно-молибденовых руд наряду с медью извлекают и молибден. Рудное поле Каджаранского медно-молибденового месторождения сложено монцонитами. Месторождение разрабатывается карьерами с применением мощных экскаваторов и самосвалов. Агарское медно-молибденовое месторождение расположено в Мегринском районе и также разрабатывается карьерами. Дастакертское медно-молибденовое месторождение, разрабатываемое открытым способом,

расположено в Сисианском районе. Молибден установлен и в других районах Армении.

В Грузии на территории Онийского района (Верхняя Рача) ранее разрабатывалось месторождение Короби. Перспективными в республике районами для поисков молибдена являются Храмский кристаллический массив, Хулойский район в Аджарии, центральная часть южного склона Главного Кавказского хребта.

В Азербайджанской республике заслуживают внимания проявления молибдена в Ордубадском районе Нахичеванской АССР.

Кроме того, молибден найден на Северном Кавказе (Кабардино-Балкарская АССР) — высоко в горах Приэльбрусья в узкой долине р. Баксан, где расположен г. Тырнауз. В этой же долине на противоположном берегу Баксана находятся производственные здания обогатительной фабрики.

Основной рудник Тырнауза находится на высоте 2000 м над уровнем моря. А его штольни поднимаются вверх еще на километр. До последнего времени руда отсюда отправлялась вниз на обогатительную фабрику в вагонетках подвесных канатных дорог. Недостаточная пропускная способность этих дорог сдерживала добычу ценнейшей руды. Теперь от вершины молибденовой горы по ее крутым и обрывистым склонам измельченная в тонкий порошок руда потекла вниз по металлическим нитям (трубам) на обогатительную фабрику. Эта артерия заменила сложные в эксплуатации и неустойчивые на ветру канатные дороги.

На Кавказе имеется много проявлений молибдена. Здесь ведутся геологопоисковые и разведочные работы, связанные с выявлением новых месторождений этого металла.

Вольфрам мало распространен в природе — кларк его в земной коре составляет 0,0001%. В свободном состоянии он не встречается. В чистом виде представляет собой металл серебристо-стального цвета с температурой плавления 3400°C.

Основными рудными минералами вольфрама являются вольфрамит (Fe, Mn)·WO<sub>4</sub> (WO<sub>3</sub> до 76,5%, или W до 60,6%) с разностями — гюбнеритом (марганцовистая разность) и ферберитом (железистая разность), и шеелит CaWO<sub>4</sub> (WO<sub>3</sub> до 80,6% или W до 63,9%).

Промышленное использование вольфрама началось с конца XIX в. в связи с развитием черной металлургии. Этот металл широко применяется в современной технике в чистом виде и для получения сплавов, главным образом легированных сталей, твердых сплавов на основе карбида вольфрама, износостойчивых и жаропрочных сплавов. В авиационной и реактивной технике используют жаропрочные сплавы вольфрама с другими тугоплавкими металлами. Большую роль играет этот металл в электропромышленности, в радиоэлектротехнике и рентгентехнике, а также при изготовлении деталей электровакуумных приборов. Применяется он в лакокрасочной и текстильной промышленности. Некоторые химические соединения вольфрама используют в качестве катализаторов в органическом синтезе, а также при создании эффективной твердой смазки для деталей трения. Из сплавов с вольфрамом, обладающих высокой твердостью, изготавливают долота для бурения скважин и резы для металлообрабатывающей промышленности.

Основным районом добычи вольфрама на *Северном Кавказе* является описанное выше вольфрамо-молибденовое месторождение Тырнауз. Минералы вольфрама на Северном Кавказе распространены довольно широко, следовательно, геологоразведочные работы могут принести интересные данные о возможных новых месторождениях. В *Грузии* в свое время разрабатывалось небольшое Коробское вольфрамовое месторождение. Проявления минералов вольфрама на территории Закавказских республик установлены во многих пунктах.

## Малые (редкие) металлы

Олово — серебристо-белый металл, мягкий и пластичный, медленно тускнеющий на воздухе. Кларк олова в земной коре 0,0006%.

Рудным минералом олова является касситерит, или оловянный камень,  $\text{SnO}_2$  (Sn 78,6%). Небольшое значение имеют минералы станнин — оловянный колчедан, тиллит и др. Цвет касситерита от темно-бурого до смоляно-черного, с буроватым оттенком; плотность 6,8—7,1; твердость 6—7; хрупкий.

Олово применяется для получения различных сплавов, белой жести, фольги, эмалей, химических препаратов и т. п.

В *Армении* в районе Гугарк обнаружены проявления касситерита. В пределах Келасурского массива на территории *Грузинской ССР* в рудопоявлениях отмечается вкрапленность этого минерала. Аналогичные проявления установлены и в других пунктах Кавказа.

Висмут — металл серебристо-белого цвета с розоватым оттенком. Блеск металлический; твердость 2; плотность 9,7—9,8; температура плавления 271,3°C; температура кипения 1560°C.

Кларк висмута в земной коре  $2 \cdot 10^{-5}\%$ . Металл связан с кислым и умеренно-кислыми гранитоидами.

Важными рудными минералами висмута являются: самородный висмут  $\text{Bi}$  (95—99%  $\text{Bi}$ ); висмутин  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  (81%  $\text{Bi}$ ); бисмит  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  (89%  $\text{Bi}$ ); бисмутит  $\text{Bi}_2[\text{CO}_3] \times \text{X}[\text{OH}]_4$  (87%  $\text{Bi}$ ).

Минимально приемлемое содержание висмута в руде обычно 0,1—0,2%, при попутном извлечении висмута из других руд содержание его в сотые доли процента считается рентабельным.

Легкоплавкие сплавы висмута используются в автоматических противопожарных устройствах, как припой, в зубоврачебном протезировании. Из висмута делают спирали приборов для измерений напряженности магнитного поля.

В *Армении* висмут установлен на месторождениях железных руд — Разданском, Чичквадском Мегринского района, на Зодском золоторудном месторождении, где висмут извлекается попутно.

В районе Филизчайского месторождения в *Азербайджане* обнаружен висмутин. На Северном Кавказе в районе р. Баксан в вольфрамо-молибденовых рудах Тырнаузовского месторождения установлен висмут.

Мышьяк — химический элемент оловяно-белого цвета; твердость его 3,5—4; плотность 5,7—5,8. Кларк мышьяка в земной коре 0,0005%. Он связан с кислыми и умеренно-кислыми гранитоидами, реже с основными и щелочными породами.

Самородный мышьяк образует скорлуповатые скопления. Известно много минералов, содержащих этот элемент. Наиболее распространенными минералами яв-

ляются: арсенипирит  $\text{FeAsS}$  (As 46%); лёллингит  $\text{FeAs}_2$  (As 72,8%); реальгар  $\text{AsS}$  (As 70%); аурипигмент  $\text{As}_2\text{S}_3$  (As 61%). Соединения мышьяка чаще всего встречаются в комплексе с цветными и благородными металлами (Cu, Zn, Pb, Au, Ag и др.).

Широкое применение мышьяк находит в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями и уничтожения сорняков. Его используют также в медицине, в кожевенной промышленности, в керамическом производстве. В сплавах с сурьмой и свинцом мышьяк обуславливает их твердость и антикоррозионные свойства.

На территории Азербайджана выявлено Джульфинское месторождение мышьяка (Нахичеванская АССР) и др. В Грузинской ССР известны Лухумское и Цанское месторождения. На *Северном Кавказе* в Эльбрусском рудном поле обнаружен самородный мышьяк.

Сурьма — химический элемент, известный в нескольких аллотропических формах. Кларк сурьмы в земной коре 0,00005%; увеличение концентрации связано с кислыми и умеренно-кислыми гранитоидами.

Важнейшей рудой для извлечения сурьмы является стибнит (антимонит)  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  (Sb 71,7%). Меньшее значение имеют тетраэдрит, буланжерит, джемсонит, сервантит и др.

Сурьма обладает способностью повышать твердость сплавов с мягкими металлами. Эти сплавы широко используются для производства подшипников. Сурьму и ее соединения применяют при изготовлении огнестойких красок, лаков, эмали, керамики, в спичечной и резиновой промышленности, в медицине, для пропитки огнестойких тканей.

В *Грузии* разведано Зопхитское месторождение сурьмы с богатым ее содержанием. На территории *Армянской ССР* и во многих других пунктах Кавказа установлены перспективные проявления сурьмы.

Ртуть — серебристая жидкость (единственный жидкий при обычной температуре металл), среднее ее содержание в земной коре  $5 \cdot 10^{-6}\%$ .

Важным промышленным минералом ртути является киноварь  $\text{HgS}$  (86,2% Hg, 13,8 S). Небольшую роль играет блеклая ртутная руда. В некоторых случаях промышленное значение имеет самородная ртуть.

Цвет киновари от ярко- до темнокрасного, иногда

наблюдается свинцово-серая побежалость. Блеск алмазный; твердость 2—2,5; плотность 8,1—8,6.

Ртуть применяется в лабораторной практике и в технике. Многие соединения ее используются в медицине.

На территории Кавказа промышленные месторождения ртути разведаны в Краснодарском крае — Сахалинское, Белокаменное, Перевальное; в Северной Осетии в Наро-Мамиссонском районе — Тибское. Месторождения ее установлены также в *Грузинской ССР* (Абхазия). Рудопроявления ртути выявлены в Зодском месторождении в Армении. Проявления киновари обнаружены в Кабардино-Балкарии, в бассейне р. Черек. Рудопроявления ртути известны в Дагестане (Кизил-Дере). В Азербайджанской ССР, в центральной части Малого Кавказа, открыты месторождения и проявления ртути. Выявленные месторождения этого полезного ископаемого образуют перспективный ртутоносный район. Одно из месторождений — Шорбулагское — уже разрабатывается.

## Цветные и легкие металлы

Медь — относится к группе цветных металлов. По масштабам применения в народном хозяйстве этот металл занимает второе место после железа.

Еще в глубокой древности человек начал использовать медь. Этому способствовало то, что в природе она иногда встречается в виде самородков, которые иногда достигают больших размеров. Медь и ее сплавы имели важное значение в развитии материальной культуры (бронзовый век).

Цвет меди медно-красный. Блеск металлический. Она обладает ковкостью; излом ее неровный, крючковатый. Твердость 3. Плотность 8,5—9.

Наибольшее значение из минералов меди имеют: халькопирит  $\text{CuFeS}_2$  (Cu 34,5%); халькозин  $\text{Cu}_2\text{S}$  (Cu 79,8%); борнит  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  (Cu 63,3%); ковеллин  $\text{CuS}$  (Cu 66,4%); куприт  $\text{Cu}_2\text{O}$  (Cu 88,8%); самородная гипогенная или гипергенная медь (Cu  $\approx$  100%). Обычно в рудах кроме меди встречаются молибден, никель, цинк, свинец, золото и другие металлы.

Среднее содержание меди в земной коре 0,01%.

Около 50% добываемой меди идет на нужды электротехники.

тротехнической промышленности. Используется она в машиностроении, автомобилестроении и в других отраслях народного хозяйства. Сплавы меди с оловом, бериллием, алюминием, цинком и никелем находят применение при изготовлении химической аппаратуры. В сельском хозяйстве она употребляется для борьбы с вредителями.

Интересно отметить, что добыча меди на Кавказе осуществлялась еще в медный и бронзовый века. По сохранившимся сведениям, на территории Армении добычу медной руды производили еще в середине века, а со второй половины XVIII в. и до наших дней здесь происходит процесс развития медной промышленности. В *Армянской ССР* сосредоточены большие ресурсы меди. Здесь известно несколько сотен ее месторождений и рудопроявлений. Медно-молибденовые месторождения Каджаранское, Агаракское, Дастакертское и др. расположены главным образом в Кафанском и Сисианском районах и представлены характерным для Закавказья прожилково-вкрапленным типом медно-молибденовых порфириновых руд. На северо-западном продолжении Каджаранского рудного поля в результате разведочных работ обнаружены новые площади с медным оборудованием. Кафанские медные руды связаны с жильным месторождением. На уже известном Алавердском месторождении установлены новые меднорудные тела.

Весьма интересным является Шамлугское месторождение меди, расположенное в 11 км к западу от станции Ахатла Закавказской железной дороги, в гористой местности, покрытой красивым лесом. Медно-колчедановые руды этого месторождения отличаются высоким качеством.

Получены хорошие результаты разведки на Мегразорском и Личкваском месторождениях. Здесь наряду с медью в рудах содержатся и другие ценные металлы. В Зангезурском районе установлены Цавское, Гехинское, Аравусское и Айгедорское медно-молибденовые проявления. В пределах Анкадзорского медного месторождения, ранее считавшегося малоперспективным, обнаружены новые рудные тела с промышленным содержанием меди. На Арманисском месторождении выявлены мощные рудные тела с высоким содержанием меди.

Заслуживает внимания Дсех-Марцигетская зона, где установлены медь и другие металлы,

Анализ геологических материалов позволил А. Т. Асланяну и Э. Х. Гуляну сделать вывод о том, что площади, сложенные умеренно-кислыми гранитоидами и вулканогенно-осадочными образованиями юры и, возможно, мела ввиду наличия медно-молибденовых и медно-колчедановых руд представляют промышленный интерес.

В Грузии введено в эксплуатацию Маднеульское медно-колчедановое месторождение, причем перспективы еще до конца не выявлены. В Аджаро-Триалетской складчатой системе, входящей в металлогеническую провинцию Малого Кавказа, большой интерес для поисков представляет медно-полиметаллическая рудная формация.

В Азербайджанской ССР в сланцевой толще южного склона Большого Кавказа выявлено крупное медно-полиметаллическое Филлизчайское месторождение. На юго-востоке Нахичеванской АССР открыты месторождения медных и медно-молибденовых руд. Проявления медных руд на территории республики прослеживаются в виде непрерывной полосы по северным склонам Малого Кавказа. Интересным было выработанное в настоящее время Кедабекское месторождение. Исследователями Азербайджана отмечается наличие редких жил медных и полиметаллических руд на крупном Чирагидзорском серно-колчедановом месторождении.

На Северном Кавказе открыты и разведаны Урупская группа медно-колчедановых месторождений (Карачаево-Черкесская АО), Худесское месторождение (Кабардино-Балкария). В Ставропольском крае найдены медно-колчедановые месторождения Власинчихинское, Скалистое и Первомайское. В Горном Дагестане обнаружены медно-колчедановое месторождение Кизил-Дере, а также Кальяльское, Цмиирцыское и другие, приуроченные к зоне регионального Ахты-Чайского разлома или к участкам, примыкающим к нему.

Свинец и цинк в природе редко встречаются раздельно. Они сопутствуют друг другу, образуя месторождения полиметаллических руд. Основными промышленными минералами свинца являются: галенит, или свинцовый блеск  $PbS$  (Pb 86,6%); церуссит  $PbCO_3$  (Pb 77,6%); англесит  $PbSO_4$  (Pb 68,3%). Из минералов цинка наибольшее значение имеют: сфалерит, или цинковая

обманка,  $ZnS$  ( $Zn$  67%); смитсонит  $ZnCO_3$  ( $Zn$  52%); каламин  $Zn[Si_2O_7] \cdot [OH]_2 \cdot H_2O$  ( $Zn$  53,7%).

Среднее содержание свинца в земной коре 0,002%, а цинка 0,02%; оба элемента связаны, как правило, с умеренно-кислыми гранитоидами и встречаются совместно.

Полиметаллические руды в зависимости от преобладающего в них металла называют свинцово-цинковыми, серебро-свинцовыми и др. В полиметаллических рудах обычны примеси висмута, кадмия, индия, германия, галлия и других металлов, поэтому они являются источником добычи не только свинца и цинка, но и других весьма нужных народному хозяйству металлов.

Свинец широко применяется в электротехнической промышленности для производства аккумуляторных батарей, оболочки кабеля и т. п. Он является важным компонентом при изготовлении мягких сплавов для подшипников и типографских шрифтов, бронзы, свинцовых белил, фольги. Различные приспособления из свинца служат для защиты от радиоактивного излучения. Высшие сорта стекла (хрусталь) содержат в своем составе свинец.

Цинковые покрытия предохраняют от окисления железные листы, трубы, провода. Латунь—сплав цинка и меди — используется в электропромышленности; сплав цинка с алюминием и магнием — в авиастроении и во многих других отраслях промышленности. Цинк употребляется для приготовления цинковых белил. Успешно применяются соли цинка, в частности, для предохранения деревянных изделий от гниения.

На территории Кавказа разведано и эксплуатируется большое количество месторождений полиметаллических руд, в частности на *Северном Кавказе*, в Северо-Осетинской АССР, Кабардино-Балкарской АССР, Карачаево-Черкесской АО.

Сравнительно недавно в Азербайджане и Дагестане открыты месторождения Кизил-Дере и Физизчайское, где свинец и цинк наряду с медью, являются основными металлами. На Мехманинском свинцово-цинковом месторождении разведаны запасы легко обогащаемых руд. С освоением этих месторождений Кавказ станет поставщиком полиметаллов, в особенности цинка. В Нахичеванской АССР имеются месторождения свинца и цинка.

В Грузии в Аджаро-Триалетской складчатой системе большой интерес представляет медно-полиметаллическая рудная формация. В Артвино-Болнисской зоне кроме других полезных ископаемых известны медно-полиметаллические руды.

Алюминий — металл серебристо-белого цвета с синеватым оттенком. Плотность 2,7; температура плавления 659,8°C. Среднее содержание алюминия в земной коре 7,45%.

Сплавы алюминия с медью, марганцем, магнием, никелем, цинком и другими металлами обладают достаточной механической прочностью и широко применяются в машиностроении, моторостроении, в авиационном, в электротехнике и в других отраслях народного хозяйства.

Производство алюминия базируется на бокситах, но на Кавказе месторождения бокситов пока не установлены. В настоящее время для получения алюминия здесь используют алунит<sup>1</sup> и нефелин<sup>1</sup>, запасы которых на Кавказе большие.

Магний — серебристо-белый, блестящий, очень легкий металл. Кларк магния в земной коре 2,35%. Он содержится и в морской воде — в 1 м<sup>3</sup> воды около 1 мг магния. Основные минералы магния: магнезит MgCO<sub>3</sub> (Mg 28,7%); доломит CaMg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (Mg 13,1%); карналлит MgCl<sub>2</sub>·KCl·6H<sub>2</sub>O (Mg 8,7%); брусит Mg (OH)<sub>2</sub> (Mg 41,6%) и др.

В промышленности магний используется в чистом виде и в виде сверхлегких сплавов с алюминием, цинком, марганцем, применяющихся в самолето- и ракетостроении, в автомобильном производстве.

На Кавказе во многих пунктах известны основные минералы магния, а следовательно, не исключена возможность установления месторождений этого ценного металла.

## Благородные металлы

Серебро — сверкающий белый металл. Твердость 2,5; плотность 10—11. Кларк серебра в земной коре 0,00001%.

<sup>1</sup> См. ниже в разделе «Неметаллические полезные ископаемые».

Основными минералами серебра являются: самородное серебро Ag (до 100%); электрум Au, Ag (Ag 15—50%); аргентит  $Ag_2S$  (Ag 87,1%); прустит  $Ag_3AsS_3$  (Ag 65,5%); пираргирит  $Ag_3SbS_3$  (Ag 60%); кераргирит  $AgCl$  (Ag 75,2%). Большое значение для извлечения серебра имеют серебросодержащие блеклые руды, галенит, энаргит, халькопирит и некоторые другие сульфиды. В природе известны проволоочные образования серебра, реже оно встречается в виде кристаллов, различной формы сростков, иногда в виде тонко- и грубопластичных образований, мелких вкрапленников.

Большое количество серебра добывается из полиметаллических руд. Иногда оно связано с галенитом. В некоторых случаях его получают при добыче медных руд.

С давних времен серебро используется человеком в качестве драгоценного металла в ювелирных изделиях, для чеканки монет. В сплавах с медью оно идет на изготовление серебряных изделий; его применяют в кино- и фотоделе для получения бромистого серебра.

В *Азербайджане* разведано Мехманинское месторождение полиметаллических руд с содержанием серебра. В *Армянской ССР* золоторудными месторождениями являются Меградзорское в Разданском районе и Личквасское в Мегринском районе — здесь главными компонентами являются золото и серебро. Повышенное содержание серебра установлено на свинцово-цинковом Шаумяновском месторождении (Кафан, Армения). На Ахатлинском месторождении в полиметаллических рудах отмечено серебро. В золоторудном Зодском месторождении также установлено серебро. На *Северном Кавказе* в полиметаллических рудах, разрабатываемых в Северной Осетии, обнаружено серебро.

Проявления серебра имеют место и в других районах Кавказа.

Золото с древнейших времен применялось человеком для украшений, а позже и для чеканки монет. В земной коре оно весьма рассеяно, и кларк его составляет  $5 \cdot 10^{-7} \%$ . Цвет золота от ярко- до светло-желтого. Блеск сильный, металлический. Твердость 2,5. Плотность 15,5—19,3. Обладает ковкостью. Химически малоактивно.

Различают два основных типа месторождений золота: 1) рудное золото — первичные месторождения; 2) россыпное золото — вторичные месторождения.

Важное промышленное значение имеет самородное золото, содержащее примеси серебра, меди, иногда висмута, палладия, родия и др. Промышленной считается руда с содержанием золота 1—2 г на 1 т руды, встречаются месторождения с содержанием золота в руде 4—5 г/т и выше.

Золото широко применяется при производстве ювелирных изделий. В сплавах с платиной оно идет на изготовление различной химической аппаратуры, а в сплавах с платиной, серебром и другими металлами используется в электротехнике. Золото входит в состав химических препаратов для фотографии, применяется в медицине.

Археологические находки свидетельствуют о том, что на Кавказе золото добывали еще в отдаленные исторические времена.

Золоторудные проявления установлены в Верхней Сванетии и в некоторых других местах. В Армении золото содержится в виде примеси к основной руде в месторождениях меди, медного колчедана (Кафан, Шамлуг, Алаверди и др.), серного колчедана (Тандзут), полиметаллов (Гамза, Ахтала). Проявления золота установлены в Личквастейском районе, открыто Зодское месторождение золота.

В *Азербайджане* золото обнаружено во многих пунктах. В *Грузии* россыпные золотоносные пески известны в бассейнах рек Ингури<sup>1</sup>, Дамблудка, Храми, Пиназаури, Цхенис-Цхали и Сарамула.

На *Северном Кавказе* установлена золотоносность аллювиальных отложений долин рек Уруп, Власничиха, Бижгон, Кяфар, Зеленчук, Теберда, Кубань, Малка, Баксан, Мушт, Чегем, Урух и Фиаг-Дон. Давно уже в небольшом количестве добывается золото в верховьях Лабь.

**П л а т и н а** (исп. «латина» — серебрецо) и металлы, относящиеся к ее группе, весьма рассеяны в земной коре, и кларки их составляют стомиллионные доли процента. Цвет платины серебряно-белый до черно-стального. Блеск металлический. Твердость. 4. Плотность 14—19. Обладает ковкостью. Температура плавления 1774°С. Излом крючковатый. Платина является химиче-

<sup>1</sup> При строительстве Ингурской ГЭС в процессе намыва плотины драгой попутно улавливалось золото.

ский стойким, тугоплавким и электропроводным металлом.

В природе чаще всего встречаются Fe-содержащие разновидности самородной платины. Из минералов группы платины в земной коре наиболее распространен поликсен Pt, Fe (80—88% Pt и 5—11% Fe). Промышленной считается руда, содержащая 1—2 г платины на 1 т руды.

Платина и металлы ее группы — палладий, осмий, иридий, родий, рутений — используются в химической и электротехнической промышленности, в качестве драгоценных металлов — в ювелирном деле. Благодаря коррозионной стойкости, устойчивости к действию высоких температур и другим свойствам платина широко применяется в различных областях техники.

На Кавказе и в первую очередь на территории *Армянской ССР* имеются геологические предпосылки для выявления месторождений платины (Э. Х. Гулян). В рудах Зодского месторождения золота встречается и платина. Этот металл установлен в рудах многих других месторождений Кавказа, попутное извлечение его представляет интерес.

## Редкие, рассеянные и редкоземельные элементы

Современная техника связана с использованием редких, рассеянных и редкоземельных элементов. Потребность в этих элементах народного хозяйства страны возрастает из года в год. Они применяются для получения специальных сплавов и керамики в полупроводниковой и термоядерной технике, при создании вычислительных машин, при производстве оптического стекла и в других процессах.

Редкие, рассеянные и редкоземельные элементы установлены в различных рудах Кавказа. Так, например, медно-молибденовые и другие руды Кавказа содержат галлий, таллий, рений, селен, теллур и другие рассеянные элементы; в Зодском золоторудном месторождении содержатся селен, теллур и др. В золе некоторых углей Кавказа отмечено повышенное содержание германия. В массивах нефелиновых сиенитов, грейзенирован-

ных и альбитизированных гранитов Кавказа установлены кадмий, рений, селен, теллур и некоторые редкоземельные элементы.

В настоящее время внимание к редким, рассеянным и редкоземельным элементам значительно повысилось. Последнее объясняется тем, что темпы развития тяжелой индустрии и новой техники требуют выявления этих элементов все в большем и большем объеме.

Предварительные геохимические исследования показывают, что недра Кавказа представляют практический интерес с точки зрения возможного получения редких, рассеянных и редкоземельных элементов в промышленных концентрациях. В связи с наличием в различных рудах Кавказа редких, рассеянных и редкоземельных элементов в некоторых случаях, по-видимому, следует организовывать попутное извлечение их из основных руд.

## НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Неметаллические полезные ископаемые в земной коре распространены значительно шире, чем металлические. Обычно среди этих полезных ископаемых выделяют индустриальное, химическое, керамическое и стекольное сырье; минеральные и строительные материалы; драгоценные, поделочные и технические камни. В настоящее время еще отсутствует единая общепринятая классификация неметаллических полезных ископаемых. Отметим только, что подразделение полезных ископаемых, относимых к этой категории, можно производить условно, так как одно и то же сырье вследствие многообразия свойств часто используется в разных отраслях народного хозяйства.

Значение неметаллических полезных ископаемых, встречающихся на Кавказе, в развитии промышленности, сельского хозяйства, промышленного и гражданского строительства настолько велико, что с каждым годом добыча их из недр и использование возрастают.

### МИНЕРАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

**Графит** (греч. «графо» — пишу) — наиболее устойчивая кристаллическая модификация чистого углерода.

Цвет его от черного до стально-серого. Блеск металлический до жирного. Твердость 1—2. Плотность 2,1—2,3. Резко выраженные кристаллы редки, обычно графит образует плотные зернистые, листоватые, чешуйчатые, радиально-лучистые, землистые массы черного цвета.

В природе графит встречается в основном в гранитах, гнейсах, каменных углях. По электропроводности и теплопроводности он не уступает металлам, не плавится (сгорает при  $3500^{\circ}\text{C}$ ), обладает высокой огнеустойчивостью. Химически инертен, реагирует с кислотами только в присутствии окислителей, растворяется лишь в расплавленных металлах с образованием карбидов. В измельченном виде способен покрывать весьма тонким слоем значительные поверхности.

Применяется графит для изготовления огнеупорных материалов и изделий, например, в литейном деле для покрытия форм, в которых производят отливки; в больших количествах идет на производство электродов к дуговым печам и прожекторам, щеток электромашин. Используется для регулирования скорости ядерного распада в атомных котлах, для изготовления графитовых тиглей, применяется в качестве смазочного материала (графитная смазка). Из графита делают карандаши и краски.

В Грузии в пределах Дзирульского кристаллического массива известно Чхерское месторождение графита.

Проявления графита (графитоносные сланцы) в Армении установлены в Разданском районе. На Северном Кавказе есть небольшие месторождения графита на территории Северной Осетии и Карачаево-Черкесской АО.

Корунд представляет собой окись алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Твердость 9. Плотность 3,9—4,1. Бесцветный, но часто окрашен микропримесями в синий до серого, иногда буро-красный, зеленый или фиолетовый цвета. Он обладает большой химической стойкостью, высокой температурой плавления. Прозрачные и чистые кристаллы корунда относятся к драгоценным камням — прозрачный синий корунд называется сапфиром, прозрачный красный — рубином. Обычно к корундовым рудам относят породы, в которых корунд находится совместно с полевыми шпатами, мусковитом, кварцем, андалузитом,

кианитом, силлиманитом и др. Из этих руд он сравнительно легко извлекается.

Используют корунд главным образом в качестве абразивного материала и как сырье для квантовых генераторов. Применяется он также для специальной футеровки электроплавильных печей, при изготовлении физических приборов и т. п.

Микрокристаллические массы его, а также природные смеси, состоящие из зерен корунда с гематитом, магнетитом, пиритом и др., называются наждаками. Месторождения андалузитовых вторичных кварцитов известны в *Армении*, андалузитовые проявления обнаружены в *Кабардино-Балкарской АССР*.

Исландский шпат (кальцит) получил название по местности — о-ву Исландия, где впервые были найдены прекрасные его образцы. В составе исландского шпата содержится 56% CaO и 44% CO<sub>2</sub>, в небольших количествах присутствуют примеси магния, железа, марганца, реже цинка, кобальта, стронция, бария. Твердость его 3; плотность 2,6—2,8. Спайность весьма совершенная; он хрупок, но пластичен.

Исландский шпат часто представлен красивыми кристаллами, в различной степени прозрачными, обладающими стекляннм блеском. Цвет кристаллов желтый, чайный, лимонный, розовый, голубоватый, фиолетовый и др. Выкристаллизовался он из теплых водных растворов при затухающей вулканической деятельности.

Среди минералов исландский шпат занимает особое место. Уникальность его проявляется в свойстве с изумительной четкостью двойть и поляризовать лучи света. Он нашел широкое применение на предприятиях, выпускающих оптические приборы, астрономические измерительные инструменты, квантовые генераторы и т. п.

Встречается этот минерал на северо-западном окончании Кавказского хребта в *районе Новороссийска*, в *Ставропольском крае*. В *Закавказье* месторождения исландского шпата установлены в *Нагорно-Карабахской АО*, *Азербайджанской ССР* и вблизи *Иджевана* в *Армянской ССР*. Кристаллы исландского шпата, обнаруженные в *Азербайджане*, представлены хорошо ограниченными скаленоэдрами, вытянутыми ромбоэдрами и двойниковыми их комбинациями.

Асбест (греч. «асbestos» — неугасимый, неразрушимый) — под этим названием объединяется группа тонковолокнистых минералов из класса силикатов, образующих агрегаты, сложенные очень тонкими и гибкими волокнами. По химическому составу асбестовые минералы представлены водными силикатами магния, железа, кальция и натрия. Цвет их обычно белый, темный, серосиний; хризотил-асбест зеленовато-желтый с золотистым отливом.

Минералы асбеста обладают шелковистым блеском. Твердость их 2. Плотность 2,5—3,3. В кислотах трудно-растворимы или нерастворимы. В большом объеме асбестовые материалы и изделия используются в автотракторной, авиационной, танковой промышленности, в энергетике, машиностроении, в строительстве, на железнодорожном транспорте и в других отраслях народного хозяйства. С применением асбеста выпускается свыше 3000 различных материалов и изделий. Особенно широко асбестоцементный материал используется в строительном деле. Он идет на изготовление кровельных, стеновых, облицовочных листовых материалов, напорных и безнапорных труб.

Еще в глубокой древности из асбестового волокна вырабатывали несгораемые фитили для светильников, одежду для жрецов. Искусство изготовления асбестовых тканей было известно в Древней Греции, Китае, Индии.

На *Северном Кавказе* известны небольшие месторождения хризотил-асбеста (Карачаево-Черкесская АО, Краснодарский край). В *Закавказье* проявления асбеста установлены в северо-восточной части оз. Севан (Армения) и в различных пунктах на территории Грузии.

Тальк встречается в виде листоватых, чешуйчатых, мелкозернистых и плотных агрегатов. Цвет его белый, желтоватый, серый, зеленоватый. Блеск стеклянный до перламутрового на плоскостях спайности, в плотных агрегатах — тусклый. Твердость 1—2. Плотность 2,7—2,8. На ощупь жирный, шероховатый. Излом неровный, занозистый.

Тальк применяется для изготовления изоляторов, в фармацевтической, бумажной и резиновой промышленности, используется в производстве огне- и свето-

устойчивых красок, при обогащении руд и для других целей.

Месторождения талька известны в *Южной Осетии*. Проявления его обнаружены и в других пунктах Кавказа.

**Барит** — (греч. «барос» — тяжелый) — тяжелый шпат, природный сульфат бария  $BaSO_4$ , содержит 65,7%  $BaO$  и 34,3%  $SO_3$ . Обычно бесцветный или снежно-белый, иногда желтоватый, голубоватый, зеленоватый, красноватый, реже коричневый, темно-красный. В некоторых случаях цвет зависит от включений гидратов окисла железа, органического вещества. Встречается и черный барит. В качестве примесей в барите отмечают стронций, свинец и кальций. Кристаллизуется в ромбической системе. Обычно наблюдается в виде сплошных крупнокристаллических масс, а также плотных зернистых или радиально-лучистых агрегатов. Твердость 3. Плотность 4,3—4,7. Блеск стеклянный.

В природе барит часто встречается в гидротермальных месторождениях, сопровождая рудные сульфидные минералы, или образует собственные крупные жильные и метасоматические месторождения. В виде конкреций находится и в осадочных песчано-глинистых отложениях.

Барит широко применяется в народном хозяйстве, например, при бурении нефтяных скважин для утяжеления глинистых растворов, в производстве высококачественных красок, белил, лаков, резины, бумаги и пластических масс, в стекольной промышленности, в медицине, оптике. Используется для изготовления специальной баритовой штукатурки, защищающей от радиации, и для других целей.

В *Грузии* сосредоточены большие запасы барита в Чордском, Кударском, Хаишском и Болнисском месторождениях, в Кутаисской группе месторождений. В рудах крупнейшего Апширинского месторождения в Абхазии содержание сернистого бария составляет в среднем 45—50%. Грузинская республика является одним из основных баритоносных районов СССР. На рис. 28 представлен образец барита из Чордского месторождения.

Наиболее крупными в *Армении* являются месторождения Алавердской группы — Учкилинское, Ахталское, Акоринское и др. В *Азербайджане* основные запасы барита сосредоточены в таких месторождениях, как То-

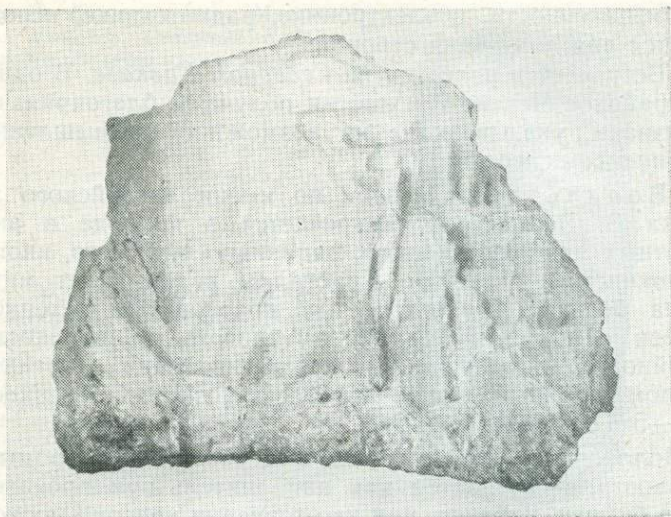


Рис. 28. Барит. Месторождение Чорди, Грузинская ССР

нашенское, Башкишлагское, Азатское, а также в месторождениях Чайкензской, Баянской, Човдарской, Шамхорской, Загликской групп.

На Северном Кавказе месторождения барита установлены в Ставропольском крае в бассейнах рек Зеленчук (Архызская группа месторождений), Кубань (Джаланкольская группа), Урух (Северо-Осетинская АССР), Шаро-Аргун (Чечено-Ингушская АССР) и др.

Запасы барита на Северном Кавказе и в Закавказье велики.

Целестин (лат. «целестис» — небесный, небесно-голубой) бледно-голубого цвета, реже бесцветный, белый или в зависимости от примесей желтоватый, красноватый, зеленоватый и коричневый. Блеск стеклянный до перламутрового на плоскостях спайности. Хрупкий, излом неровный. Твердость 3. Плотность 3,95—4,0. Встречается в виде красивых ромбических кристаллов в известняках, мергелях. Представляет собой соль металла стронция и серной кислоты.

В народном хозяйстве страны целестин имеет большое значение. Широко применяется он в химической

промышленности, в электронике, радиотехнике, используется для получения стронция.

Встречается целестин на *Северном Кавказе*. В одном из районов Чечено-Ингушетии получены благоприятные признаки, указывающие на возможное промышленное скопление целестина.

Волластонит назван по имени английского химика В. Волластона. Встречается в природе в виде плотных масс шестоватого, радиально-лучистого, иногда волокнистого строения. Кристаллы редки. Цвет минерала белый с сероватым или красноватым оттенком. Блеск стеклянный до перламутрового на плоскостях спайности. Прозрачный, просвечивающий. Хрупкий. Излом неровный, ступенчатый до занозистого. Твердость 4,5—5. Плотность 2,8—2,91.

Волластонит используется в керамической промышленности, применяется как наполнитель при производстве бумаги, каучука, при изготовлении красок высокого качества, глазури. Является ценным сырьем для получения минеральной ваты, добавляется в стекольную массу, некоторые виды цемента. Иногда волластонит употребляют в качестве одного из компонентов минерального удобрения.

Встречается на *Северном Кавказе*.

Галит, каменная соль  $\text{NaCl}$  (греч. «гальс» — соль) встречается в кристаллах кубической системы, часто образует плотные зернистые массы. Твердость 2,5. Плотность 2,2—2,3. Каменная соль в чистом виде обычно бесцветна и прозрачна (рис. 29), но бывает окрашена механическими примесями в различные светлые тона — желтый, красный, серый, голубой. Блеск стеклянный. Примесями к каменной соли являются хлористые и сернокислые соли кальция, магния, калия, глинистые породы, битумы и пр. В больших массах представляют собой горную породу.

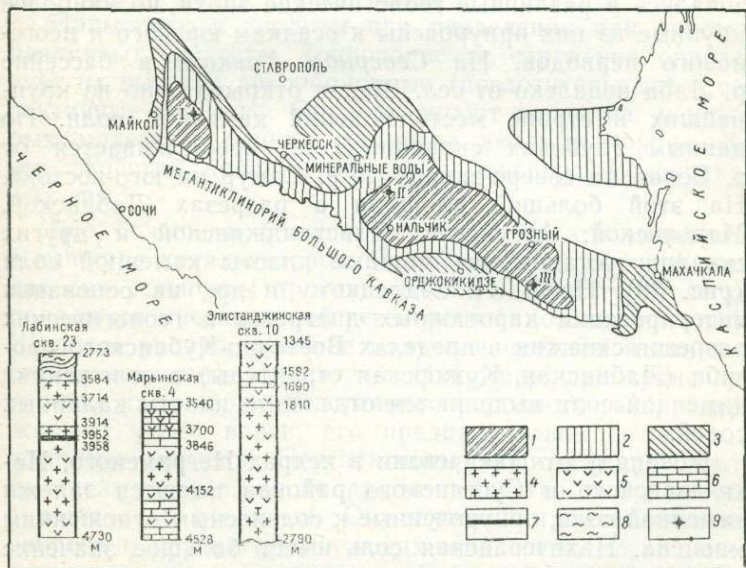
В народном хозяйстве каменная соль находит широкое применение. Она является важным пищевым продуктом и консервирующим средством. В химической промышленности служит для получения соды, соляной кислоты, металлического натрия, едкого натра, хлора и других ценных веществ. Используется в керамической, кожевенной и мыловаренной промышленности, в метал-

Рис. 29. Каменная соль. Марьинская площадь. Северный Кавказ. Образец извлечен из скважины



Рис. 30. Схема распространения верхнеюрских галогенных отложений Предкавказья. По В. И. Седлецкому и др.

Площади распространения пород:  
 1 — соленосных, 2 — гипсоносных, 3 — карбонатных и пестроцветных; 4 — каменная соль; 5 — ангидриты; 6 — известняки; доломиты; 7 — калийная соль; 8 — глины; алевриты; песчаники; 9 — опорные разрезы:  
 I — Лабинская скв. 23, II — Марьинская скв. 4, III — Элистанджинская скв. 10.



лургии, электротехнике, медицине, сельском хозяйстве и других областях.

На территории Кавказа в некоторых местах залежи каменной соли приближаются к поверхности и даже выходят на нее, например в районе Нахичевани. Археологические находки свидетельствуют о том, что еще в отдаленные периоды истории с помощью примитивных орудий труда человек добывал здесь соль. В старых выработках рудника вблизи Нахичевани находили орудия каменного века.

На Кавказе много источников, выносящих рассольные воды с большим содержанием хлористого натрия. На территории Чечено-Ингушетии, в верховьях р. Фортанга в районе Датыха, что на северном склоне Кавказского хребта, с незапамятных времен известно кустарное солеварение из рассольных вод источников, приуроченных к породам чокракского возраста. Аналогичные соляные промыслы имеются и в Дагестане в бассейне р. Андийское Койсу. Здесь в районе аула Конхидашль сохранилось оборудование древнего соляного промысла, где соль выпаривали из высокоминерализованных вод источников.

Залежи каменной соли на территории Кавказа образовались в различные геологические эпохи, но наиболее крупные из них приурочены к осадкам юрского и неогенового периодов. На *Северном Кавказе* в бассейне р. Лаба недалеко от сел. Шедок открыто одно из крупнейших в стране месторождений каменной соли. По данным глубоких скважин, соль прослеживается от р. Белая на северо-западе до р. Самур на юго-востоке. На этой большой площади в разрезах Лабинской, Марьинской, Аргунских, Элистанджинской и других скважин установлены мощные пласты каменной соли (рис. 30). По В. И. Седлецкому и др., на основании интерпретации каротажных диаграмм и геологических разрезов скважин в пределах Восточно-Кубанского прогиба (Лабинская, Кужорская структуры) в отложениях каменной соли выделяются отдельные пласты калийных солей.

К западу от Нахичевани в недрах Неграмского, Нахичеванского и Сустинского районов имеются залежи каменной соли, приуроченные к соленосным отложениям миоцена. Нахичеванская соль имеет большое значение

для всего Закавказья. Большие запасы соли установлены и в Приереванском, Октемберьянском, Аванском и других районах *Армении*. В *Западной Грузии* при бурении скважин на глубине 3100—3300 м установлены пласты каменной соли в юрских отложениях. Немалые перспективы открытия соли в этих же отложениях и в Восточной Грузии.

Каменная соль обычно извлекается из земных недр посредством шахт, штолен и карьеров. Но иногда ее добывают бесшахтным методом — способом подземного выщелачивания.

Цеолиты (*греч.* «цео» — кипеть, «лит» — камень, «кипящий камень») составляют группу водных алюмосиликатов. Природные цеолиты образуются в водной среде, и вода заполняет их поры. При нагревании она выделяется, и создается впечатление, что минерал кипит, однако структура минерала при этом почти не меняется. При соответствующих условиях цеолиты могут снова поглощать воду, а также спирт, аммиак, сероводород и другие вещества. Другое ценное свойство цеолитов — способность обменивать одни основания на другие.

Применяются цеолиты при разделении или очистке различных веществ. Тонкопористая структура определяет их высокие абсорбционные (поглотительные) и селективные свойства. Они поглощают вещества, у которых молекулы меньше диаметра входных «окон». За эти свойства цеолиты получили название молекулярных сит.

Все больше и больше используются эти минералы в качестве катализаторов. Применение их выгодно, так как они устойчивы против высоких температур и легко поддаются многократной регенерации (восстановлению). Широкое распространение получили цеолиты и как высококачественные осушители. Например, при транспортировке на большие расстояния природного газа, содержащего много влаги, его предварительно осушают с помощью цеолитов. Перспективны цеолиты и при очистке кислых газов, когда другие вещества оказываются недостаточно стойкими. Они служат для обезвоживания спиртов и других органических жидкостей, поглощения запахов на птицеводческих и животноводческих фермах,

повышая таким образом качество мяса и улучшая условия труда.

Сфера применения этого чудесного «кипящего камня» постоянно расширяется. Проводятся исследования и опытно-производственные работы, связанные с использованием цеолитов для очистки сточных вод и газообразных промышленных выбросов. Предварительные результаты этих исследований рождают уверенность в том, что во многих случаях эти удивительные творения природы успешно смогут выполнять и службу, связанную с охраной окружающей среды.

Еще в прошлом веке в выбросах грязевого вулкана на Апшероне был найден анальцим, который является важным минералом этой группы. В Дашкесанском районе в Азербайджане имеются перспективы для открытия месторождений цеолитов.

Эти минералы широко распространены на Кавказе и в Закавказье, где развиты древние юрские или кайнозойские вулканогенные толщи. Недалеко от курорта Цхалтубо у сел. Гвиштиби известно месторождение цеолитов, где они связаны с вулканическими туфами. Во многих районах Западной Грузии обнаружены красивые кристаллы цеолита. Недавно геологи Г. С. Дзоденидзе и И. В. Схиртладзе установили в юрских угленосных толщах Гелати прослой породы, на 80% состоящие из анальцима. В настоящее время выявлены и разведаны высококремнистые цеолиты в Картли близ селений Дзегви, Хекордзули, Тедзами и в других пунктах. Распространены они в Азербайджане, Армении и других районах Кавказа.

Г и п с (греч. «гипсос» — мел, известь) — минерал кристаллической структуры, представляющий собой водную сернокислую соль кальция  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Встречаются разности в виде друз кристаллов (алебастр), наблюдаются также параллельно-волоконистые массы гипса (селенит). Селенит — розовый или красный гипс с шелковистым отливом волокнистого или столбчатого строения (рис. 31). Чистый гипс бесцветный и прозрачный или снежно-белый, примеси придают ему серую, желтоватую, розоватую, бурую окраски и др. Блеск стеклянный до перламутрового. Твердость 2. Плотность 2,2—2,4. Образуется из водных растворов, богатых сульфатными солями при усыхании морских лагун и соленых озер.

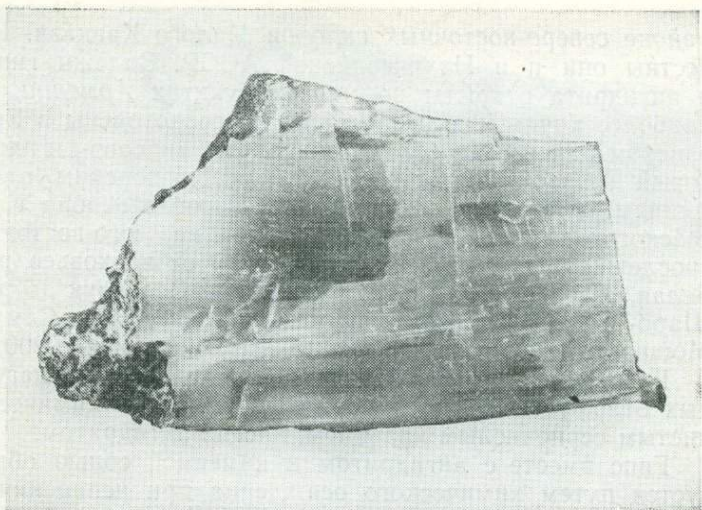


Рис. 31. Волокнистый гипс. Северный склон Кавказского хребта — Черные Горы. Чечено-Ингушская АССР

Гипс выпадает при относительно небольшой солености водоемов. При повышении солености вместе с гипсом начинает выпадать безводный серноокислый кальций-ангидрит, поэтому гипс часто встречается вместе с ангидритом, реже с галитом и другими солями. В больших массах гипс является кристаллически-зернистой горной породой, обычно слоистой (тонко- и грубо-), реже массивной.

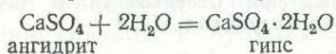
Гипс широко применяется в цементной промышленности, используется как наполнитель в производстве бумаги, в сельском хозяйстве для гипсования некоторых почв (солонцов и солонцеватых почв) и для удобрения почв под клевер, люцерну, луговые травы, капусту и другие культуры. Он является также сырьем для получения серной кислоты. Важная роль принадлежит гипсу в медицине.

Запасы гипса и ангидрита на Кавказе велики. Наиболее значительные месторождения выявлены в Грузии — в Колхидской низменности, Ахалцихской депрессии и в районе Кутаиси. В Азербайджане месторождения гипса и алебастра расположены преимущественно в

районе северо-восточных склонов Малого Кавказа. Известны они и в Нахичеванской АССР. Залежи гипса и ангидрита открыты во многих пунктах *Армении*, но наиболее крупные месторождения сосредоточены в Ереванском районе. На *Северном Кавказе* гипсово-ангидритовый горизонт, приуроченный к верхнеюрским отложениям, вытянут полосой вдоль северного склона Кавказского хребта с северо-запада на юго-восток и прослеживается на сотни километров от верховьев рек Белая, Лаба, Уруп, Большой и Малый Зеленчук до рек Шаро- и Чанты-Аргун и еще юго-восточнее до р. Самур. Мощность этого горизонта от 15—18 до 90 и даже 200 м.

Гипс Северного Кавказа является продуктом лагуновых отложений юрского моря и представлен химически чистым сернокислым кальцием, иногда ангидритом.

Гипс вместе с ангидритом и каменной солью образуется путем химического осаждения при испарении в замкнутых морских бассейнах. Большие массы гипса образуются при гидратации ангидрита:



Процес гидратации происходит за счет остаточной воды, сохранившейся при испарении бассейна, а иногда за счет просачивающейся атмосферной воды.

Крупные запасы гипса сосредоточены в Краснодарском крае в Шедокском (левый берег р. Шушук), Передовском, Ходжохском месторождениях и др. Общие запасы его здесь довольно велики. Наиболее крупными месторождениями гипса в Ставропольском крае являются Бермомытское (недалеко от Кисловодска), гора Алабастровая, балка Арба-Кол и Кичи-Малкинское.

В Чечено-Ингушетии имеется месторождение гипса в Чанты-Аргунском ущелье. Здесь он местами мраморовидный, с сероватыми прожилками глины. В Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии и Дагестане также выявлены значительные запасы гипса.

**А н г и д р и т** — безводный минерал  $\text{CaSO}_4$ . В природных условиях встречаются плотные массы или листоватые агрегаты ангидрита. Реже находят толсто-таблитчатые кристаллы, призматические, иногда псевдокубические. Цвет белый, бледно-синий, сероватый, светло-сиреневый, красноватый. Голубой тонкозернистый ангидрит — вульпинит, или бергамский мрамор. Блеск

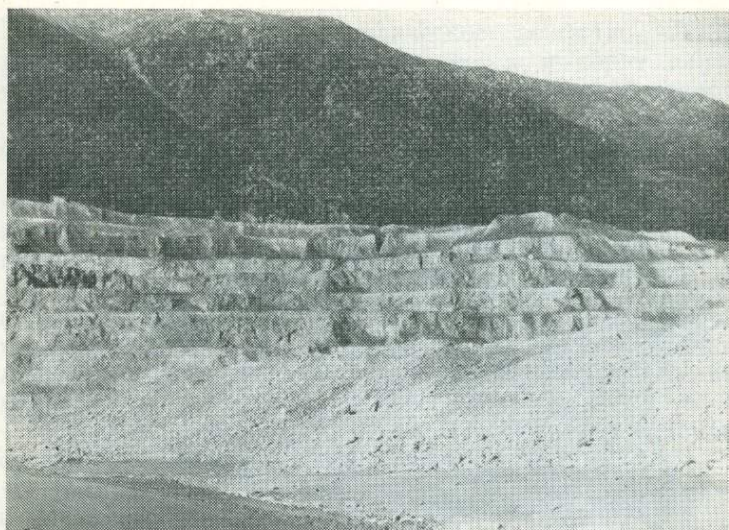


Рис. 32. Загликское месторождение alunитов (карьер, где разрабатываются alunиты). Азербайджанская ССР

ангидрита стеклянний, на плоскостях спайности перламутровый. Твердость 3—4. Плотность 2,9—3. Хрупкий.

Образуется ангидрит в основном хемогенным осадочным путем. Встречается в мергелях, содержащих залежи гипса, среди залежей калийных солей и реже в гидротермальных жилах. В больших массах представляет собой горную породу.

Ангидрит, как и гипс, используется для получения серной кислоты и в качестве строительного материала (вяжущее вещество).

Алунит (лат. «алюмен» — квасцы) белый, слегка желтоватый, сероватый, в природных условиях серый, белый, коричневый, бурый, зеленоватый минерал слоистой структуры. Блеск стеклянний до перламутрового. Твердость 3,5—4. Плотность 2,8.

В горах Малого Кавказа выше знаменитого Дашкесанского железорудного месторождения в *Азербайджане* расположено Загликское месторождение алунита. Разработка его здесь производится открытым способом (рис. 32). На территории *Армении* алуниты выявлены

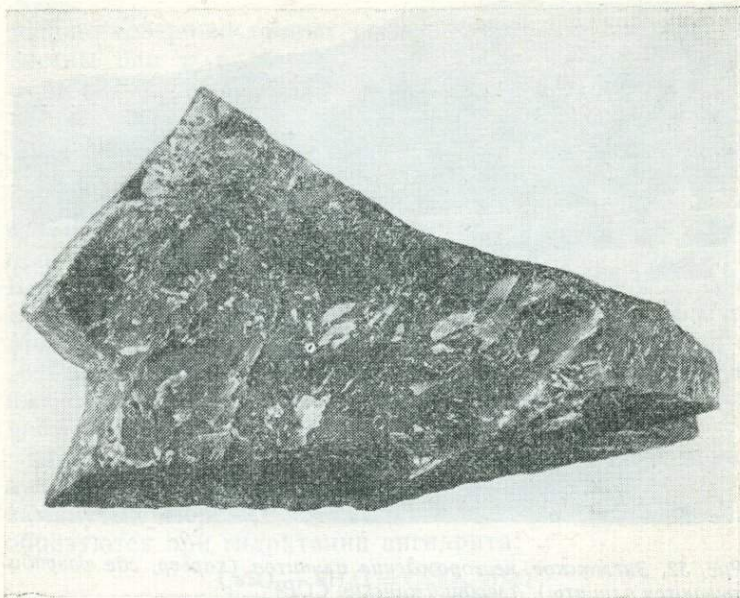


Рис. 33. Алуни́т. Загликское месторождение. Азербайджанская ССР

недалеко от Кафана. Известны они и в других районах Закавказья.

Обычно алуни́ты перерабатываются на квасцы и сульфат алюминия. Загликский алуни́т (рис. 33) успешно используется для извлечения и алюминия. Алуни́ты также служат для получения серной кислоты, калийных удобрений, ванадия.

Нефели́н (греч. «нефеле» — облако) — минерал бесцветный или белого, серого, грязно-серого, красного цвета до бурого. Блеск жирный, в кристаллах иногда стеклянный. Твердость 5,5—6. Плотность 2,6—2,65. Нефели́н представляет интерес для извлечения алюминия, приготовления соды, силикагеля, цементов высокого качества, ультрамарина.

Нефели́новые сиениты в значительном количестве установлены в Тежарском районе *Армении*.

Самородная сера была известна человеку еще в глубокой древности. Среднее содержание ее в земной коре составляет 0,05%.

Сера — твердое кристаллическое вещество. Легко плавится. При 270°C воспламеняется и горит синим пламенем с выделением сернистого газа. Плотность 2—2,1. Твердость 2. Цвет ее представлен различными оттенками желтого цвета: от светло-желтого и соломенно-желтого до медово-желтого, желто-бурого и почти черного от примеси органического вещества. В естественном виде она иногда загрязнена глинистыми частицами, гипсом, органическим веществом и другими примесями.

Месторождения серы обычно приурочены к лагунным сульфатно-карбонатным нефтеносным или битуминозным комплексам. Образование ее объясняют восстановлением сульфатов под действием органического вещества.

Реже встречаются месторождения серы вулканического происхождения.

Применяется сера для получения серной, фосфорной и плавиковой кислот, минеральных удобрений. Она используется при производстве пластических масс, красителей, взрывчатых веществ, крахмала, патоки. Много серы потребляется для очистки нефтепродуктов, отбеливания тканей. Она находит применение в резиновой (для вулканизации каучука), бумажной, стекольной, пищевой и текстильной промышленности, в медицине.

На *Северном Кавказе* наиболее существенные проявления серы отмечены в Дагестане. Здесь на южном склоне хр. Салатау некогда велась разработка серы и до настоящего времени сохранились развалины плавильной печи. Находки серы зарегистрированы в Чечено-Ингушетии, Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии.

В *Азербайджанской ССР* значительные проявления серы известны недалеко от Нахичевани. Ранее здесь производилась добыча серы. Незначительные проявления серы известны в *Армении* на юго-восточном склоне г. Арагац, в Сисианском районе (близ селений Шагат, Мазра, Садвард, Аравус). Выявлено здесь Кеталинское месторождение. В *Грузии* проявления серы установлены в нескольких местах.

**Пирит** (*греч.* «пирос» — огонь)  $FeS_2$  — искрит при ударе. Синонимы: серный колчедан, железный колчедан. Часто в составе пирита встречаются различные примеси — кобальт, никель, мышьяк и др. Цвет соломенно-

желтый, латунно-желтый, блеск металлический. Твердость 6—6,5. Плотность 5,0—5,2.

Используются пиритовые руды в промышленности главным образом как сырье для получения серной кислоты. Отходы этого производства — пиритовые огарки — в некоторых случаях служат для получения чугуна и дешевой краски. Иногда из пиритовых руд извлекают Ni и Co.

В *Азербайджане* разрабатывалось крупное Чирагидзорское месторождение серного колчедана, расположенное в горах Малого Кавказа на высоте 1500 м над уровнем моря. Промышленные руды серного колчедана залегают здесь в виде штоков неправильной формы. Содержание серы в руде от 40 до 50%. В 3 км южнее расположено Тоганалинское месторождение с содержанием серы в рудах 53%. На южном склоне Большого Кавказа открыто Филизчайское месторождение, где также установлены руды с большим содержанием пирита. Руды серного колчедана встречаются во многих районах Нагорно-Карабахской АО.

В *Армянской ССР* к числу сравнительно крупных месторождений серного колчедана относится Тандзутское. Здесь же подготовлены для промышленной разработки руд серного колчедана Чернореченское, Сисимаданское месторождения и др. Кроме того, серный колчедан извлекается попутно при разработке многих медных месторождений Армении.

В *Грузии* серный колчедан получают при разработке Мандеульского месторождения меди. На территории республики зафиксировано много проявлений серного колчедана и в других пунктах. В Горном Дагестане представляет большой промышленный интерес месторождение Кизил-Дере, где уже выявлены наряду с другими и залежи пирита с примесями кобальтина и др.

Магнезит  $MgCO_3$  получил название от области Магнезия в Греции. Цвет магнезита белый с сероватым или желтоватым оттенком, иногда снежно-белый. Блеск стеклянный, матовый. Магнезит — хрупкий минерал. Излом его ступенчатый до раковистого. Твердость 4—4,5, у фарфоровидных разностей до 7. Плотность около 2,9—3,10. Встречается как горная порода в зернистых массах, напоминающих мрамор, а также в плотных натечных землистых образованиях.

Используется магнезит для футеровки металлургических печей, для получения металлического магния, для приготовления лечебных препаратов в фармацевтической промышленности, находит применение в химической, резиновой, бумажной, сахарной и керамической промышленности.

Проявления магнезита установлены в ряде районов Закавказья.

Полевые шпаты относятся к наиболее распространенным породообразующим минералам. По химическому составу они представляют собой алюмосиликаты и состоят из окиси алюминия  $Al_2O_3$ , окиси калия  $K_2O$ , окиси натрия  $Na_2O$  или из  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$  и окиси кальция  $CaO$  в сочетании с двуокисью кремния  $SiO_2$ . Среди полевых шпатов можно выделить две подгруппы: калиевые полевые шпаты (щелочные) и известково-натриевые (плаггиоклазы).

В чистом виде полевые шпаты бесцветны, различную окраску — серую, розовую, красную, зеленую, черную и др. — им придают мельчайшие включения гематита, гидроокислов железа, роговой обманки, пироксена и т. п.

Полевые шпаты входят в состав различных горных пород. В больших количествах они содержатся в гранитах, сиенитах, диоритах, габбро и других магматических породах. Типичны они и для метаморфических пород — гнейсов, кристаллических сланцев, амфиболитов и др. В осадочных породах полевые шпаты встречаются в виде обломочных зерен и новообразований. Некоторые разновидности этих минералов кристаллизуются в гидротермальных жилах, например калиевый полевой шпат адуляр. При выветривании полевые шпаты переходят в серицит, каолин, монтмориллонит и другие глинистые минералы.

Применяются полевые шпаты в керамической, стекольной, фарфоро-фаянсовой промышленности, используются для изготовления эмалей, красок, кирпичей, черепицы, бетона, цемента. Полевошпатовые породы служат в качестве облицовочного материала. Некоторые виды полевых шпатов употребляются как поделочные камни.

Полевые шпаты установлены во многих пунктах *Северного Кавказа* — в Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии, в Северной Осетии, а также во многих местах *Закавказья*.

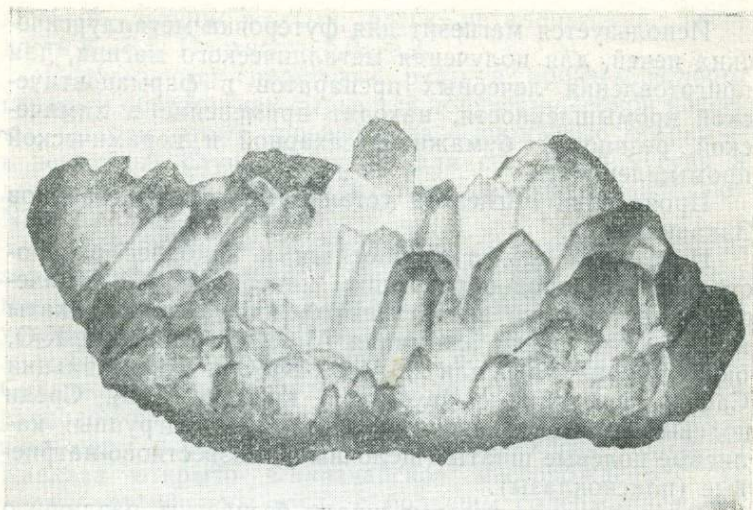


Рис. 34. Горный хрусталь  
(друза). Уцерский район.  
Грузинская ССР

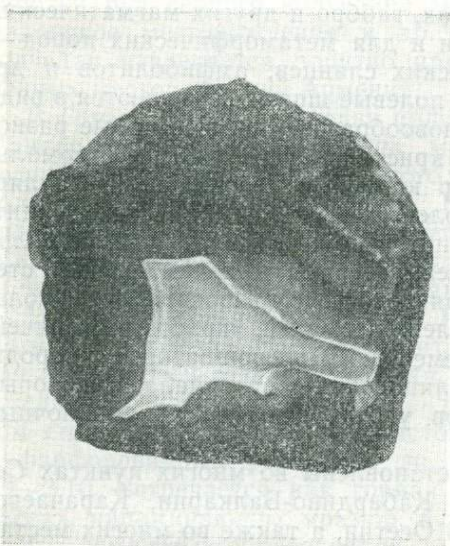
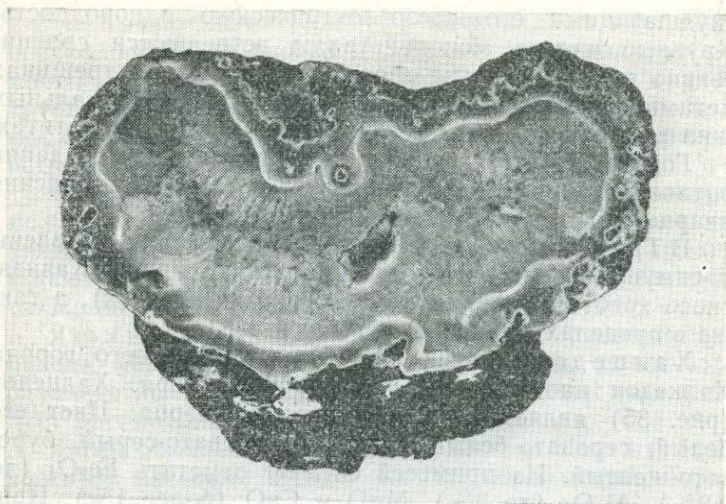


Рис. 35. Халцедон. Ар-  
мянская ССР



*Рис. 36. Агат. Сел. Севкар. Армянская ССР*

Кварц  $\text{SiO}_2$  является одним из наиболее распространенных в земной коре минералов. Твердость его 7. Плотность 2,52—2,65. Хрупок. Излом раковистый. Блеск на гранях кристалла стеклянный, в изломе жирный. Цвет может быть различным: белый (молочный), дымчатый, желтоватый, розовый, фиолетовый, черный и т. п., но чаще всего встречается кварц бесцветный, водянопрозрачный, стекловидный. Кристаллизуется в призматических формах с пирамидальными окончаниями. Благодаря своей твердости сохраняется в виде отдельных кристаллов при разрушении горных пород, в состав которых он входит.

Кварцевые пески используются в стекольном и керамическом производстве, в металлургии. Кварцевые песчаники применяются как строительный материал и при изготовлении жерновов, точильных камней и т. п.

На Кавказе кварцевые пески и песчаники распространены довольно широко.

Горный хрусталь — разновидность кварца, кристаллы его бесцветные, прозрачные. Встречается в виде одиночных или собранных в друзы (рис. 34) кристаллов. Внутреннее строение горного хрусталя часто осложнено так называемыми двойниковыми срастаниями,

ухудшающими его пьезоэлектрическую однородность. Крупные чистые монокристаллы встречаются сравнительно редко, главным образом в пустотах и трещинах метаморфических сланцев, в пустотах гидротермальных жил различного типа, а также в камерных пегматитах.

Горный хрусталь широко применяется при создании оптических приборов, используется для изготовления кварцевого стекла и для ювелирных изделий.

В *Грузии* месторождения горного хрусталя выявлены преимущественно в центральной части Главного Кавказского хребта (Верхняя Рача, Сванетия, Казбек), а также в пределах Дзирульского массива.

Халцедон получил название от древнего города Халкедон на побережье Мраморного моря. Халцедон (рис. 35) является разновидностью кварца. Цвет его белый, серовато-белый, серый, голубовато-серый, буровато-желтый. Из примесей следует отметить  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (до 3,2%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (до 3%),  $\text{MgO}$  и  $\text{CaO}$  (более 1%). Примеси окрашивают его в различные цвета и придают ему разнообразные оттенки. Просвечивает до прозрачного в краях и срезах. Хрупкий. Излом раковистый. Строение скрытокристаллическое.

Агат — одна из разновидностей халцедона полосчатого строения; полосы окрашены в различные цвета (рис. 36). Халцедон и агат используются в точном приборостроении, идут на производство ювелирных изделий и для других целей.

Халцедон встречается во многих пунктах Закавказских республик. В некоторых районах осуществляется его промышленная добыча. На территории *Армянской ССР* известны месторождения агата в Иждеванском районе, недалеко от селений Севкар, Саригюхи, и во многих других местах. В *Грузии* крупным месторождением агата считается Ахалцихское. Агаты этого месторождения характеризуются миндалевидным строением, обычно заключены в скорлупы белого цвета, часто с пустотами, выполненными шетками кристаллов аметиста и кварца. Цвет их разнообразный — густо-синий, синеватый, красный, коричневый, светло-серый.

Встречаются агаты древовидной формы, представляющие шестоватые удлиненные тела, почти цилиндрические, диаметром от нескольких миллиметров до десятков сантиметров, длиной до 5 м и более. Часто

агаты бывают пустотелыми с почковидной внутренней поверхностью, но иногда их сердцевина заполнена зернистым кварцем или друзами и щетками горного хрусталя. В большом количестве древовидный агат, по форме очень напоминающий стволы и ветки деревьев, встречается на возвышенности Знарат (Грузия).

В *Азербайджане* месторождения агата установлены между сел. Михайловка и Аджикендским перевалом (недалеко от оз. Гек-Гель) и недалеко от сел. Тоданы. Имеются и другие участки на территории Кавказа, где также выявлены месторождения агата.

Яшмы представляют собой плотные разности халцедона метаморфического происхождения, полосчатые, разноцветные. В больших массах халцедон и яшмы следует рассматривать как горные породы.

Яшмы обладают высокой твердостью. Цвет их серый, красный, зеленый, иногда желтый, оранжевый, бурый, черный и белый.

Они хорошо полируются, обычно при этом образуются красивые рисунки. Применяются как декоративный материал и для изготовления ступок и пестиков для измельчения пород в лабораториях. Используются в технике и для других целей.

На *Северном Кавказе* встречаются яшмы оливкового цвета с различными оттенками в бассейне р. Агур (Карачаево-Черкесская АО) и в других местах.

## ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Гравий и песок образуются в результате физического разрушения ранее существовавших пород. Они состоят из несцементированных, окатанных в неодинаковой степени обломков горных пород и минералов различного состава и формы.

Гравий обычно состоит из обломков (1—2 см в поперечнике) кремня, кварца, гранита, гнейсов, диабазов, кварцита и др. Пески по минеральному составу бывают кварцевые, кварцево-полевошпатовые, кварцево-глауконитовые и др. Они состоят из обломков (зерен) размером от 2 до 0,1 мм.

Песчанники — обломочная порода, образовавшаяся вследствие цементации песка с различными разме-

рами зерен. Породоразрушающими минералами являются кварц, полевые шпаты, слюды, глауконит и различные обломки горных пород. По составу цементирующего вещества различают песчаники кварцевые, глинистые, известковые, доломитовые, гипсовые и т. п.; по минералогическому составу кластических зерен — кварцевые, глауконитовые и т. п.; по крупности зерен — мелко-, средне- и крупнозернистые.

Цвет песчаников белый, светло-серый (чистые кварцевые песчаники), красный или буровато-желтый и др. Обычно он обусловлен наличием примесей — окислов железа, битуминозных веществ и др.

Пески и песчаники используются в стекольном производстве. Пески применяют в качестве формовочного материала, для производства силикатного кирпича. Пески и гравий играют важную роль в качестве наполнителей бетона, а также при сооружении железнодорожного полотна, оснований и покрытий автомобильных дорог и для других целей. Кварцевые песчаники используются в металлургической промышленности, в виде штучного камня употребляются при сооружении промышленных и гражданских зданий.

Пески, гравий и песчаники на территории Кавказа установлены во многих пунктах, в некоторых из них ведется разработка.

Глинами называют тонкодисперсные горные породы, состоящие в основном из так называемых глинистых минералов — алюмосиликатов. Образуются они в результате химического и механического выветривания пород. По минеральному составу выделяют глины каолиновые, монтмориллонитовые и др.

Применяются глины в керамической промышленности для изготовления кирпича, черепицы, канализационных и дренажных труб и других изделий. Сырьем для получения фаянса и фарфора служат каолин, кварц, полевой шпат и высококачественная глина.

Глинистые породы широко распространены на территории Кавказа.

Монтмориллонитовые глины (бентонитовые глины) образуются в коре выветривания эффузивных пород, содержащих вулканическое стекло, а также средних и ультраосновных пород. Иногда возникают в обломочных и эффузивно-обломочных породах, содержащих

пирокластический материал, в лагунных и морских водоемах в результате преобразования вулканического стекла и глинистых минералов на стадии диагенеза. Породообразующими минералами являются монтмориллонит, а также гидрослюда и др. [Логвиненко Н. В., 1974]. Название монтмориллонит получил по местности Монтморилльон во Франции.

Эти глины жирны на ощупь. Цвет их светлый, серовато-белый, зеленоватого и желтоватого тонов. Обладают пластичностью, способностью разбухать в воде, увеличиваясь в объеме в 10 раз. Адсорбционная способность их высокая.

Бентониты широко применяются в нефтеперерабатывающей промышленности для очистки нефтепродуктов, а также при изготовлении качественных глинистых растворов, употребляемых при бурении скважин. В качестве формовочных глин они используются в металлургической промышленности. Немаловажное значение имеют бентониты в химической, фармацевтической, бумажной и мыловаренной промышленности, в парфюмерии. В пищевой промышленности они служат средством для очистки масел, жиров, соков и т. п.

В *Грузии* много месторождений этих глин — месторождение Гумбри, Аксанская группа месторождений и др. В *Армении* находится в эксплуатации крупное Саригюхское месторождение высококачественных глин. В *Азербайджане* разрабатываются Ханларское месторождение и др.

На *Северном Кавказе* вблизи Нальчика (Кабардино-Балкарская АССР) выявлены глины, обладающие адсорбционной способностью. Подобные глины имеются в Майкопском районе Краснодарского края, в Северной Осетии, Чечено-Ингушетии. В Дагестане известно свыше 30 проявлений и месторождений бентонитовых глин. Здесь в пределах Урминской синклинали обнаружено и детально изучено крупное Халагоркское месторождение этих глин.

К карбонатным породам, используемым в качестве полезных ископаемых, обычно относятся известняки, доломиты и мергели. В минералогическом составе известняков преобладает карбонат кальция — кальцит  $\text{CaCO}_3$  (56%  $\text{CaO}$ ), в составе доломитов — минерал

$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (30,4%  $\text{CaO}$ , 21,9%  $\text{MgO}$ ); мергели состоят из карбонатов в смеси с глиной.

Породы, по составу переходные, называются доломитовыми известняками, известковыми доломитами, известковыми мергелями и т. п.

Известняки химического происхождения образовались в морях, где из пересыщенных растворов выпадал карбонат кальция — это так называемые химические осадки. Таким образом возникают плотные известняки и оолитовые известняки. Значительную группу составляют органогенные, или зоогенные, известняки, состоящие из остатков раковин, кораллов, микроорганизмов, растительности.

В виде примесей известняки иногда содержат глины, пески, битуминозные вещества и др. Нередки чистые известняки.

Цвет известняков обычно белый, серый, светло-серый, буроватый, желтоватый, зеленоватый, черный и реже красный.

Кавказ богат известняками, пригодными для производства высококачественного портландцемента. Ресурсы их практически не исчерпаемы. На *Северном Кавказе* разрабатываются крупные месторождения Новороссийской группы, на базе которых работает ряд цементных заводов. В Ставропольском и Краснодарском краях, в Северной Осетии и Дагестане разведан ряд месторождений известняков, пригодных для производства кальцинированной соды, соляной кислоты и для использования в сахарной промышленности. В Чечено-Ингушской АССР имеются крупные запасы известняков, используемых в цементной промышленности.

На территории *Грузии* запасы цементного сырья велики и разведаны во многих районах республики. Разнообразные виды цементного сырья имеются также в *Армянской ССР*. Здесь из известняков получают карбид кальция, ацетилен, каустическую соду, соляную и уксусную кислоты, они используются при производстве хлорпреновых каучуков, резинотехнических изделий и т. п.

В *Азербайджанской ССР* известняки, приуроченные к верхнему мелу (сеноманская известняково-мергельная толща), являются прекрасным сырьем для цементной промышленности. Эта толща известняков прослеживается на сотни километров. Здесь построен Таузский це-

ментный завод, который кроме цемента обычных марок вырабатывает декоративный цемент различных цветов. В районе Кишлы (недалеко от Баку) для изготовления цемента используются известняки древнекаспийского возраста. В районе Зыха, на восточном склоне возвышенности Зых-Даг, имеются выходы известняков среднего отдела апшеронского яруса, также пригодных для выработки цемента.

Известняки Кавказа с большим успехом используются в качестве строительного и облицовочного камня. Они же применяются в металлургии (флюс), в печатном деле (литографский камень), в сельскохозяйственном производстве (почвы с обменной кислотностью улучшают с помощью известкования), в текстильной, бумажной, кожевенной промышленности.

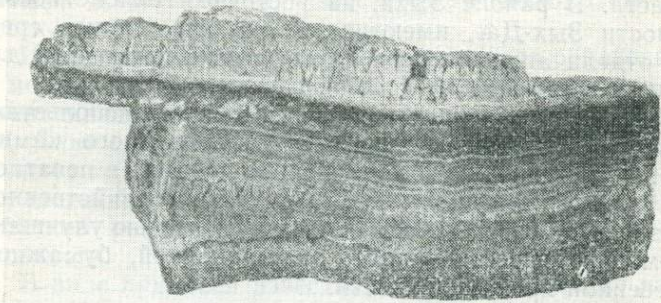
Под доломитами понимают хемогенные осадочные породы, состоящие главным образом из минерала доломита  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ .

На Кавказе открыты большие запасы этого ценного полезного ископаемого. В *Армении* на южных склонах Памбакского хребта в долине Мамарика установлены богатые месторождения доломита, аналогичные открыты в Иджеванском районе. Ткварчельские доломиты *Грузии* представляют промышленный интерес в качестве сырья для получения металлического магния. На *Северном Кавказе* разведано Боснинское месторождение (Северо-Осетинская АССР) высококачественных доломитов, используемых в стекольной промышленности, для изготовления огнеупорных изделий и в других отраслях промышленности. Доломиты многих месторождений Кавказа находят применение в резиновой промышленности, в фаянсовом и фарфоровом производстве, в строительном деле.

Мергели представляют собой смешанные глинисто-карбонатные морские осадки. Некоторые мергели, встречающиеся на Кавказе, являются ценным компонентом в производстве цемента высокого качества.

Кремнистые туфы — светлые пористые породы, состоящие из опала, залегают в виде тел неправильной формы, натеков, корочек, образуются из вод горячих источников.

Воды горячих источников часто насыщены и перенасыщены кремнеземом. На большой глубине, характер-



*Рис. 37. Травертин. Правый берег Куры. Грузинская ССР*

ризующейся высокими температурами и повышенными давлениями, кремнезем находится в растворенном в воде состоянии. При выходе воды на поверхность давление и температура снижаются и кремнезем выпадает в осадок.

Образование известковых туфов или известковых натеков (травертинов) аналогично образованию описанных выше кремнистых туфов. Только в данном случае воды содержат в растворенном состоянии углекислую известь, которая и выпадает из раствора при выходе воды на поверхность Земли (у источников). Известковый туф представляет собой пористую ячеистую известковую породу. В травертинах встречаются различные растительные и другие органические остатки.

Кремнистые туфы — ценное полезное ископаемое, они известны на Кавказе и в Закавказье, в районах развития горячих минеральных вод. Применяются как декоративный материал, для изготовления кремнистого цемента и в качестве гидравлических добавок к обычному цементу, используются как теплоизоляционный и звукоизоляционный материал.



*Рис. 38. Джульфинские минеральные источники. Скважина, фонтанирующая водой*

В Грузии можно наблюдать интенсивное отложение известкового травертина у термального минерального источника на правом берегу Куры (рис. 37). Этот источник находится в 11 км от Вардзия вниз по течению Куры. В Азербайджане известны интересные (различ-

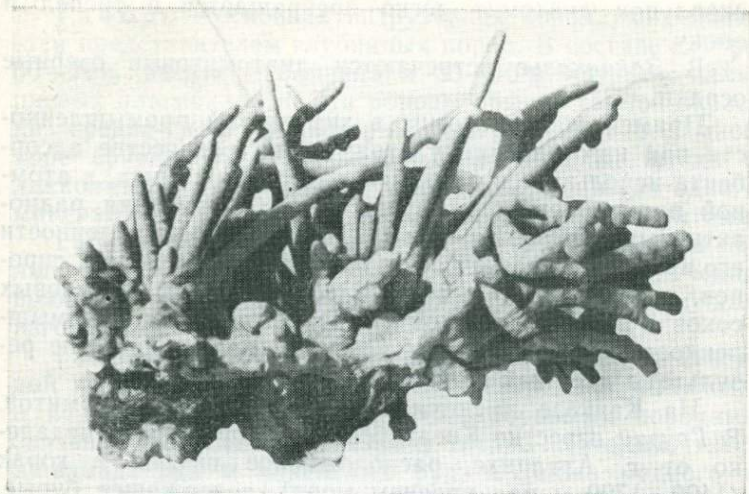
ного цвета и оттенков) полосчатые травертины в верховьях р. Тертер у источников Истису. Мощность их здесь сравнительно большая, но интересно, что процесс отложения травертинов у действующих источников интенсивно продолжается и в настоящее время. Этот процесс даже можно наблюдать. Мощные отложения травертинов отмечаются в Южном Дагестане на нефтепромысле Берекей. В Берекее некоторые скважины, фонтанируя высокоминерализованной водой (рассолом), бурно выделяют углекислый газ. При этом из воды выпадает углекислый кальций. Последний образует комочки наподобие горошин. В процессе фонтанирования воды из скважин близ расположенные кустарники, деревья и вся другая растительность покрываются брызгами воды. Вода, испаряясь, оставляет затвердевший углекислый кальций, превращая тем самым растительность в «каменную».

Вокруг скважин скапливаются целые бугры гороховидного травертина. Описанная картина наблюдается и у Джульфинских мышьяковистых источников. В процессе бурения скважин здесь получили довольно мощные переливы (фонтаны) мышьяковистой воды. Струя воды над устьями скважин поднималась примерно на 50 м (рис. 38). Ниспадая, брызги воды покрывали вокруг растительность (рис. 39).

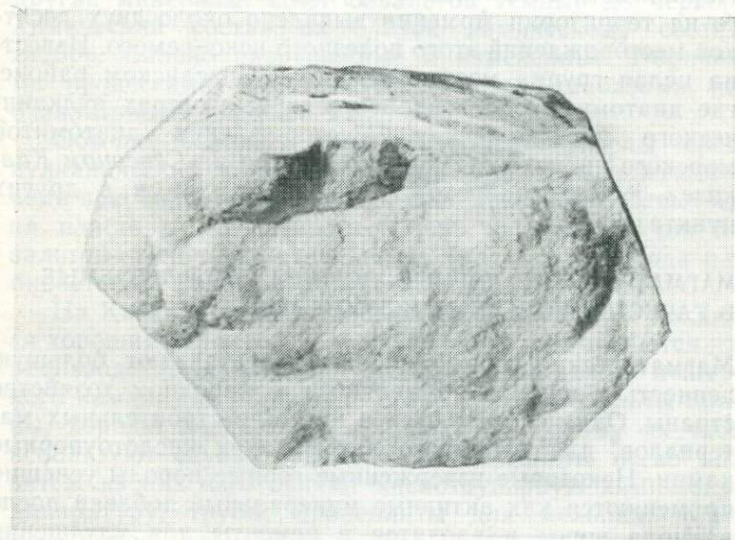
На территории Кавказа месторождения травертинов известны в *Дагестане*, *Грузии* и в других пунктах. В *Армении* хорошо изучены месторождения травертинов в Веденском районе, Араратское. Араратские травертины отличаются однородностью состава, высоким содержанием углекислого кальция (96,5%). Они используются при производстве цемента. Из араратских чистых туфов получают карбид кальция.

Известковые туфы Кавказа иногда можно применять для декоративной отделки фасадов (они хорошо обрабатываются), а более прочные туфы и для кладки стен.

*Диатомит* (*позднелат.* «Diatomeae» — диатомитовые водоросли) — рыхлая, землистая или слабосцементированная, тонкопористая и легкая порода плотностью 1,9—2,2. Цвет ее белый или светло-желтый. Состоит из скорлупок диатомовых водорослей, сцементированных опалом. Вследствие высокой растворимости этих



*Рис. 39. «Окаменевшая» растительность у Джульфинских минеральных источников*



*Рис. 40. Диатомит. Киатибское месторождение. Грузинская ССР*

скорлупок диатомит легко превращается в трепел и опоку.

В *Закавказье* встречаются диатомитовые озерные осадки.

Применяется диатомит в химической промышленности при изготовлении ультрамарина, в качестве адсорбента используется при производстве динамита, в атомной промышленности служит для улавливания радиоактивных веществ из воды. В пищевой промышленности его применяют для очистки, отбеливания сахарных сиропов, растительных масел, сала, глицерина, фруктовых соков, в нефтехимической и перерабатывающей промышленности — для очищения нефтей и масел. Хорошие результаты дает как полировочный материал.

На Кавказе имеются большие запасы диатомитов. В *Грузии* известно Кисатибское месторождение недалеко от г. Ахалцихе, расположенное высоко в горах (1400—1700 м над уровнем моря), содержащее бурые, белые, серовато-кремовые диатомиты (рис. 40). Открыты также Чобаретское, Хонское месторождения диатомитов и др. В *Армении* установлены промышленные запасы диатомитов, они сосредоточены в Джрадзорском, Парпийском, Гегамском и других месторождениях. Всего на территории Армении выявлено около двух десятков месторождений этого полезного ископаемого. Известна целая группа месторождений в Снасанском районе, где диатомиты образовались в горных озерах вулканического происхождения. Месторождения диатомитов морского происхождения встречаются на *Северном Кавказе* — в Краснодарском крае на Тамани и в других пунктах.

#### МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Магматические горные породы представляют большую ценность и широко применяются в народном хозяйстве страны. Они используются в качестве строительных материалов, для каменного литья и как кислотоупорные камни. Некоторые изверженные горные породы успешно применяются как активные минеральные добавки после размола пород и вводятся в цементы для улучшения их гидравлических свойств.

Габбро — основная интрузивная порода, она является представителем глубинных пород. В составе габбро 60—70% авгита и оливина и 30—40% натриево-кальциевых плагиоклазов. Эти породы обычно темной окраски, средне- или крупнозернистые, образуют в земной коре сравнительно небольшие тела — жилы, штоки и лакколиты. Разновидности габбро, состоящие из одного минерала — лабрадора, называются лабрадоритами.

Габбро используется в качестве строительного и облицовочного камня высокой прочности, для получения щебня и дорожного камня, служит материалом для изготовления памятников.

Габбровые породы известны в *Закавказье* — в северной полосе, примыкающей к оз. Севан. Они выявлены и в других местах Кавказа. С габбровыми породами связаны проявления железных, титано-железных, титано-ванадиевых и никелевых руд, а также медного и серного колчедана.

Базальты — излившаяся, в незначительной степени измененная вулканическая горная порода. В составе базальтов преобладает плагиоклаз (лабрадор), присутствуют пироксены, оливин, магнетит, титанит, апатит и другие минералы. Цвет базальтов темный до черного. Химический состав их близок химическому составу габбро. Сильно разрушенные и измененные вторичными процессами базальты называются диабазами или базальтовыми порфиритами.

Обычно базальты широко распространены среди вулканических толщ всех возрастов. Они залегают в виде покровов, потоков и куполов, некоторым свойственна пластовая отдельность. Очень характерна для базальтов столбчатая отдельность (рис. 41) — порода разбивается на правильные шестигранники.

На Кавказе ведется добыча базальтов. Они являются хорошим строительным материалом, применяются для производства щебня (при строительстве дорог) и штучного камня, для облицовки сооружений. Базальты прочны, хорошо поддаются полировке, а поэтому их часто используют скульпторы. Так как базальты легко плавятся, из них изготавливают кислотоупорную химическую аппаратуру, трубы, бронеплиты для мельниц, плиты для полов, электроизоляторов сильного тока и др.

Диабазы (аналог габбро) — излившаяся горная

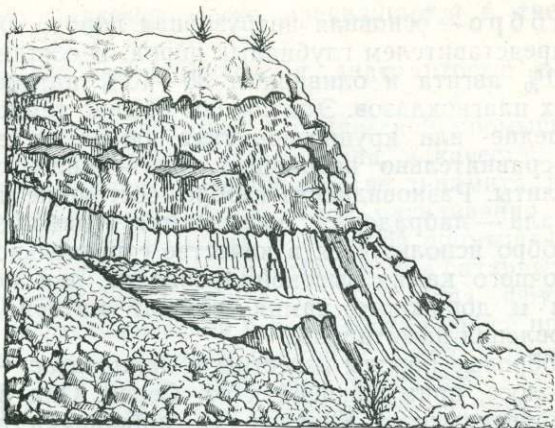


Рис. 41. Столбчатая отдельность в андезито-базальтах, характерная для средней части потока; в покрывающих его слоях неправильно-глыбовая отдельность. Баш-Гарни. Армянская ССР. По А. И. Заварицкому

порода стекловатой или скрытокристаллической структуры темного и серо-зеленого цвета. В составе диабазов выделяются удлиненные зерна плагиоклазов. Залегают диабазовые породы в виде потоков, покровов и жил. Имеют место разновидности диабазов, застывшие на некоторой глубине и имеющие крупнозернистое строение.

Эти излившиеся породы распространены в районе Военно-Грузинской дороги.

Близко примыкает к диабазам щелочной диабаз — тешенит. Известны тешениты в Грузии на р. Иори, в Раче и Имеретии, в Ахалцихском районе и других пунктах. Тешениты найдены и в Азербайджане.

На Курсебском месторождении, находящемся на территории Грузинской ССР, тешениты светло-серого и темно-серого цвета разрабатываются карьерами. Они хорошо обрабатываются и полируются, применяются при строительстве монументальных зданий, используется как облицовочный декоративный камень.

Диабазовый щебень пригоден для дорожного строительства.

Пироксениты — полнокристаллическая ультраосновная бесполовошпатовая порода, состоящая обычно

из пироксенов моноклинных или псевдоромбических, иногда из тех и других вместе, и из роговой обманки. Из аксессуарных минералов встречаются оливин, биотит и рудные минералы — магнетит и ильменит, иногда хромит.

Пироксениты — тяжелые горные породы темного зеленовато-серого цвета, иногда с буроватым оттенком. Залегают в виде больших масс, штоков, массивов и жил. Содержат довольно часто руды железа, а иногда и платины. Встречаются во многих районах Кавказа.

Перидотиты — ультраосновные интрузивные породы, состоящие из оливина — 65—75%, биотита, роговой обманки и авгита — 25—35%. Цвет этих пород черный, темно-зеленый, реже светло-зеленый. Залегают в виде больших масс, штоков, массивов и жил.

Перидотиты содержат руды железа, а в некоторых случаях самородную платину.

На *Северном Кавказе* перидотиты изучены в бассейне Лабы и в других пунктах [Сердюченко С. Н., 1949], в *Армении* — по северному берегу оз. Севан [Паффенгольц К. Н., 1934].

Дуниты — ультраосновная интрузивная порода, состоящая почти исключительно из одного оливина. Цвет породы желтовато-зеленый, при разрушении оливина становится темно-зеленым и черным. Количество хромита достигает 3%, иногда несколько больше. В некоторых случаях содержание его настолько возрастает, что он начинает преобладать над оливином.

Дуниты залегают в виде огромных масс, штоков, массивов и жил. При выветривании переходят в змеевикки — серпентины. С дунитами иногда связаны месторождения платины.

Эти породы установлены и изучены в бассейне Лабы и в других районах *Северного Кавказа* и в *Армении* по северному берегу оз. Севан.

Пегматиты имеют крупнозернистую структуру, относятся к ультракислым интрузивным породам. Они состоят из кварца (45—55%), ортоклаза (45—55%), мусковита и биотита (0—10%).

Часто пегматиты встречаются в виде жил, иногда заключают в себе золото, олово и другие металлы, слюды, драгоценные камни и радиоактивные минералы. На

территории Кавказа пегматиты установлены в некоторых пунктах, но изучены еще недостаточно.

Андезиты по своему составу приближаются к базальтам — это эффузивная горная порода, темноокрашенная (темно-серая, бурая, иногда почти черная). Образуется она в результате застывания на дневной поверхности или вблизи нее лав вулканов, содержащих 56—60% кремнекислоты, много магния, кальция и железа.

Андезит состоит из кристаллов среднего плагиоклаза, андезина, пироксена, реже магнетита, роговой обманки и др. Вместе с базальтами составляют основную массу эффузивных пород.

Применяются андезиты для изготовления кислотоупорных изделий, в бумажной промышленности, на строительстве для специальных облицовок. Андезитовая мука является сырьем для химической промышленности. Используются андезиты и в качестве дорожно-строительного материала.

На Кавказе выявлены большие запасы андезитов.

Граниты и гранодиориты относятся к кислым изверженным породам, они состоят в основном из полевых шпатов — до 70% и кварца — 25—30%, в небольших количествах присутствуют биотит, амфибол, пироксен. При небольшом содержании кварца в породе и преобладании плагиоклаза (известковонатриевый полевой шпат) над ортоклазом (калиевый полевой шпат) граниты переходят в гранодиориты.

Граниты и гранодиориты характеризуются значительной плотностью, цвет их беловатый, светло-серый, иногда красный. Эти породы образуются на глубине и залегают в виде больших масс, штоков, массивов и жил.

Применяются граниты и гранодиориты на строительстве, а в полированном и шлифованном виде используются для облицовки памятников и других сооружений (рис. 42). Грузинским высококачественным гранитом облицован Московский Государственный университет им. М. В. Ломоносова, многие станции Московского метрополитена. При строительстве Тбилисского, Ленинградского, Киевского и Бакинского метрополитенов также применяли грузинский гранит.

В Грузии гранит разрабатывается на Рикотском, Шрошинском, Ципском, Рквийском и других месторож-

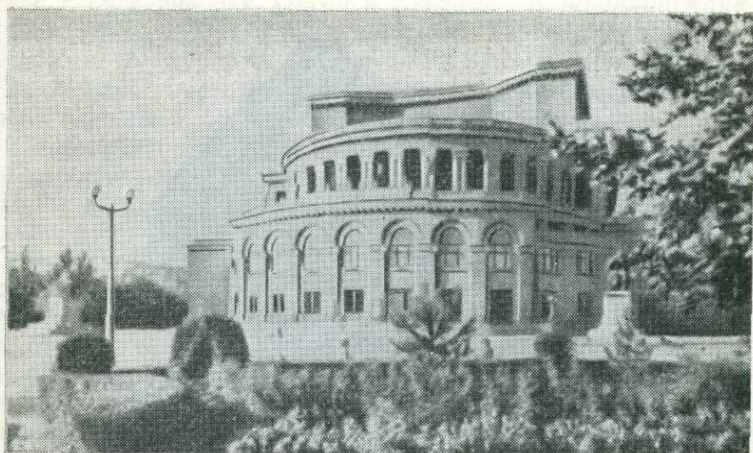


Рис. 42. Государственный академический театр оперы и балета им. Спендиарова (здание облицовано серым гранитом). Ереван

дениях. На территории Армении граниты и гранодиориты получают на таких месторождениях, как Памбакское, Агарское, Мегринское, Каджаранское и др. На Кавказе месторождения гранита известны и во многих других местах.

Древние излившиеся аналоги гранитов называются кварцевыми порфирами, а молодые — липаритами (риолитами).

Кварцевые порфиры — аналоги гранитов среди промежуточных пород. В их составе значительную роль играет кварц. Цвет пород светло-серый, темно-серый, зеленоватый или красно-бурый. Наблюдаются крупные вкрапления кварца, полевых шпатов и слюды. Кварцевые порфиры залегают в виде куполов, покровов, потоков и жил. В некоторых случаях они используются в качестве красивого строительного материала. Встречаются во многих пунктах на территории Кавказа.

Липариты (риолиты) являются неизменными излившимися аналогами гранитов. В составе пород отмечается большое количество кремнезема. Цвет породы обычно светлый. Она представляет собой лаву, застывшую на поверхности.

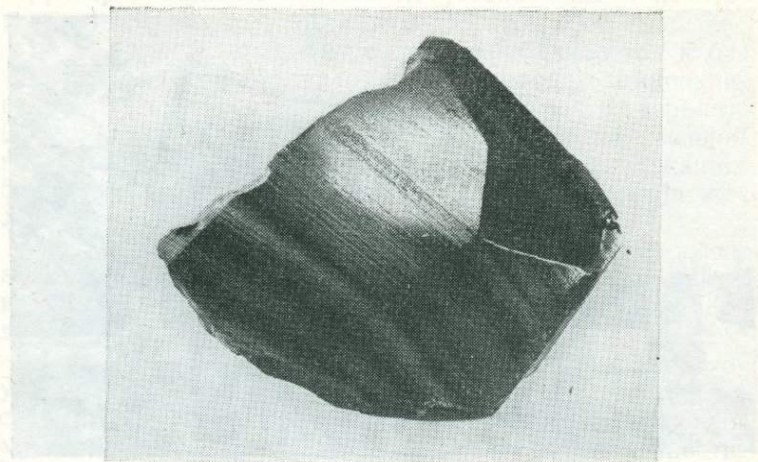


Рис. 43. Обсидиан. Гора Арагац. Армянская ССР

Применяются липариты при строительстве и для других целей. Распространены в пределах Малого Кавказа.

**Обсидиан** (лат. «Obsidianus lapis» — камень Обсидия — эту породу впервые открыл в Эфиопии Обсидий) — однородная стекловатая вулканическая горная порода, образующаяся при застывании вязких разновидностей кислой липаритовой или липарито-дацитовой лавы. Обсидианы обычно темного цвета, встречаются черные и красновато-черные. Излом раковистый, режущий. Твердость 5. Плотность 2,5—2,6. Содержит около 0,5% воды. Хорошо полируется.

Еще древние племена, населявшие Кавказ, применяли обсидиан для изготовления наконечников стрел и копий, ножей, скребков и украшений. В настоящее время он используется как поделочный камень, применяется в качестве вспучивающегося наполнителя при изготовлении легких бетонов.

Распространен обсидан в областях вулканической деятельности в Закавказье. Запасы его весьма велики на территории *Армянской ССР*. Здесь цветные обсидианы (рис. 43) — черные, красные и других оттенков — встречаются в районе селений Новониколаевка, Нурнус, Аракел, Джерабер. В *Грузии* фиолетовый обсидиан най-

ден в бассейне рек Храми и Алегети. В *Азербайджане* обсидианы установлены в долине р. Тертер, недалеко от известного курорта Истису. Известны Чегемское и Заюковское месторождения обсидиана на *Северо-Западном Кавказе*.

Обычно при извержениях вулканов в кислой магме растворено много различных газов, и, когда магма подходит к поверхности земли и давление значительно падает, из расплава начинается интенсивное их выделение. Эти газы вспенивают лаву, и при ее застывании образуется стекловатая весьма пористая порода — пемза, часто ее называют каменной пеной. Большое количество пустот и тончайшие перегородки в породе делают ее необычайно легкой. Плотность ее меньше единицы, и она плавает на воде. Катастрофические извержения кислых лав, как правило, сопровождаются обильным образованием пемзы.

Пемза обычно белого, светло-серого, реже красноватого цвета, с характерным пенистым строением, иногда трубчатым, с матовым шелковистым блеском в изломе.

Пемза широко используется как абразивный материал в дерево- и металлообрабатывающей промышленности, в кожевенном деле, применяется для шлифовки и полировки мрамора, кости, литографского камня. В химической промышленности она употребляется для изготовления фильтров и сушильных аппаратов, а также в качестве инертной массы для различного рода катализаторов. В нефтяной промышленности пемза служит для очистки нефтепродуктов и масел. Добавление пемзы к нитроглицериновым взрывчатым веществам повышает их чувствительность к детонации. Применяют ее также в качестве наполнителей бетонов, для изготовления термоизоляторов и др.

Из пемзы получают ряд ценных продуктов — жидкое стекло, метасикат натрия, различные адсорбенты, широкий ассортимент стекол — хрусталь, оптическое, сортовое, оконное, тарное, а также стеклоткани, стеклопластики, различные фильтры для очистки пищевых продуктов, напитков, минеральных и пресных вод.

Месторождения пемзы встречаются в областях потухших вулканов и известны во многих пунктах на Северном Кавказе и в Закавказье. Крупнейшие ее месторождения эксплуатируются в *Армянской ССР*. На

Анийском месторождении, расположенном в бассейне р. Арпачай, она залегает среди плотного вулканического пепла и туфа в толще черных андезито-базальтов. Разрабатывается месторождение карьерами. Обнажения пемзы на дневной поверхности на территории Армении широко развиты в каньонах рек Ахурян, Касах, в районах Пемзашен, Иринд, в Аштаракском, Кировоканском районах и в других местах. Проявления ее в *Азербайджане* известны в бассейне верхнего течения р. Тертер (пемзовидный липарит).

Перлит — продукт былой вулканической деятельности. По составу перлит соответствует кислым лавам — липаритам, дацитам и др. В них преобладают  $\text{SiO}_2$  (65—75%) и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (10—15%) и в небольших количествах присутствуют  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ . Перлит содержит до 3—6% связанной воды.

При термической обработке перлит вспучивается, при этом объем его увеличивается в 10—20 раз, а масса уменьшается. Вспученные зерна перлита имеют меньшую объемную массу. Используются перлиты в качестве наполнителей в легковесных бетонах, теплоизоляционных и огнеупорных цементах. Они придают изделиям легкость, упругость, хорошие акустические свойства. Применяются они для изоляции труб с целью предотвращения их коррозии, служат фильтрами при очистке пищевых продуктов. Вспученный перлит широко используется в химической, нефтеперерабатывающей, фармацевтической промышленности и в сельском хозяйстве.

Кавказ и Закавказье располагают большими запасами перлита. Месторождения его выявлены во многих местах *Азербайджана* (Кельбаджарские), в *Армении* (Фонтанское, Арагацское, Сиасанское и др.). Установлены перлиты и в других районах Кавказа. Магма всегда содержит некоторое количество газов и паров воды, которые при извержениях взрываются. Вулканические выбросы состоят из раздробленных или распыленных продуктов извержения, в совокупности называемых пирокластическим материалом (греч. «пир» — огонь и «кластикос» — раздробленный). Сюда относятся вулканические пепел и песок, лапилли и вулканические бомбы.

Вулканические бомбы при полете в воздухе приобретают ту или иную форму. Форма их зависит

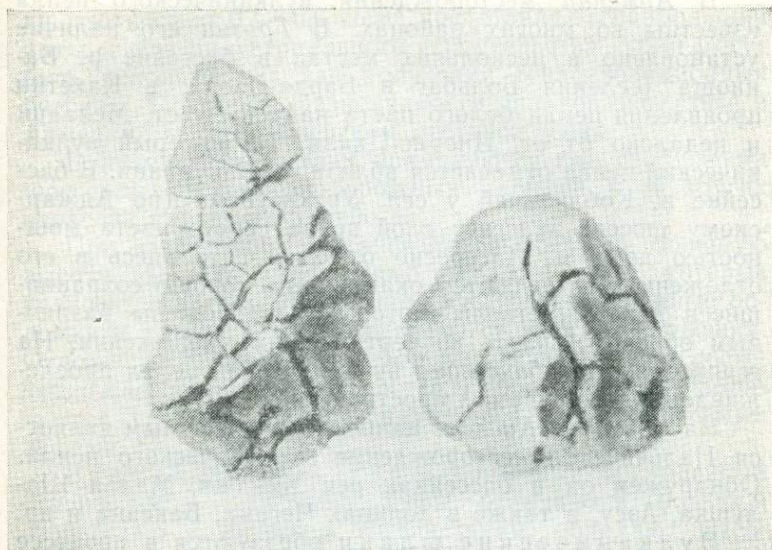


Рис. 44. Вулканические бомбы

от состава и вязкости лавы. Вулканические бомбы бывают округлые с трещиноватой поверхностью (типа хлебной корки), веретенообразные, лепешкообразные, лентообразные и др. (рис. 44).

**Лапилли** (лат. — «камешек») — мелкие неправильной формы обломки лавы размером от горошины до грецкого ореха, обычно выбрасываемые во время взрывной (эксплозивной) деятельности вулкана.

Вулканическая пыль и пепел — самые мелкие частицы измельченной магмы, выбрасываемые вулканом при извержении. В зависимости от размера частиц, силы извержения и ветра вулканический пепел оседает на значительных расстояниях от места действующего вулкана.

Вулканический пепел успешно применяется при изготовлении легких бетонов, тарного стекла, цементов, теплоизоляционных материалов, фильтровальных масс и т. п. В некоторых случаях используется при выращивании растений.

В *Армении* месторождения вулканического пепла известны во многих районах. В *Грузии* его наличие установлено в нескольких местах в бассейне р. Баниоша (селения Больбаг и Барда-Дзор); в *Кахетии* проявления пепла белого цвета найдены у ст. Мелаани и недалеко от ст. Цнорис-Цхали. Темно-серый вулканический пепел отмечается вблизи ст. Бакуриани. В бассейне р. Коблианчай у сел. Урхисубани (по Аджарскому шоссе) залегает слой пепла серого цвета мощностью до 2 м. Интересно отметить, что здесь в его отложениях встречаются окаменелые, хорошо сохранившиеся деревья, стволы которых расположены различным образом, вплоть до вертикального положения. На территории *Азербайджана* вулканический пепел прослеживается на обширных пространствах.

На *Северном Кавказе* наиболее разведанным является Нальчинское месторождение вулканического пепла. Обнаружен он в бассейнах рек Кянджи, Малая Шалушка, Азсу, а также в долинах Чегема, Баксана и др.

Вулканические шлаки образуются в процессе эксплозивной деятельности вулканов из очень жидкой подвижной магмы, из которой газы легко удаляются, поэтому пористость застывших кусков шлака меньше, чем пемзы.

Продукты шлаковых выбросов различаются по форме обломков и по особенностям их строения. Крупные куски шлаков, как правило, бесформенны, а мелкие принимают округлые очертания. Среди обломков шлака обычно находят вулканические бомбы различных форм. Насыпной материал большинства шлаковых скоплений окислен. Вулканические шлаки представляют преимущественно скопления довольно рыхлых пород, состоящие из обломков пористого и пузыристого строения. Цвет шлаков обычно серый, черный, у выветрелых разновидностей красно-бурый.

Месторождения вулканических шлаков известны во многих пунктах Кавказа, но особенно большие запасы их находятся на территории *Армянской ССР*. На Анийском месторождении известны вулканические шлаки черные с синеватым оттенком и других цветов с разнообразными отливами.

Вулканические шлаки все шире и шире используются для получения легких конструктивных бетонов. Шла-

ки плотностью 0,4—0,6 г/см<sup>3</sup> представляют наибольший интерес для индустриального строительства — они могут быть использованы для получения теплоизоляционных бетонов. Подобные разновидности шлаков известны в Армении на Кармрашенском месторождении.

Вулканические шлаки применяются при сооружении шоссе и железнодорожных насыпей и в других отраслях народного хозяйства.

При извержении вулканов в атмосферу на большую высоту выбрасывается много пепла и пыли, которые разносятся ветром на большие расстояния. Крупные обломки и глыбы падают недалеко от места извержения. Отложившийся таким образом рыхлый материал постепенно слеживается, уплотняется, цементируется, и образуются плотные породы, называемые вулканическими туфами.

Вулканические туфы — прочный и красивый строительный материал. Туфы отличаются большой стойкостью к внешним воздействиям, обладают высокими звуко- и теплоизоляционными свойствами, легко обрабатываются. Строительство из туфа значительно дешевле, чем кирпичная кладка, а здания прочнее и долговечнее.

В результате вулканической деятельности, широко проявившейся на территории Армении, Азербайджана и Грузии в кайнозойский и четвертичный периоды, здесь образовались большие запасы туфа и туфолав<sup>1</sup>.

В Армении выявлено около 40 разновидностей туфов и туфолав. Интересными являются туфовые лавы арктического типа, распространенные на западных и южных склонах г. Арагац. Туфолавы Арктического месторождения представляют собой вулканическую стекловатую породу, мелкопористую, розовато-фиолетового цвета с оттенками от белого до черного. Они хорошо поддаются обработке, прочные и легкие, широко используются в качестве строительного материала. Арктические туфы разрабатываются карьерами. Для их резки применяются современные режущие машины.

Из туфов различных цветов и оттенков в Армении построены красивейшие здания (рис. 45, 46).

---

<sup>1</sup> Туфолавы — образования, представляющие собой застывшую лаву, содержащую обломочный пирокластический материал.



Рис. 45. Обсерватория Ереванского государственного университета (здание сооружено из туфа)



Рис. 46. Мугни, Церковь святого Георгия, XVII в. (сооружена из туфа). Армянская ССР

Узорчатые облицовочные туфы разрабатываются в Болнисском районе Грузии. Туфы этого месторождения известны как декоративный облицовочный материал блекло-палевой окраски с тончайшими узорами темных прожилков. Он использован в Тбилиси для отделки зданий Тбилисского городского комитета партии, Грузинского филиала Института Маркса — Энгельса — Ленина, Грузинского Дворца правительства. Этими же туфами облицованы изящные арки мостов через Куру. Вулканические туфы распространены также во многих пунктах *Азербайджана* и на *Северном Кавказе*.

Когда при извержении вулканов происходит большое выделение газов, это обычно приводит к распылению выбрасываемой магмы. Раскаленные сбломки и частицы породы вместе с газами выносятся в атмосферу и, двигаясь по земной поверхности в виде подвижной массы, застывают, образуя спекшиеся или «сваренные» туфы, внешне напоминающие застывшую лаву. Эти породы называются и г н и м б р и т а м и (*лат.* — «образованные огненным ливнем»).

На территории *Южной Грузии* в живописных верховьях Куры и в глубоких каньонах р. Паравани залегают умеренно- и слабоспекшиеся туфы пемзово-пепловых потоков, т. е. игнимбритов и других эффузивов. Эта толща светлых туфов была давно известна и описана еще в 1902 г. Г. В. Абигом. Наиболее спекшиеся разновидности кирпично-розового цвета, по мере ослабления спекания они сменяются туфами палевыми, светло-серыми до снежно-белых. Эти туфы сравнительно легко режутся ножом. В вардзийской формации (*Южная Грузия*) поток спекшихся туфов достигает мощности 40 и даже 50—60 м. Верхняя ровная поверхность игнимбритового горизонта покрывается темными андезитовыми туфами осаждения. Вниз по течению Куры мощность спекшихся туфов убывает до 20—30 м. К северу от Вардзия в районе Ахалкалинского плато, где туфовый поток покрывается мелодыми базальтами, на правобережье Куры и в долине Паравани их мощность снова возрастает до 60—80 м.

В долине Куры в отвесной скале левого берега в мягких пластах спекшегося туфа высечены многочисленные пещеры древнегрузинского монастыря-крепости Вардзия — на протяжении примерно 1 км около 600 ком-

нат, зал и переходов. Эта крепость вмещала примерно 20000 человек. В пещерном городке Вардзия несколько церквей, в центре размещен главный храм. Сохранились фресковая живопись, покрывающая стены и свод храма, остатки водопровода и оросительной системы, бассейн прекрасной пресной проточной воды. Поражают высеченные хозяйственные сооружения, кладовые для хранения продуктов и вина, библиотеки-книгохранилища, бани, столовые, казнохранилища и т. п. Прав был один из историков, который, восхищаясь красотой и богатством пещерного городка, оставил также запись: «Об этом трудно поведать словами, кто пежелает, тот да узрит Вардзия сам».

### МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В процессе развития земной коры и вследствие опускания отдельных ее блоков горные породы могут погружаться на большие глубины и попадать в условия, существенно отличные от тех, в которых они первоначально образовались. На значительных глубинах с увеличением давления горные породы уплотняются и становятся более твердыми. Под воздействием высокой температуры они могут частично переплавляться. При метаморфизме изменяются структура и текстура, а в некоторых случаях и минеральный состав горных пород. К наиболее распространенным метаморфизованным породам относятся мраморы, кварциты, сланцы, гнейсы, роговики, кварциты, серпентины.

Глинистые сланцы — слабо метаморфизованные горные породы, состоящие из глинистых материалов, главным образом различных гидрослюд, хлорита и др., частички которых, как правило, ориентированы строго параллельно. В результате такого строения они обычно приобретают четкую сланцеватость, т. е. способность раскалываться на тонкие пластинки. Не размокают в воде. Разновидности глинистых сланцев, хорошо раскалывающиеся на тонкие и ровные плитки, называются кровельными сланцами.

Образование глинистых сланцев связывают с уплотнением глин и частичной их перекристаллизацией на

больших глубинах, где они находятся и под воздействием динамометаморфизма.

Глинистые сланцы используются в качестве кровельного материала, для производства низковольтных распределительных щитов, рубильников и аппаратов в электропромышленности, а также для изготовления некоторых строительных деталей, например плит для внутренней облицовки помещений и для других отделочных работ. Они применяются как наполнители (в дробленном, обожженном и вспученном виде) для некоторых видов бетона, крупных стеновых блоков, а также для бронирования рубероида.

Кровельные сланцы обладают достаточной морозостойкостью и огнестойкостью, что обуславливает необходимость расширения их производства.

В Закавказье, особенно на территории *Грузии*, глинистые сланцы встречаются довольно часто. Запасы их разведаны в бассейнах рек Инцоба, Сепора и в других местах. В *Азербайджанской ССР* кровельные сланцы установлены в районе Белоканы-Закатлы и прослеживаются по южному склону Главного Кавказского хребта от Кахетии в восточном направлении до горы Баба-Даг. В *Армении* кровельные сланцы обнаружены недалеко от сел. Галжибагир.

На территории *Северного Кавказа* на Военно-Грузинской дороге, недалеко от сел. Ларс (Северо-Осетинская АССР) кровельные сланцы залегают в метаморфизованной толще нижней юры. В Северной Осетии они известны также по бассейнам рек Хориз-Дон, Гизель-Дон, Генал-Дон и Терек. Здесь же у пос. Бурон установлены кристаллические сланцы докембрийско-палеозойского возраста (рис. 47). В Карачаево-Черкесской АО кровельные сланцы прослеживаются по ущельям рек Теберда, Шиджатмаз, Биледма и др.

Мрамор представляет собой метаморфизованные известняки и доломиты. Основной породообразующий минерал — кальций, довольно часты в его составе примеси других минералов, в частности кварца, халцедона, пирита, гематита и т. п., а также органических соединений. Плотность мрамора достигает величин 2,65—2,90. Однородные мраморы морозостойкие, легко поддаются полировке и дают красивые узоры. Окраска мрамора зависит от примесей.

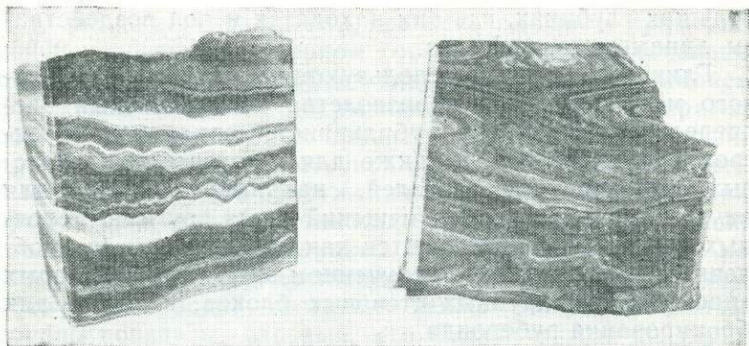


Рис. 47. Кристаллические сланцы докембрийско-палеозойского возраста у пос. Бурон. Северо-Осетинская АССР

Используется мрамор в качестве декоративного, облицовочного материала. Лучшие сорта белого мрамора служат для ваiania.

На Кавказе открыто много месторождений мрамора. В *Армении* встречаются белый, черный мраморы (рис. 48) и мрамор-конгломерат. Ими облицованы некоторые павильоны ВДНХ в Москве, залы Московского метрополитена. Около г. Веди в Армянской ССР на Артавазском месторождении разрабатывается мраморовидный оникс с золотистыми прожилками. Мрамором этого месторождения отделана станция Московского метрополитена «Новокузнецкая». Основные месторождения мраморовидного оникса (рис. 49) в Армении расположены в районе селений Агамзалу, Аревшат, Анкован. Самым ценным качеством мраморовидного оникса является его способность сиять и излучать, что создает иллюзию глубины.

Ценные мраморы выявлены и разрабатываются в 50 карьерах на территории Грузии. Мрамор здесь белый, черный, розовый, коричневый и других цветов и оттенков. На Чорчанском месторождении известны мраморы дымчато-серого цвета, светло-серые с различными приятными оттенками. В Горной Сванетии у селений Деси, Чубери и других целые горы сложены из белого и серого мелкокристаллического замечательного по свойствам мрамора. Здесь, высоко в горах, добывается знаменитый сванетский мрамор. В Кахетии на Лопотском месторож-

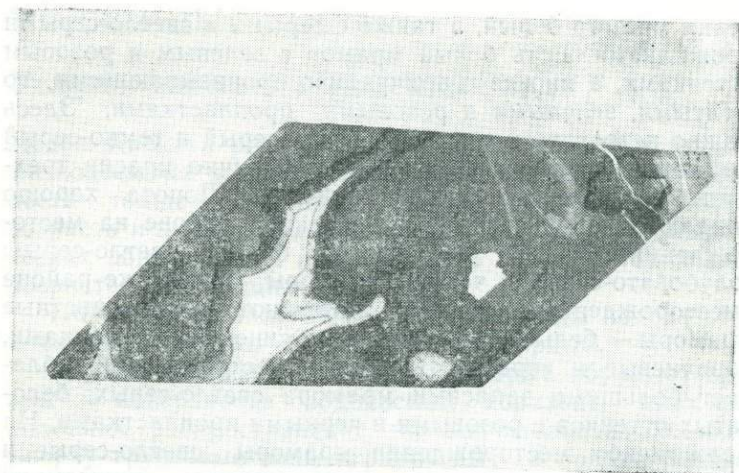


Рис. 48. Мрамор, Армянская ССР



Рис. 49. Мраморовидный онисс, Армянская ССР

дении мрамор белый, а также с серыми и светло-серыми прожилками. Есть белый мрамор с зеленым и розовым оттенками, а иногда с причудливо пронизывающими его желтыми, зелеными и розовыми пропластками. Здесь можно встретить и голубой, светло-серый и темно-серый мраморы с белыми прослоями. Необычно красив трехцветный лопотский мрамор. Мраморы Лопота хорошо поддаются обработке. В Кутаисском районе на месторождении Баноджи установлены белые, светло-серые, голубовато-серые и черные мраморы. В этом же районе (месторождение Мелаури) встречаются разноцветные мраморы — белые с желтоватым и синеватым оттенками, коричневые и черные. Белатское месторождение обладает большими запасами мрамора светло-серых, беловатых оттенков с розовыми и черными пропластками. На Боржомском месторождении мраморы светло-серые и розовые. Бледно-розовые мраморовидные известняки встречаются недалеко от Сухуми (Гумистинское месторождение).

На территории *Азербайджана* недалеко от Дашкесанского месторождения известны выходы белого и светло-серого крупнозернистого мрамора.

В районах *Северного Кавказа* мраморы и мраморизованные породы известны в бассейне Теберды (недалеко от г. Теберда), где встречается бело-розовый мрамор. Близ сел. Даут (Даутовское ущелье) установлен розовый и белый мрамор.

Большие запасы мрамора выявлены ниже устья р. Джемагат, недалеко от сел. Теберда, где расположено Джемагатское месторождение. Проявления мрамора известны и на территории Северо-Осетинской АССР в ущелье р. Ардон.

Кварциты образуются при метаморфизме кварцевых песчаников. Они очень прочны и отличаются большой твердостью и сопротивляемостью выветриванию. Кварциты и кварцитовидные песчаники являются ценным материалом для изготовления динасового огнеупорного кирпича.

Кварциты можно отнести к красивым и долговечным породам, которые можно широко использовать в качестве строительного материала и для облицовки монументальных зданий.

Кавказ богат кварцитами.

# ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

## Условия залегания подземных вод

Недра Кавказа располагают весьма большими запасами подземных вод. Они заключены в огромной по мощности толще осадочных пород мезо-кайнозойского возраста и в трещиноватых метаморфических и магматических образованиях палеозойского и докембрийского возраста, слагающих фундамент.

По условиям залегания подземные воды подразделяются на две группы — грунтовые и напорные.

*Грунтовые воды* — это воды, которые образуют первый от поверхности водоносный горизонт, имеющий сплошное распространение на значительной площади. Сверху грунтовые воды ограничены свободной поверхностью, называемой зеркалом грунтовых вод. Питание этих вод происходит главным образом путем инфильтрации (просачивания) атмосферных или поверхностных вод, чему благоприятствует отсутствие сверху постоянной водоупорной кровли.

*Напорные* — это подземные воды, приуроченные к водоносным пластам, залегающим между водонепроницаемыми слоями горных пород и обладающие гидростатическим давлением (напором). Часто напорные воды называют артезианскими от французской провинции Артуа, где еще в XII в. получали фонтанирующую подземную воду.

Напорные воды формируют артезианские бассейны (см. рис. 9). В каждом артезианском бассейне выделяют следующие основные элементы: область питания, область создания напора, область напора (стока), область разгрузки, или дренажа. Обычно области питания и создания напора совпадают (но не всегда).

Под областями питания и создания напора понимают площадь распространения на дневной поверхности (на наивысших гипсометрических отметках) водопроницаемых или трещиноватых пород, в пределах которой происходит инфильтрация атмосферных и поверхностных вод. Область напора — это основная площадь развития артезианского бассейна. Здесь уровень подземных вод при вскрытии водонапорного горизонта поднимается выше кровли водоносных горизонтов. В местах выхода во-

доносных горизонтов на более низких гипсометрических отметках, чем в области создания напора, часто можно наблюдать изливающиеся воды, обычно в виде термальных источников. Эта область носит название области разгрузки, или дренажа. Движение подземных вод в артезианском бассейне происходит в направлении от области питания к области разгрузки.

## Минерализация, химический и газовый состав подземных вод

Пористые и трещиноватые горные породы насыщены водами, различающимися по химическому составу, физическим и химическим свойствам, температуре и т. п.

Подземные воды представляют собой растворы очень сложного состава, в которых присутствует значительное количество химических элементов, встречающихся в виде ионов, недиссоциированных молекул и коллоидов. Основными компонентами их являются натрий, калий, кальций, магний, хлор, железо, сульфаты, гидрокарбонаты и карбонаты. Остальные элементы встречены в водах в ничтожных количествах. Они называются микрокомпонентами. Суммарное содержание в воде растворенных веществ, солей и коллоидов определяет минерализацию подземной воды. По минерализации природные воды меняются в широких пределах — от пресных до минерализованных и рассолов.

В составе природных вод присутствуют также неорганические вещества, находящиеся во взвешенном состоянии (суспензии и механические взвеси), растительные и живые микроорганизмы. Повсеместно воды в различной степени насыщены азотом, двуокисью углерода и метаном. Кроме того, часто встречаются кислород, сероводород, гелий, аргон, этан, пропан и др.

## Происхождение подземных вод

По происхождению подземные воды вообще, и в частности воды Кавказа, можно подразделить на инфильтрационные и седиментационные.

*Инфильтрационные* воды образуются при просачивании, проникновении атмосферных осадков и поверх-

ностных вод в пористые и трещиноватые горные породы. Инфильтрационное происхождение имеют грунтовые воды, а также часть артезианских вод.

*Седиментационные* воды — это воды, сформировавшиеся в процессе осадкообразования. Осадки, отлагающиеся в водной среде, насыщаются водой бассейна, в котором происходит осадконакопление.

Таким образом, начало седиментационным водам дают воды бассейна, где идет накопление осадков (седиментация). Молодые, еще свежие осадки содержат воду в количестве от 40 до 90% объема рыхлой массы, что позволяет судить о тех больших количествах воды, которые захороняются в процессе осадкообразования. Эти воды в дальнейшем, в течение длительной геологической истории, изменяются по химическому составу, обогащаются йодом, бромом и другими элементами. Седиментационные воды приурочены к глубоко погруженным напорным горизонтам хорошо закрытых геологических структур.

*Круговорот воды в природе.* Вода, встречающаяся повсеместно на нашей планете, имеет громадное значение в различных геологических процессах. Она играет огромную роль в процессах органической жизни.

В виде водяного пара, облаков, снега вода содержится в атмосфере, образующей воздушный океан нашей планеты. Она является составной частью водной оболочки Земного шара — гидросферы. Гидросфера включает в себя как поверхностную водную оболочку — реки, озера, моря, океаны, так и подземную — воды, насыщающие литосферу (земную кору, верхнюю мантию). При давлениях, существующих в земной коре, вода может находиться в жидком состоянии при температурах, превышающих  $100^{\circ}\text{C}$ , причем на больших глубинах — при температурах выше критической температуры химически чистой воды ( $364,3^{\circ}\text{C}$ ). Глубже 15 км вода в земной коре содержится уже в виде пара. Воды атмосферы и гидросферы тесно связаны между собой. Воды морей, рек, озер, испаряясь, попадают в атмосферу, откуда вновь возвращаются на поверхность земли в виде снега, дождя и т. п. Часть выпавших осадков остается на поверхности земли, другая часть испаряется в атмосферу, а третья — просачивается в земную кору. Этот сложный процесс называется круговоротом воды в природе. Круговорот

воды включает несколько основных стадий: испарение воды, перенос водяных паров воздушными потоками, образование облаков и выпадение осадков, поверхностный и подземный стоки, подземное испарение и т. п.

**Зональность подземных вод.** Обычно по подвижности и химическому составу подземных вод на различных глубинах выделяют три зоны.

В верхней зоне — зоне свободного, или активного, водообмена — развиты инфильтрационные, очень часто пресные воды. Формирование их химического состава происходит преимущественно за счет выщелачивания горных пород.

В средней зоне — в зоне затрудненного водообмена — распространены воды инфильтрационные, или воды, образовавшиеся в результате смешения инфильтрационных и седиментационных вод. Химический состав их формируется в результате растворения (выщелачивания) горных пород, жизнедеятельности бактерий, процесса концентрирования вследствие повышенных температур.

В нижней зоне — зоне весьма замедленного водообмена — происходит движение вод, ощутимое лишь в геологические промежутки времени. Здесь обычно распространены высокоминерализованные седиментационные воды. Минерализация их достигает нескольких сот граммов на литр.

**Грунтовые воды Кавказа.** В распределении по площади Кавказа грунтовых вод, образующих первые от дневной поверхности водоносные горизонты, установлена зональность, которая в основном соответствует климатическим условиям.

В горной области Большого Кавказа, где выпадает значительное количество осадков (более 1000 мм), в условиях сильно пересеченной местности и крутых склонов осуществляется активный водообмен, способствующий образованию преимущественно слабо минерализованных грунтовых вод.

В Западном и Центральном Предкавказье в условиях умеренного климата (осадков выпадает 500—700 мм в год) формируются грунтовые воды пестрого химического состава с минерализацией до 2 г/л.

Засушливый климат (осадков около 200 мм в год) и весьма слабая циркуляция вод обуславливают рас-

пространение на севере Восточного Предкавказья высокоминерализованных соленых и горько-соленых грунтовых вод.

Горизонты грунтовых вод на Кавказе известны в образованиях как четвертичного, так и дочетвертичного возраста. Широко развиты водоносные горизонты в современных аллювиальных отложениях — галечниках, песках, супесчаных образованиях, слагающих русла, поймы и первые надпойменные террасы многих речных долин. Воды аллювиальных отложений вследствие неглубокого их залегания и хорошего качества широко используются для питьевых и хозяйственных целей. В Армении среди грунтовых вод большое значение имеют трещинные воды молодых вулканических лав, образующие мощные подземные потоки.

Напорные водоносные горизонты Кавказа распространены как в четвертичных, так и в дочетвертичных — неогеновых, палеогеновых, мезозойских и домезозойских образованиях. Основная область питания водоносных горизонтов приурочена к районам их раскрытого залегания и расположена в пределах Большого Кавказа. Источниками питания являются атмосферные осадки, талые воды ледников и снежного покрова.

В горной области в различных горизонтах вплоть до докембрия отмечается зональность напорных вод. Она выражается в увеличении по направлению падения горизонтов минерализации вод — пресные воды сменяются минерализованными и далее высокоминерализованными. Нередко воды, проникающие на глубину по тектоническим трещинам, встречают на своем пути восходящие струи углекислого газа и, изливаясь в пониженных местах рельефа, образуют многочисленные минеральные источники (нарзаны). В полосе развития карбонатных, преимущественно мезозойских (меловых, юрских) образований, встречаются проявления карста и карстовых источников.

От основной области питания — Большого Кавказа — воды весьма замедленно движутся во всех направлениях. Основными областями разгрузки являются Черное, Азовское, Каспийское моря, оз. Маныч.

Скорость движения подземных вод снижается в направлении от наиболее молодых пород, слагающих верх-

ние этажи артезианских бассейнов, к наиболее древним образованиям, залегающим в недрах на больших глубинах от дневной поверхности.

Во всех направлениях от областей питания водоносных горизонтов минерализация вод закономерно увеличивается с глубиной, и на большей части Предкавказья в мезозойских и палеогеновых отложениях распространены высокоминерализованные воды. Эта водоносная толща надежно отделена мощными, преимущественно глинистыми породами майкопской серии от водоносной толщи неогеновых и четвертичных образований.

Напорные воды неогеновых отложений Восточного Предкавказья наряду с региональными имеют дополнительные области частичной разгрузки в пределах Передовых (Терского и Сунженского) хребтов, в предгорьях Дагестана. Наличие этих дополнительных областей разгрузки обуславливает несколько иные закономерности в распределении подземных вод. Известно, что чем выше проницаемость пласта, тем медленнее изменяются в нем минерализация и химический состав воды. К мощным хорошо проницаемым песчаникам, в частности среднемиоценовых отложений, приурочены слабо минерализованные и даже пресные воды. В литологически неоднородных песчаниках, обладающих плохой проницаемостью, где движение подземных вод проявляется слабо, встречаются воды повышенной минерализации. Поэтому чередование песчаных пластов различной проницаемости создает скачкообразную картину изменения минерализации вод по разрезу.

В недрах Азербайджана, в частности на территории Апшеронского полуострова и Нижнекуринской впадины, в распределении вод по разрезу четко проявляется гидрохимическая аномалия. В верхней части так называемой продуктивной толщи (средний плиоцен) распространены воды высокой минерализации, в нижней — воды меньшей минерализации.

В области южного склона Большого Кавказа на территории Грузии наряду с пресными водами широко развиты углекислые воды разного химического состава. В области Рионо-Куринской низменности (Грузинская глыба) встречаются напорные горизонты с азотными, метановыми и сероводородными водами с различными

химическими составами, от слабо минерализованных до рассолов.

Напорные воды в Армянской ССР сосредоточены в отдельных горизонтах осадочных и туфогенно-осадочных пород между водоупорными толщами. Основные водоносные горизонты в разрезе кайнозойских образований приурочены к плиоцен-четвертичным озерно-аллювиальным отложениям. Они отличаются неглубоким залеганием, находятся в зоне активного водообмена, поэтому преимущественно пресные и холодные. Воды нижележащих горизонтов часто характеризуются высокой минерализацией, обусловленной процессами выщелачивания соленосных пород.

Подземные воды напорных горизонтов Кавказа уже давно нашли широкое и разнообразное применение.

Пресные подземные воды используются для водоснабжения городов, промышленных объектов, для орошения земли, минеральные воды — в бальнеологических целях. На Кавказе на базе минеральных вод функционируют крупнейшие курорты — Кавказские Минеральные воды, Сочи — Мацеста, Боржоми, Цхалтубо, Джава, Джермук, Арзни, Дилижан, Истису, Талги, Серноводск, Кармадон, Тамиск, Горячий Ключ и др.

Подземные высокоминерализованные воды, содержащие в повышенных количествах химические элементы и соединения, извлечение которых может быть экономически рентабельным, представляют значительный интерес как источник сырья для химической промышленности. На Кавказе распространены воды, из которых получают иод, бром, бор. В последнее время на территории Предкавказья установлены подземные воды, содержащие редкие и редкоземельные элементы, такие как цезий, рубидий, стронций, германий, вольфрам и др. Эти элементы извлекаются из промышленных подземных вод в США, Японии, Италии и других странах.

## ТЕПЛО ЗЕМНЫХ НЕДР

Многочисленные источники термальных подземных вод издавна привлекали внимание человека. Сведения о горячих источниках Истису (Азербайджанская ССР) относятся к XII в. По преданию, решающую роль в основании

Тбилиси сыграли обнаруженные здесь источники термальных вод. Во всяком случае название города, несомненно связано с этими источниками: по грузински «тбили» означает «теплый».

Температура недр зависит главным образом от внутреннего тепла Земли. Сезонные колебания охватывают обычно лишь верхние 10—30 м пород, не проследиваясь глубже нейтрального слоя с постоянной температурой. Ниже нейтрального слоя происходит равномерное увеличение температуры. Замеры температур проводятся в скважинах максимальными термометрами. По данным измерения температур определяется расстояние по вертикали, на которое нужно углубиться, чтобы температура повысилась на  $1^{\circ}\text{C}$ . Эта величина называется геотермической ступенью. Зная геотермическую ступень, можно примерно оценить температуру глубинных недр Земли, где не было замеров температур.

### Теплопроводящие и теплоизолирующие толщи

Скорость изменения температуры с глубиной непостоянна в разных районах. Это объясняется проявлением двух факторов — изменения теплопроводности пород, что обуславливается геологическим строением района, и изменения теплового потока из недр Земли.

Интервалам разреза, представленным глинистыми породами, отличающимися небольшой теплопроводностью, соответствуют низкие значения геотермической ступени (20—25 м/ $^{\circ}\text{C}$ ). Пески, песчаники, известняки, большинство метаморфических и магматических пород, обладающие высокой и очень высокой теплопроводностью, выделяются в разрезе повышенными значениями геотермических ступеней (в некоторых случаях превышающим 100 м/ $^{\circ}\text{C}$ ).

В разрезе отложений Кавказа выделены различные по геотермической характеристике толщи: первая теплопроводящая плиоцен-миоценовая толщина, майкопская теплоизолирующая толща, вторая теплопроводящая толща эоцен-палеоценовых и более древних отложений. Основное влияние на тепловой режим недр оказывают майкопская теплоизолирующая и вторая теплопроводящая толщи.

Последняя, рассматриваемая в объеме эоцена — плиоцена и более древних отложений, благодаря высокой теплопроводности способствует быстрой передаче тепла к подошве майкопских отложений, теплопроводность которых в несколько раз меньше. Майкопские глинистые отложения, с одной стороны, как бы концентрируют в себе полученное тепло, а с другой стороны, и сами генерируют тепло за счет повышенной радиоактивности пород.

Таким образом, в разрезе глинистых толщ происходит резкое возрастание температуры. Наиболее высокие температуры соответствуют наибольшей мощности глинистых отложений, и наоборот, если мезо-кайнозойские и более древние образования заметно обогащены песчаным материалом, температура недр заметно понижается. Низкие температуры недр отмечаются в районах, где в разрезе мезо-кайнозоя отсутствуют теплоизолирующие толщи и поэтому создаются благоприятные условия для передачи тепла глубинных недр к земной поверхности. Такие районы рассматриваются раскрытыми в геометрическом отношении, в то же время районы в разрезе отложений которых имеются теплоизолирующие толщи, следует отнести к закрытым.

## Геотермические районы Кавказа

Раскрытыми в геотермическом отношении являются территории Большого Кавказа, в разрезе которых отсутствуют неогеновые и майкопские отложения и на дневную поверхность выходят эоцен-палеоценовые и более древние образования. Сюда же относятся и некоторые районы Ставропольского поднятия, Грузии, Черноморского побережья, Минераловодский выступ.

В закрытых в геотермическом отношении районах Кавказа, в свою очередь, можно выделить подрайоны, характеризующиеся различными геотермическими условиями на той или иной глубине. Так, Ставропольское сводовое поднятие отличается высокими температурами на небольших глубинах (до 1000 м). Здесь на глубине 1000—1200 м залегают майкопские глины, низкая теплопроводность которых обуславливает быстрый рост температуры с глубиной. На глубине 1000 м температу-

ра изменяется от 70 до 90°C, что намного выше температуры на той же глубине в других районах Кавказа. С дальнейшим увеличением глубины в разрезе эоцен-палеоценовых и более древних отложений геотермические условия заметно изменяются.

На восточном периклинальном окончании Терского и Сунженского хребтов (Чечено-Ингушская АССР) высокие температуры отмечаются вплоть до глубин 3000 м, что обусловлено наличием таких глинистых теплоизолирующих толщ, как сарматская и майкопская. Существенное влияние на тепловой режим недр оказывают здесь также высокотемпературные воды, поступающие из Сунженской синклинали, которые отдают тепло окружающим породам.

Районы с низкими температурами до глубин 2500—3500 м и с высокими температурами на больших глубинах (прогнозно) находятся в центральных частях Западно-Кубанского и Восточно-Кубанского прогибов, в Терско-Кумской впадине, Сунженской и Петропавловской синклиналях. Эти районы отличаются значительной мощностью неогеновых отложений, в разрезе которых температура медленно возрастает с глубиной. На глубине более 2500—3500 м в интервале залегания глинистых отложений майкопской серии температура с глубиной резко увеличивается.

В пределах Апшеронского полуострова и Прикуринской низменности в Азербайджане высокая теплопроводность пород и отсутствие теплоизолирующей толщи предопределяют низкие температуры недр. На глубине 1000 м температура колеблется в пределах 32—47°C, на глубине 2000 м она не превышает 60°C. Районы, в недрах которых господствуют низкие температуры, по характеристике приближаются к геотермически открытым.

Высокие значения геотермической ступени характерны для мезо-кайнозойских отложений Грузии — от 33 до 60 м/°С, что позволяет рассматривать их в качестве единой теплопроводящей толщи. Правда, отдельные интервалы (олигоцен, альб — апт) исследованного разреза этих отложений могут быть отнесены и к теплоизолирующим. Вот почему температура на глубине 1000 м для межгорных впадин Грузии колеблется в широких пределах — от 31 до 81°C.

Обращает на себя внимание охлаждающее влияние Черного моря, выражающееся в общем понижении температур в прибрежных районах.

Естественно, что наряду с литолого-стратиграфическими особенностями разреза на температурные условия земных недр оказывают различное, но значительное влияние тектонический, гидрогеологический и другие факторы. Гидрогеологический фактор — движение подземных вод — во многих случаях вызывает локальные аномалии температурных условий. Лишь в пределах Кавказского горного сооружения охлаждающее влияние подземных вод ощущается в региональном плане.

Распределение температур в недрах. Характер распределения температур в недрах Северного Кавказа хорошо иллюстрируется картой геоизотерм — линий равных температур для глубины 2000 м (рис. 50). Самая высокая температура (свыше  $120^{\circ}\text{C}$ ) на глубине 2000 м установлена в районе Прикумска. Высокие значения температур (свыше  $90^{\circ}\text{C}$ ) отмечены в недрах Ейско-Березанского, Тихорецко-Кропоткинского районов, Адыгейского выступа, Ставропольского поднятия, Прикумской области, восточного периклинального окончания Терского и Сунженского хребтов, территории Киров-абадской области. Геоизотермы хорошо оконтуривают структурные формы, в отдельных случаях уточняют, детализируют геологическое строение территории.

Тепловой поток. Одним из важнейших геотермических параметров, характеризующих тепловое состояние земных недр, является плотность теплового потока — количество тепла, поступающего из земных глубин в единицу времени на единицу поверхности Земли. Величина потока тепла из недр крайне мала по сравнению с энергией, получаемой от Солнца. Тем не менее использование глубинного тепла имеет большое значение в народном хозяйстве.

Распределение теплового потока в земной коре зависит от термических свойств горных пород, от структурно-геологических и гидрогеологических условий, от местных тепловых полей и т. п. Наибольшие величины тепловых потоков установлены для мегантиклинорий Большого и Малого Кавказа — районов, где глубинные процессы как в недалеком прошлом, так и в настоящее время протекали и протекают весьма интенсивно. Об

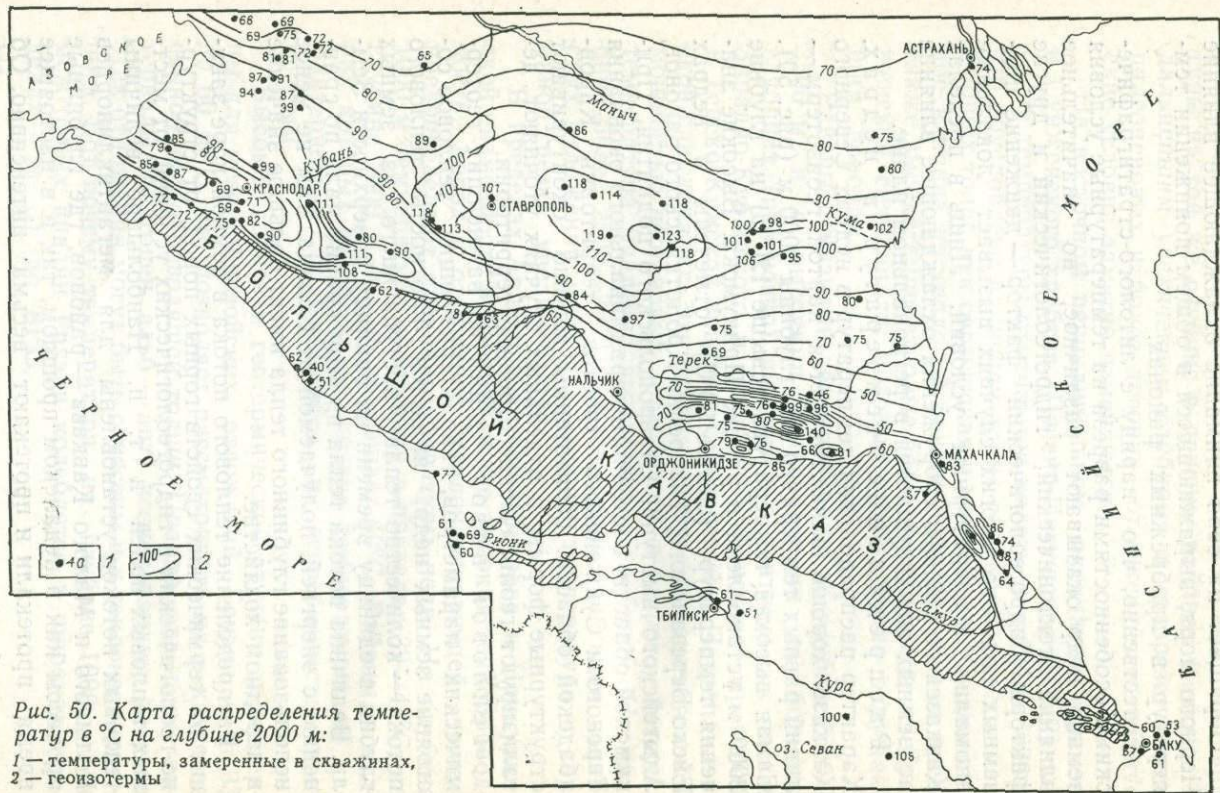


Рис. 50. Карта распределения температур в °С на глубине 2000 м:  
 1 — температуры, замеренные в скважинах,  
 2 — геизотермы

этом свидетельствуют, в частности, высокая сейсмичность недр и вулканизм, имевший место как в плиоценовое, так и в четвертичное время.

Большая плотность тепловых потоков установлена в пределах Ставропольского сводового поднятия, в поперечных структурных выступах — Адыгейском, Минераловодском и др. Для значительного числа структур Ставропольского сводового поднятия тепловой поток характеризуется максимальными для Предкавказья значениями. Западно-Кубанский передовой прогиб отличается довольно низкими величинами этого показателя.

В целом ряде пунктов Терско-Кумской впадины зафиксированы величины тепловых потоков, превышающие средние для земного шара.

Значительный интерес представляет распределение тепловых потоков в пределах Терско-Сунженской зоны дислокаций, обусловленное, в частности, сложным строением региона, наличием залежей нефти и газа в разрезе как кайнозойских, так и мезозойских отложений. Сводовые части положительных структур осадочного чехла по сравнению с периклинальными окончаниями отличаются повышенными их значениями. В пределах Терско-Сунженской дислокации установлена прямая связь между величинами тепловых потоков и запасами нефти.

Для Апшеронского полуострова и примыкающей акватории Каспийского моря характерны большие вариации величин тепловых потоков. Наибольшая тепловая напряженность отмечается для Западно- и Центральноапшеронского антиклинориев, меньшая — для Восточно-Апшеронского антиклинория, минимальная — для Западно- и Восточно-Апшеронской синклиналей. Антиклинории выражены брахиантиклинальными складками, осложненными крупными разрывами, к которым нередко приурочены грязевые вулканы. Наибольшие величины тепловых потоков фиксируются в сводах структур. Вынос тепла заметно усиливается при осложнении структур грязевыми вулканами: по путям извержения происходит интенсивная передача тепла из недр. Подобное явление изучено авторами на примере структур Локбатан, Биби-Эйбат, Балаханы-Сабунчи-Раманы, Зых, Песчаный-море и др. Причем установлено, что погружение складок и затухание складчатости сопровож-

даются уменьшением величин тепловых потоков. К зонам тепловых потоков свыше  $1,4 \cdot 10^{-6}$  кал/см<sup>2</sup>·с тяготеют нефтяные залежи, а в зонах, характеризующихся тепловыми потоками  $1,0 \cdot 10^{-6}$ — $1,2 \cdot 10^{-6}$  кал/см<sup>2</sup>·с, наряду с нефтяными встречаются газоконденсатные залежи.

На территории Грузии взаимосвязь теплового поля и геотектонического строения также проявляется весьма отчетливо. Так, в молодых складчатых системах на Большом Кавказе и в центральной части Аджаро-Триалетии (Боржоми) величины тепловых потоков наибольшие; на межгорной плите, именуемой Грузинской глыбой, величина теплового потока значительно меньше.

На территории Армении значения тепловых потоков изменяются в пределах  $0,8 \cdot 10^{-6}$ — $3,8 \cdot 10^{-6}$  кал/см<sup>2</sup>·с. Наибольшая величина этого показателя, установленная для курорта Джермук, связывается с магматическими процессами, происходившими здесь на протяжении длительного времени, вплоть до недавнего прошлого. Свидетельством этого являются выходы термальных вод с температурой до 45°C. Наименьшая тепловая напряженность зафиксирована для Араксинской впадины.

Источники тепловой энергии. Большинство исследователей склонны считать основным источником энергии, обуславливающим тепловой режим нашей планеты, радиоактивный процесс. При составлении теплового баланса Земли учитывается энергия, выделяемая при радиоактивном распаде так называемых долгоживущих изотопов семейств урана, тория, актиния, а также радиоактивных изотопов калия, кальция, рубидия, стронция, индия, олова, теллура, лантана, неодима, лутеция, вольфрама, рения, висмута. Наибольшим тепловым эффектом распада отличаются изотопы урана и тория.

Одним из возможных источников внутренней энергии Земли часто называют гравитационную энергию. Согласно космогоническим представлениям, при образовании Земли происходила аккумуляция вещества протопланетного облака воедино, которая сопровождалась освобождением огромного количества гравитационной энергии. Часть ее шла на нагрев планеты, а часть трансформировалась в упругую энергию сжатия планеты и расходовалась на излучение в окружающее пространство.

Установлено, что продолжительность одного оборота земного шара вокруг своей оси за время существования

Земли увеличилась в несколько раз, что сопровождалось изменением энергии вращения. Она перераспределялась в виде механической энергии, часть которой расходовалась на деформацию Земли посредством приливного трения и трансформировалась в тепловую энергию.

Из других планетарных источников тепла следует назвать энергию фазовых переходов, тепловой эффект космического потока нейтрино, частично захватываемого веществом Земли и т. п.

Гипотеза радиоактивного разогрева Земли является в настоящее время наиболее продуманной и разработанной.

## Практическое использование глубинного тепла Земли

В настоящее время практическому использованию глубинного тепла Земли уделяется значительное внимание. Запасы тепловой энергии земной коры по сути неисчерпаемы. Классические виды топлива — нефти, газа и угля — не смогут обеспечивать постоянно растущее потребление энергии, поскольку их запасы далеко не безграничны. Потенциальные ресурсы геотермального тепла эквивалентны сотням миллионов тонн условного топлива в год.

Применение геотермической энергии даже в небольшом объеме может значительно изменить и улучшить топливный баланс страны. Пока ее потребление ограничивается использованием термальных вод и парогидротерм. Превращение тепла земных недр непосредственно в электрическую энергию по своему значению может быть сопоставлено с управлением термоядерной реакцией.

Термальные воды установлены по всему разрезу мезо-кайнозойских отложений Кавказа и уже нашли практическое применение в сельском хозяйстве для обогрева круглогодичных парников и теплиц, в теплофикации жилых и административных зданий, используются для бальнеологических целей, купания. Геотермические условия недр и высокая степень прогретости пород во многих случаях обуславливают формирование вод с температурой до  $100^{\circ}\text{C}$ .

Температура мезозойских отложений Кавказа иногда даже превышает  $200^{\circ}\text{C}$ . Высокие ее значения приурочены в основном к районам с большой мощностью осадочного чехла. Максимальная температура земных недр на Кавказе —  $220^{\circ}\text{C}$  — замерена на глубине 6320 м в Медведовской скв. 1 (Краснодарский край). В Бурунной скв. 1-р (Чечено-Ингушская АССР) на глубине 6000 м зафиксирована температура  $190^{\circ}\text{C}$ .

Определенный интерес для получения термальных, перегретых вод и пара представляют вулканические области Большого и Малого Кавказа. Для выяснения этого вопроса необходимо пробурить скважины около вулканов, прежде всего вблизи Казбека и Эльбруса. Не менее заманчивым представляется исследование десятков потухших вулканов вулканических хребтов и нагорий *Армении*. Следы вулканической деятельности здесь наблюдаются почти повсеместно. Несомненно, что недра Армении, особенно в районах развития вулканизма, еще не остыли. Об этом свидетельствуют как высокая температура вод многих источников, так и результаты геотермических исследований, данные по тепловым потокам. В республике имеется 187 групп термальных и субтермальных источников.

Основными горизонтами термальных вод на территории Грузинской ССР являются для западного погружения Грузинской глыбы карбонатные отложения нижнемелового возраста, для Аджаро-Триалетской складчатой системы — вулканы среднего эоцена. В республике известно около сотни значительных проявлений термальных вод.

*Азербайджанская ССР* также богата термальными водами. В горно-складчатых районах (Большой и Малый Кавказ, Талыш) они приурочены к зонам крупных разломов и характеризуются локальным распространением, разгружаясь в местах пересечения трещиноватых зон долинами рек. По всему разрезу мезо-кайнозойских отложений установлены термальные воды в Куринской впадине.

Огромными запасами подземных термальных вод располагают артезианские бассейны *Северного Кавказа* — Краснодарского и Ставропольского краев, Кабардино-Балкарской АССР, Северо-Осетинской АССР, Чечено-Ингушской АССР и Дагестанской АССР. Тер-

мальные воды здесь приурочены к мезо-кайнозойским отложениям.

Наиболее перспективными и подготовленными к промышленной разведке в Краснодарском крае являются районы Апшеронска, Майкопа, Лабинска, Армавира. Здесь термальные воды заключены в песчаных горизонтах нижнемеловых отложений. Определенный интерес представляют районы Краснодара и далее на запад, вплоть до побережья Азовского моря.

В Ставропольском крае заслуживает внимания Прикумский район, где из вулканогенно-осадочного комплекса, относимого к верхнему триасу — нижней юре, притоки термальных вод в некоторых случаях достигали многих сотен и даже тысяч кубометров в сутки.

Одной из самых значительных и наиболее перспективных для использования термальных вод является гидродинамическая система среднемиоценовых отложений Северо-Восточного Кавказа. Устойчивые во времени дебиты здесь нередко составляют 2000—2500 м<sup>3</sup>/сут с температурой воды на устье скважин до 100°C. Большие работы по использованию термальных вод уже проведены в Чечено-Ингушской АССР и Дагестанской АССР. Авторами совместно с С. П. Власовой выполнены расчеты в связи с решением вопросов широкого использования термальных вод для теплофикации и горячего водоснабжения Грозного. Эти расчеты предполагают проведение работ по восстановлению ресурсов подземных вод.

Следует обратить внимание на то, что термальные подземные воды Кавказа нередко относятся одновременно и к минеральным, и к промышленным. Комплексное использование их — в качестве минеральных, лечебных, термальных, промышленных — вот то основное направление, которое следует из решения проблемы рационального использования, воспроизводства и охраны природных богатств нашей Родины.

## ЛЕЧЕБНЫЕ ГРЯЗИ КАВКАЗА

На территории Кавказа во многих пунктах известны лечебные грязи. Некоторые их месторождения хорошо изучены.

Лечебные грязи обычно представляют собой пластичное коллоидальное вещество консистенции густой мази черного, темно-серого или бурого цвета. Высокая коллоидальность обуславливает повышенную гидрофильность грязи и отсутствие в ней тепловой конвекции, высокую теплоемкость и хорошую теплоудерживающую способность.

Грязелечение — пелотерапия (от греч. «*pelos*» — глина, грязь и «*therapeia*» — лечение) было известно человеку еще в глубокой древности. Лечебные грязи, встречающиеся в природе, используются в естественном виде. Их образование связано со сложными геологическими, биологическими и химическими процессами. Биохимические процессы в результате жизнедеятельности микрофлоры ведут к различным преобразованиям вещества грязи и к появлению в ней биогенных компонентов (соединений углерода, азота, серы, железа, фосфора, кремния и других элементов). Некоторые из этих компонентов, например сероводород, имеют терапевтическое значение.

Лечебная грязь кроме теплового оказывает и химическое воздействие на организм человека. Для грязелечения используют иловые отложения сильно минерализованных водоемов (иловые сульфидные грязи), иловые отложения пресных водоемов, хорошо разложившиеся торфы (минерализованные и пресные). Нередко лечебными свойствами обладают сопочные грязи, грязи грязевых вулканов (вулканоидов), которые распространены на большой территории в Азербайджане, на Таманском полуострове, в Восточной Грузии и в других районах Кавказа. Наибольшей популярностью пользуется хорошо изученное Тамбуканское грязевое озеро (Большой Тамбукан), расположенное в нескольких километрах от Пятигорска. Лечебная грязь Тамбукана широко используется в грязелечебницах курортов Кавказских Минеральных Вод и других городов страны. В составе этой грязи определены ценнейшие и активные микроэлементы, в том числе железо, цинк, стронций, литий, а также соли кальция и магния, сероводород, уголекислота и ряд органических соединений. Весьма важным ее свойством является стерильность, поэтому иногда тамбуканская грязь накладывается даже на открытые раны, что ускоряет процесс их заживления.

Тамбуканская грязь продолжает создаваться природой и в настоящее время — идет непрерывный процесс ее восполнения. Рядом с Тамбуканским расположено другое озеро — Малый, или Сухой Тамбукан. В дождливые годы Малый Тамбукан оказывается заполненным водой длительное время, и в эти периоды в озере начинается та же органическая жизнь, что и в Большом Тамбукане.

На Кавказе грязевые озера установлены и исследованы на Темрюке, в районе Анапы (оз. Чумбурка). Грязь Чумбурского озера содержит серные и иодистые соединения, обладает радиоактивностью и по своим лечебным свойствам не уступает грязям Тамбуканского озера. На Маныче (ст. Вагнеровская) известно грязевое озеро Крестовое.

В Дагестане лечебные грязи установлены в Миатлах, Махачкале, Талгах, Каякенте. В Азербайджане открыты и исследованы лечебные грязи в районах Тасазь, Беюк-Шер, Ахатла. Заслуживают внимания многочисленные грязевые вулканы Азербайджанской ССР. В Грузии обнаружена лечебная грязь в районе Кулиси. Кроме того, в Восточной Грузии известно много грязевых вулканов и сопок. В частности, грязь, выделяющаяся из некоторых кратеров Мирзаанской сопки, обладает целебными свойствами и используется для лечения ревматизма и других заболеваний. В Армении лечебная грязь установлена во многих местах. Большой популярностью у местных жителей пользуется грязь в районе Анкавян.

## КАРСТОВЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КАВКАЗА

На территории Кавказа известно немало мест, где в различной степени развит карст.

Название «карст» происходит от нагорья Карст («карст», точнее «крас» — камень) в Югославии, сложенного известняками. Это нагорье безводно, а выпадающие здесь осадки стекают в трещины и воронки, в естественные колодцы, шахты и другие карстовые пустоты.

На Кавказе во многих районах залегают вблизи от дневной поверхности или обнажаются довольно легко

растворимые в воде горные породы, такие как известняки и доломиты, пясчий мел, мраморы, гипсы и ангидриты, каменная соль и др. Просачивающиеся по трещинам дождевые и талые воды и движущиеся подземные воды растворяют эти породы. Таким образом, в результате деятельности проникающих вод под землей образуются пещеры и другие пустоты, часто весьма сложной формы, а на дневной поверхности — воронки, круглые озера, которые относят к карстовым проявлениям.

Г. А. Максимович, отвечая на вопрос, как образуется карст, называет три основных условия, необходимых для развития карстовых процессов: 1) наличие растворимых в воде горных пород; 2) наличие движущейся воды, способной растворять породы; 3) наличие путей движения воды в этих породах — трещин и других пустот.

На территории Кавказа наиболее распространены следующие карстовые формы.

Стекающие дождевые и талые воды образуют в трещиноватых карстующихся породах, выходящих на дневную поверхность, углубления в виде лунок, бороздок и т. п. — так называемые *карры*. Такие формы карста установлены в районе Гагр.

*Поноры* — зияющие отверстия на поверхности карстующихся пород, поглощающие воду. Образуются поноры из трещин или карровых углублений.

*Карстовые колодцы* — вертикальные каналы с поперечником более 1 м и глубиной более 10 м.

*Естественные шахты и пропасти* образуются при вертикальном движении карстовых вод. На Кавказе естественной шахтой является Провал на г. Машук в районе Пятигорска. Этот Провал представляет собой карстовую шахту глубиной 41 м, заканчивающуюся гротом, достигающим в поперечнике 15 м. Часть этого грота занята небольшим озером глубиной до 10 м, заполненным синевато-зеленой водой. Для осмотра Провала еще в середине прошлого века сооружен туннель длиной 43,8 м, который ведет в глубь горы к шахте.

*Карстовые воронки* распространены в районах развития карста. Форма их разная, но обычно в плане они представляют собой окружность. Размеры воронок весьма различны.

*Карстовые котловины* — это замкнутые понижения довольно сложной формы. Образование их обычно объясняют ростом карстовых воронок или слиянием нескольких воронок. Карстовые котловины известны и на Кавказе.

*Поля* — больших размеров продолговатые впадины карстовых областей. Обычно они имеют ровное дно и крутые, иногда отвесные стенки. Длина полей в 2—3 раза больше ширины. Размеры их различные. Происхождение полей не имеет какой-либо определенной схемы. В одних случаях они представляют собой провалы сводов туннелей подземных рек, в других являются следствием слияния карстовых котловин и воронок. Большие поля образуются также в результате опускания земной коры по тектоническим разломам и последующего выщелачивания пород. Возможны и другие причины их возникновения. На Кавказе известны небольшие поля, например Шаорская.

*Карстовыми останцами* называют выпуклые образования между карстовыми углублениями, а также различные выступы и холмы, образующие своеобразный рельеф на некоторых закарстованных участках. Карстовые останцы на Кавказе установлены в Грузии в районе оз. Эрцо и Лечхуме, на правом берегу Риони. На Северном Кавказе в бассейне Большой Лабы известны *гипсовые мосты*.

Кроме поверхностных проявлений в карстовых областях распространены и *пещеры*. Происхождение их самое различное, но все они связаны с деятельностью подземных вод. На Кавказе открыто и исследовано довольно много карстовых пещер.

Карстовые пещеры Абхазии связаны с мезозойскими и кайнозойскими известняками. В долине р. Келасури крупные карстовые пещеры расположены в несколько ярусов. Они соединяются между собой, образуя сложные лабиринты. Абласкирская пещера, обнаруженная в 60 км от Сухуми, вблизи Очамчире, состоит из ряда крупных залов, украшенных сталактитами и сталагмитами. Длина ее 3 км. По дну пещеры протекает подземная река. Имеется также большое подземное озеро.

Шромская пещера состоит из трех залов, соединенных переходами. Общая длина ее 90 м. В первом зале с потолка свисает бахрома сталактитов, с пола подни-

маются сталагмиты. Затем узкий проход ведет в округлый очень высокий зал, напоминающий храм; стены этого зала украшены сталактитами, создающими подобие алтаря и фантастических статуй. Третий зал пещеры разделен колоннами, образовавшимися в результате сращивания сталактитов и сталагмитов, на две части. Процесс образования сталактитов и сталагмитов продолжается и в настоящее время. Падающие с потолка капли воды стекают по свисающим сталактитам, оставляя на них частицы известкового вещества, в результате чего известковые сосульки растут.

Сатаплийская сталактитовая пещера расположена примерно в 6 км к северу от Кутаиси. Незабываемое впечатление оставляет спуск в пещеру через доступный северный вход. Сама пещера кажется подземным дворцом. Длина главного зала пещеры 400 м. От него отходят два боковых ответвления, соединенные переходами. Общая длина всех залов и переходов пещеры достигает 600 м. Натечные образования состоят из углекислого кальция. На стенах сталактиты образуют ажурную бахрому, напоминающую занавесы, на потолке они похожи на люстры. С пола пещеры поднимаются сталагмиты. Иногда натечные формы напоминают фигуры людей и животных и какие-то фантастические памятники. В местах, где сталактиты и сталагмиты срослись, образовались массивные колонны. При освещении из мрака вырастают величественные скульптуры, созданные природой.

Недалеко от пещеры, уже на дневной поверхности, обнажаются почти горизонтально залегающие нижнемеловые мергелистые известняки, на них видны четкие отпечатки лап динозавров (пресмыкающихся, живших в мезозойскую эру).

Недра Иверской горы многие тысячелетия хранили удивительные творения природы и лишь совсем недавно открыли свои сокровища людям. Несколько лет назад группа специалистов Института геофизики им. Вахушти Академии наук Грузинской ССР, спустившись примерно на 200 м в узкую воронку в Иверской горе недалеко от Нового Афона, обнаружили несколько карстовых полостей, равных которым нет в СССР. Длина некоторых залов достигает 260 м, высота — почти 100 м. Природа

«изваяла» в пещере скульптуры сказочных животных, создала каменные люстры, занавеси и водопады.

Чтобы это творение природы сделать доступным людям, пришлось пробивать полукилометровую подземную трассу. Применяя новейшие методы, ученые изучили морфологию полостей, режим грунтовых вод, состав отложений, микроклимат. Только после тщательного анализа результатов проведенных исследований был предложен и осуществлен проект пробивки этой подземной трассы. Были также укреплены своды пещеры, сооружены мосты-эстакады, создана специальная система вентиляции, которая поддерживает естественный режим температуры и влажности. Словом, было сделано все, чтобы сохранить подземные чудо-палаты. Обращает на себя внимание рациональность архитектуры и планировки сооружений, выразительное художественное освещение залов, звуковое сопровождение экскурсий.

Наконец, следует сказать еще об одной карстовой пещере. В Восточной Грузии близ сел. Кварели в начале века была обнаружена карстовая пещера, названная Кварельской. Протяженность залов этой пещеры, связанных туннелями, 12 км. Абсолютно чистый воздух, сухой золотистый песок, которым усыпан пол пещеры, представляют идеальные условия для хранения и созревания вин. Теперь это уникальное винохранилище, разместившееся в огромном подземном лабиринте. Дегустаторы высоко оценивают тонкий аромат и вкус созревающих здесь знаменитых кахетинских марочных вин. Глубоко в толще скалы скрыт основной зал «библиотеки вин». Мощные кондиционеры поддерживают температуру, нужную для созревания солнечного сока. А в 500-литровых дубовых бочках созревает прославленное грузинское вино.

*Подземные реки* в карстовых районах Кавказа встречаются довольно часто. Как пример можно привести р. Амтекли (приток р. Кодори), которая берет свое начало из Амтекельского карстового озера. Она трижды исчезает с поверхности, образуя подземные долины.

Часть дороги на оз. Рица проходит по берегу Юпшары. Вода ее чистая, голубоватого цвета. Эта река имеет два русла: поверхностное (верхнее) и подземное (нижнее). В периоды, когда нет дождей, вода по трещинам в известняках уходит в глубину, оставляя верхнее русло

почти сухим. Юпшарское ущелье — одно из красивейших на Кавказе, оно представляет собой узкий и очень глубокий каньон.

Интересны на Кавказе *карстовые источники*. Растворение известняков приводит к появлению глубоких карстовых озер. По дороге к озеру Рица вдоль ущелья р. Бзипи встречается Голубое озеро. Карстовая воронка этого озера приурочена к известнякам. Озеро невелико, всего 20—25 м в диаметре. Глубина его 40—70 м. Вода ярко-голубого цвета, прозрачность ее поразительна. На дне озера из нескольких воронок поступают восходящие (напорные) струи воды. Озеро сточное. Вблизи него расположены две карстовые пещеры, напоминающие ниши.

Озеро Рица является одним из значительных озер Кавказа. Расположено оно в западной части Абхазской АССР среди отрогов Главного Кавказского хребта на высоте 956 м над уровнем моря. Оно имеет вытянутую, несколько изогнутую форму. Длина озера 2666 м, ширина колеблется от 425 до 1000 м; средняя глубина 35—45 м, в центральной части достигает 116 м. Берега крутые, местами обрывистые. Озеро Рица, по-видимому, является карстово-обвальным озером. Оно образовалось в результате обвала г. Пшегишхави, завалившего р. Лашипсе и создавшего естественную плотину. Подпруженные воды реки заполнили впадину карстового происхождения. Склоны озера покрыты вековыми смешанными и хвойными лесами, выше которых располагаются пихтовые леса.

В долине р. Черек (Кабардино-Балкарская АССР) в области распространения верхнеюрских отложений расположено озеро Цёрик-Кель (Голубое озеро) (рис. 51). Это озеро-источник с огромным дебитом (70 000 м<sup>3</sup>/сут, иногда превышает 86 000 м<sup>3</sup>/сут) находится в 40 км к югу от Нальчика у северного подножья известково-скалистого хребта на высоте 809 м над уровнем моря. Наибольшая длина его 235 м. Северо-восточная половина озера — наиболее глубокая, представляет собой эллиптической формы колодец с отвесными стенами. Максимальная глубина колодца 258 м свидетельствует об исключительной феноменальности этого озера. По-видимому, оно образовалось не в результате провала, а является как бы огромной горловиной выхода

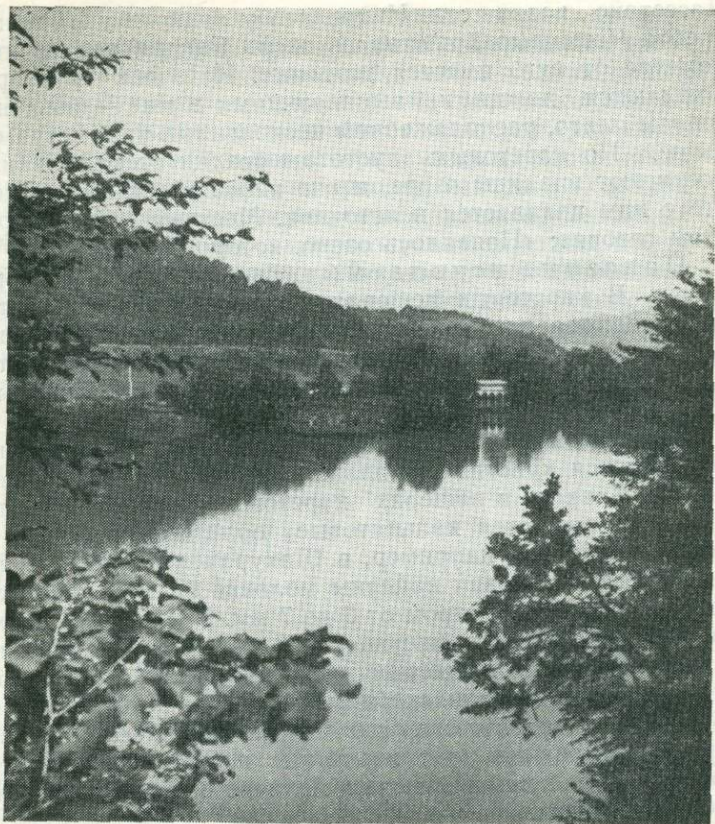


Рис. 51. Озеро-источник Цѣрик-Кель. Кабардино-Балкарская АССР

напорной карстовой воды, постепенно растворяющей карбонатные породы. Аналогичные воронки, связанные с более древними базисами эрозии, наблюдаются на возвышенных участках склонов известнякового хребта, покрытого здесь лесом. Эти воронки заполнены водой. По данным Г. А. Максимовича, озеро-источник Церик-Кель относится к зоне сифонного движения карстовых вод.

Среди озер, приуроченных к карстовым воронкам выщелачивания, встречаются и *исчезающие озера*. В

Дагестане возле сел. Инквелито у подножья горного хребта Четымеыр приютилось озеро Ракдал-Хор. В километре от него имеется источник. Источник и озеро рождаются дождями, выпадающими в мае — июне на горном плато, расположенном несколькими километрами выше. По карстовым пустотам осадки стекают вниз, достигают впадины озера, и оно вновь рождается. Вместе с ним появляется и источник. Местные жители при этом говорят: «Появилось озеро, которое прячется».

Полезные ископаемые, связанные с карстом. В карстовых пещерах и других формах карста скапливаются различные тяжелые минералы, принесенные потоками воды. В таких природных ловушках иногда находят даже благородные металлы и драгоценные камни.

В карстовых пещерах кроме натечных образований встречаются кристаллы кальцита, арагонита, гипса, соли. На Кавказе в пещерах карстового происхождения иногда образуются кальцитовые оолиты, пизолиты и конкреции. Так, например, в Шакуранской пещере на р. Амтекли в Грузии найдены молочно-белые кальцитовые пизолиты диаметром от 3 до 7 мм. В карстовой шахте Вахушти обнаружен пещерный жемчуг. В Черкессии в палеозойских известняках установлено Чалыкское месторождение исландского шпата. Г. А. Максимович в бассейне р. Аргун и в других местах Северного Кавказа при обследовании ряда карстовых пещер в меловых и юрских отложениях отмечал наличие небольших скоплений селитры.

При детальном исследовании и изучении различных карстовых проявлений, встречающихся на Кавказе, необходимо обращать самое большое внимание на возможное наличие ценных минералов и других полезных ископаемых.

Нефть, газ и древний карст (палеокарст). В трещиноватых и закарстованных известняках и доломитах, в пещерах, кавернах и других пустотах часто встречаются скопления нефти и газа. В настоящее время значительная часть добываемой в мире нефти извлекается из карбонатных пород. Это свидетельствует о все возрастающей роли месторождений, нефтегазовые скопления которых приурочены к карстовым, а точнее, к палеокарстовым пустотам.

При бурении скважин на нефтяные залежи, приуроченные к известнякам верхнего мела в Передовых хребтах (Восточное Предкавказье), часто наблюдались «провалы» бурового инструмента на несколько метров и катастрофические поглощения глинистого раствора. Это указывало на наличие в верхнемеловых известняках больших по размеру пустот, трещин, каверн и т. п. При опробовании в скважинах нефтяных залежей, связанных с этими известняками, часто получали фонтаны нефти дебитом 5—6 тыс. т в сутки. Например, в Эльдаровской скв. 58 (Восточное Предкавказье) фонтанирование таких скважин продолжалось в течение длительного времени, и общее количество нефти и газа, приходящееся на скважину, составляло значительную величину. Совершенно очевидно, что скопления жидких и газообразных углеводородов на больших глубинах связаны с палеокарстовыми пустотами.

## ОХРАНА ПРИРОДЫ И НЕДР КAVKAZA

За последние годы в нашей стране в законодательном порядке были приняты решительные меры для защиты природной среды и рационального использования природных ресурсов. В решениях XXV съезда КПСС и в новой Конституции СССР уделено много внимания вопросам охраны природы, что свидетельствует о глубоком гуманизме общества развитого социализма, где все делается во имя человека, для блага человека.

Кавказ представляет собой большой регион, природные условия которого способствуют созданию здесь оздоровительных зон. Следовательно, в целях сохранения и дальнейшего развития этой здравницы необходимо еще более целеустремленно и настойчиво продолжать осуществление мероприятий по борьбе с выбросами промышленных и горных предприятий, не допуская загрязнения атмосферы и водных источников. Особое внимание следует обратить на повышение плодородия почв, на создание условий, исключающих вредное влияние водной и ветровой эрозии, вторичного засоления и иссушения, подтопления и загрязнения их промышленными отходами. После горных работ в обязательном

порядке должна проводиться рекультивация земель. Положительный опыт в этом отношении уже накоплен в Краснодарском и Ставропольском краях.

Леса и вообще весь растительный покров Кавказа имеют большое водоохранное и курортное значение. Не допускать снижения лесистости — задача большого государственного значения. В настоящее время на территории Кавказских Минеральных Вод в широких масштабах проводятся лесонасаждения. Особое внимание следует обратить на организацию использования высокогорных альпийских лугов на строго научной основе.

Реки и озера Кавказа играют большую роль в качестве источников питания (образования) подземных грунтовых и напорных артезианских вод, в том числе и бальнеологически ценных. Совершенно очевидна необходимость охраны их от загрязнения, реки и озера Кавказа должны оставаться чистыми.

В настоящее время принимаются меры по очистке сточных вод, сбрасываемых в Черное, Азовское и Каспийское моря. Проводятся большие работы по улучшению пляжных участков этих морей, осуществляются технические мероприятия, способствующие сохранению векового равновесия, установившегося на побережье морей, укрепляется береговая полоса, создаются благоприятные условия для «питания» многих пляжей песчаным материалом. Работы, связанные с охраной окружающей среды в пределах Кавказа продолжаются.

Недра Кавказа богаты минеральным сырьем, здесь имеются разнообразные полезные ископаемые, необходимые для дальнейшего всестороннего развития народного хозяйства страны. Но какими бы богатыми ни были кладовые недр, их сокровища не безграничны и часто практически не восполнимы. Вот почему вовлекать минеральные ресурсы в хозяйственный оборот надо бережно, рачительно.

Новая Конституция СССР в интересах настоящего и будущих поколений предусматривает необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования недр. На XXV съезде КПСС были поставлены задачи внедрения эффективных способов и систем освоения месторождений полезных ископаемых, прогрессивных технологических процессов их добычи, обогащения и переработки, обеспечения более полного

и комплексного использования минерального сырья. В постановлении Верховного Совета СССР от 9 июля 1975 г. подчеркивается, что «в современных условиях на основе мощной социалистической индустрии, достижений научно-технической революции в СССР имеются все возможности обеспечить эффективное использование недр и их охрану».

Труженики горной промышленности Кавказа, используя прогрессивные средства и методы, добиваются высоких результатов. Так, на Урупском горно-обогатительном комбинате (Северный Кавказ) значительно сократилось количество остающихся в недрах полезных ископаемых. Извлечь полезные ископаемые из недр без существенных потерь — дело большого значения, однако не менее важно извлеченное из недр переработать с максимальной эффективностью. На передовых горных предприятиях страны организовано производство попутной продукции, что дает большую экономическую выгоду, причем капитальные вложения окупаются при таком подходе значительно быстрее, чем при строительстве специализированных предприятий. На Кавказе, к сожалению, еще имеются горные предприятия, где попутные весьма ценные компоненты теряются в отходах. Узкоотраслевой подход к комплексным рудам иногда приводит к крупным потерям. Государственные интересы требуют, чтобы эти серьезные недостатки быстрее были преодолены. Необходимо шире применять безотходную технологию с оборотным водоснабжением, максимально извлекать и перерабатывать побочные продукты. Следует поставить надежный заслон расточительному отношению к минеральным богатствам.

Расширение минерально-сырьевой базы и рациональное ее использование по-новому ставят и вопрос о сохранении и улучшении окружающей среды. Известно, что при осуществлении геологопоисковых, геофизических, разведочных и горных работ и особенно при разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений наблюдается довольно резкое нарушение окружающей природной среды — происходит загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы. При проведении горных работ надо стремиться к сохранению ландшафтов, лесных массивов, биогеоценоза — сообществ растений и животных, сло-

жившихся в природе в определенных географических и климатических условиях. Необходимо предвидеть неприятные последствия, которые могут произойти в случае повреждения или уничтожения биоценоза, и предупредить их. На данном этапе развития на Кавказе горнодобывающей промышленности следует продолжать разрабатывать и осуществлять научно-технические мероприятия по полному устранению потерь горно-технического сырья, нефти, газа и конденсата в окружающую среду при их добыче, транспортировке и хранении. Нельзя допускать загрязнения территорий месторождений, где разрабатываются полезные ископаемые, отвалами, пустой породой, шлаками, нефтью, подземными и сточными водами. В некоторых случаях еще допускаются потери газа при его транспортировке от пунктов добычи до пунктов переработки и потребления из-за негерметичности газопроводов и промысловых резервуаров для хранения нефти. В результате загрязняется атмосфера и наносится материальный ущерб народному хозяйству. Таким образом, усиление практических работ с целью полной утилизации газа является огромной народнохозяйственной задачей.

Особенно большая ответственность ложится на коллективы нефтяников при проведении разведочных работ, разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, расположенных в акватории Каспийского, Черного и Азовского морей. Выполнение мероприятий по охране недр обеспечивает рациональную разработку этих месторождений и способствует наиболее полному извлечению из недр геологических запасов нефти, газа и конденсата. Назрела необходимость дальнейшего расширения научно-исследовательских работ, направленных на значительное повышение коэффициентов нефте- и газоотдачи. При правильной организации вторичные методы должны дать большой эффект по использованию остаточной нефти, не извлеченной из недр на предыдущем этапе эксплуатации. Работа в указанном направлении должна охватить многие старые, «истощенные» нефтяные месторождения, где имеются материально-техническая база и квалифицированные кадры нефтяников.

Нецелесообразно и даже вредно осуществлять сброс промышленных стоков в истощенные и поглощающие

нефтяные и газовые пласты и вообще в литосферу, так как в конечном итоге такие захоронения могут привести к загрязнению ценных подземных вод Кавказа, что дорого обойдется не только будущим поколениям, но скажется уже в наше время.

Отмечая невиданный размах геологоразведочных работ, А. М. Горький писал: «Земля, как бы чувствует, что родился на ней законный, настоящий, умный хозяин, и, открывая недра свои, разворачивает перед ним свои сокровища»<sup>1</sup>. Бережное отношение к недрам принесет свои плоды в смысле наиболее полного извлечения ценнейшего дара природы — полезных ископаемых и, в частности, нефти и газа. В нашей стране горная промышленность в производственно-техническом отношении достигла весьма больших успехов. Сделан значительный шаг и в области увеличения добычи полезных ископаемых. В настоящее время стало возможным извлечение из недр полезных ископаемых без потерь. Уже создаются такие технически оснащенные, автоматизированные горные предприятия.

В горной промышленности нашей страны имеются все объективные условия, обеспечивающие не только рациональное и максимальное извлечение богатств из недр земли, но и сохранение природы.

---

<sup>1</sup> М. Горький. Собр. соч. Т. 26. М., Изд-во худ. лит., 1935, с. 129—134.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В построении материально-технической базы коммунизма Кавказу принадлежит весьма важная роль.

Дальнейшее освоение Кавказа позволит расширить перечень уже известных здесь и широко используемых полезных ископаемых. В результате дальнейших геологопоисковых работ будут увеличены запасы рудных месторождений. Созданы геологические предпосылки для выявления ценнейших минералов, редких и рассеянных металлов, необходимых промышленности.

Не менее важная перспективная проблема Кавказа — увеличение выработки электроэнергии. Потенциальные ресурсы рек здесь используются еще далеко не полностью.

Подземное тепло глубинных недр, горячие и перегретые воды, которые сегодня только-только начинают применяться, будут обогревать многие города и населенные пункты Кавказа. Горячие и перегретые воды глубоких горизонтов земли в пределах артезианских бассейнов и в районах, прилегающих к угасшим недавно вулканам, будут выведены на поверхность глубокими и сверхглубокими скважинами, и начнется широкое использование их для выработки электроэнергии на геотермических станциях и для других целей. В городах и крупных населенных пунктах на основе горячих подземных вод будут созданы оздоровительные бассейны, водолечебницы. Эти воды найдут применение и в многоотраслевом сельскохозяйственном производстве. Установлено, что геологические условия Кавказа позволяют во многих случаях искусственным путем непрерывно пополнять расходуемые подземные термальные воды.

На базе выведенных буровыми скважинами термальных вод, имеющих лечебную ценность, в различных местах Кавказа с хорошими климатическими условиями будут созданы новые бальнеологические курорты. Высокими темпами ведется строительство курортов на побережьях Черного, Азовского и Каспийского морей. В предгорьях северного и южного склонов Кавказа, где

климатические условия благоприятны для здоровья человека, создаются новые санатории, дома отдыха, пансионаты (климатические курорты). Развитие этого строительства сопровождается улучшением старых дорог и созданием новых, что очень важно для более полного освоения Кавказа.

Уже осуществляются работы по воспроизводству рыбных ресурсов Каспийского, Азовского и Черного морей. Эти уникальные и ценнейшие ресурсы должны быть полностью восстановлены. Огромные созидательные работы ведутся по развитию орошаемого земледелия и обводнению больших пространств пастбищ. В результате поднимется урожайность сельскохозяйственных культур, более высокими темпами будет развиваться животноводство.

Большую роль Кавказ играет как крупнейший центр горного туризма и альпинизма. В памяти посетивших этот регион надолго сохраняются живописные горные пейзажи с величественными картинами Эльбруса, Казбека и других вершин Большого и Малого Кавказа, высокогорные леса и луга, примыкающие к снеговой линии. В высокогорном Кавказе открываются чарующие виды на ледники, спускающиеся с горных вершин. Красивые долины, дикие ущелья, где с шумом несут вниз свои воды бурные и стремительные горные реки, многочисленные выходы коренных струй нарзанов, т. е. вод, насыщенных углекислым газом, водопады, горные озера, карстовые пещеры — все это Кавказ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бетехтин А. Г., Домарев В. С., Зверев В. Н.* и др. Курс месторождения полезных ископаемых. 3-е изд. М., Недра, 1964.
- Брод И. О., Еременко Н. А.* Тайны нефти. М., Изд-во культурно-просвет. лит., 1952.
- Вассоевич Н. Б., Фердман Л. И.* Как возникла нефть. — Химия и жизнь, 1974, № 3, с. 29—32.
- Вольфсон Ф. И., Некрасов Е. М.* Основы образования рудных месторождений. М., Недра, 1978.
- Годовиков А. А.* Минералогия. М., Недра, 1975.
- Гулиева С. А.* Нафталан и нафталанолечение. Баку, Изд-во Министерства здравоохранения Азербайджанской ССР, 1968.
- Заварицкий А. Н.* Изверженные породы. М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Иванов А. А.* Минеральные соли в недрах земли. М., Недра, 1973.
- Карцев А. А., Вагин С. Б.* Невидимый океан. М., Недра, 1973.
- Кравцов А. И.* Жизнь из нефти или нефть из жизни. — Химия и жизнь, 1976, № 12, с. 51—53.
- Лебединский В. И.* В удивительном мире камня. М., Недра, 1973.
- Логвиненко Н. В.* Петрография осадочных пород (с основами методики исследования). 2-е изд. М., Высшая школа, 1974.
- Магакьян И. Г.* Металлогения (главнейшие рудные пояса). М., Недра, 1974.
- Максимович Г. А.* Карст. М., Знание, 1960.
- Нестеров И. И.* Тайны рождения нефти. М., Знание, 1969.
- Оленин В. Б., Соколов Б. А.* «Новый» механизм образования нефти и газа? — Природа, 1975, № 9, с. 42—49.
- Паффенгольц К. Н.* Кавказ—Карпаты—Балканы. Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1971.
- Соколов В. А.* Нефть. М., Недра, 1970.
- Судо М. М.* Геология для всех (основы геологии). М., Знание, 1973.
- Сухарев Г. М.* Подземные воды — огромный источник тепловой энергии. М., Недра, 1964.
- Сухарев Г. М., Тарануха Ю. К.* Богатства недр Кавказа. М., Недра, 1969.
- Толстой М. П.* Человек — преобразователь природы. М., Недра, 1975.
- Якубов А. А., Кастрюлин Н. С., Джавадов А. А.* Грязевой вулканизм и нефтегазоносность Локбатана. Баку, Элм, 1976.

# СЛОВАРЬ НЕКОТОРЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ

## А

*Абсолютная высота* — расстояние по вертикали от любой точки поверхности Земли до среднего уровня океана. Абсолютная высота точек, лежащих выше этого уровня, считается положительной, ниже — отрицательной.

*Антиклинорий* — система складок, вытянутых в виде цепи, линейного простираия. Локальные поднятия (антиклинали, брахиантинклинали, купола) располагаются четковидно или кулисообразно на одной осевой линии. Выделяют антиклинории более сложного строения, состоящие из двух-трех линий складок, связанных общим приподнятым положением зоны, в пределах которой эти линии складок расположены. Антиклинории достигают больших размеров (до нескольких сотен километров в длину).

*Асфальты* — очень вязкие, полутвердые или твердые легкоплавкие битумы, растворимые в органических растворителях. Цвет темно-бурый до черного. Плотность около 1—1,1.

## Б

*Бальнеология* — наука, изучающая физические и химические свойства лечебных минеральных вод и грязей, их действие на организм человека.

*Брахиантинклиналь* — укороченная антиклинальная складка, продольная ось которой быстро погружается в обоих направлениях.

## В

*Витреновый (ксиловетряно-витреновый) уголь* — петрографический тип угля. Блестящий, со ступенчато-неровным или раковистым изломом.

*Вулканизм* — процессы извержения вулканов, излияния лавы и образования из нее изверженных пород.

## Г

*Гагат* — черная блестящая разновидность ископаемого угля. Излом раковистый; строение однородное; отличается вязкостью, легко поддается полировке и обработке; применяется для поделок.

*Гажга* — рыхлая, рассыпчатая порошкообразная масса углекислого кальция, отложенная в озерно-болотных водоемах в ре-

зультате выпадения  $\text{CaCO}_3$  из раствора. Применяется для производства цемента, выжигает извести и для известкования почв.

*Газовый фактор* — отношение количества выделившегося газа (в  $\text{м}^3$ ), к количеству нефти (в т или  $\text{м}^3$ ).

*Геосинклиналь* — подвижная область земной коры, характеризующаяся активным опусканием на протяжении длительного геологического времени, в течение которого накапливаются мощные толщи осадков в основном морского происхождения. Впоследствии процесс опускания сменяется интенсивными горообразовательными движениями, приводящими к образованию складчатой горной страны.

*Горст* — приподнятый над окружающей местностью вытянутый участок земной коры, ограниченный тектоническими нарушениями — сбросами или взбросами.

*Грифон* — в гидрологии выход подземной воды из водоносной породы сосредоточенной струей, поднимающейся выше поверхности земли или дна водоема.

## Д

*Денудационные процессы* — разрушение и обнажение горных пород, слагающих земную кору, с последующим переносом частиц разрушенных пород. К денудационным процессам относятся: выветривание, эрозия, абразия, коррозия и дефляция (от ветра), снос водой и ветром рыхлых продуктов выветривания горных пород. В результате денудационной деятельности рельеф земной поверхности постепенно выравнивается и образуется плоско всхолмленная равнина (пенеплен).

*Диagenез* — совокупность процессов преобразования осадков в твердую горную породу.

*Дюреновый уголь* — петрографический тип угля. Состоит целиком или преимущественно из дюрена. Отличается слабым блеском и некоторой зернистостью.

## Ж

*Жила* — протяженное в двух направлениях простое тело, образовавшееся либо в результате выполнения трещинной полости минеральным веществом или горной породой, либо вследствие замещения горной породы вдоль трещин минеральными веществами.

## З

*Закированная порода* — горная порода, пропитанная нефтью, которая с течением времени выветрилась и загустела до состояния кира.

## И

*Изоклиальная складка* — антиклинальная или синклинальная складка, крылья которой параллельны. В зависимости от положения осевой плоскости среди изоклиальных складок различают прямые, наклонные, косые или лежащие.

## К

*Каньон* — глубокая и узкая речная долина с отвесными или крутыми, иногда уступообразными склонами. В каньоне река течет, как в узком коридоре.

*Каолин* — белая или светлоокрашенная глина, во влажном состоянии пластичная. Состоит в основном из каолинита в смеси с зернами кварца. Является продуктом выветривания магматических и метаморфических пород, содержащих полевые шпаты и слюды гранитов, гранодиоритов, габбро и т. п. Иногда (редко) образуется в процессе затухающей вулканической деятельности и входит в состав вторичных кварцитов.

*Кир* — порода, образованная смесью загустевшей нефти или асфальта с песчанистым или глинистым материалом. Кировые отложения в форме натечных покровов образуются обычно на выходах нефтей с асфальтовым основанием.

*Клареновый уголь* — петрографический тип угля. Блестящий, хрупкий.

*Кларк* — число, показывающее среднее содержание элемента в земной коре, в литосфере, атмосфере, живом веществе или другой крупной геохимической системе.

*Конкреция* — стяжение минерального вещества (кремнистого, известковистого и др.). Встречается часто в известняках, глинах и т. д. в виде образований обычно сферической формы.

## Л

*Лакколит* — плоско-выпуклое грибообразной формы тело магматических пород, образовавшееся в результате застывания внутри земной коры огненно-жидкой магмы, не достигшей земной поверхности. Покрывающие лакколиты слои приподняты сводообразно.

*Липтобиолиты* — твердые каустобиолиты, продукты остаточного накопления наиболее стойких элементов растений (смола, спор, кутикулы и т. п.). Образуются в результате более или менее полного разложения основной массы исходного материала (лигнина, целлюлозы и др.). Образование липтобиолитов возможно также за счет переотложения соответствующих элементов растений.

*Легирующие примеси* — технически чистые химические элементы, преимущественно металлы или их сплавы, вводимые в состав черных и цветных металлических сплавов для придания последним определенных свойств. Легирующими элементами в стали и в чугунах являются хром, никель, марганец, молибден, вольфрам, ванадий, кобальт, ниобий, титан и др.

## М

*Мегантиклиналь и мегасинклиналь* — региональные антиклинальные и синклинальные структуры, состоящие из системы антиклиналей и синклиналей.

*Метасоматическое месторождение* — скопление полезных ископаемых в земной коре, образовавшееся в результате капиллярного избирательного растворения вмещающих пород или ранее находившихся здесь руд и отложения на их месте новых минералов. Метасоматическое замещение широко распространено в процессах

рудообразования при формировании месторождений всех генетических типов, особенно пегматитов и гидротермальных месторождений, а также экзогенных инфильтрационных образований.

*Моноклиналиное залегание* — нарушенное залегание горных пород, при котором слои на значительном расстоянии наклонены в одну сторону, приблизительно под одним и тем же углом и не повторяются в разрезе.

*Монцониты* — глубинные породы группы сиенита названы по проявлению у г. Монцони (Северная Италия); разновидность пород сиенито-диоритового состава, в которых в неодинаковых количествах присутствуют плагиоклаз (олигоклаз, альбит), калиевые полевые шпаты, пироксены и биотит; бескварцевые, по минеральному и химическому составу приближаются к сиенитам и сиенито-диоритам.

## Н

*Надвиг* — сложная форма залегания толщ горных пород, когда в результате тангенциальных усилий одна часть складки надвинута на другую по более или менее пологой поверхности.

## О

*Озокерит*, или горный воск, — мягкий и вязкий минерал от желтовато-коричневого или от зеленоватого до черного цвета. По химическому составу — смесь твердых насыщенных углеводов. Образуется путем конденсации и изменения парафинистой нефти.

*Оолиты* — мелкие (до 2 мм) шаровидные или эллипсоидальные образования из углекислой извести, реже окислов железа и марганца, обладающие концентрически-слоистым, иногда радиально-лучистым строением (вокруг центрального ядра). Центральным ядром может быть песчинка, обломок раковины, в центре может быть пустота.

*Опал* — коллоидальный минерал  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Твердость 5; плотность 1,9—2,3. К опаловым горным породам относят диатомиты, трепелы, опоки и др.

*Опоки* — твердые и легкие микропористые опаловые осадочные кремнистые породы с раковистым изломом; обычно содержание скелетных остатков организмов в них небольшое, содержание водного кремнезема до 97%.

*Органогенный* — образовавшийся из каких-либо организмов (животных или растительных) или в результате их жизнедеятельности.

*Оруденение* — присутствие в горных породах рудных металлов, независимо от их содержания и характера распределения, или процесс, вызывающий появление рудных металлов в горных породах.

## П

*Палеонтология* — биологическая наука, изучающая по ископаемым остаткам организмов и следам их жизнедеятельности историю

развития растительного и животного мира прошлых геологических эпох.

*Пещерный жемчуг* — из подземных вод иногда образуются оолиты или пизолиты в виде белых или желтоватых горошин с поперечником от 5 до 18 мм. В разрезе некоторых пещерных жемчужин наблюдается чередование белых или желтоватых и более темных колец. Пещерный жемчуг по химическому составу не отличается от жемчуга раковин. Однако он не так красив, как жемчуг, состоящий из минерала арагонита, обладающего сильным блеском.

*Пизолиты* — крупные оолиты размером не менее 2 мм; наиболее часто встречаются известковые пизолиты, а также пизолиты из окислов марганца и гидрогетитовые.

*Планктон (планктонные организмы)* — совокупность водных организмов, заселяющих толщу воды в морях и пресноводных водоемах и обладающих ограниченной способностью к активному передвижению или вовсе лишенных последней. Эти организмы пассивно переносятся волнами и течениями. Значительная часть планктонных организмов характеризуется микроскопически малыми размерами, но встречаются и более крупные формы, например медузы.

*Покров лавы* — масса лавы, широко распространившейся во все стороны; образование его происходит на горизонтальной или с незначительным уклоном поверхности.

*Полиметаллические руды* — «многоминеральные руды», агрегат, то есть смесь обычно мелкокристаллических колчеданных руд, содержащих Cu, Pb, Zn, часто Ag, Au и другие металлы.

*Полиметаллическая руда* — содержащая Pb, Zn и обычно Cu, а в качестве постоянных примесей Ag и Au и нередко кадмий, индий, галлий и некоторые другие редкие металлы.

## Р

*Рудное поле* — сравнительно небольшая рудоносная площадь с одновременными или близкими по возрасту генетически связанными между собой сближенными, рудными месторождениями и (или) рудными телами, приуроченными к локальным тектоническим элементам, к участкам с благоприятными для оруденения вмещающими породами или генетически связанными с какими-либо телами изверженных пород.

## С

*Синклинорий* — крупная, сложная структура в целом синклинального строения, состоящая из более мелких складок.

*Сталагмит* — минеральное натечное образование (чаще известковое), возникающее на дне пещер при испарении каплюющих сверху минерализованной воды и нарастающее снизу вверх.

*Сталактит* — минеральное натечное образование, нарастающее на потолках пещер, рудников и спускающееся вниз в виде сосулек. Образуется при испарении минерализованной воды, просачивающейся по трещинам известняков.

## Т

*Тектогенез (геотектогенез)* — совокупность тектонических движений и процессов, под воздействием которых формируются тектонические структуры земной коры.

*Термальный источник* — источник с температурой воды выше средней годовой температуры данной местности.

*Трепел* — рыхлая или слабо сцементированная, очень легкая, тонкопористая кремнистая (опаловая) порода, по физико-химическим свойствам аналогичная диатомиту, но содержащая мало или почти лишенная органических остатков.

## У

*Углистые сланцы* — уплотненные сланцеватые углистые породы, встречающиеся среди сильно метаморфизованных угленосных толщ.

## Ф

*Флексура* — коленоподобная форма расположения пластов. Такое нарушение в залегании пластов является радиальным сбросоподобным перемещением без разрыва их сплошности, но нередко со значительным утонением той части толщи, которая соединяет крылья флексуры.

*Флиш* — более или менее однообразные мощные морские терригенные или карбонатно-терригенные отложения, свойственные геосинклинальным областям и представленные ритмичным переслаиванием закономерно повторяющегося ряда пород.

## Х

*Хемогенные осадки* — возникли путем химического осаждения из растворов разнообразных веществ и накопления их на дне водоемов.

## Ш

*Шток* — относительно небольшое интрузивное тело, часто неправильной формы, но в общем приближающейся к цилиндрической; обычно крутопадающие.

## Э

*Эрозия* — процесс разрушения горных пород водным потоком, что в совокупности с гравитационными движениями ведет к образованию долин. Процесс эрозии состоит из: 1) механического размывания горных пород силой потока; 2) шлифования и истирания дна русла водой и твердыми обломками; 3) химического растворения горных пород.

# СОДЕРЖАНИЕ

- 5 ВВЕДЕНИЕ
- 9 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАВКАЗА
- 16 РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ КАВКАЗСКИХ ГОР
- 20 НЕКОТОРЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ГОРНЫХ ПОРОДАХ,  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ
- 20 Горные породы
- 21 Полезные ископаемые и их месторождения
- 22 ГОРЮЧИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
- 22 Нефть газ и конденсат
- 58 Уголь, торф и горючие сланцы
- 63 МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
- 63 Черные металлы
- 69 Легирующие металлы
- 75 Малые (редкие) металлы
- 78 Цветные и легкие металлы
- 82 Благородные металлы
- 85 Редкие, рассеянные и редкоземельные элементы
- 86 НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
- 135 ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
- 135 Условия залегания подземных вод
- 136 Минерализация, химический и газовый состав подземных вод
- 136 Происхождение подземных вод
- 141 ТЕПЛО ЗЕМНЫХ НЕДР
- 142 Теплопроводящие и теплоизолирующие толщи
- 143 Геотермические районы Кавказа
- 149 Практическое использование глубинного тепла Земли
- 151 ЛЕЧЕБНЫЕ ГРЯЗИ КАВКАЗА
- 153 КАРСТОВЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КАВКАЗА
- 161 ОХРАНА ПРИРОДЫ И НЕДР КАВКАЗА
- 168 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ
- 169 СЛОВАРЬ НЕКОТОРЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ

ГРИГОРИЙ МИХАЙЛОВИЧ СУХАРЕВ  
ЮРИЙ КОНСТАНТИНОВИЧ ТАРАНУХА

---

## ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ КАВКАЗА

Редактор издательства Н. Чистякова  
Обложка художника Д. Станковича  
Художественный редактор В. Шутько  
Технический редактор В. Володарская  
Корректор Р. Т. Баканова

Сдано в набор 11.09.79. Подписано в печать 13.11.79.  
Т-20038. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага № 1. Гарнитура литер.  
Печать высокая. Печ. л. 5,5. Усл. печ. л. 9,24. Уч.-изд л. 9,46.  
Тираж 20 000 экз. Заказ № 1372/6355-7. Цена 30 коп.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский  
проезд, 1/19.

Московская типография № 32 Союзполиграфпрома Государствен-  
ного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и  
книжной торговли. Москва, 103051, Цветной бульвар, 26.



3007



В недрах Кавказа обнаружены и местами разрабатываются месторождения поделочных камней и самоцветов — разноцветные агаты, халцедоны и яшмы, змеевики, опалы, аметисты, арагониты и горный хрусталь. В изобилии встречаются обсидианы. Большое значение имеют месторождения строительных материалов — гранитов, базальтов, туфов, кварцитов, известняков, доломитов, мраморов, мергелей, кровельных сланцев, песков и галечников. К нерудным полезным ископаемым Кавказа относятся также графит, асбест, каменная соль, гипс, сера и др.

**НЕДРА**