

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ЛОМОНОСОВСКИЙ ИНСТИТУТ

Проф. С. П. Попов

МИНЕРАЛОГИЯ
КРЫМА



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ACADEMY OF SCIENCES OF USSR

LOMONOSSOV INSTITUTE

S. P. POPOV, Prof.

THE MINERALOGY OF CRIMEA

THE ACADEMY OF SCIENCES OF USSR PRESS
MOSCOW 1938 Leningrad

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ЛОМОНОСОВСКИЙ ИНСТИТУТ

549

549:550.4.

п 5.8

Проф. С. П. ПОПОВ

МИНЕРАЛОГИЯ КРЫМА

~~БИБЛИОТЕКА
Геологического Ин-та
Арм. Фил. АН Арм. ССР~~



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1938 ЛЕНИНГРАД

643
~~1752~~

* Ответственный редактор издания Б. З. Коленко

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый труд есть результат, с одной стороны, многолетних работ автора над минералами Крыма, с другой — сводки имеющихся материалов, касающихся минералогии и геохимии Крыма, как печатных, так и рукописных. Согласно характеру минералогии как научной дисциплины, стоящей между химией и геологией и заключающей в себе элементы обеих этих областей научной мысли, необходимо было проработать большое количество данных, рассеянных в работах чисто геологического или химического характера. Тесная связь, которая существует между геологией и геохимией и минералогией, заставила автора положить в основу минералогических описаний геологические единицы, точнее, такие геологические комплексы, которые объединены не только определенным периодом отложений, но и сходными условиями образования; имелось в виду по возможности выявить зависимость геохимического процесса от той среды, — горной породы, геологического отложения, — в котором протекает приводящий к образованию минерала химический процесс. Для Крыма эта система описания облегчается тем, что крупные геологические подразделения совпадают с физико-географическими: горный Крым столь же отличен от степного петрографическим составом и возрастом своих пород, как и орографией. Равным образом, большей расчлененности рельефа Керченского полуострова сравнительно с северным степным Крымом соответствует большее разнообразие в характере геологических отложений.

Работа делится на две части: общую, дающую краткий исторический и геолого-химический очерк, и специальную, содержащую описание минералов и условий их генезиса.

При описании минералов автор придерживался минералогической классификации, проводимой им при чтении курса минералогии в течение более 25 лет; классификация эта — химического характера и отличается от наиболее общепринятых, главным образом, порядком размещения главных химических групп. Принимая во внимание подавляющее по сравнению с другими элементами распространение кислорода в земной коре, автор всегда считал удобным начинать изложение минералогии с кислородных соединений, относя все неокислородные во вторую очередь. Таким образом, в этой книге изложение начинается с простейшего окисла — воды. Обзор принятой классификации приводится в начале описательной части работы.

В течение работы автору приходилось широко пользоваться материалами целого ряда учреждений Крыма: Госплана, конторы Геолтреста, отд. ВИСМ, Педагогического ин-та, Севастопольской биологической станции, также Ломоносовского ин-та Академии Наук и др. Всем руководителям и сотрудникам этих учреждений, всегда охотно шедшим навстречу моим запросам, приношу глубочайшую благодарность.

Приношу также сердечную благодарность моим сотрудникам Е. А. Поповой и Н. М. Юркину, которыми выполнена почти вся научно-техническая часть работ: составление рисунков, карт, фотографий и т. д.

Июль 1935 г.

С. Попов.

ГЛАВА I

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КРЫМУ

Полуостров Крым, древняя Таврида, является одною из тех стран мира, по отношению к которым документы истории человечества заходят далеко в глубь веков. Отнесенный далеко к северо-востоку от крупных очагов столь пышно расцветших на берегах Средиземного моря культур, он тем не менее с глубокой древности вошел в их область, явился объектом многосторонних исследований и внес и свою лепту в дело культурного развития мира.

С точки зрения дисциплин естествознания сведения о нем древних авторов вообще скудны, крайне отрывочны и касаются почти исключительно лишь географии края. И все же в них мы находим иногда неожиданные указания на факты и явления, которые и в настоящую эпоху служат предметом научного изучения и освоения их техникой. Так Геродот (V в. до нашей эры) в своем знаменитом описании Скифии говорит, что в устье р. Борисфена оседает соль. То же известие повторяет несколько столетий спустя Дион Хризостом (I в. нашей эры), описывая соединенный лиман Днепра и Буга. Но так как именно в многоводном и пресном днепровском лимане соль не садится, надо полагать, что данные эти относятся к мелким лиманам и озерам Черноморского побережья. В известиях, приписываемых путешественникам Скиллаксу Кориандскому (IV в. до нашей эры) и Скимону Хиосскому (I в. нашей эры), упоминается мыс Криуметопон *Κριουμέτοπον*, нынешний Аюдаг, этот поразительный мыс-гора, столь же привлекающий внимание геологов, географов и туристов нашего времени, как и некогда смелых греческих мореплавателей.

В географии Страбона (II в. нашей эры) упоминаются как Криуметопон, так и гора *Τραπεζοῦς*, нынешний Чатырдаг. Страбон знает также Перекопский перешеек, которому приписывает ширину в 40 стадий, и Сиваш («Гнилое озеро»), который правильно определяет, как западную часть Меотиды (Азовского моря). Подобные же чисто географические сведения имеются у Дионисия (II в. нашей эры), Арриана и в географии Клавдия Птолемея (кн. 3, гл. IV). У последнего даются даже широты и долготы разных мест Скифии, в том числе и многих пунктов Крыма; например, для Криуметопона — 62° ш. и $46^{\circ}40'$ д.,

для Понтикапей — 64° ш. и $47^{\circ}55'$ д. Об Аюдаге говорит также Аммиен Марцелин (IV в. нашей эры). Вообще этот мыс привлек наибольшее внимание древних географов, видимо, в связи с тем, что здесь между южным берегом Крыма и противоположащим Малой Азии находится наиболее суженная часть Черного моря, — обстоятельство, на котором останавливаются многие древние авторы.

Средние века почти не дали новых сведений, и в данных известных путешественников, например, Рубруквиса (Rubruquis, XIII в.) приводятся почти те же краткие географические сведения; есть у него, впрочем, упоминание о соленых озерах. В известном описании путешествия (1578 г.) польского посла М. Броневского — «*Tartariae descriptio*» — интересно указание на Крымские горы, как на известковые; у него же есть любопытные замечания о каменоломнях в окрестностях Инкермана, о реке Альме, о многочисленных искусственных колодцах в бедной водой степной части Крыма и о соленых озерах у Перекопа.

В своем сочинении «*Traité sur le commerce de la mer Noir* (Peyssonel, Paris, MDCCLXXXVII, t. I et II) Пейсоннель, посетивший Крым незадолго перед его присоединением к России, различает уже три группы соленых озер: Перекопскую, Евпаторийскую (à Gheuslevé) и Керченскую, указывая на преимущество первой из них, как дающей лучшую соль (I, стр. 169—175). У него же есть упоминание о производстве селитры в деревнях около Карасубазара; речь идет, конечно, о получении искусственного продукта. Лишь в самом конце XVIII в., после присоединения Крыма к России, настала для него эра настоящих научных исследований. Интерес к новой области, столь славной и по древней культуре и по своим природным богатствам, был громадный. Первые десятилетия этого периода ознаменовались рядом научных экспедиций и ценных работ, преимущественно иноземных исследователей, давших уже к половине прошлого века ясную общую картину природы Крыма.

Во главе этих исследований следует поставить работы Габлица (1785 г.) и Палласа (1793—1794 гг.). В них приводятся уже почти все главнейшие виды минералов и полезных ископаемых Крыма. Так, Габлиц констатирует присутствие железной руды на Керченском полуострове у мыса Такила и Камыш-Буруна, упоминая и об ее оолитовой («горошки») структуре; говорит о «синей вохре» (вивианит), там же встречаемой; затем, о грязевых вулканах, близ г. Еникале, называя их соляными ключами, о выделении в них газов и содержании нефти. У него же имеются указания на нахождение кила, близ Инкермана и д. Саблы; селитры — в пещерах Мангуша; на ряд месторождений известкового шпата, кварца (горного хрусталя), сидерита, серного колчедана, гипса (селенита) и пр. Приводятся также данные о соленых озерах Керченского полуострова и Арабатской стрелки. Встречаются и мало понятные и, повидимому, ошибочные указания, например, на «шерловые и винисатые хрустали». Вообще многие определения его недостаточно точны. Наконец, повидимому,

Габлицу принадлежит первое указание на зеленые туфы Карадага: «в окрестностях сих гор зеленый, на яшму похожий, на опочистый или так называемый роговиковый, камень». В обширном труде Палласа, помимо тех же минералов и их месторождений, упоминаются при описании пород Георгиевского монастыря пирит, яшма и сульфаты алюминия, именно те сульфаты, которые и в настоящее время покрывают своими корками скалы грандиозного обрыва. Колчедан и яшма указываются также для Карадага; кил, кроме Саблов, — для окрестностей Чоргуна и на г. Ак-Кая, у Карасубазара. Любопытно, что столь точный наблюдатель, как Паллас, считает породы б. Георгиевского монастыря и Карадага осадочными

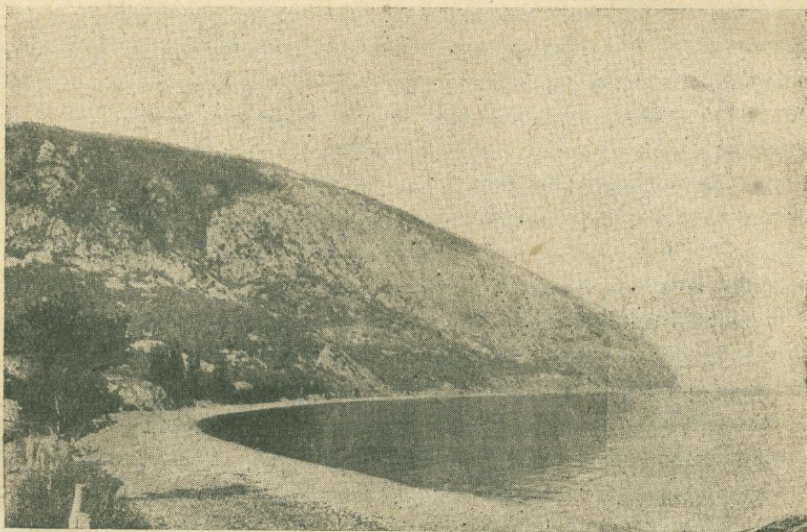


Рис. 1. Аюдаг.

делая исключения лишь для пород, обнажающихся в долине Киик-Тепе (Коктебель). Он их называет *roches amygdaloides* и считает единственными свидетелями вулканической деятельности в Крыму. Повидимому, речь идет об известном выходе мелафира, по определению Лагорио, к северу от Коктебеля. Несомненно, в этом сказались взгляды убежденного непутиста той эпохи. Палласу принадлежит также первое указание на асфальт на Керченском полуострове и подробное описание грязевых сопок, в том числе Джау-Тепе. Им же впервые отмечаются соляные выцветы, обязанные своим происхождением источникам, выходящим из глинистых сланцев. Интересно также частое упоминание шерла в составе пород, которые он называет вакками (изверженные породы Кучук-Ламбата, Кастели, Аюдага). Повидимому, термином шерла он обозначал не турмалин, а вообще темноцветные силикаты из групп пироксена и роговой обманки. При описании пород упоминаются им и полевые шпаты и серпентин.

О последнем говорится, как о породе, что для Крыма не соответствует действительности.

Данные Габлица и Палласа использованы акад. Севергиным (1809 г.) в его минералогических землеописаниях Российского государства.

Универсальные наблюдения и описания Габлица и Палласа, несмотря на некоторые промахи, вполне объясняемые состоянием науки того времени, были столь точны и подробны, что данная ими картина минералогии Крыма не менялась на протяжении целого полувека, до половины прошлого века.

К концу XVIII в. относится небольшая работа Кельхена (1792 г.), посвященная исследованию кила из д. Саблы, как сукновальной глины.

Научное изучение Крыма в тот период времени шло двумя путями. К первому относятся общие обследования его крупными экспедициями, преимущественно иностранных ученых, или по меньшей мере при их участии. Иностранцы: Георги (Georgi, 1797), Энгельгард и Парро (Engelhardt und Parrot, 1815), Монтадон (Montadon, 1834), Дюбуа-де-Монперё (Dubois de Montpereux, 1837, 1843—1845), Вернейль (Verneuil et Deshays, 1837) и Гюо (Huot, 1840—1842) оставили обстоятельные по тому времени геологические описания, но, за исключением Гюо и отчасти Дюбуа-де-Монперё, почти не увеличили минералогического обозрения, данного Габлицем и Палласом. Можно отметить указания Дюбуа-де-Монперё на серу и серные источники близ Еникале; на присутствие угля в песчаниках во многих местах Крыма и краснозема на яйлинских известняках (filons de terre rouge).

Лишь Гюо дал новую, весьма обстоятельную сводку имевшихся минералогических сведений и своих личных наблюдений. Подтверждая данные Габлица и Палласа, он указывает на нахождение барита у Карасубазара, на псевдоморфозы бурого железняка по пириту и марказиту на мысе св. Ильи и дает исчерпывающие по тому времени описания изверженных пород (между прочим, указывает на пехштейн у Карадага) и грязевых сопок, характеризуя газы последних, как состоящие из углеводов и CO_2 . Им также указываются сталактиты пещер Сулу-Хоба и Кизил-Хоба; определяется главконит, как составная часть меловых песчаников, и пироксен в изверженных породах. Он первый, наконец, обратил внимание на кристаллографические формы кальцита (ромбоэдри) и пирита (додэкаэдри).

Из числа лиц, выдвинувшихся на втором пути — разработки отдельных вопросов, — на первом месте могут быть поставлены: маркшейдер Козин (1826), которому принадлежит оставшийся в рукописи труд со многими ценными данными по полезным ископаемым, как, например, описание месторождения нефти на Керченском полуострове, и отец с сыном Гебелы (1833, 1863), положившие начало научному изучению крымских соляных озер. О соляных озерах писали также Гассгаген (1850,

1851), Сушков (1827) и Комаров (1858). В результате этих работ, к началу второй половины XIX в. имелаась уже довольно полная химическая, геологическая и промышленная характеристика крымских озер. Чисто химико-минералогический характер имеют работы Сегета (Segeth, 1840) и Струве (1857) над фосфатами керченских железных руд и принадлежащий Джону (John, 1806) анализ кэффекилита — первая химическая работа над этим своеобразным крымским минералом.

Обстоятельное описание грязевых сопок и указания на месторождения нефти дает Гельмерсен (1867). В геологических обзорениях Штукенберга (1873), Романовского (1872), Пренделя (1876) и Леваковского (1881) новых минералогических данных почти не имеется. Середина же XIX века в отношении минералогического исследования Крыма является затишьем.

Заметное оживление наблюдается с начала восьмидесятых годов, когда стали появляться петрографические работы Лагорио и труды таких выдающихся геологов, как Н. И. Андрусов и Н. Головкинский. Труды Лагорио составили эпоху в изучении изверженных пород Крыма, и минералогия обязана ему ценными указаниями на ряд минералов, связанных с изверженными породами, например, на цеолиты (натролит) Карадага, альмандин Карабаха и описанием известного месторождения кальцита на Кастели. Многочисленные работы Н. И. Андрусова по Керченскому полуострову носят чисто геологический и палеонтологический характер. Однако в его подробных описаниях рассеяно и много точных указаний на месторождения нефти, гипса, серы, сидерита, бурого железняка, известкового шпата, в том числе первые указания на серу у Чукур-Кояша. Проф. Головкинским, помимо многочисленных гидрогеологических работ, были произведены исследования месторождений угля у Балаклавы и Судака и дан ряд указаний на месторождения минералов, о которых он упоминает в своих геологических описаниях.

К 1891 г. относится небольшая заметка Прозоровского Г о л и ц и н а о породах Карадага, послужившая толчком к последующим многочисленным работам, касающимся этого любопытнейшего в геологическом и минералогическом отношении уголка Крыма.

В девяностых годах появился ряд работ по Крыму В. Д. Соколова, В. М. Цебрикова, О. Ф. Ретовского, В. И. Вернадского и его учеников. В. Д. Соколову принадлежат первая специальная заметка о байдарском месторождении кальцита, а также статьи о балаклавских углях; о сере и сульфатах из окрестностей Георгиевского монастыря и о марганце близ Балаклавы. Акад. В. И. Вернадский наибольшее внимание обратил на генезис и минералогию керченских грязевых сопок. Им и С. П. Поповым было впервые констатировано нахождение в водах и грязи этих сопок буры; явление, вызвавшее впоследствии столь большой интерес к себе. Конец девяностых и начало

девятисотых годов могут быть отмечены открытием К. Фохтом Узунджиевского марганцового месторождения и работами проф. Земятченского над байдарским кальцитом, установившими пригодность последнего для производства никелей. Большая часть чисто минералогических работ по Крыму учеников В. И. Вернадского — С. Попова и А. Е. Ферсмана появилась уже в девятисотых годах. С. Поповым составлено описание ряда месторождений минералов Южного Крыма и установлено нахождение стронциевых минералов, серы и бурого шпата в окрестностях Феодосии; дадолита и ряда цеолитов — на Карадаге, цинковой обманки, пирротина, пренита и турмалина — на Аюдаге; своеобразных, содержащих медь сульфатов — в районе Георгиевского монастыря, а также серы — на Керченском полуострове. В 1910 г. им же было составлено минералогическое описание керченских железных руд; выяснен их генезис и дано определение некоторых новых минеральных видов из группы фосфатов (керчениты, таманит).

Более полное систематическое описание цеолитов Крыма принадлежит А. Е. Ферсману, который работал также над магнезиальными силикатами (палыгорскит, кэффекилит), описал Эски-Ордынское месторождение с его сульфидами, в том числе редким гринокитом, накритом, и ряд контактовых месторождений, в частности месторождения барита в окрестностях Симферополя. В эти же годы работали по Крыму: П. Н. Чирвинский (минералы Карадага и Керчи), Грищинский (кальциты мыса Кийк-Атлама), Е. Д. Ревуцкая (жилы сернистых соединений Эски-Орды, байдарские кальциты), В. Шкателов (тиршит на известняках), О. Бринкен (натролит Карадага); А. М. Зайцев, Мейстер, В. Аршинов и Д. Щербakov (горные породы); снова Чирвинский, Седелщикова, Клепинин (грязевые вулканы).

Особую область составляет изучение соляных озер Крыма. После Гебелей, Гассгагена, этого вопроса касались еще многие авторы; главные труды в данном случае принадлежат И. Мушкетову (1895 г.), Н. Курнакову (начало с 1896 г.) и позднее И. Каблуккову, Кашинскому, Ферсману, Ильинскому. Керченским рудам посвящена большая статья Байара (Bayard, 1899) и ряд небольших заметок технического характера (Цейдлера и др.).

В 1914 г. вышла в свет сводная работа П. А. Двойченко с участием А. Е. Ферсмана о минералах Крыма. В ней, помимо сводки имевшихся в литературе данных, содержится много самостоятельных наблюдений и даются описания важнейших минеральных месторождений. Особо заслуживают быть отмеченными первое указание на целестин из Баты-Лименского месторождения и описание месторождений селитры в известковых породах Бодрака.

Нельзя не упомянуть о многолетних работах по изучению крымских вод Н. И. Дубровского, важнейшие труды которого ожидают еще опубликования.

Мировая война с ее последствиями, с одной стороны, сильно замедлила ход исследовательских работ, особенно чисто научного характера, но, с другой — трудные моменты военного времени, вызвавшие новые потребности, настоятельно выдвигали проблемы скорейшего добывания и использования необходимых полезных ископаемых.

После утверждения советской власти интенсивность изучения полезных ископаемых Крыма выросла в высокой степени. Она привела к усиленным работам на крымских озерах, особенно на Сакском, увенчавшимся оборудованием и ныне существующего прекрасно поставленного бромного завода. Там же, в Саках, была основана научная соляная станция, на которой работали и работают целый ряд химиков под общим руководством проф. Ильинского. Тогда же была начата разработка и керченских грязевых сопок с целью получения буры.

Большое промышленное значение имела установка трассового характера некоторых пород Карадага, несомненно имеющих громадную будущность.

Затруднения в доставке горючего ископаемого вызвало пробуждение интереса к углям Крыма, имевшее результатом изучение Бешуйского месторождения.

На Керченском полуострове над железными рудами работал В. И. Лучицкий, давший первые приблизительные подсчеты запасов залежей руды.

Систематическая разведка керченских железных руд началась с 1925 г. партиями Геологического комитета под общим руководством инж. С. В. Константинова. Химическая и минералогическая обработка велась как в химической лаборатории Геологического комитета, так и в лабораториях Москвы, Симферополя и Керчи. Равным образом велось и обследование месторождения серы у Чукур-Кояша, разработка которого была возобновлена. Возродился также интерес к крымскому минералу «кил» (кэффекилит); были обследованы его месторождения и изучены химические и технические его свойства (Лучицкий, 1923; Сушицкий, 1931, 1932).

В лице основанного в 1918 г. университета с физико-математическим факультетом в Крыму возник новый научный центр. Университет в целом просуществовал недолго. Наследниками его явились Крымский педагогический и Крымский научно-исследовательский институты, в их минералогической и, отчасти, в химической и геологической кафедрах, в которых сосредоточилась на некоторое время главная часть работы по дальнейшему минералогическому исследованию Крыма. К этому времени (1925—1930 гг.) относятся работы С. Попова по месторождениям марганца (Узунджи, Ялта, мыс Айя), по сопочным явлениям окрестностей Симферополя, по минералогии и генезису керченских руд. В 1929 г. при участии Е. Ф. Белевич и Э. Ф. Штейнванда при обследовании мине-

ральных источников Крыма им было обнаружено месторождение боронатрокальцита на Керченском полуострове. Ряд работ был произведен учениками автора, сотрудниками кафедры минералогии Крымского научно-исследовательского ин-та: П. Мурзаевым — о минералах Людага, баритах Коккоза, датолите и десмине Карадага; Ф. Абрамовым — о целестине и баритах Крыма; В. Гриневым — о минералах горы Хыр (датолиты и др.) и о плиоценовых красноцветных глинах; В. Ратынским — о сидеритах Мангуша и глинах Джанкойского района и т. д.

Значительный интерес имеет констатирование нахождения кила в третичных осадках в окрестностях Севастополя (Гуткова, 1929) и Тарханкута.

Как и следовало ожидать, появление местных научных центров вызвало оживление исследовательской работы. В 1930 г. Крымский научно-исследовательский институт был реформирован в Институт национальных культур и краеведения. Но во вторую половину двадцатых годов в Крыму возникло несколько новых учреждений, работавших в области геологии полезных ископаемых; так, были открыты отделение Института прикладной минералогии и Крымский научно-исследовательский институт промышленности; их существование было, однако, кратковременным. Институт прикладной минералогии преобразовался в Институт стройматериалов и сократил геолого-разведочные работы, но все же успел произвести ценные исследования месторождений ракушечных известняков, глин и кила. Институту промышленности принадлежат работы по бешуйскому углю и особенно по газам Керченского полуострова.

Из числа внекрымских лиц и учреждений, работавших в последние годы в Крыму, необходимо отметить: акад. А. Д. Архангельского и его сотрудников (нефтяные месторождения Керченского полуострова и осадки Черного моря), Прокопова и Алферова, также экспедиции Академии Наук (В. Грушвицкий) и Сев.-Кавк. ГГРУ (С. Попов и Н. Покровский — месторождения буры и боронатрокальцита); акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинга в сотрудничестве с Дьяконовой-Савельевой (петрография Карадага). По газам велись работы Газовым бюро; по фосфоритам — УГГРУ. Много лиц и учреждений привлечено к исследованию керченских железных руд; работы их в настоящее время имеют целью, главным образом, изучение технических свойств руды и способов ее обработки, но касаются также ее химии и минералогии.

Продолжается работа также и местных учреждений и отдельных исследователей. Соляной лабораторией в Евпатории изучаются проблемы, касающиеся природных рассолов (С. Щукарев). Севастопольская биологическая станция занята изучением химии моря. Крымским отделением геологической станции ведутся работы по перекопским озерам (М. Боженко),

Байдарскому месторождению кальцита (В. и Р. Колюбинские), гидрогеологии (П. А. Двойченко), д-ром Ибянским — по минеральным водам окрестностей Феодосии. Общие исследования минеральных вод Крыма вело в 1934 г. Крымское бюро краеведения (С. Попов, В. Молчанов). Крупные геологические разведки известняков Балаклавского района (А. Слудский, 1933—1934 гг.) вызвали ряд химико-минералогических исследований (С. Попов, П. Данильченко, лабор. ВИСМ).

Обусловленный всем этим промышленный подъем Крымской АССР дал новый толчок к ряду дальнейших исследовательских работ минералогического и геохимического характера, ведущихся в Крыму при поддержке правительственных учреждений Республики.

В 1933 г. Госпланом Крыма была предпринята крупная работа по экономическому районированию Крыма, к которой были привлечены и специалисты по самым различным отраслям хозяйства и природных богатств Крыма, в том числе по геологии, почвоведению и полезным ископаемым. Задания этой работы с новой силой выявили давно чувствовавшуюся необходимость подведения итогов научно-исследовательского изучения Крыма.

ГЛАВА II

ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ ОЧЕРК КРЫМА

ОРОГРАФИЯ И ТЕКТОНИКА

Полуостров Крым лежит между $44^{\circ}23'$ и $46^{\circ}21'$ с. ш. и $32^{\circ}31'$ и $36^{\circ}40'$ в. д. от Гринвича. Черное и Азовское моря со своими заливами образуют вокруг него почти замкнутый круг, прерываемый лишь узким, в 5—7 км шириной, Перекопским перешейком. Длинный диаметр Крыма от мыса Тарханкут до берегов Керченского пролива — 320 км; короткий — от Перекопского перешейка до мыса Сарыч — 197 км. Общая площадь полуострова составляет около 25 000 км. Северный Крым представляет степную равнину, наиболее низкие части которой лежат на северо-востоке, примыкающая в Сивашу — узкому, длинному и мелководному заливу Азовского моря, отделенному от последнего пересыпью, носящей название Арабатской стрелки. От берегов Сиваша равнина эта постепенно повышается к югу; у линии ст. Сарабуз — д. Бештерек — г. Старый Крым начинает заметно уже проявляться гористость местности. Южная часть горного Крыма состоит из трех дугообразных параллельных гряд с общим направлением с юго-запада на северо-восток. Они отделяются друг от друга продольными долинами; первая, или главная, наиболее южная гряда¹ сложена сравнительно древними породами, начиная с пермо-карбона, обладающего, впрочем, незначительным развитием; широко распространены в ней отло-

¹ Употребляется и обратный порядок обозначения, т. е. южная главная гряда называется третьей, а северная — первой.

жения так наз. «таврической формации», объединяющей верхнетриасовые и лейасовые сланцы, и далее среднеюрские песчаники и сланцы и верхнеюрские известняки; в строении ее северных склонов принимают участие также нижнемеловые отложения. Главная гряда начинается крутым отвесным обрывом мыса Айя; береговые утесы между этим мысом и Мраморной балкой у б. Георгиевского монастыря являются ее боковым ответвлением. Постепенно повышаясь, она достигает наибольшей высоты между Ялтой и Алуштой в вершинах Демир-Капу — 1539 м, Роман-Кош — 1542 м и Чатырдаг — 1523 м. Первая гряда представляет собою длинное и узкое плоскогорье Яйлу, которое принято делить на части, в зависимости от сужений хребта или его понижений; по последним идут проходы, «богазы», с северного склона на южный берег. Таким образом, идя с запада на восток, различают части Яйлы: Ай-Петринскую, Никитскую, Бабуган, Чатырдаг, Демерджи, Долгоруковскую, Тырке и Караби-Яйлу. Восточнее меридиана Карасубазара за Караби-Яйлой главная гряда понижается и разбивается на ряд невысоких параллельных хребтов, которые, постепенно снижаясь, оканчиваются в окрестностях Феодосии. К главной гряде и к продольной долине, отделяющей ее от второй гряды, приурочены все имеющиеся в Крыму выходы изверженных пород.

Вторая гряда, сложенная верхнемеловыми и третичными породами, начинается Инкерманскими высотами у конца Северной Севастопольской бухты. Отсюда она направляется к северу и, дугообразно изгибаясь, проходит через д. Албат, Бахчисарай, Симферополь, затем принимает восточное направление и теряется у Старого Крыма. П. А. Двойченко считает концом ее Лысую гору у Феодосии. Высшие точки гряды находятся в юго-западном Крыму (Тепе-Кермен, Курушлиюк), достигая свыше 500 м. Поперечные долины рр. Бельбек, Качи и Альмы и более мелкие балки разбивают вторую гряду на ряд отдельных столовых гор, столь характерных для юго-западного Крыма (Тепе-Кермен, Мангуп-Кале и др.).

Самая низкая, третья гряда сложена третичными породами; орографически начинается она севернее Большой Севастопольской бухты, где сливается со второй. Но слагающие ее породы продолжаются и по южную сторону бухты до мыса Фиолента. От Бельбека третья гряда направляется вначале к северу; затем, проходя западнее Бахчисарая и Симферополя, поворачивает параллельно второй гряде на восток и доходит до г. Старый Крым; высота ее превосходит 300 м.

Западная часть Крыма, образующая Тарханкутский полуостров, занята плоской возвышенностью до 175 м высоты, сложенной третичными породами; возвышенность круто обрывается к морю.

Совершенно обособленным участком Крыма является соединенный с ним нешироким перешейком Керченский полуостров; слагается он также третичными породами не старше олигоцена.¹ Пересекающий его вначале в широт-

¹ Небольшие обрывки меловых отложений обнаружены недавно А. Архангельским на южных берегах полуострова.

ном, а в конце в меридиональном направлении невысокий кряж, так называемый Парпачский гребень, делит его на две резко отличных части: юго-западную плоскую равнину, сложенную преимущественно так называемыми майкопскими глинами (олигоцен — нижн. миоцен), и северо-восточную, разбитую на ряд небольших мульд и антиклиналей с богато представленными всеми геологическими ярусами, от олигоцена до современных. Воззрения на тектоническое строение Крыма неоднократно менялись. Еще работой Фавра (1877), на долгое время наложившей свой отпечаток на представление о структуре Крыма, была выдвинута гипотеза о поднятии области главной гряды Крыма в конце юрского периода. Им же было высказано предположение о существовании некогда в области Черного моря суши, остатком которой является южная горная часть Крыма; впрочем, идея о существовании этого материка имеется и у более ранних исследователей, начиная с Палласа. Зюсс все дислокации Крыма, до мелового периода, обозначал названием «кimmerийские», позднее было предложено деление их на две фазы: 1) между триасом и лейасом и 2) между юрой и неокомом.

Ю. Листовым и позднее К. К. Фохтом было выдвинуто представление о преимущественно складчатом характере крымских гор в противоположность господствовавшим мнениям о преобладании дизъюнктивных дислокаций. По Фохту, каменноугольные, пермские и триасовые отложения, захваченные пликативными дислокациями в начале верхнеюрской эпохи, образовали горную систему, названную им Мезотаврическим кряжем. Кряж этот тянулся в направлении 15° NE, приблизительно по широте Симферополя; к югу от него в море отлагалась толща конгломератов и известняков. Эти дислокации Фохт связывает с процессами, наблюдаемыми в Добрудже. Сбросовым явлениям он отводит лишь второстепенную роль и главное поднятие Крыма приурочивает к миоцену. В новейшее время снова выдвинута идея о первенствующей роли дизъюнктивных дислокаций в формировании современного облика Крымских гор. А. А. Борисяк¹ подчеркивает характерное для строения крымских гор развитие сдвигов, развивших древнее поднятие на ряд отдельных глыб, испытавших значительные перемещения. Характеризует современные крымские горы как «остаточно-глыбовые», и А. А. Крубера (1915).

Современный геоморфологический характер Крыма, по мнению Б. Добрынина, обуславливается дизъюнктивными процессами; он считает крымские горы остатком одной сводовой геоантиклинали, разбитой сбросами и сдвигами. Время главного поднятия Б. Добрынин относит к верхнему плиоцену и отчасти даже к четвертичному периоду, когда одновременно происходило опускание к югу от Крыма древней суши;

¹ Многочисленные работы по геологии Крыма акад. А. А. Борисяка имеются в годовых отчетах Геологич. комитета за 1900—1911 гг. (Изв. Г. К.).

2 Минералогия Крыма



для последней им предложено название «Понтида». ¹ Опускание вызвало напор магмы по окраинам суши, что и привело к образованию крымской антиклинали.

А. С. Моисеев (1930), отрицая существование крупных дислокаций на границе триаса и лейаса, различает две подфазы мезозойских дислокаций: донецкую, между средним лейасом и байосом, и яйлинскую, между нижним келловеем и лузитаном. Горообразовательные эпохи, принятые А. Моисеевым, хорошо согласуются с развитием вулканической деятельности в Крыму, имевшей место главным образом в конце средней юры. Главное поднятие современных гор им принимается также в конце третичного периода.

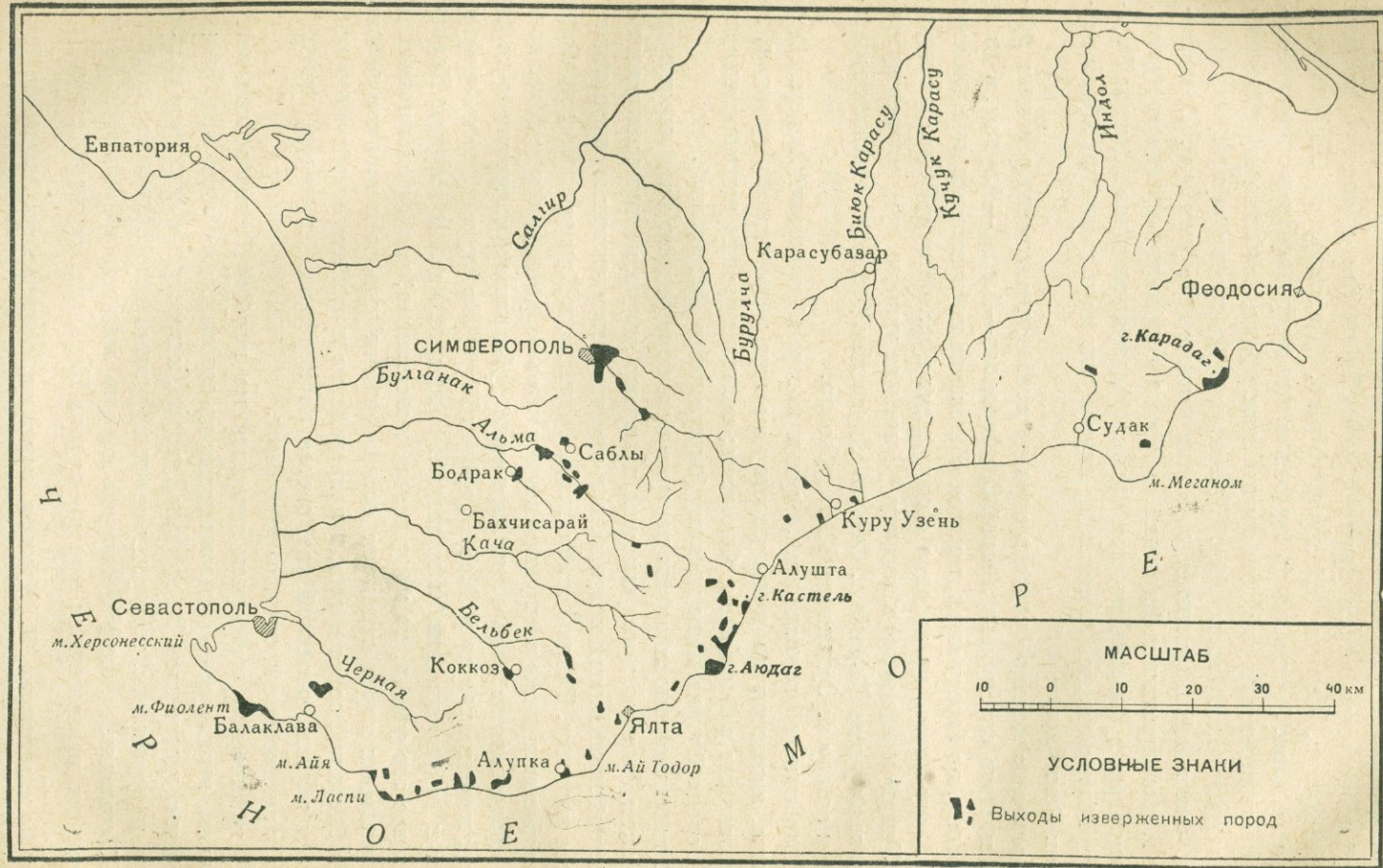
Таким образом, в истории образования современных таврических гор можно считать общепризнанными следующие моменты: а) существование в мезозое, в домеловую эпоху, значительных тектонических движений (киммерийская складчатость), б) существование таких же движений, обусловивших главное поднятие современных крымских гор в конце третичной эпохи; в) сильное развитие дизъюнктивных дислокаций, разбивших складчатую систему на ряд отдельных сместившихся глыбовых массивов и г) вулканические явления в среднем мезозое, в связи с тектоническими процессами киммерийской складчатости.

В основу геохимического обзора мы положили крупные геологические подразделения, учитывая, однако, не только время, но и условия образования данной свиты пород.

ИЗВЕРЖЕННЫЕ ПОРОДЫ

Если всмотреться в приложенную карту распространения изверженных пород (карта № 1), то можно заметить, что выходы их образуют замкнутую цепь, распадающуюся на два кольца: западное, из более густого ряда выходов, и восточное, в котором выходы более редки и прерывисты, которое, может быть, и не является замкнутым. Приняв за исходный пункт окрестности Симферополя, мы встретим многочисленные и крупные выходы изверженных пород к югу от города в долине Салгира, по обоим его берегам. Отсюда по направлению к юго-западу выходы их через связующие обнажения на водоразделе Курцы-Саблы переходят в долину р. Альмы и, следуя по ее руслу вверх, доходят до территории Крымского заповедника; после некоторого перерыва они вновь обнаруживаются в бассейне р. Качи (на р. Чуюн-Илге). Здесь эруптивы северного склона чрезвычайно близко подходят к южнобережным, так как по ту сторону известкового массива Яйлы расположена вершина Чамлы-Бурун, являющаяся наивысшей

¹ Существование Понтиды подтверждается не только геологическими данными, но и характером современной флоры и фауны Крыма. См. А. Семенов. Несколько соображений о прошлом фауны и флоры Крыма. Зап. Ак. Н. Физ.-мат. отд., т. VIII, № 6. СПб. 1899; Е. Вульф. Происхождение флоры Крыма. Зап. Крым. об-ва ест. IX. 1926; И. Пузанов. Фауна Крыма. Путеводитель «Крым» Крым. об. ест. Симферополь. Изд. 3-е.



Карта № 4 распространения изверженных пород в Крыму.

ИЗВЕРЖЕННЫЕ ПОРОДЫ

точкой (1200 м), достигаемой изверженными породами в Крыму. Этой точкой начинается самая крупная южнобережская группа обнажений (Чамлы-Бурун, Сераус, Ай-Иори, Урага, Кафель), простирающаяся до самого моря. Отсюда вдоль берега моря по направлению к западу тянется непрерывная цепь выходов эруптивных пород, особенно сгущающихся около Аюдага, до мыса Айя. Прерванная здесь сплошными известняками, она вновь появляется за Балаклавой в виде утесов б. Георгиевского монастыря и мыса Фиолента, своего конечного юго-западного пункта, и затем через туфы окрестностей Балаклавы и ряд выходов в долине Бельбека приближается к Альминским; внутри кольца имеются выходы в верховьях Бельбека.

Восточное кольцо очерчено гораздо слабее; только его западная граница хорошо оконтурена линией Симферополь—Альма—Алушта, а далее к востоку, по берегу моря, имеется обнажение изверженных пород только у д. Куру-Узень, да недавно обнаружены прослойки туфогенных пород у д. Ускут¹ и еще далее к востоку.² Замыкает южную дугу кольца вулканическая группа Карадага. Северная дуга намечается небольшими выходами к северу от Судака и у Карасубазара.

Осадочными отложениями, среди которых залегают изверженные породы, являются по преимуществу сланцы таврической формации, за исключением района мыса Фиолента; только туфовые отложения подчинены средней юре и даже неокому (окрестности Балаклавы).

С таврическими сланцами изверженные породы дают ясно выраженные контакты. Лакколитовые выступы, например Аюдаг, местами покрыты как бы корой измененных контактовых сланцев, отвердевших и сопротивляющихся размыву. Таврические сланцы являются в Крыму вообще наиболее древними из широко распространенных здесь осадочных пород; более древние представляют лишь обрывки; таковы небольшие выходы пермо-карбонных известняков по р. Марте (приток Качи) и в окрестностях Симферополя и отдельные глыбы кристаллических сланцев в истоках Карасу. Если все это учесть, то получается впечатление, что отдельные выходы изверженных пород являются ответвлениями одного и того же небольшого батолита, вторгшегося в палеозойские и нижнемезозойские осадки, причем первые, палеозойские, состоя из карбонатных пород, подверглись в значительной степени резорбции.

В химическом отношении изверженные породы Крыма весьма разнообразны, варьируя от сильно кислых до основных; в общем преобладают породы среднего типа. По данным Лагорио, к последним относится главная масса интрузивных, тогда как среди эффузивных преобладают основные.

К сожалению, петрологически хорошо изучена только одна группа крымских изверженных пород—группа Карадага, описанная в недавно

¹ По определению П. Мурзаева материала, доставленного партиями Крым-Геолтреста.

² По данным отчетов геологоразведочных партий (Муратов).

появившейся работе акад. Левинсон-Лессинга и Дьяконовой-Савельевой (1932); остальные группы подвергались, главным образом, одним микроскопическим исследованиям, химических данных о них имеется очень немного; а для целого ряда эруптивов отсутствуют и микроскопические исследования. Также недостаточно изучены и поствулканические явления.

Что касается возраста крымских извержений, то новые работы все более и более суживают их период. Старые авторы указывали на промежуток от палеозоя до миоцена, а со времен Лагорио твердо установился их мезозойский, по преимуществу юрский возраст. В настоящее время большинство исследователей относит время активного вулканизма преимущественно к средней юре и келловею. Только на окраинах, в окрестностях Балаклавы, где прослойки туфов констатированы в нижнемеловых отложениях, и, может быть, на Карадаге, период извержений удлиняется ими до неокома.¹

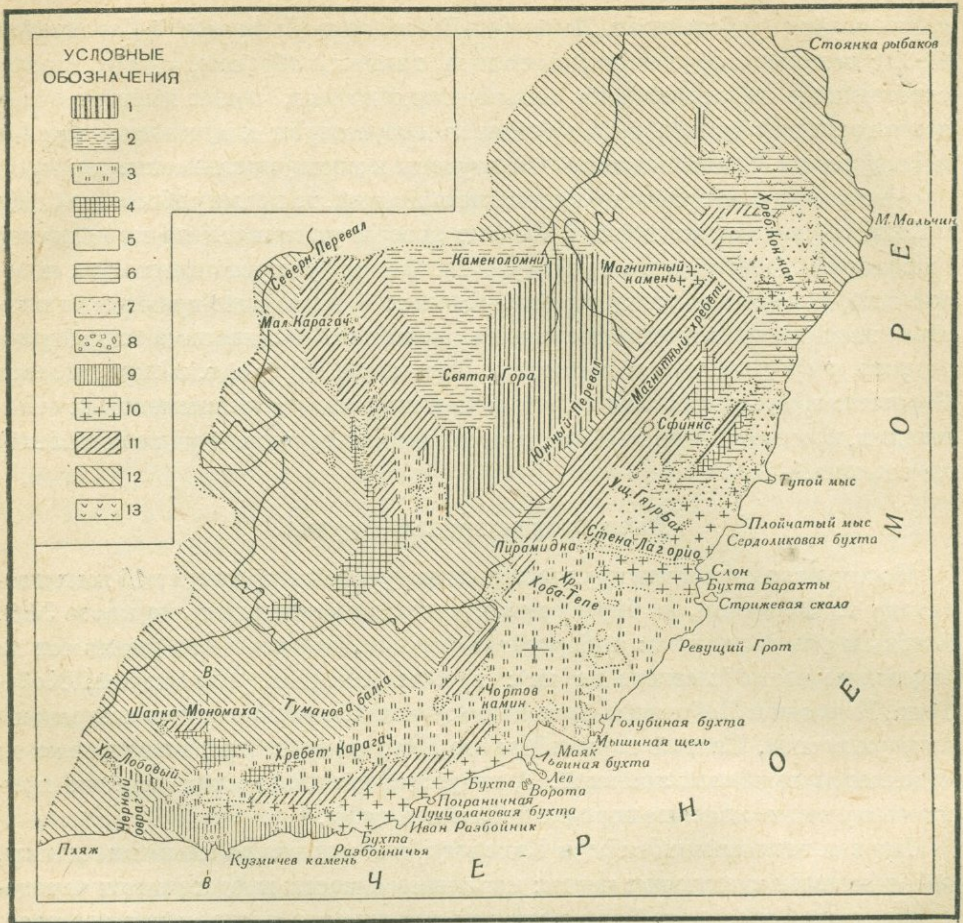
Карадагская горная группа

Носящая это название группа вершин и гребней находится в 15 км к юго-западу от Феодосии, на берегу моря, как это можно видеть на карте № 2. В общем она состоит из: а) берегового кряжа, разделенного ущельями на отдельные части (с севера на юг): хребты Кок-Кая, Магнитный, Хобатепе, Карагач и Лобовый и б) горного массива, в свою очередь состоящего из двух частей, Святой горы и Малого Карадага; от берегового кряжа он отделяется глубокой ложиной. В петрографическом составе группы принимают участие лавовые породы, брекчии и туфы.²

Первая геохимическая фаза Карадага, распадение и застывание магмы, обнаруживает следующие черты: излившиеся массы представляют чередование кислой и основной лавы, причем явление это повторяется два раза, в результате чего получаются две серии пород — более древняя (палеотипная) и более новая (кайнотипная), секущая первую. Резкое различие между обеими сериями состоит не в степени кислотности, а в содержании ими щелочей: древние лавы богаты щелочами (преимущественно натрием), тогда как новые бедны ими. Каждый период извержений начинался и кончался сильно кислыми лавами. Однако для первой фазы, палеотипной, имеются два цикла извержений; от более древнего сохранился только один член — ультракислый оксикератофир (69.51% SiO₂); второй цикл, заключающий главную массу палеотипных пород, имеет следующую последовательность: спилиты (46.2% SiO₂), кератоспилиты (53.92% SiO₂), кератофиры (59.74% SiO₂), оксикератофиры (67.97% SiO₂) и палеолипариты (75.67% SiO₂). Объединяющим моментом всей серии является преобладание натрового полевого шпата в виде альбита и альбит-олигоклаза,

¹ Довести период активной вулканической деятельности Карадага до начала мелового периода склонен Д. Соколов.

² В основу нижеприводимой характеристики легли данные упомянутой уже работы акад. Левинсон-Лессинга и Дьяконовой-Савельевой (1932).



Карта № 2. Петрографическая схема Карадага (по Левинсон-Лессингу).

1—Палеолипариты; 2—Трассы; 3—Оксикератофиры; 4—Кератофиры; 5—Липарито-дациты; 6—Дациты; 7—Андезиты; 8—Базальты; 9—Спилиты лабрадоровые; 10—Кератоспилиты; 11—Вулканические брекчии; 12—Глинистые сланцы и мергеля; 13—Осыпи.

т. е. в химическом смысле—преобладание щелочей, содержание которых почти одинаково во всей серии, несмотря на огромную разницу в кислотности, что видно из следующей таблицы: ¹

ТАБЛИЦА 1

	Содержание щелочей в %	Содержание щелочей в эквивалентах
Спилиты	7.54	0.1029
Кератоспилиты	8.46	0.1319
Кератофиры	8.69	0.1312
Оксикератофиры	9.00	0.1300
Палеолипариты	7.88	0.1025

¹ Анализы отдельных пород см. Левинсон-Лессинг (1932, стр. 105—123).

Для членов семейства кератофи́ров получается почти полное совпадение. О содержании остальных компонентов можно судить по диаграмме рис. 3;

из нее ясно, что резкое отклонение от изотектического ряда дает только содержание СаО, но и это отклонение уменьшается, если вместо СаО взять всю сумму двухвалентных окислов ($\text{CaO} + \text{MgO}$). Обращает внимание чрезвычайно ровное содержание натрия, дающее некоторое отклонение только в кератоспилитах. Наконец, относительно кератофировых пород необходимо отметить следующее: 1) на Карадаге преобладают оксикератофиры (кислые), тогда как собственно кератофиры (средние) встречаются спорадически; 2) в оксикератофирах избыточная кремнекислота не выделяется в виде кварца, а остается в форме неокристаллизованной стекловатой массы, почему порода и получила от акад. Левинсон-Лессинга название оксикератофира, а не кварцевого кератофира. Что касается спилитов и спилитокератофи́ров, то они являются более основными членами магматического ряда и связаны с кератофирами переходными звеньями. Собственно спилиты содержат большое количество СаО (до 10.38%), больше, чем окиси натрия, но уже в кератоспилитах последняя снова получает преобладание.

Кайнотипная серия пород образует ряд жил и некков и состоит, главным образом, из андезитов, трахиандезитов, андезитодацитов и дацитов.

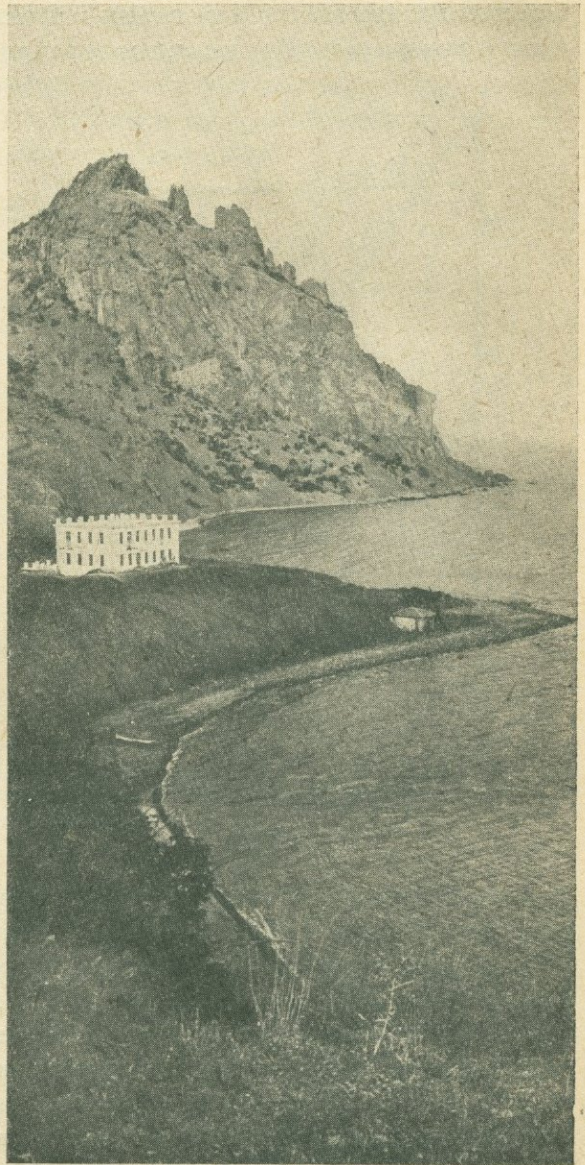


Рис. 2. Карадагская научная станция и хребет Карагач.

В них снова мы имеем серию пород с постепенно повышающейся кислотностью, причем более основные хронологически являются и более ранними. Другие породы, как базальты, мелафиры, трахит, обнаружены в очень небольшом количестве; по отношению к трахиту следует отметить, что это единственная порода Карадага, в которой калий преобладает над натрием.

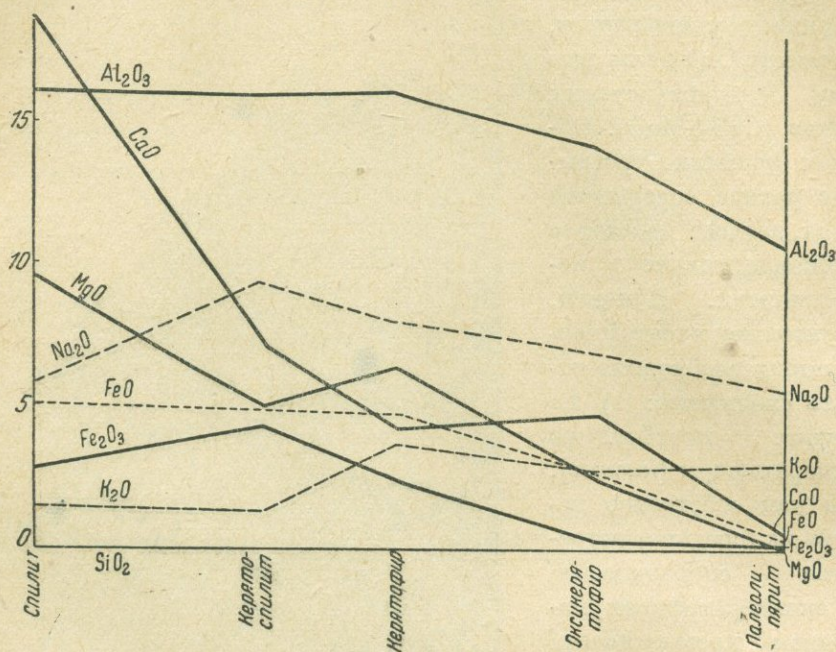


Рис. 3. Диаграмма среднего химического состава палеонотипной серии (в эквивалентах).

Диаграмма химического состава пород кайнотипной серии дает ясную картину преобладания в нем щелочно-земельных элементов, в частности кальция, характеризующего всю свиту. Полевыми шпатами здесь являются по преимуществу лабрадор и андезин. Особое положение занимают породы, обозначаемые на Карадаге именем трассов; сходные с кайнотипными по общему характеру, они по возрасту моложе и по условиям своего генезиса стоят особняком. Карадагские трассы собственно не подходят под общепринятое понятие о трассах, как о породах, образовавшихся из кластических вулканических масс. Обломочный характер они имеют лишь на периферических частях трассового массива, где являются в виде брекчии, в которой и обломки и цемент зеленого цвета. По объяснению Левинсон-Лессинга, эта брекчия имеет первичный характер, и способ ее возникновения можно представить как цементирование обломков более ранней порции лавы напором новых ее порций. Главная же масса породы, центральная часть массива, является сплошь плотной и компактной, той же зеленой окраски.

Она была выжата в пластическом состоянии и отвердела, может быть, не достигнув поверхности.

По своему химизму трассы близко подходят к дацито-липаритам; характерными их особенностями служат: 1) меньшее содержание щелочей и 2) значительное содержание воды, выделяющейся при прокаливании. В связи с последним обстоятельством имеет место и обилие в них гидрата кремнезема в виде опала, повидимому, именно того «активного кремнезема», которому трассы обязаны своими гидравлическими свойствами.

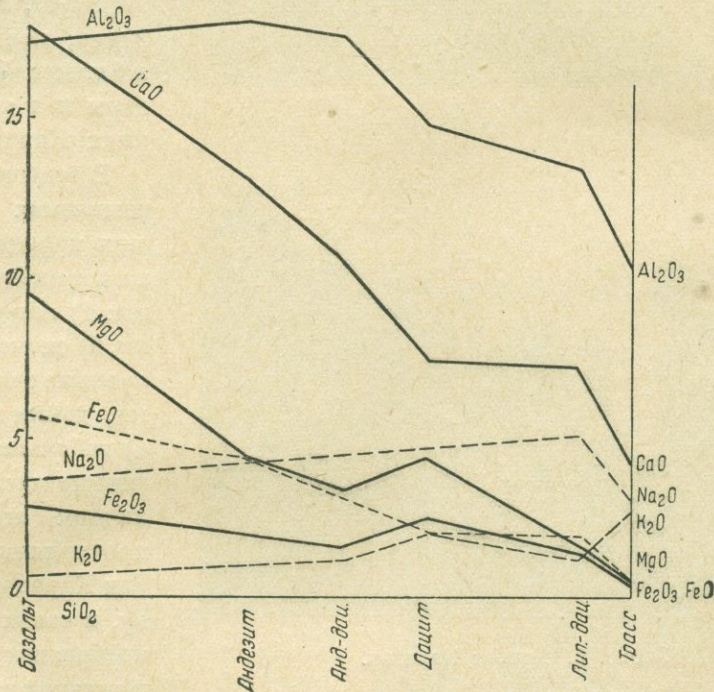


Рис. 4. Диаграмма среднего химического состава кайнотипной серии (в эквивалентах).

Разнообразие пород Карадага Ф. Ю. Левинсон-Лессинг склонен объяснить не дифференциацией одной, первоначально основной магмы, а смешением двух — основной и кислой.

Ясное представление об условиях залегания этих пород, их взаимоотношениях и распределении в пространстве может дать лишь карта достаточно крупного масштаба, каковая и имеется в работе Левинсон-Лессинга. В общем можно дать следующие указания: Святая гора сложена палеолипаритами и трассами; Малый Карадаг — вулканической брекчией, кератофирами, оксикератофирами и андезитами; Лобовый хребет — палеолипаритами и оксикератофирами. Большой хребет Карагач имеет очень сложное строение: береговые склоны его сложены преимущественно кератоспилитами и спилитами, местами прорезанными базальтами и оксикератофирами; выше залегает вулканическая брекчия. Средняя часть хребта

и материковые склоны образованы оксикератофирами, прорезанными липаритодацитами и андезитом; оксикератофиры слагают также хребет Хоба-Тепе. В ущельи между последним и хребтом Магнитным распространены кератоспилиты и андезиты; последние вместе с дацитами и кератофирами слагают также береговые склоны Магнитного хребта, тогда как в его внутренних частях широко развиты вулканические брекчии. Наконец, Кок-Кая образован, главным образом, андезитами и дацитами. По долине между береговыми хребтами и Святой горой тянется узкая, но непрерывная полоса глинистых сланцев и подчиненных им мергелей, в которых А. Ф. Слудским была обнаружена келловейская фауна; келловейская и батская фауна найдены и в туфо-брекчиях Карадага.

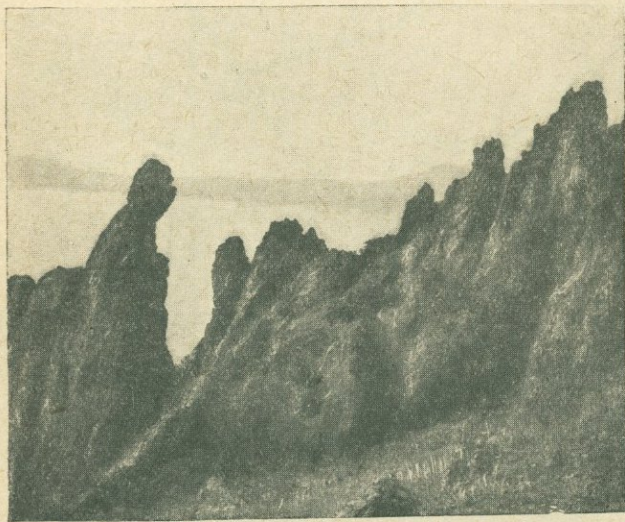


Рис. 5. Хребет Карагач.

В отношении форм выделения карадагские породы представляют следующие типы: 1) лавовые потоки, 2) слоистые туфо-лавовые свиты, 3) неки, дайки и жилы и 4) небольшие интрузивные массивы. Различная степень сопротивляемости пород Карадага размыву, в связи с их разнообразием, привела к сильной расчлененности рельефа и к появлению многочисленных скал и утесов самых причудливых форм, на что указывают и данные им названия: «Сфинкс», «Короли», «Иван-Разбойник», «Чортов камин» и т. п.¹ Все это не что иное, как дайки и неки, обнаженные размывом от покрывающих их рыхлых обломочных образований.

Пневматолитические и гидротермальные процессы на Карадаге выражены очень сильно. Здесь впервые для Крыма обнаружен характерный элемент летучих выделений — бор (В) в составе минерала датолита и позднее фтор (F) в апофиллите. Группа цеолитов, этих характерных минералов горячих вод, здесь развита не менее, чем в массивах района Симферополя. В ней, кроме цеолитов кальция и натрия, был найден редкий цеолит — птилолит, содержащий калий. Кремневые выделения, не считая кварца, образуют прекрасные жемоиды розового агата и халцедона и изредка слабо окра-

¹ Особенно выделяется так называемый «Сфинкс» — башнеобразная дайка, далеко видимая с моря.

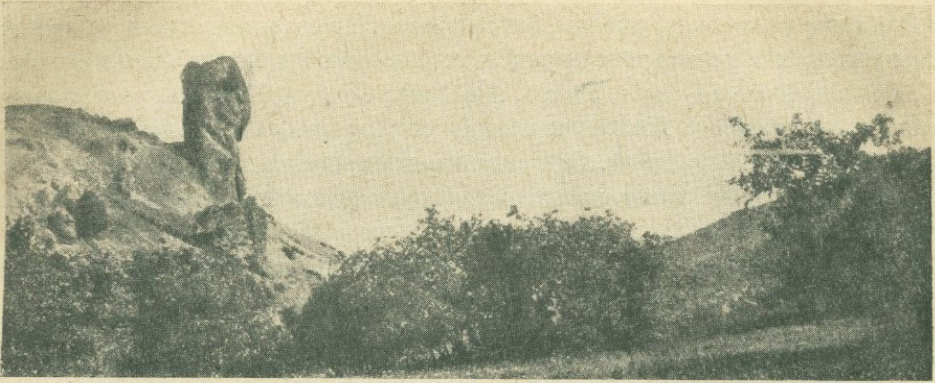


Рис. 6. Скала «Сфинкс».

шенного аметиста. Здесь много кальцита и хлоритовых минералов. Вообще Карадагская горная группа является одним из богатейших месторождений минералов в Крыму.

Южнобережские группы

Обращаясь к следующим группам изверженных пород, приходится отметить крайне слабую их изученность в химическом отношении. Большинство работ, которых в сущности не так мало, ограничивалось, самое большее, микроскопическим определением этих пород. Ни один выход детально не был изучен; определялись образцы лишь господствующих пород; количество анализов исчисляется единицами. Такие крупные выходы, как Чамлы-Бурун, Урага или на р. Альме, почти не охарактеризованы. В последние годы детальная съемка была произведена на г. Аюдаге и на Кастели, но эти работы не опубликованы. Главными источниками наших сведений остаются старые работы Лагорио и более новые Мейстера

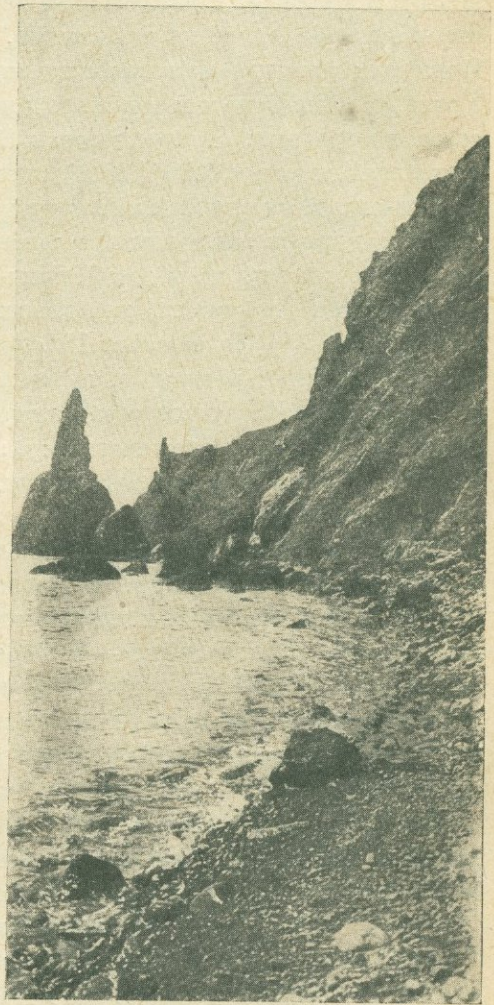


Рис. 7. Скала «Иван Разбойник».

и Зайцева; последние, однако, без анализов. Не останавливаясь на отдельных выходах и небольших группах, коснемся только наиболее крупных.

Группа Чамлы-Бурун, Урага, Ай-Иори, Серауз, Кастель, расположенная между морем и Яйлой, к западу от Алушты, по площади является едва ли не самой крупной. Она сложена по преимуществу породами средними, кварцевыми авгит-диоритами, приближающимися иногда к основным; встречаются, однако, и более кислые их разновидности.

Относительно огромных массивов Ураги и Чамлы-Буруна петрографические данные скудны; более посчастливилось прибрежной Кастели, которой посвящена работа Пренделя (1886), хотя уже устаревшая, и некоторые описания Лагорио. По формам своим эти вершины резко отличаются от Карадага; являясь интрузиями сравнительно однородных пород, они при выветривании приобрели мягкие округлые очертания, мало расчленены и покрыты еще уцелевшими лесами. Только береговые обрывы Кастели с их обвалами, да небольшие, более крутые вершины Серауз и Ай-Иори и их осыпи представляют лучшие условия для полевых наблюдений. Урага, Чамлы-Бурун и прилегающие меньшие вершины сложены темно-серыми породами, определяемыми Лагорио и Мастером как кварцево-авгитовый диорит (55.56% SiO_2); эти породы отчасти развиты и на Кастели; на юго-западных склонах последней распространены также более кислые, светлые породы липаритового типа (75.76% SiO_2). Мастер указывает на кварцевый порфир и для Чамлы-Буруна. Все эти массивы охвачены таврическими сланцами, поднимающимися по склонам горы Кастели более чем на $\frac{2}{3}$ ее высоты. Поствулканические явления в этой группе выражены слабо; возможно, впрочем, что она в этом отношении просто мало изучена. Известное месторождение кальцита на Кастели, вероятно, имеет гидротермальный характер: в зонах контакта с глинистыми сланцами как в самих изверженных породах Кастели, так и в сланцах много серного колчедана.

Несколько меньшая группа, включающая Аюдаг и окрестные выходы — Партенитский, Плака и др., в основе слагается тем же кварцевым диоритом, хотя имеются здесь и другие породы: таурит, указанный Лагорио на Аюдаге, кислый кератофир — в Партенитском выходе. По личному сообщению А. И. Спасо-Кукоцкого, породы Аюдага вообще представляют значительное разнообразие, причем в числе их имеются и светлые, очевидно, кислые разновидности (в табл. 2 приведен ряд анализов пород из районов Аюдага и Кастели № 17—21). Надо полагать, что при более детальном исследовании Аюдагского массива будут обнаружены и большее разнообразие пород и, может быть, различные эпохи вторжения расплавленных масс. Пока для описываемого района может быть установлено следующее:

1) Породами района являются по преимуществу интрузивные.

2) Господствуют средние магмы (55.56% SiO_2) щелочно-земельного характера, бедные калием, $\text{Ca} > \text{Na} > \text{K}$, соответственно — породы типа кварцевого диорита.

3) При детальном исследовании местами обнаруживаются кислые породы, выходы которых, вероятно, окажутся несравненно более многочисленными.

Аюдаг представляет собой овальный, вытянутый в направлении NW 32° массив с наивысшими точками в континентальной его части, снижающейся к морю и оканчивающейся в виде мыса огромной глыбой, отделенной от остального массива сильным понижением. Склоны гор очень круты и в юго-западной части представляют отвесные обрывы с огромными осыпями. На западном склоне внизу, в Артеке, мы встречаем образовавшиеся от

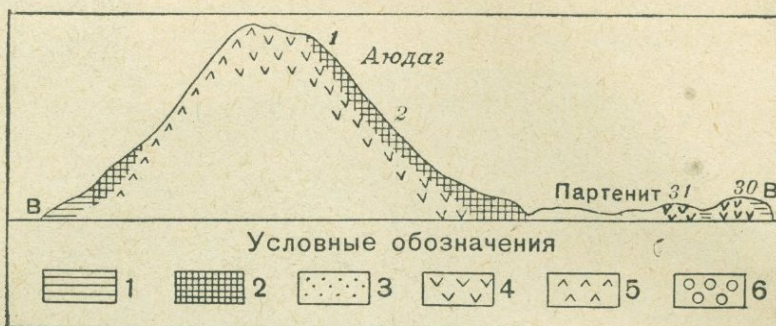


Рис. 8. Партенитский выход изверженных пород.

выветривания изверженных пород Аюдага и окружающих их глинистых сланцев делювиальные отложения, в которых разбросаны местами громадные, изолированные глыбы тех же изверженных пород, свежесохранившиеся. Глинистые сланцы таврической формации, несомненно, некогда покрывали весь Аюдаг; и теперь обрывки их высоко еще лепятся по склонам массива, а отчасти покрывают и его вершины; размыв не закончил здесь еще свою работу, как это имеет место на Кастели. Из-под сланцев в окрестностях Аюдага обнажается целый ряд выходов изверженных пород—и мелких и сравнительно крупных: П. Мурзаев (1925) насчитывает их 33 и делит на группы: а) Аюдагскую—5 выходов, б) Куркулетскую—12, в) Партенитскую—14; г) два выхода самостоятельных. Явления контакта глинистых сланцев с изверженными породами и здесь вполне отчетливы. По Мурзаеву, с артекской стороны сланцы уходят под углом в 60° под Аюдаг, что подтверждает широко распространенное представление об Аюдаге как о лакколите. Ниже помещена карта № 3 разреза через

Аюдаг. Судя по данным А. Воскресенского (ан. 19, табл. 2), изверженной породой Партенитской группы является кварцевый кератофир (71.73% SiO_2).

Гидротермальные и пневматолитические процессы в районе Аюдага сильно развиты; весь Аюдаг и многие окрестные выходы окружены ясно выраженной контактной зоной интенсивно измененных глинистых сланцев. Для группы Партенита, разведанной А. Спасо-Кукоцким в 1930 г., мощность зоны определяется в 3—5 м; для Аюдага она местами еще больше. Глинистый сланец сильно уплотнен, частью превращен в кварцит; иногда обогащен мелкочешуйчатой белой слюдой; очень развиты процессы окрем-



Карта № 3.

Схематический разрез Аюдагского района (по Мурзаеву).

1 — Глинистый сланец; 2 — Контактный гл. сланец; 3 — Делювий изв. пород. на гл. сланце; 4 — Интрузивные породы.

нения и вообще выделения кварцевых масс. В Артеке в приморской полосе лежащиеся по обрыву остатки сланцев пронизаны жилками пирита; на северном и западном склоне встречается турмалин. К результатам действия гидротермальных процессов должны быть отнесены выделения на Аюдаге сернистых соединений цинка и свинца по тонким трещинам, выполненным кальцитом. К западу от Аюдагской группы выходы изверженных пород становятся более редкими и мелкими; таковые имеются близ Айданиля и в окрестностях Ялты, в долине р. Учан-Су; из них два в самой черте города, на склонах г. Мегаби, по обеим сторонам б. Суворовской улицы; они представляют довольно значительное обнажение кварцевого диорита и разрабатываются каменоломнями. ¹ Немного выше Исарского шоссе, почти против устья р. Яузлар, находится третий выход зеленоватого кератофира. По Зайцеву, сходная по типу порода обнажается также по дороге из Ялты в Дерекой и, наконец, на Бахчисарайском шоссе, километрах в 3

¹ Большие каменоломни б. Гетманова, упоминаемые в работах А. Зайцева и С. Попова.

выше водопада Учан-Су, обнажается среди глинистых сланцев небольшая дайка авгитового порфирита; этот выход является одним из богатых минералами.

Западнее Ялты, после небольшого перерыва, изверженные породы вновь появляются у Гаспры и достигают значительного развития у Алушки, в виде небольшого лакколита Кара-Кая и хаотического нагромождения крупных обломков в Алушкинском парке, известного под именем «Хаоса». Породы имеют уже основной характер (46.11% SiO_2) и определяются Мейстером (1908) и Д. И. Щербаковым (1914) как эссексит-диабазы. Гораздо

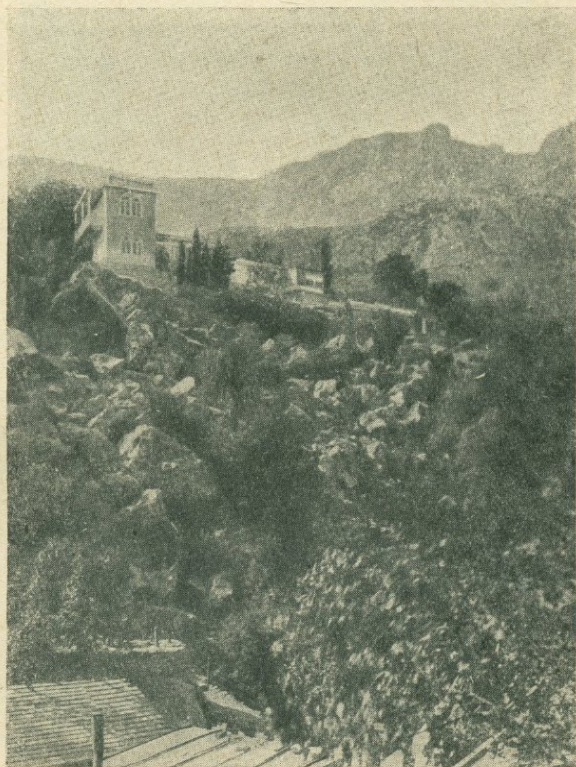


Рис. 9. «Алушкинский хаос».

большого развития изверженные породы достигают в области Лимен; здесь их обнажения далеко отступают от моря, достигая в вершине горы Пиляки второй наивысшей своей точки (до 1000 м) в Крыму. В расположенных рядом горах Пиляки и Хыр впервые после Карадага мы встречаемся с мощными проявлениями эффузивной вулканической деятельности — значительным развитием обломочных вулканических пород — брекчий, туфов. Породы Лименского района представляют значительное разнообразие — от основных диабазов (46.19% SiO_2) через порфириты до кислых кварцевых кератофиров (72.29% SiO_2). Вообще, в петрогра-

фическом отношении и по характеру проявлений вулканизма Лименская группа обнаруживает большое сходство с Карадагом; сходство это проявляется и в продуктах гидротермальных и пневматолитических процессов; вновь появляются цеолиты и боросиликаты (датолит). Далее к западу изверженные породы в виде интрузий и сильно развившихся туфовых отложений (Кикенеиз), сопровождая таврические и среднеюрские сланцы, вплотную подходят к морю в том месте, где в массиве мыса Айя сланцевую толщу покрывают сплошные верхнеюрские известняки. Здесь

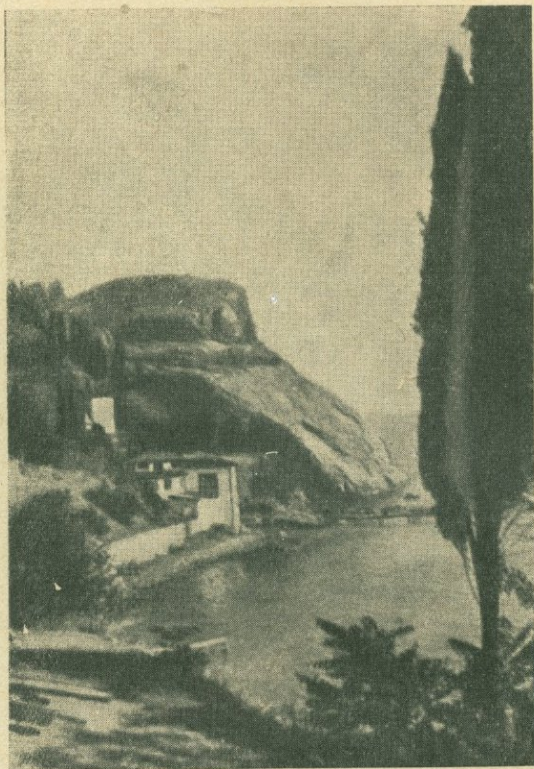


Рис. 10. Лакколит Плака.

и далее в районе Балаклавы первая гряда крымских гор оканчивается у моря отвесными обрывами. Выходы изверженных пород, появляющиеся за Балаклавскими высотами, собственно принадлежат уже северному склону первой гряды, хотя и начинаются береговыми обнажениями у б. Георгиевского монастыря, на западном склоне так называемой Мраморной балки. В восточной части ее в последний раз наблюдаются песчаники средней юры и верхнеюрские известняки; еще далее береговой обрыв сложен внизу изверженными породами, покрытыми горизонтально лежащими сарматскими известняками; первые тянутся по обрыву на протяжении более 6 км, постепенно понижаясь

к западу и скрываясь, наконец, под уровнем моря. Несколько западнее б. монастыря берег вдается в море, образуя известный мыс Фиолент; напротив монастыря в море лежит небольшой островок, сложенный также изверженными породами. Преобладающими являются преимущественно кислые кварцевые кератофиры (70—75% SiO_2), но есть и основные мелафиры (50% SiO_2); огромного развития также достигают обломочные образования — брекчии и туфы. Между монастырем и мысом Фиолентом большой оползень сарматских известняков, спускаясь к морю, образует плоский уступ, так наз. «площадку Дианы». Породы б. Георгиевского монастыря чрезвычайно богаты минералами, образовавшимися путем гидротермальных процессов и процессов выветривания. Мелкие трещины и округлые пустоты их выполнены кварцем, пиритом, эпидотом и натролитом, а масса самой породы проникнута минеральными новообразованиями: эти участки особенно сильно выветрились и превратились в сплошные рыхлые массы. При значительном сходстве изверженного массива района б. Георгиевского монастыря с Карадагом в петрографическом отношении (кислые кератофиры и обломочные породы) поствулканические и гидротермальные процессы в них очень отличны; и прежде всего проявляется это в той значительной роли, какую играет в первом из них серный колчедан, частью пропитывающий участки породы, частью выделяющийся в мелких жеодах, в виде небольших кристалликов вместе с кварцем; цеолитов здесь мало, лишь натролит довольно распространен в мелких миндалинах. Значительное содержание в горячих растворах соединений железа привело, помимо образования пирита, к выделению в газовых пустотах лучистых сростков кристаллов эпидота. Обилие серной кислоты, образовавшейся путем выветривания пирита, наложило свой отпечаток на дальнейшие процессы и привело к образованию на склонах обрыва корок сернокислых соединений типа квасцов; эти белые рыхлые корки сразу бросаются в глаза и были отмечены еще Палласом. Очень интересно нахождение в этих сульфатах небольших количеств тяжелых металлов — меди и никеля. Кальцита очень немного (мелкие жилки); встречается также гипс, как минерал выветривания.

В район Балаклавы входят береговые высоты узкой Балаклавской бухты и прилегающая, расширяющаяся к северу, долина. В петрографическом строении района главную роль играют плотные верхнеюрские мраморовидные известняки, рыхлые песчаники и сланцевые глины нижнего мела. К востоку от Балаклавы в береговом обрыве обнажаются сланцы, определяемые Д. Стремоуховым как келловейские. Изверженные породы Балаклавского района представлены: 1) туфами и 2) породами гранитового типа, встречающимися в виде огромных валунов. Туфы, описанные В. Аршиновым (1910), обнажаются между деревнями Кадыковка и Камары и в районе ялтинско-севастопольского шоссе, особенно близ холмов 77.3 и 29.4 одноверстной карты. Туфы подстилают падающие на север светлые песчаники. Основная масса туфа мелкокристаллическая; в ней рассеяно значительное количество лапиллей и кусочков лавы; имеются

также вулканические бомбы и обломки осадочных пород. По химическому составу туфы имеют основной характер (52.37% SiO_2); возраст их, как и песчаников, К. К. Фохт относит к нижнему мелу; если это так, то здесь мы имеем наиболее позднее проявление вулканической деятельности в Крыму.

Крупные глыбы кристаллических пород (0.2—1.5 м диам.), погруженные в меловые песчаники, встречаются по обе стороны ялтинско-севастопольского шоссе; особенно много их на склоне холма в районе Сардинского кладбища. Лагорио определил их как биотитовый гранит, что представляло большой интерес, так как нигде еще гранит в Крыму обнаружен не был. Однако позднейшими исследованиями было установлено, что здесь имеется не коренной выход, а лишь скопление его валунов в меловом песчанике; позднее Мейстер определил эти породы как банатиты и адамеллиты; по Двойченко, впрочем, здесь имеются и настоящие граниты. Так как дело идет о валунах, то, конечно, возможно, что определения Лагорио и Мейстера относились к различным образцам, тем более, что Мейстер работал на привезенном материале. Установление валунного характера этих пород поставило вопрос о месте их происхождения; естественнее всего допустить согласно с В. В. Аршиновым, что они принесены с гипотетического материка, погрузившегося в Черное море. А. С. Моисеев считает возможным также принос их с севера, связывая происхождение их с огромными валунами, обнаруженными в толще таврических сланцев окрестностей Карасубазара и Старого Крыма.

Северные группы

Не останавливаясь на небольших эруптивах долины Бельбека, перейдем к наибольшей в Крыму по площади области развития изверженных пород, сосредоточенных в долинах рр. Салгира и Альмы, в окрестностях г. Симферополя. Породы этого района могут быть разбиты на три группы:

1) Группа, расположенная в долине р. Салгира, близ поселений Джиен-Софу, Эски-Орда и Тотайкой.

2) Группа пород, обнажающихся на водоразделе между Салгиром и Альмой, близ д. Курцы.

3) Группа у д. Саблы и по берегу р. Альмы, у Карагача.

В первой группе главная роль принадлежит небольшому хребту, несколько более километра длиной, который начинается на правом берегу Салгира против д. Эски-Орда и тянется на северо-восток, имея пологий северо-западный и обрывистый юго-восточный склоны.¹ Небольшая узкая долина с восточной стороны отделяет от него другой куполообразный выход. Ряд мелких эруптивов располагается к северу от предыдущих на линии, идущей от б. усадьбы Джиен-Софу к д. Мамак, и на левом берегу Салгира против Тотайкой, у самого шоссе. В небольшом хребте, у берега Салгира находится огромная каменоломня; добываемый в ней материал идет, главным образом, на шоссеиную щебенку.

¹ На этом хребте обнаружена Н. Прокопенко магнитная аномалия.

Порода Эски-Ордынского массива, как и вообще главная масса пород Симферопольского района, определена А. М. Зайцевым как кварцево-авгитовый диорит. Позднее Н. Прокопенко описал ее как альбитовый диабаз. К сожалению, для этого эруптива совершенно нет аналитических данных. Массив разбит трещинами; в каменоломне можно видеть хорошо выраженные зеркала скольжения и брекчии трения; в трещинах их замечаются значительные отложения накрита, свидетельствующие об интенсивности гидротермальных процессов. Почти посредине каменоломни проходит кварцево-кальцитовая жила, которая пока является единственной в Крыму настоящей рудной жилой. Тело ее составляет белый сплошной кальцит с примесью кварца; в кальците заключены в мелко раздробленном состоянии свинцовый блеск, цинковая обманка и пирит; легкие налеты малахита, встречающиеся кое-где, указывают также на содержание меди, может быть, в пиритах. Кроме того, А. Е. Ферманом здесь же была обнаружена кадмиевая обманка.

Цеолитов здесь немало (леонгардит). В результате процессов выветривания сернистых соединений, главным образом пирита, и образования серной кислоты, получаются налеты сернокислых солей (эпсомита), покрывающие северо-западные склоны каменоломни; в верхних частях ее можно хорошо проследить постепенный переход породы эруптива в почвенный слой. В соседнем по направлению к Тотайкою холме гидротермальные процессы выражаются преимущественно в выделении цеолитов. Непосредственным продолжением эски-ордынских эруптивов на левом берегу Салгира являются выходы их к северу и югу от д. Курцы; первые — крупные, вторые — мельче, но многочисленнее. По обе стороны деревни в них зало-

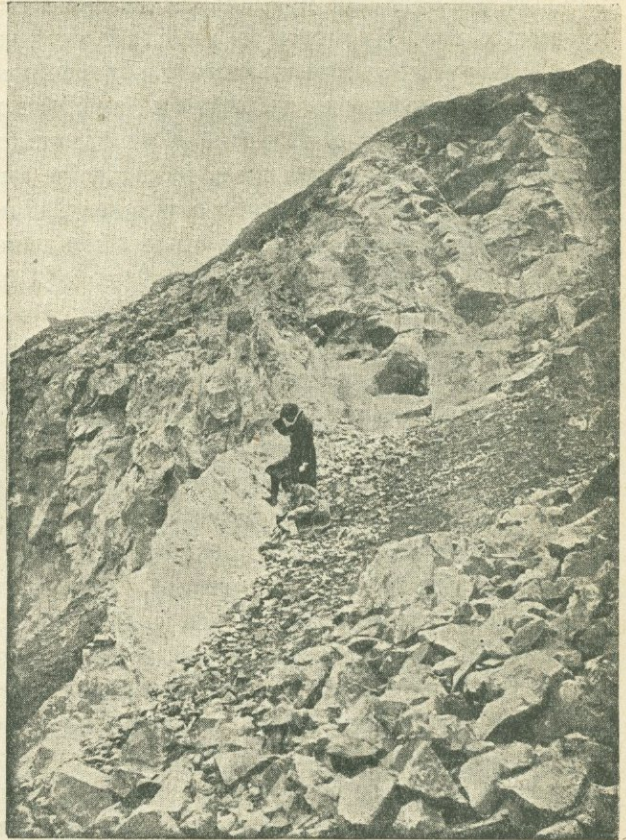


Рис. 11; Эски-Ордынская кальцитовая жила.

жены две крупные каменоломни, Северная и Южная; обе они богаты минералами, отвечающими разным стадиям гидротермального процесса; особенно богато представлены цеолиты, в числе которых А. Е. Ферсманом обнаружены некоторые редкие виды. Несколько изолированно к юго-востоку от Курцов небольшие обнажения изверженных пород сосредоточены в узкой балке у д. Чешмеджи. Породы их определяются Зайцевым и Лагорио как кварцевые диориты и кварцевые порфириты.

Общая область развития изверженных пород Симферопольской группы находится в большой продольной долине между первой и второй грядой крымских гор. Курцовская группа приходится на водоразделе между рр. Салгиром и Альмой, на склоне, обращенном к Салгиру; продолжением ее к югу служат выходы дд. Саблы и Карагача, относящиеся уже к бассейну Альмы. Еще Дюбуа-де-Монперё обратил внимание на породы и минералы этого района и установил здесь нахождение цеолитов.

Ряд небольших эруптивов окружает Саблы со всех сторон, подходя вплотную к деревне; более крупное обнажение находится у д. Карагач; разрезы его наблюдаются по обоим берегам Альмы. Ниже по ее течению мы встречаем обнажения у д. Бодрак. Здесь породы обладают меньшей кислотностью (49.99—51.96% SiO_2) и определяются как мелафиры и диабазы (мезо-базальты), но, повидимому, имеются и более кислые разновидности. Гидротермальные процессы в этой группе, сходные с процессами Курцовского массива, проявляются преимущественно в образовании цеолитов, халцедона, кальцита и делессита в жеодах и мелких жилках.

Последней фазой геохимических процессов, присущих изверженным породам района, следует признать явления, которые А. Е. Ферсман объединил под именем гипергенеза. Сюда входят выделения из холодных водных растворов, а равно вся совокупность процессов выветривания. Так как интенсивность и результаты этого процесса зависят не столько от возраста самих пород, сколько от продолжительности периода, в течение которого они подвергались непосредственному воздействию атмосферы, то, как и следовало ожидать, эффекты выветривания особенно резко выражаются в областях распространения эффузивных пород. Большую роль в данном случае играет также и сильная расчлененность рельефа. Все это имело место на Карадаге; но в областях развития интрузивных пород со сравнительно мало расчлененным горным рельефом, в данном случае на пологих холмах Симферопольского района, явления выветривания носят совершенно иной характер. При сравнительно слабом развитии размыва и сноса здесь можно наблюдать на прекрасных разрезах процесс непрерывного, постепенного перехода изверженной породы в почвенный слой. Вместе с этим здесь сильно развиты процессы выделения из холодных водных растворов своеобразных минеральных веществ, являющихся специальной особенностью этих мест Крыма. Сюда надо отнести, с одной стороны, процесс накопления цеолитов—ломонтита и вторичного леонгардита; с другой — образование жил, обычно очень тонких, в несколько сан-

тиметров мощности, но тянущихся иногда на значительном протяжении и выполненных кальцитом и магнезиальным силикатом — палыгорскитом. Следует отметить вообще богатство Крыма магнезиальными и магнезиально-кальциевыми силикатами поверхностного происхождения, что явно стоит в связи с составом изверженных его пород, содержащих значительные количества магнезия. Эруптивы Симферопольского района окружены осадочными породами, которые представляют редкое в Крыму разнообразие как по возрасту, так и по литологическому характеру. Наиболее древними являются плотные, бедные минералами пермо-карбонные известняки. Между ними и главным Эски-Ордынским эруптивным массивом проходит полоса таврических сланцев. Эти сланцы по преимуществу и вмещают эруптивы (как на южном берегу) с неизменными зонами контакта. Хорошо выраженные контакты осадочных с изверженными породами¹ имеются: у шоссеного моста против Тотайкоя, в Аратукской балке, у д. Чешмеджи, у д. Петропавловки близ Курцов. Близко подходят к эруптивам описываемого района и местами непосредственно налегают на их абрадированную поверхность песчаники, аркозы и известняки неокомского возраста.

В результате обзора геохимического характера и состава крымских изверженных пород можно выставить следующие положения:

1. Появление изверженных пород Крыма связано с определенным периодом дислокационных движений, относящихся ко второй половине юрского периода, главным образом, к верхам средней юры. Породы эти представляют собой вторжения известково-натровой магмы различных степеней кислотности, причем в общем преобладают породы среднего и лишь отчасти основного типа. В составе пород принимают участие следующие элементы: O, Si, Ti, Al, Fe, Mn, Ca, Mg, Na, K, C, S, P, Cl и H. Для некоторых кислых пород характерно содержание SiO_2 в некристаллической активной форме.

2. Поствулканические процессы выражены в пневматолитической и гидротермальной фазах, наиболее яркими проявлениями которых служат: а) процесс образования цеолитов и близких по генезису минералов, выделившихся из водных растворов в трещинах и разного вида пустотах, и выделения легко летучих элементов (B, F); б) вынос более ранних выделений магмы в виде жил, содержащих рудные элементы; в) контактовые явления — образование характерных зон, действия летучих компонентов и горячих вод магмы на окружающие породы.

В цеолитовой фазе появляются элементы: Ba, Sr, V и F, а в фазе рудных жил: Pb, Zn, Cu, Fe, Cd, Sb, As.

3. В стадии гипергенеза характерны для Крыма выделения из холодных растворов магнезиальных силикатов типа палыгорскита, цеолитов, ряда леонгардита и образование при процессах выветривания сернокислых солей типа квасцов и купоросов.

¹ В контактных зонах — шпинель, гроссуляр, эпидот.

№ ана- лиз	Порода и ее месторождение	Аналитик и год	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO
27	Кварц. диорит, Чамлы-бурун	А. Лагорио, » 1897	56.17	—	16.50	10.60	—
28	Липарит, к вост. от Алушты	» 1897	69.71	—	16.51	1.50	—
29	Мезо-лимбургит, окр. Судака	А. Лагорио, 1887	46.20	—	14.54	3.39	7.00
30	Мелафир, Альма	» 1897	52.61	—	18.94	9.60	—
31	Мелафир, Альма	» 1897	51.96	—	20.47	9.55	—
32	Мелафир, Альма	» 1897	49.99	—	15.11	14.25	—
33	Андезит, Альма	А. Штукенберг, 1873	61.43	—	17.64	7.50	—
34	Кварц. порфирит, окр. Симферополя	А. Лагорио, 1897	54.40	—	15.91	7.18	—
35	Диабаз? (андезит), д. Саблы	А. Штукенберг, 1873	50.67	—	16.92	10.52	—
36	Породы Аюдага	Лаборатор. ВИСМ, 1934 г.	49.93	—	19.24	11.94	—
37			56.23	—	19.59	9.41	—
38			53.09	—	17.75	9.24	—
39			50.69	—	21.40	10.70	—
40			50.26	—	11.11	18.77	—
41			50.35	—	20.57	9.44	—
42	Липарит, Св. гора ¹	Б. Френкель	78.09	—	10.91	1.32	0.34
43	Трасс, Св. гора	В. Егоров	73.39	0.10	9.91	0.20	0.29
44	Оксикератофир, Б. Сте-на	Г. Сергеев	69.51	0.26	14.97	2.53	0.96
45	Липаритоцит, у сте-ны Лагорио	Л. Лебедева	69.38	0.43	14.18	2.10	1.62
46	Дацит, Карагач	Т. Окнова	66.81	0.39	15.77	2.04	2.03
47	Кератофир, Карагач	В. Морачев-ский	59.75	0.72	17.39	3.97	3.22
48	Андезит, Чортов Ка-мин	А. Николаев	58.23	0.34	19.00	2.95	4.88
49	Андезитотефрид, Сердо-ликовая бухта	Н. Соустов	55.86	1.03	15.97	5.86	2.84
50	Кератоспилит, Гяур-Бах	В. Егоров	52.27	1.14	16.49	4.97	4.54
51	Спилит, Карагач	»	45.11	1.67	14.89	6.58	3.49
52	Базальт, Карагач	»	48.96	1.30	17.43	4.37	3.61

¹ Из анализов Карадагских пород, приводимых Левинсон-Лессингом (1933), взяты

Продолжение табл. 2

MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O при 110°	Потеря при про-каливании	Сумма	Примечание
—	2.21	6.97	2.94	0.75	3.01	—	99.15	
—	0.34	1.89	4.56	1.35	3.85	—	99.71	
—	10.37	6.69	4.65	2.44	4.01	—	99.29	
—	3.56	9.14	2.62	0.86	3.27	—	100.60	
—	2.27	4.14	3.90	2.15	5.65	—	100.08	
—	4.71	6.04	3.52	1.42	4.18	—	99.82	
—	2.08	5.91	3.84	1.08	—	1.41	100.89	
—	5.83	6.91	3.76	0.64	3.98	—	98.31	
—	0.84	6.47	2.52	1.34	—	2.64	100.44	CaCO ₃ 8.52
щелочи								
—	3.29	10.38	2.79	—	0.92	2.22	—	SO ₃ 0.69
—	2.37	8.03	3.64	—	0.52	1.00	—	SO ₃ —сл.
—	1.01	4.38	0.40	—	0.70	2.49	—	
—	3.14	10.71	2.13	—	0.70	1.50	—	
—	4.27	11.45	1.94	—	0.33	2.58	—	
—	3.22	10.49	3.04	—	0.47	2.38	—	
0.02	0.09	0.31	3.20	4.78	0.16	0.63	99.74	P ₂ O ₅ —0.08
0.02	0.15	1.75	6.06	0.98	—	10.42	100.38	Cl—0.11
0.16	0.48	0.84	6.24	2.76	—	1.43	100.14	
0.17	0.18	5.47	3.48	1.44	—	1.54	99.99	
0.12	0.89	4.95	2.95	1.65	—	2.51	100.11	
0.13	1.81	1.86	7.07	1.62	0.39	2.23	100.16	
—	1.88	7.68	1.91	1.16	0.54	0.54	100.16	S—0.13 P ₂ O ₅ —0.54
—	1.81	5.79	4.74	2.26	3.59	—	99.78	
0.10	2.54	3.42	7.65	0.80	4.95	—	100.20	CO ₂ —1.20 BaO—0.04
0.19	5.24	6.27	4.13	3.41	5.83	—	99.53	CO ₂ —2.72
0.17	4.76	11.80	2.61	0.76	3.53	—	100.21	CO ₂ —0.88

лишь анализы типичных представителей.

4. Весь вулканический процесс в Крыму — явление далекого геологического прошлого; в настоящее время нет никаких, хотя бы даже отдаленных отзвуков этого процесса. Не говоря об отсутствии fumarольных явлений, нет ни терм, ни вообще минеральных источников, тип которых указывал бы на их глубинно-ювенальный характер.

Таблицу анализов крымских изверженных пород см. стр. 38—41 (табл. 2).

ДОМЕЗОЗОЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Отложений более древних, чем триас, в Крыму очень немного. Таковыми являются, с одной стороны, огромные блоки кристаллических сланцев, обнаруженные Лагорио в верховьях Биюк-Карасу, с другой — небольшие выходы пермо-карбонových известняков в виде изолированных холмов в юго-западной части Крыма, района Симферополя, в долине р. Альмы и на р. Марте, притоке Качи. По своему незначительному развитию эти отложения сколько-нибудь заметной роли в геохимии и минералогии Крыма не играют.

Кристаллические сланцы верховьев Карасу почти совершенно не изучены, но, по видимому, развитие их здесь довольно значительно [Фохт, 1911; Двойченко, 1926 (1)].

Палеозойские известняки, определяемые в настоящее время как нижнепермские, обнаружены впервые Фохтом в окрестностях Симферополя; здесь они обнажаются на обоих берегах Салгира, в районе д. Эски-Орда и у сел. Джиен-Софу.

ТАБЛИЦА 3

Нераств. остаток	Орг. вещ.	H ₂ O	CO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Сумма
0.33	0.10	1.14	34.41	1.79	0.46	сл.	сл.	57.56	1.50	100.29

Они слагают небольшие изолированные холмы, иногда просто глыбы, заключенные в таврических сланцах. Небольшой выход серого известняка (4 м в поперечнике) обнаружен А. С. Моисеевым в долине Альмы, близ д. Бешуй. Значительные обнажения на р. Марте и у д. Бодрак описаны Г. Вебер, В. Малышевой и О. Нейман, а позднее О. Туманской.¹ На склоне горы Кихчи-Бурун, на той же р. Марте, они образуют изолированную скалу. По описанию О. Туманской, в различных своих выходах известняки отличны и по цвету, и по структуре, и по фауне; иные являются массивными, другие слоистыми или брекчиевидными. Известные мне лично из окрестностей Эски-Орды представляются весьма плотными, но трещиноватыми, серыми, очень бедными минералами. Кроме жилок кальцита, иногда содержащих плохо образованные кристаллы, я могу констатировать только наличие тонких прожилков пирита и примазок бурого железняка. В шлифе наблюдается картина весьма однородной мозаики очень мел-

¹ См. список литературы у Двойченко (1922) и Моисеева (1930).

ких зерен кальцита (около 0.05 мм диам.), в которой местами вкраплены более крупные зерна этого же минерала неправильных очертаний. Анализ № 53 лабораторий Крымского педагогического ин-та (аналитик Г. Цехновицер 1930) дал результаты, приведенные в табл. 3.

СЛАНЦЕВО-ПЕСЧАНИКОВАЯ СВИТА ТАВРИЧЕСКОЙ ФОРМАЦИИ И СРЕДНЕЙ ЮРЫ

Следующим компонентом геохимического пояса, представленного системой крымских гор, являются: а) отложения таврической формации (триас—лейас), выраженные сланцами, песчаниками, реже известняками и б) песчано-глинистая толща средней юры.¹ Правда, между теми и другими существовал перерыв, в течение которого известняки лейаса были размыты и среднеюрские отложения залежали на них несогласно. Имеется известная разница и в петрографическом их составе; однако, и в составе их пород и химических процессах, в них протекавших, много общего. Раньше их нередко смешивали, и лишь в последние годы средняя юра достаточно точно отделена от таврической формации. Что же касается последней, то недостаток фауны и по настоящее время препятствует точному ее подразделению; так, участки несомненно верхнего триаса сменяются свитами пород, которые причисляются к нему лишь предположительно и не могут быть отграничены от лейаса; достоверные отложения последнего представлены преимущественно известняками, от которых остались лишь рассеянные среди таврических сланцев отдельные глыбы. По незначительности общей своей площади они не могут играть заметной роли в геохимии страны, и минералогические данные о них очень скудны. Если оставить их в стороне, то остальная свита сланцево-глинистых пород, от верхнего триаса до келловоя включительно, составит довольно однородную толщу пород сходного генезиса, сходных и с геохимической точки зрения.

Таврические сланцы являются темными, почти черными породами и характеризуются в совершенстве выраженной сланцеватостью; они сильно раздроблены и собраны в мелкие складки (рис. 12). Черный цвет породы зависит от примеси значительных количеств органического вещества. Величина их зерна сильно меняется, от сотых долей мм до зерен, видимых простым глазом; в разрезах их часто можно видеть послойную смену весьма мелкозернистой черной и мягкой породы настоящими песчаниками. Не будь такой сильной раздробленности, тонко зернистые разности их могли бы служить и как кровельные и как аспидные сланцы. Некоторые разности богаты слюдой; в контактовых зонах на Аюдаге много черного турмалина, в других местах—пирита.

Под микроскопом в шлифах образцов из Б. Ламбат, Алушты, Вороцкой долины наблюдается решительное преобладание кварцевых зерен; изредка можно заметить полевые шпаты и мусковит. Очень тонкая цементирующая масса состоит из кварцевых зерен, серицита и глинистого

¹ Келловейские сланцы генетически тесно связаны с батскими, почему крымский келловей часто относят к средней юре (Фохт, Двойченко).

вещества; органическое вещество пропитывает цемент, придавая ему коричневую окраску; местами красящий органический пигмент сгущается в непрозрачные черные пятна, и сланец превращается как бы в мозаику из светлых и черных или коричневых зерен. В. Лучицкий (1905) нашел в них турмалин и циркон, а в контактовых зонах (Кучук-Ламбат) — также силлиманит.

В общем таврические сланцы являются относительно глубоководными отложениями, диагенетический и катагенетический периоды существования которых, преимущественно последний, характеризуются перемещением ряда веществ под влиянием процессов растворения и вторичного осаждения вокруг определенных центров. Это период образования кон-

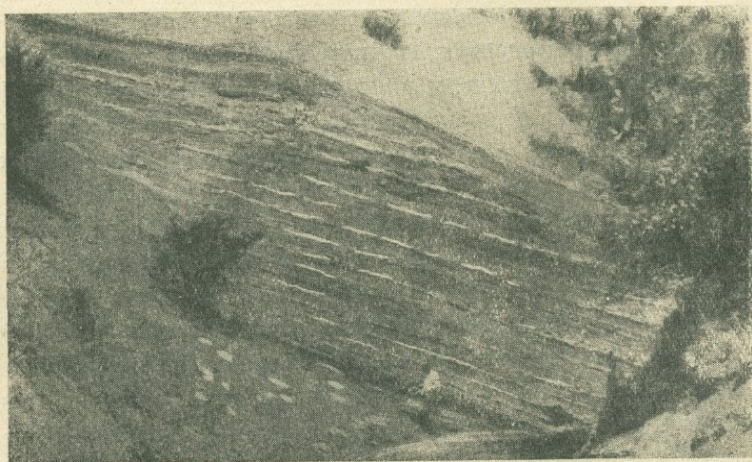


Рис. 12. Таврические сланцы к западу от Кастели.

креций и веществ, цементирующих породу; для таврических сланцев этот период особенно характеризуется миграциями солей железа. Так как в первоначальной стадии своего существования порода представляла песчано-глинистый ил, весьма богатый органическими гниющими веществами, то железо в этой восстановительной среде перемещалось исключительно в виде закисных солей, карбонатных и сернистых, в результате чего получились столь распространенные в таврических сланцах сферические стяжения (конкреции) глинистого сферосидерита и марказита. В этих конкрециях сосредоточилась главная масса содержащегося в породе железа.

Главным образом к эпохе катагенезиса относятся образования жил кварца, большей частью мелких. Весьма часто кварц выделяется лишь по стенкам трещин, образуя щетки мелких прозрачных кристаллов, столь характерных для таврических сланцев. Вероятно, одновременно и в связи с ним образовались и жилки снежнобелого каолинита и синевато-зеленого алушитита. Наконец, сюда же надо отнести и появление мелких жил пирита в крупных конкрециях сидерита.

К эпохе гипергенезиса относится образование небольших жил кальцита (Алушта—Партенит), вообще в описываемых сланцах очень не частых. Углекислый кальций наблюдается также в виде более редкой модификации арагонита, в форме мелких кристаллов, сидящих на обломках сланца. Стадии выветривания, в узком значении этого слова, принадлежит образование сернокислых солей: гипса, эпсомита и, может быть, некоторых других в виде белых налетов, обычно вблизи источников, выходящих из этих сланцев. К продуктам выветривания надо отнести и часть кальцита, и корки бурого железняка, и более бедного водой красного гидрата железа на поверхности желваков сидерита. Таким образом, стадиям катагенезиса и гипергенезиса соответствует выделение следующих веществ: FeS_2 , FeCO_3 , CaCO_3 , $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$, SiO_2 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и гидраты железа. Процессами катагенезиса, можно думать, органическое вещество сланцев приведено в ту форму, которую оно имеет в настоящее время. По внешнему виду некоторых образцов таврических сланцев количество органического вещества в них кажется столь значительным, что возникли некоторые надежды на возможность использования битумов; однако пробы, произведенные в лаборатории Крымнаркомзема Н. И. Дубровским, дали отрицательные результаты. Не лишено вероятия, что более глубокие горизонты этих сланцев окажутся более богатыми; некоторый намек на это дает восходящий из глубоких частей их газифицирующий (метан) источник Аджи-Су, близ д. Коккозы.

Аналитических данных относительно таврических сланцев немного; мне известны лишь два анализа (табл. 4).¹

ТАБЛИЦА 4

№	Лаборатория	Аналитик и год	SiO_2	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	CO_2	Орг. вещ.	H_2O	Сумма
54	Новорос. ун-та	Р. Прендель (1886)	57.56	26.22	—	—	3.06	1.12	—	—	—	5.40	6.40	99.76
55	Никитского сада	Т. Левков, Антонов - Каратаев и А. Кузина I (1929).	16.26	20.11	5.66	0.24	1.39	1.63	2.64	1.27	0.32	0.83	4.38	99.73

Наконец, еще одним геохимическим процессом, коснувшимся глинистых сланцев, является контактовый процесс.

В крупном масштабе контактовые явления выражаются в обильном выделении кварца в виде жил и выполнений пустот, во внедрении в массу сланца узорчатых выделений пирита (Артек), в появлении по трещинам иголок турмалина. В шлифах контактовых зон наблюдаются турмалин и силлиманит.

¹ В настоящее время (1937) лабораторией ВИСМ произведены новые анализы.

Элементами, которые тем или иным путем констатированы (учитывая воды) для таврических сланцев, являются: O, H, N, Si, Zr, Al, Ti, Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na, S, B, Cl, He, Ar, Kr, Xe, Ne, C.

Благородные газы обнаружены в связанных со сланцами источниках (Аджи-Су).

ВЕРХНЕЮРСКИЕ ИЗВЕСТНЯКИ

Совершенно обособленную геохимическую единицу представляют так называемые яйлинские известняки, относящиеся в верхнеюрской системе до верхнего титона включительно. Известняки эти являются в двух фациях: плотных, мраморовидных и слоистых, мергелистых. Как структурно, так и химически они очень различны; к сожалению, для характеристики второй группы совершенно нет необходимого фактического материала; материал этот в общем недостаточен и для массивной фации. Однако некоторые области этих известняков, в силу тех или иных требований жизни, были более обстоятельно изучены. Таковыми являются известняки окрестностей Балаклавы, возбуждавшие интерес сначала, как строительный, близкий к мраморам, материал, а потом как флюсовый. До известной степени данные Балаклавского района можно экстраполировать на всю массу плотных известняков Яйлы.

По внешнему виду известняки первой группы представляют компактную однородную породу, обычно серого цвета, разных оттенков, трещиноватую, нередко пронизанную жилками известкового шпата, но встречаются разности и красноватого и даже яркочерного цвета, изредка лишь желтоватого. Красные разности особенно распространены в Балаклавском районе. При проезде морем из Севастополя в Ялту обращенная к морю стена их на протяжении от б. Георгиевского монастыря до Балаклавы невольно привлекает внимание всякого наблюдательного путника. Далее красноватые известняки имеются в районе Аяна (истоки Салгира), в Байдарской долине, окрестностях г. Ялты и в некоторых других местах. На западном берегу Балаклавской бухты развиты светлые, почти белые, близкие к мраморам известняки, ныне интенсивно разрабатываемые.

В моем распоряжении было небольшое количество шлифов плотных известняков, главным образом из Балаклавского района, а также из района Байдарских ворот, окрестностей Ялты, Аяна и д. Узунджи. В общем они дают довольно однообразную картину. В большинстве случаев основная масса их состоит из очень мелких зерен кальцита (0.001—0.01 мм диам.); местами величина зерен резко увеличивается, причем более крупные зерна, повидимому, соответствуют выполнением маленьких пустот; иногда выделения крупнозернистого кальцита представляют маленькие жилки. Более редки шлифы, в которых различается чередование крупно- и мелкозернистых участков. Из посторонних минералов в небольшом количестве встречаются зерна кварца, чрезвычайно тонкая глинистая муть, остатки организмов, большей частью плохой сохранности, черные округлые зерна

марганцовых соединений и, наконец, выделения окислов железа. Лишь один раз было замечено включение обломка пирита или марказита.

Очень распространенные во включениях окислы железа можно разделить на три группы: а) красные, б) бурые или желтые и в) смешанных или переходных оттенков. Наибольший интерес представляют первые, так как именно им обязаны своим цветом очень распространенные в Крыму красные известняки.¹ Включения эти имеют обычно хлопьевидный характер, иногда образуют комочки неправильной формы. Сосредоточены они

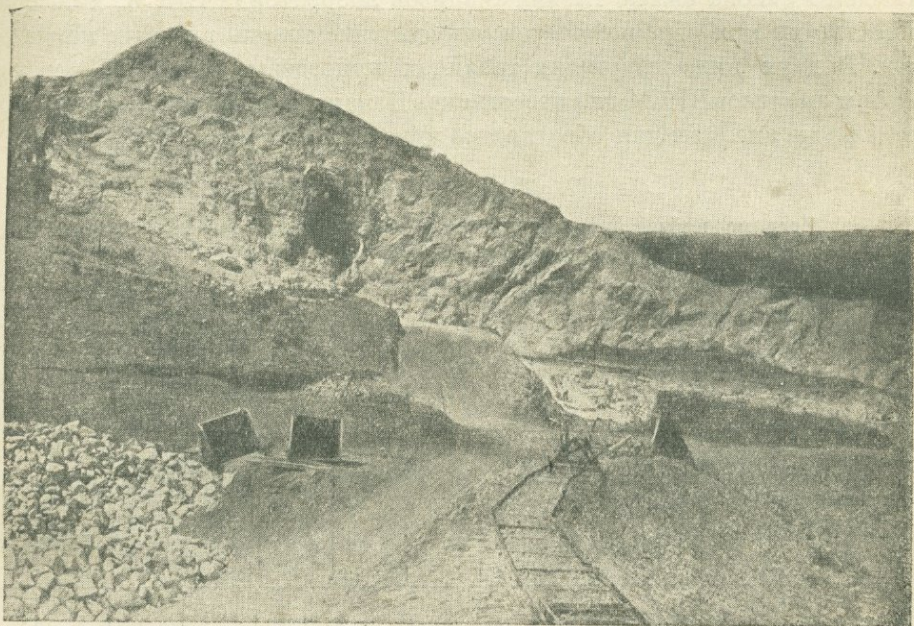


Рис. 13. Карьер мраморовидного известняка в Балаклаве.

преимущественно среди зерен кальцита; шлифы из образцов яркокрасного известняка Балаклавского района дают картину мозаики бесцветных зерен кальцита, окаймленных розовой оторочкой из волокнистой массы окислов железа; в более редких случаях наблюдается выделение хлопьевидного железного окисла внутри их, в этом случае зерна кальцита всегда крупные.

Кроме просмотра шлифов, мною был употреблен для исследования известняков метод изучения нерастворимых остатков после обработки кусочков известняка 10% HCl на холоду; при этом в остаток переходят почти все некарбонатные вещества. Метод этот, конечно, уступает по точности

¹ Красная окраска их приписывалась соединениям марганца, что не соответствует действительности. Во-первых, последние встречены в шлифах и в нерастворимых остатках только в образцах, близких к месторождениям марганца, а, во-вторых, они всегда черного цвета и по форме выделения резко отличаются от железных окислов; вместе с тем и анализы известняка дают ничтожное содержание марганца.

исследованию шлифов, но благодаря легкости и быстроте дает возможность исследовать очень большое количество образцов. При помощи его были обнаружены следующие минералы: мельчайшая глинистая муть; красные или бурые хлопья окислов железа, зерна кварца, листочки хлорита, волосовидные кристаллы гипса, черные обломки минералов из группы роговой обманки, не успевшие раствориться, крупные осколки кальцита, кристаллики пирита (2—3 случая) и целестина (1 случай).

Аналитических данных имеется достаточно: лишь известняков Балаклавского района свыше тысячи анализов лаборатории ВИСМ, хотя большинство из них ограничивается определением лишь главных компонентов. В двух нижеследующих таблицах приведены: в табл. 5 — средние цифры анализов ВИСМ для известняков Балаклавского района; в табл. 6 — отдельные анализы для образцов из других мест Крыма.

ТАБЛИЦА 5

Средние цифры анализов для известняков Балаклавского района
Лаборатория ВИСМ 1934 г.

Месторождения		CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅
Участок к западу от Балаклавы	Верхний титон .	97.00	1.84	0.42	0.18	0.68	0.030	0.038
	Нижний » .	95.04	3.31	0.62	0.33	0.75	0.041	0.044
	Киммеридж . .	96.41	2.08	0.35	0.24	0.70	0.041	0.039
Гора Псилерахи	Верхний титон .	98.77	0.44	—	—	—	0.037	0.030
	Нижний » .	96.61	2.21	—	—	—	0.040	0.035
	Киммеридж . .	97.78	1.17	—	—	—	0.023	0.035
Каранский участок	Нижний титон .	97.89	1.43	0.40	0.22	0.71	0.029	0.034
	Верхний киммеридж	97.93	0.94	0.30	0.12	0.65	0.015	0.034
	Нижний киммеридж	96.35	1.93	0.67	0.20	0.74	0.045	0.062

В итоге использованных методов исследования общий химический и минералогический характер яйлинских известняков представляется в следующем виде:

Известняки являются в общем очень чистой карбонатной породой с содержанием CaCO₃ 94—99%. Они представляют глубоко метаморфизованные морские органические осадки, состоящие из скоплений раковин, кораллов и, может быть, частью неорганических веществ. Так как со вре-

Т А Б Л И Ц А 6

Анализы верхнеюрских известняков

Лаборатория и аналитик	Хим. лабор. Крым. педаг. ин-та, 1928 г.; анал. Г. Цехновицер				Лаб. ВИСМ 1934 г.
	№ анализов	56	57	58	
Месторождение	Южный склон Ищиля	Баты- Лимены	Мыс Ильи	Дян	Карань, близ Балаклавы
Компоненты					
CO ₂	43.65	42.57	40.19	37.49	—
Al ₂ O ₃	0.06	0.18	0.48	2.32	0.30
Fe ₂ O ₃	1.53	0.42	1.80	0.51	0.13
FeO	нет	0.07	0.18	—	—
MnO	нет	нет	следы	следы	—
CaO	53.58	53.48	53.25	44.94	55.02
MgO	0.70	1.12	2.24	1.41	0.50
BaO	нет	нет	следы	—	—
SrO	следы	нет	следы	—	—
SO ₃	нет	следы	нет	—	0.01
H ₂ O	0.20	0.35	0.21	0.15	0.12
Орг. вещ.	0.03	0.45	0.04	0.15	пот. при прок. 43.1
Нераств. остаток . .	0.07	1.25	1.07	12.44	SiO ₂ 1.02
Сумма	99.82	99.89	99.46	99.41	100.2

мен юры известняки эти являются сушей, то процессы катагенезиса и гипергенезиса их должны были начаться вскоре после их образования, вследствие быстрого выхода из-под уровня моря. Учитывая, однако, что на склонах Яйлинского хребта сохранились островки нижнемеловых отложений, можно думать, что процессы выветривания начались и несколько позднее. На основании химических анализов и определения минералов (кальцит, бурый шпат, малахит, бурый железняк, гематит, псиломелан, вад, пирит, марказит, гипс, целестин, барит и уголь) можно констатировать нахождение здесь следующих элементов: O, H, C, Ca, Sr, Ba, Mg, Fe, Mn, Al, Cu, Ni, Co, Si, P, K, Na.

Главенствующим фактором превращения известковых органических остатков в современные плотные кристаллические известняки являлись боковые давления, возникшие при процессах горообразования, конечно, при участии водных растворов. Контакты верхнеюрских известняков с изверженными породами нигде на протяжении Яйлинского хребта не констатированы; не найдено никаких минералов, никаких следов хотя бы

позднейшего воздействия магматических процессов на известняки; процесс их изменения есть исключительно динамометаморфизм.

К первоначальному морскому периоду образования породы надо отнести накопление магния, присутствие которого констатируется в небольших количествах (доли процента) всеми анализами. Такие количества его могут содержаться уже в скелетах организмов, и, следовательно, переход магния в породу современен образованию самих известняков. На позднейшее обогащение магнием (процесс доломитизации) известняков западного района нет никаких указаний. В полном согласии с химическими данными стоит отсутствие в этих известняках и минералов доломитовой группы: доломита, анкерита, бурого шпата.¹ Обстоятельство это является отрицательным показанием для поисков доломитов в западной части Яйлинского района, однако, прогноз этот нельзя обобщать для всего Яйлинского массива: уже в Яйлинском районе начинается выделение доломитовых минералов (анкерита) по трещинам известняка, в большем размере то же замечается в окрестностях Судака; у Гаспры недавно обнаружены целые блоки доломита.

Железо для известняков Балаклавского района показывается как в форме окиси (десятые доли процента), так и в форме закиси (сотые доли процента); в общем количество окиси в 4—10 раз превышает закись. К сожалению, в массовых анализах ВИСМ 1933—1934 гг. нет определений закиси железа. Исследование нерастворимых остатков, так же как и шлифов, показало, что окислы железа находятся в известняках в качестве механической примеси. При выветривании породы они накапливаются в виде рыхлых продуктов красноватого цвета, красноземов, наблюдающихся во многих местах Яйлинского массива.

Большинство валовых анализов известняков не учитывает наличия в них марганца; в более точных он констатируется, правда, в очень небольших количествах; обнаруживается он и при исследовании нерастворимых остатков и шлифов. Кроме того, довольно крупные выделения марганцевых минералов известны в нескольких местах Яйлинского массива, а небольшие корки, налеты и дендриты — явление очень обыкновенное.

Никель в незначительных количествах обнаружен в некоторых подчиненных известнякам псиломеланах (д. Узунджи и окрестности Ялты); там же обнаружены следы кобальта.

Медь в виде малахита в заметных количествах обнаружена в известняках района Аянского источника. Содержание алюминия не велико (доли процента) и должно быть в главной части отнесено на счет той глинистой мути, которая захвачена известняками при их отложении. Присутствие здесь свободных окислов алюминия стоит под вопросом; во всяком случае в красноцветных продуктах выветривания известняков нахождение их весьма вероятно.

¹ В незначительных количествах бурый шпат показывается для Баты-Лимен.



Рис. 14. Карстовый ландшафт на Ай-Петринской яйле.



Рис. 15: Зубцы Ай-Петри.

Кремнезем содержится преимущественно в виде мелких зерен кварца, в большинстве не более миллиметра в диаметре; но встречаются и более крупные. Зерна эти окатаны, иногда бесцветны, иногда окрашены в бурый цвет окислами железа, образующими тонкую поверхностную их пленку. Местами наблюдается значительное их накопление, ведущее к переходу известняка в конгломерат. Среди силикатовых минералов попадаются зерна черных минералов из группы авгита и роговой обманки, листочки хлорита; последний иногда выделяется по тонким трещинам известняка.

Сера встречается в известняках в двух формах: а) в виде сернокислых и б) сернистых соединений. К первым относятся гипс, целестин и барит;



Рис. 16. Каменоломня в известняках близ Ялты.

ко вторым — серный колчедан и марказит. Установленное анализом содержание серы в балаклавских известняках, повидимому, должно быть отнесено, главным образом, на счет гипса, так как пирита в них очень мало. Гипс вторичного происхождения в виде друз, мелких кристаллчиков или тонких корок встречается совместно с пиритом, как результат действия на известняк серной кислоты, образовавшейся путем окисления пиритов. Иногда к пириту и гипсу присоединяются и сернокислые соли железа аналогичного происхождения (мыс Ильи близ Феодосии). Один раз в нерастворимом остатке был обнаружен кристаллик целестина; макроскопические выделения этого минерала известны в разных местах известкового массива.

Сернистые соединения (исключительно FeS_2) в виде микроскопических включений крайне редки и были констатированы при исследовании нерастворимых остатков всего в двух-трех случаях. Более крупные выделения конкреционного характера или выполняющие мелкие трещинки, наблюдаются спорадически, в общем тоже в незначительном количестве.



Рис. 17. Утес юрских известняков у Симеиза.

Фосфор (около 0.4% P_2O_5), установленный анализами ВИСМ для балаклавских известняков, очевидно, органогенного происхождения.¹

Стронций и барий были обнаружены в известняках титонского яруса на восточном конце горной цепи, в окрестностях Феодосии, и западном, в Баты-Лименах. Минералы целестин и барит, являющиеся носителями этих элементов, обычно выделяются в пустотах известняков в связи с гидратами железа.

Слоистые известняки, не менее распространенные, чем массивные, глубоко отличны от последних. Взаимоотношения их не всегда ясны. Можно думать, что массивные в общем преобладают в наружных частях горного массива и на его

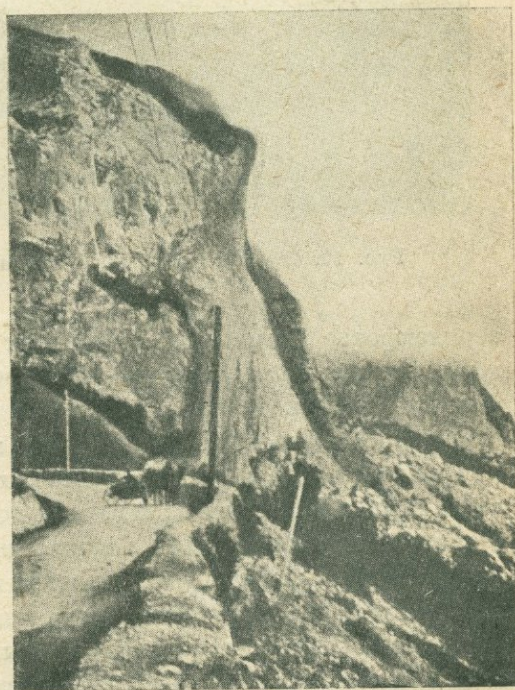


Рис. 18. Обрыв массива юрских известняков к востоку от Байдарских ворот.

¹ Возникшие опасения о присутствии мышьяка в известняках Балаклавского района были рассеяны тщательными исследованиями нескольких лабораторий (П. Данильченко).

концах; центральные же части слагаются слоистыми, по крайней мере, они всегда обнажаются в глубоких ущельях верховьев рек. В общем ими мало интересовались и они совершенно не изучены; однообразные по виду, темносерые, почти не содержащие никаких минералов, они не привлекали внимания ни исследователей, ни деятелей промышленности. Обычно их называют мергелистыми известняками, причем их мергелистость не подкрепляется никакими фактическими данными. Есть кое-какие указания на высокое содержание в некоторых из них кремнезема; в таком случае они могли быть использованы как цементный материал. Не ясно, является ли этот кремнезем составной частью глины или, может быть, свободным SiO_2 , по крайней мере, местами. На восточном конце цепи у Феодосии

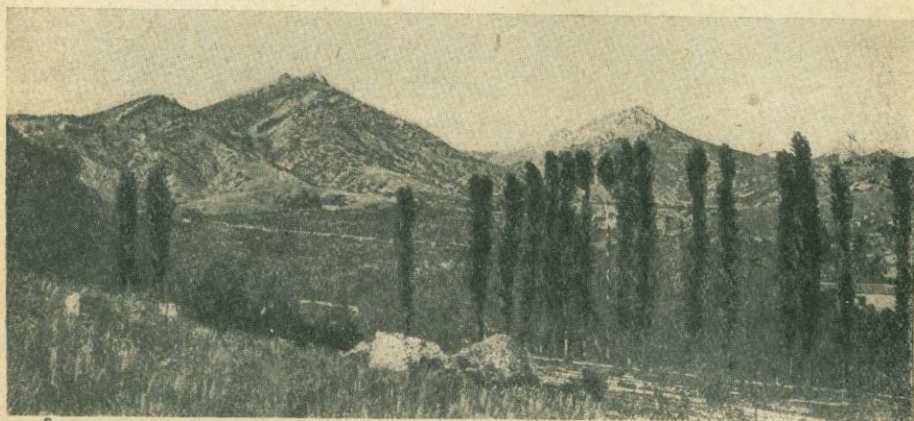


Рис. 19. Отузская долина. Вершины верхнеюрских известняков.

верхнеюрские (титонские) известняки переходят уже в несомненные мергеля, образуя вместе с меловыми и третичными комплексы пород, служащих для добычи цемента; примесь в них глины или кремнезема в виде кварца или опала является примесью механической.

Экономическое значение яйлинских известняков вполне определилось лишь в последние годы. Ранее ими пользовались, главным образом, как строительным материалом, а также для получения извести. Город Ялта и большинство дач и других строений всего южного берега построены преимущественно из этого материала; лучшие сорта, особенно мраморовидные известняки Балаклавского района, вывозились из Крыма, главным образом, для декоративных целей (облицовки, мозаики из мраморной крошки). На хорошие сорта их предъявляется большой спрос и как на материал для электротехнических установок. В последние годы обращено особое внимание на исследование яйлинских известняков в качестве флюсового материала для керченских и украинских металлургических заводов.

Мраморовидные известняки распространены по всему протяжению первой горной гряды как по южному, так и по северному ее склонам. До-

стоинство их в смысле прочности, пригодности для полировки и окраски в различных их месторождениях не одинаково. Лучшие сорта, не уступающие по достоинству настоящему мрамору, находятся в Балаклавском районе, где и расположены главнейшие их каменоломни; раньше значительные разработки имелись у д. Аян, близ истоков Салгира. На южном берегу Крыма многочисленные каменоломни сосредоточены преимущественно вблизи населенных мест, начиная от Баты-Лимен и Ласпи. Большие каменоломни имеются у Алупки и особенно близ д. Гаспры. В окрестностях Ялты каменоломни группируются частью в сторону д. Дереккой, частью в сторону Аутки. На побережье к востоку от Ялты они заложены подле Гурзуфа, Биюк-Ламбата. В Алуште, где известняки сравнительно далеко отступают от береговой линии, каменоломни сосредоточиваются у д. Шумы. У Судака известняки вновь приближаются к берегу моря и оканчиваются у Старого Крыма и Коктебеля. Весьма часто каменоломни используют не сплошные коренные известняки, а накопления крупнообломочного материала огромных оползней и оспей.

МЕЛОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Последним членом серии пород, слагающих главную гряду, являются нижнемеловые отложения, принимающие участие в строении северных склонов ее и, главным образом, долин, отделяющих ее от второй гряды. Состоят они преимущественно из обломочных образований: глин, конгломератов и песчаников, но частью мергелей и известняков. Химические процессы здесь мало прослежены. Можно указать на накопление в некоторых из них зеленого силиката хлоритового типа, иногда в таких количествах, что получаются красящие глины. Таковы глиноподобные зеленые массы в окрестностях д. Коклуз, близ Коккоз; они образуются путем выветривания мергелей, содержащих тот же минерал. Судя по довольно равномерному распределению в массе мергеля, он принадлежит, подобно глаукониту, к типу вторичных алюмосиликатов, образующихся в морском иле при разложении силикатов; в таком случае образование его одновременно со вмещающей породой. В аптских и альбских глинах нередко содержится гипс, и воды, связанные с нижнемеловыми отложениями, обычно содержат много серной кислоты. По личному сообщению А. Ф. Слудского, в некоторых трещинах известняка Балаклавского района наблюдается накопление магнитного железняка, вероятно, остатка от размытых аптских глин, в которых он также обнаруживается.

Среди веществ, образовавшихся при позднейших процессах, преобладают минералы конкреционного характера, иногда также жильные. В неокомских обломочных породах (аркозах), известняках и в аптских глинах известны стяжения двусернистого железа, пирита и марказита, гидратов железа и сидерита. Вероятно, к еще более позднему времени относятся жильные выделения кальцита, барита, пирита и гидратов железа как продуктов разрушения последнего.

Породы второй и третьей гряды крымских гор относятся к верхнемеловым и третичным отложениям. Преобладающими породами от сеномана до сенона являются мелоподобные мергеля разной плотности; имеются и глауконитовые разности. Присутствие среди организмов (скелеты которых послужили к образованию меловых мергелей), обладающих кремневым скелетом, привело в дальнейших процессах катагенезиса и гипергенезиса к концентрации кремневой кислоты в форме конкреций кремня (весьма распространенных). Примеси кремневой кислоты и глинистых частиц обуславливают возможность применения этих пород в качестве цементных материалов.



Рис. 20. Гора Тепе-Кермен. Мшанковые известняки.

Такого рода цементные мергеля уже разрабатывались в окрестностях Бахчисарая и Феодосии и, несомненно, могут быть обнаружены во многих других местах. В окрестностях Феодосии развиты огромные серии этих пород от верхнеюрских до третичных, что, в связи с цементными породами Карадага, накладывает отпечаток особого богатства цементными материалами на весь прилегающий к Феодосии район.

Соединения железа выделяются в виде конкреций и мелких прожилков серного колчедана и марказита и многочисленных примазок гидратов железа, явившихся результатом выветривания серного колчедана и глауконита. В глауконитовых мергелях пятна бурого железняка — явление весьма обычное. Быть может, с содержанием глауконита связано нахождение в мергелях и известняках верхнего мела калиевой селитры, обнаруженной в окрестностях Инкермана, Мангуша, Чуфут-Кале. По край-

ней мере, возможно, что калий этого минерала имеет своим источником глауконит, тогда как азотная кислота, очевидно, органического происхождения.

Органогенное происхождение имеют также накопления фосфора в виде фосфоритов, образующих небольшие прослойки в верхнемеловых отложениях; данные произведенных разведок не показали сколько-нибудь значительных их накоплений.

Соединения Ва и Sr, особенно последнего, встречаются в форме конкреционных и жильных образований, например, в мергелях Лысой горы, близ Феодосии.

Наибольший интерес среди минеральных соединений верхнего мела возбуждает каффекилит или кил, залегающий в виде пластов и линз в мергелистых породах туронского и сенонского ярусов.

В промышленном отношении более ценными представляются верхние слои мшанковых известняков датского яруса, являющиеся высококачественным строительным материалом: сюда относятся так называемые «инкерманский» и «бодракский» камни, добываемые в каменоломнях у селений того же названия. Этот красивый, белый, однородный по структуре камень имеет широкое применение: идет на постройки крупных зданий, на облицовку памятников и т. д.; благодаря сильной вязкости прекрасно поддается обработке и весьма пригоден для выделки орнаментов. Мшанковые известняки датского яруса распространены, главным образом, в юго-западном Крыму на протяжении от Инкермана до р. Альмы, проходя через Черкез-Кармен, Ходжа-Сала, Сюрень, Пычки, Бахчисарай и Бодрак. Разрабатываются они целым рядом мелких каменоломен; крупное значение имеют лишь каменоломни инкерманская, близ ст. Инкерман, и бодракская, в 6 км от ст. Альма. Разрез инкерманского месторождения см. рис. 21.

Относительно распространения химических элементов меловые отложения довольно близки к юрским. Если в них не констатированы, как в юрских, тяжелые металлы, то, с другой стороны, можно указать наличие в некоторых источниках, связанных с меловыми отложениями, лития, для юрских вод пока неизвестного.

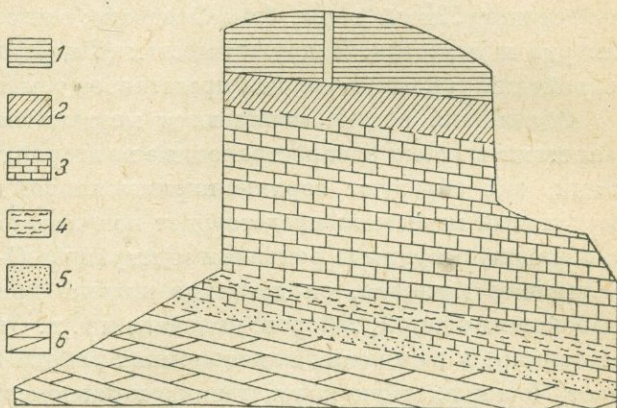


Рис. 21. Схематический разрез Инкерманского месторождения плотных пильных известняков (по Рамзесу).

1 — Палеоцен. 2 — Мшанковый известняк с гнездами твердого известняка. 3 — Мшанковый известняк. 4 — Мшанковый известняк с кремневыми конкрециями. 5 — Мшанковый известняк с фосфоритами. 6 — Сенон.

ТРЕТИЧНЫЕ, ПОСЛЕТРЕТИЧНЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Третичные отложения в Крыму представляют обширную и разнообразную свиту пород, начиная от палеоцена и кончая самыми верхними плиоценовыми. Ими сложены верхи второй гряды, вся третья гряда и равнины северного Крыма, а также и Керченский полуостров. Палеоцен начинается плотными известняками (монский ярус), часто образующими как бы корку на мшанковых известняках датского яруса в районах Инкермана и Бахчисарая. К палеоцену относят и плотные известняки, выступающие в виде карниза над меловыми мергелями на вершине Лысой горы, близ Феодосии; они содержат жилы прозрачного кварца и целестин. В других местах (Симферопольский, отчасти Бахчисарайский районы) палеоцен представлен темными мергелями.

Отложения эоцена начинаются мергелистыми глинами, на которые налегают широко распространенные во второй гряде нуммулитовые известняки; они образуют верхние карнизы второй гряды. Обыкновенный нуммулитовый известняк представляет не очень плотную сероватую породу, содержащую крупные раковины нуммулитов (1—2 см диам.); несмотря на невысокое качество, он довольно широко применяется при постройках небольших зданий, заборов, колодцев и т. п. Однако в некоторых местах, например, в ливенских каменоломнях района Симферополя, он приобретает более плотную консистенцию и равномерную структуру и является столь же ценным строительным материалом, как инкерманский и бодракский. Известняки такого типа разрабатываются каменоломнями у д. Чекурча близ Симферополя, у горы Бакла близ ст. Альма и у д. Кырк на р. Бештерек.

Породы верхнего эоцена представлены; главным образом, мелоподобными мергелями, частью же белыми и коричневыми известковистыми глинами. На последние налегают олигоценые породы, выраженные преимущественно глинами. Эти глины известны в западном Крыму по рр. Альме и Бельбеку и в восточном — от р. Карасовки до Индола. Особенно же широкое распространение олигоценые глины приобретают на Керченском полуострове, где свита «майкопских» глин, включающая, кроме олигоценых, также горизонты нижнего миоцена, занимает всю юго-западную часть полуострова и обнажается в размытых куполах антиклиналей во многих частях восточной. Мощность их здесь очень велика, превышает, по А. Д. Архангельскому, в средних частях юго-западной равнины 2000 м. Архангельский дает им следующую характеристику: «Вскрытая обнажениями часть майкопской свиты... слагается из однородной толщи слоистых не известковых глин, которые в свежем состоянии окрашены в темношоколадный и темносерый цвет... Изучая породу под микроскопом, на поперечных разрезах можно видеть, что она обладает чрезвычайно тонкой слоистостью, обусловливаемой чередованием серых глинистых полосок с тончайшими, прерывающимися прожилками темного сапропелитового вещества. При выветривании эта микрослоистость проявляется в характерном для май-

копских глин расслаивания на тонкие, как бумага, листочки... Глина содержит в себе караваеподобные конкреции и линзы сфросидерита... Микроскопическое исследование показывает, что глины заключают всегда большее или меньшее количество микроскопических шариков и конкреций пирита, который местами образует и довольно крупные желваки. Присутствие этого минерала объясняет нам обилие гипса, наблюдающегося нередко в глинах. Ораническими остатками майкопские породы... крайне бедны... по своим литологическим и палеонтологическим признакам майкопские глины вполне тождественны с серыми глубоководными глинами Черного моря и, подобно последним, являются отложениями зараженных сероводородом глубин» (Архангельский и сотр., 1930).

Более нижние горизонты олигоцена, обнажающиеся в некоторых местах юго-западной равнины Керченского полуострова (гора Дюрмень, мыс Карангат) и в окрестностях Феодосии, сложены частью песчаниками, частью серыми глинами.

Средний миоцен (средиземноморской ярус) распадается на три горизонта: чокракский (спириалисовый), караганский (спаниодонтеллевый) и конкский (фоладовые слои); лучше всего эти отложения выражены на Керченском полуострове. По данным акад. Архангельского, чокракские слои глубоководного типа (антиклинали Коп-Такыльская и Маякская) представлены глинами, внизу зеленовато-серыми с конкрециями и прослойками мергеля; в верхнем подгоризонте — коричневыми и серыми, также с прослойками темного мергеля и белого марающего известняка. Последние глины содержат тонкие прожилки, состоящие из порошкового кальцита (дрюита). По структуре они и прослаивающие их мергеля сходны с серой известковистой глиной и известковым илом глубин Черного моря. Другой тип отложений чокракского горизонта представлен известковыми детритусовыми породами, ракушечными и мшанковыми известняками, а также песками, изобилующими раковинами. Известняк в верхних частях обладает полукристаллическим плотным строением и сильной трещиноватостью.

Отложения известковой серии распространены как в восточной, так и в западной частях Керченского полуострова; в западном Крыму — близ Георгиевского монастыря.

Караганские слои на Керченском полуострове состоят из глинистых и песчано-глинистых отложений, среди которых в нижних горизонтах преобладают коричневые и серые тонкослоистые листоватые глины с прослойками дрюита; в верхних — зеленоватые с прослойками песка; многочисленны прослойки и мергелей. Зеленоватые глины с прослойками мергелей и с гипсом преобладают и в следующем, конкском, горизонте. В остальном Крыму эти горизонты выражаются преимущественно известковыми фациями.

Сарматские отложения широко развиты в северном Крыму в третьей горной гряде и прилегающих к ней частях степи и на Тарханкутском и

Керченском полуостровах. Нижний отдел сармата представлен черными, темносерыми и оливковыми глинами, содержащими гипс, много раковин и иногда также прослойки песка. В составе среднего сармата принимают участие как глинистые, так и известковые фации. В верхнем сармате на Керченском полуострове глины перемежаются с мергелями и имеют или известковый характер, или богаты диатомеями, переходя в трепел. В остальных местах Крыма преобладают известковые фации. К верхнему сармату относятся и характерные для Керченского полуострова мшанковые рифы.



Рис. 22. Сарматские известняки Тарханкутского полуострова. Фот. А. Ф. Слудского.

А. Д. Архангельский считает, что нижние и средние сарматские глины отложились в условиях, сходных с образованием современного фазеолинового ила в Черном море, т. е. в среде, бедной кислородом; породы же известковой фации среднего сармата — в среде с нормальным содержанием кислорода. Верхнесарматские породы отложились в обширном, но мелководном и сильно опресненном бассейне.

В плиоцене, в меотическом и понтическом ярусах, преобладают мягкие ракушечные известняки. Последние представляют собою легкий, пористый и мягкий камень, свободно поддающийся распилке. Он нацело сложен из обломков раковин, главным образом, разных видов *Modiola*, *Congeria*, *Dreissensia*, *Cardium*. Различают две разновидности ракушечника: желтую (евпаторийский камень) и белую (керченский камень); первая распространена в северном районе, вторая — на Керченском полуострове. По своей дешевизне, легкости обработки и другим положительным качествам (малая теплопроводность) ракушечник служит незаменимым строитель-

ным материалом. Достоинства его в этом отношении неодинаковы в различных горизонтах; лучшим считается средний слой («середковый»), наиболее плотный и однородный; верхний слой («копак»), сильно измененный процессами растворения, слишком порист; нижний («сподка») дает слабее сцементированный, легче раскалывающийся и более легкий камень.

В более уплотненных частях ракушечника произошла уже частичная перекристаллизация; раковины частью исчезают, заменяясь скоплениями зерен кальцита; иногда известняк приобретает ясно оолитовый характер. В шлифах можно хорошо наблюдать начало оолитообразовательного

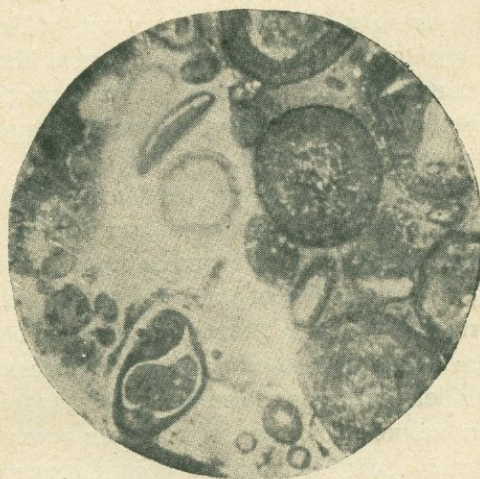


Рис. 23. Понтический известняк Тарханкутского полуострова.

процесса; лучистые шарики оолитов приурочиваются к полостям мелких раковин; оболочки раковины иногда сохраняются на периферии оолита. С другой стороны, можно наблюдать в некоторых случаях постепенное замещение вещества кальцита окислами железа и марганца (рис. 23).

Месторождения желтого ракушечника тянутся широкой полосой от г. Евпатории до железной дороги Джанкой—Симферополь и далее к востоку, подаваясь к югу около д. Бешерань; на западе они доходят до оконечности Тарханкутского полуострова. На Керченском полуострове меотические и понтические отложения развиты в северной и восточной частях полуострова, занимая средние части мульд и прикрываясь пластами рудного горизонта.

Период отложений понтического яруса для северного Крыма сменила континентальная эпоха, в начале которой понтические известняки подверглись размыву и выветриванию; в некоторых местах наблюдается развитие карстовых явлений; примером их могут служить описанные Р. Колю-

бинским (1936) своеобразные колодцы с холодной водой в Евпаторийском районе.

Верхний плиоцен, киммерийские и надрудные слои представлены серией глин и железистых образований. В степном Крыму эти глины имеют тип красноземов континентального характера; на Керченском полуострове им соответствуют пласты бурого железняка и перемежающиеся с ними глины. В составе надрудной серии принимают участие также пески.

Послетретичные образования в Крыму представлены морскими террасами, аллювиальными, делювиальными и сопочными отложениями и частью отложениями соляных озер.

Морские террасы известны в разных частях Керченского полуострова: у Оссовин, у Чокракского и Тобечикского озер, у Кыз-Аула и Кояша, на южном берегу Керченского полуострова, на мысе Меганом, в окрестностях Судака... Континентальные послетретичные отложения выражены, главным образом, желтыми и бурыми суглинками; в присивашском районе — темными солоноватыми глинами.

Последние по времени образования относятся к современной эпохе, т. е. к периоду от конца последнего оледенения и до настоящего момента. Многие геохимические процессы этой эпохи протекали и в предыдущий ледниковый период, а иногда и в верхах плиоцена, как например, отложения многих соляных озер, часть которых существовала в течение всего ледникового периода; то же можно сказать и о суглинистых материковых отложениях, наносах рек с их террасами разного возраста и т. п. Оставляя в стороне свежееобразованные наносы, в которых геохимические явления еще мало определились, мы несколько остановимся на самой последней стадии процесса гипергенеза — на образовании почв.

ПОЧВЫ

Н. Н. Клепинин (1936) делит в этом отношении Крым на следующие районы: 1) Южный берег, 2) Яйлинские плоскогорья, 3) Предгорный район (лес и лесостепь), 4) Центральный степной район, 5) Присивашский, 6) Севастопольско-Евпаторийский, 7) Тарханкутский и 8) Керченский район.

1. Почвы Южного берега отличаются большим разнообразием. Можно различать следующие группы: а) красноземы, залегающие в известняках; исследования И. Н. Антипова-Каратаева (1929) показали, что здесь нет типичного для красноземов почвообразовательного процесса, и почвы эти определяются им как промежуточные между красноземами, буроземами и черноземами; б) суглинистые почвы на глинистых сланцах (шиферные почвы). В восточном районе Южного берега эти почвы явно преобладают.

2. На Яйле Н. Н. Клепинин указывает следующие различия:

- а) мощные структурные горно-луговые почвы,
- б) маломощные структурные горно-луговые,

- в) сильно щебенчатые и каменистые почвы склонов,
- г) горные черноземы пониженных мест,
- д) выщелоченные бурые суглинки долин,
- е) торфянистые почвы.

Горно-луговые почвы, названные так Н. Богословским (1897), являются темноцветными (коричневые, бурые и черные цвета), мелкокомковатой структуры, иногда (в маломощных разностях) сильно щебенчатыми со значительным содержанием гумуса (5—16%). Наиболее богатые гумусом разности соответствуют местам с ненарушенным покровом (задерненные вершины, неразмытые пологие склоны). Мощность их сильно колеблется (5—80 см). На пониженных склонах Яйлы встречаются почвы черноземного типа; они развиты частью на известняках, частью на глинах разного типа, красноземовидных, желтых и бурых. Проф. Клепинин считает, что более богатые гумусом повышенные части Яйлы были ответно луговыми, тогда как пониженные места раньше были покрыты лесом.

3. Почвы предгорного района занимают весь покрытый лесом северный склон гор до лесостепи, границу которой Н. Н. Клепинин проводит по р. Булганак, далее между Симферополем и Сарабузом — через д. Монай, Салгир и гору Агармыш. Южная полоса этого района сложена таврическими глинами, мергелями и известняками. Для всего района характерны сильные явления размыва. Лесная растительность сильно истреблена, что заметно отразилось на ухудшении водного режима района. Преобладающими почвами являются буроземы (в смысле Раманна).

4. Центральный район, занятый сухими и полусухими степями, делится антиклизой, проходящей от г. Симферополя к северу в меридиональном направлении, на две части: западное Евпаторийское плато и более пониженную восточную часть. В первом подрайоне развиты каштановые почвы; в восточном — преобладает южный чернозем. Подпочвами в восточном служат красные киммерийские и четвертичные присивашские глины.

5. Присивашский район занимает наиболее пониженную часть Крыма (20 м и более ниже уровня моря). Почвы имеют засоленность разных степеней. На разных водораздельных площадях преобладают бурые солонцы, в местах пониженных — солончаки.

6. Район Севастопольско-Евпаторийский занимает приморскую часть альминской синеклизы. Подпочвами являются красные киммерийские глины, местами хрящи; почвы являются тяжелыми каштановыми суглинками.

7. Район Тарханкутский занимает западную часть Тарханкутского полуострова от Джарылгачского озера до Донузлава. Почвы его — частью южный чернозем, частью известково-перегнойные. Подпочвами служат известняки понта и меотиса и продукты их выветривания — красные глины.

8. Керченский район. Северо-восточная часть полуострова представляет чередование мульд и антиклиналей, юго-западная равнина обладает спокойным рельефом с равномерным уклоном к морю и развитием сухих балок и «голей» — низин высохших озерных водоемов, из которых некоторые в дождливое время вновь становятся озерами, в связи с этим в пониженных местах развиты почвы солонцового типа; на известковых гребнях антиклиналей образовались известково-перегнойные почвы или черноземы; на соленосных глинах — солонцеватые суглинки, от каштановых до бурых.

ЧАСТЬ СПЕЦИАЛЬНАЯ

ГЛАВА I

ОПИСАНИЕ МИНЕРАЛОВ И ИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

КЛАССИФИКАЦИЯ

Приступая к описанию имеющихся в Крыму минеральных видов, мы будем придерживаться следующей классификации:

А. Кислородные соединения

Класс I. Окислы и гидраты:

- гр. 1. Окислы типа R_2O
- » 2. Окислы типа RO и их гидраты
- » 3. Окислы типа R_2O_3 и их гидраты
- » 4. Окислы типа RO_2 и их гидраты
- » 5. Комплексные ангидриды.

Класс II. Соли кислот, производных от ангидридов типа R_2O_3 :

- гр. 1. Аллюминаты и ферриты
- » 2. Бораты.

Класс III. Соли кислот, производных от ангидридов типа RO_2 и комплексных ангидридов типа $R_2O_3 \cdot RO_2$:

- гр. 1. Манганиты
- » 2. Силикаты и титанаты
- » 3. Алюмо- и феррисиликаты
- » 4. Боросиликаты
- » 5. Карбонаты.

Класс IV. Соли кислот, производных от ангидридов типа R_2O_5 :

- гр. 1. Нитраты
- » 2. Фосфаты, арсенаты, ванадаты.

Класс V. Соли кислот, производных от ангидридов типа RO_3 :

- гр. 1. Сульфаты.

Б. Некислородные соединения

Класс VI. Сернистые, селенистые, мышьяковистые соединения.

Класс VII. Сульфосоли.

Класс VIII. Самородные элементы.

Класс IX. Галлоидные соединения.

В. Углеводороды и органические соединения

Класс X. Углеводороды:

- гр. 1. Газообразные углеводороды
- » 2. Жидкие углеводороды
- » 3. Твердые битумы
- » 4. Каменные угли.

Класс XI. Органические вещества.

КЛАСС I. ОКИСЛЫ И ГИДРАТЫ

Группа 1. Окислы типа R_2O 1. Вода H_2O (Жидкая фаза)

Атмосферные осадки в Крыму

Крым является страной сухого климата. Среднегодовые количества осадков, по А. В. Вознесенскому (1926), 406 мм и, по А. В. Пенюгалову (1930), 407 мм; принимая во внимание высокие температуры Крыма и повышенную испаряемость, благодаря сильным ветрам, надо признать, что указанное количество осадков не является достаточным и борьба с этим является характерной чертой водного хозяйства республики. В различных районах сумма осадков сильно колеблется: наименьшие количества приходится на степные районы, наибольшие — на западную часть горного Крыма. Однако и здесь ощущается недостаток влаги, чему в значительной мере способствует быстрое скатывание выпадающих атмосферных вод в море по крутым склонам гор. Все климатологи и гидрологи Крыма единодушно указывают на необходимость принятия усиленных мер для возможно большего задерживания осадков путем сохранения и разведения лесов, устройства плотин и водохранилищ и других мероприятий. В виду особенностей геологического строения Крыма, его водный режим, помимо своего непосредственного значения, играет важную роль и в борьбе с другим грозным явлением природы — грандиозными оползнями, являющимися бедствием для южного берега Крыма. Поэтому вопросам водного хозяйства в Крыму посвящает свои силы и целый ряд учреждений. Немного найдется в Союзе областей, в которых на площади, равной Крыму, было бы заложено такое огромное количество артезианских скважин; артезианское дело насчитывает здесь уже сто лет существования; первая скважина была заложена еще в 1833 г. в г. Симферополе. В результате всего этого накопился обширнейший материал по местной гидрогеологии и гидрологии, находящийся, главным образом, в письменном виде. Что касается химических данных, то число сделанных анализов огромно, но данные эти, рассеянные по архивам разных учреждений, мало доступны для исследовательской работы, а многие исчезли бесследно; более посчастливилось лабораториям Наркомзема,

материалы которой обработаны Н. И. Дубровским; к сожалению, труды его (рукопись, 1930) еще не опубликованы. Гидрогеологические материалы до известной степени собраны в работах П. А. Двойченко, хотя значительная часть их также имеется лишь в рукописном виде. Работы Н. И. Дубровского и П. А. Двойченко являются в настоящее время главными источниками к познанию химии и геологии крымских природных вод. Однако ни в одной из них нет полной увязки химических и геологических данных, что очень затрудняет их использование для геохимического очерка. Анализы лаборатории Наркомзема, как преследующие преимущественно практические цели, ограничиваются определением лишь важнейших химических компонентов. Полные анализы крымских вод имеются только относительно источников, вызывающих интерес в качестве минеральных. Эта недостаточность химических данных представляет огромные затруднения для точных характеристик вод, и последние возможны лишь в очень общих чертах.

Как указано, средняя годовая атмосферных осадков для всего Крыма равняется 406—407 мм; по отдельным районам она значительно колеблется. По данным Пенюгалова, наименьшее количество осадков (200—300 мм) приходится на западную часть Тарханкутского полуострова и на область мыса Меганом; далее идет степная часть, включая сюда Керченский полуостров (300—400 мм); наоборот, большим количеством осадков отличается западная часть Яйлы (900—1000 и более мм); область предгорий занимает среднее место.

Отношения площадей с большим и малым количеством осадков видны из нижеследующей таблицы Пенюгалова (табл. 7).

ТАБЛИЦА 7

Осадки в мм	Площадь в км ²	Объем осадков в м ³	Занимаемая площ. в %	Объем в %
250	630	157 390 000	2.6	1.6
350	13 284	4 649 312 500	53.6	46.2
450	8 665	3 889 502 000	34.9	38.7
550	1 401	770 704 000	5.6	7.6
650	382	248 514 500	4.5	2.5
750	186	138 705 000	0.7	1.2
850	117	99 765 000	0.5	1.0
950	103	97 584 000	0.4	1.0
выше 1000	21	21 340 000	0.1	0.2
Всего . . .	24 789	1 072 817 000	99.9	100

Массив Яйлы, как сгуститель влаги, питающий главные реки и массу источников Крыма, играет в его водном режиме огромную роль. А. В. Пе-

нюгалов указывает, что по его вычислениям атмосферных осадков, выпадающих на Яйлах и их склонах, не хватает для питания всех рек и источников горного Крыма. Отсюда им делается вывод о значительной роли в питании источников конденсационной воды, образующейся из водяных паров, проникающих вглубь трещиноватых юрских известняков. Вообще теория конденсации Фольгера имела среди крымских гидрогеологов много сторонников; к ней, как известно, самостоятельно пришел и проф. Головкинский; известны также работы Зибольда, пытавшегося доказать свои воззрения опытным путем.¹

В связи с количеством атмосферных осадков, а также геологической молодостью и, следовательно, недостаточной выщелоченностью многих отложений Крыма, стоит в общем очень высокая степень минерализации большинства крымских вод. Н. И. Дубровский² считает, что обычные нормы для признания воды пригодной для питья, — не свыше 500 мг твердого остатка на литр, — для Крыма совершенно не применимы, и предлагает предельной величиной остатка признать 2500 мг.

При большой степени минерализации крымских источников многие из них несомненно должны быть признаны минеральными, если для признания воды минеральной руководиться обычными, вообще очень условными признаками. И действительно, немало источников имеют или имели у местного населения репутацию целебных; некоторые из них привлекали внимание врачей, и неоднократно делались попытки их использования для бальнеологических целей. Список таких источников приводится у А. Шенка (1928) и Н. Ракицкого (1926); однако, выбор их довольно случайный и для некоторых вод не имеется никаких химических данных. Н. И. Дубровский насчитывает в Крыму 58 минеральных источников; многие из них обладают ничтожным дебитом, или являются водами скважин, давно заброшенных. Попытаемся дать обзор вод Крыма в связи с его геологическим строением.

Воды, связанные с изверженными породами

Об этих водах можно сказать очень мало, а выше было уже указано, что в Крыму ни терм, ни вообще глубинных вод, так или иначе связанных с изверженными породами, нет, кроме, может быть, вод сопочного происхождения. Времена извержений крымских вулканов (юрский период) давно прошли, и в данное время не осталось никаких отзвуков этого далекого прошлого. Все имеющиеся в изверженных породах источники являются обычными метеорными водами, да и их очень немного, так как сама

¹ Как известно, археологические данные — древние гидротехнические сооружения времен гнузцев, если они правильно объясняются, как будто указывают на использование конденсации паров для получения воды искусственным путем.

² По Дубровскому, процент пригодных вод, если пользоваться обычными нормами, составил бы в Крыму для грунтовых вод 26.4, для артезианских — всего 7.1.

область распространения изверженных пород в Крыму в общем не велика, а следовательно, и не представляет сколько-нибудь значительных водосборных площадей; все же небольшие источники в крупнейших вулканических группах существуют.

На Карадаге известны три невысыхающих источника: Гяур-Чесме на малом Карадаге с довольно значительным дебитом; источник в ущелье Гяур-Бах и источник Эффенди-Чесме на Святой горе, близ трассовых ломок. Пересыхающие источники имеются в ущельях Хоба-Тепе и один на вершине Святой горы, упоминаемый еще Лагорио (1897). Левинсон-Лессинг (1932) говорит, что Святая гора, сложенная туфами и трассами, легко конденсирует водяные пары, чем, вероятно, и объясняется существование источников, например, Гяур-Чесме, площадь питания которых в общем очень невелика; таким образом, и здесь применяется конденсационная теория. На Аюдаге крупных источников нет, но влажные места и просачивание воды все же местами наблюдаются. В районе изверженных пород Урага, Чамлы-Бурун имеются источники Ай-Иори, Чамлы-Бурун и Серауз; есть также они и в районе кристаллического массива окрестностей Симферополя, например, в овраге близ пункта, в котором наблюдается Эски-Ордынская магнитная аномалия. Данных относительно этих источников очень немного; во всяком случае это пресные источники явно атмосферного происхождения; нет никаких оснований приписывать им какой-либо иной характер; воды некоторых из них (Гяур-Чесме) используются.

Анализы этих источников показывают малое количество плотного остатка от 0.151 до 0.308 (в граммах на литр) и преобладание в составе солей карбонатов, преимущественно карбоната кальция. Общий состав не имеет никаких характерных черт и очень близок к составу вод, связанных с известковыми массивами Яйлы, а так как последние расположены выше Чамлы-Буруна и Ай-Иори, то можно думать, что и они входят в площадь питания этих источников. К сожалению, в моем распоряжении нет анализов источников более изолированного Карадага, да едва ли они и существуют.

В работах Михайловского и Пчелинцева (1925, 1932) описываются некоторые источники южного берега, как связанные с туфами и туфогенными песчаниками средней юры и их делювием. Источники эти по химическому составу ничем не отличаются от других вод сланцево-песчаниковой толщи южного берега и рассматриваются ниже в составе вод этой толщи.

Воды, связанные со сланцами и песчаниками таврической формации и средней юры

Воды отложений таврической формации и средней юры, сходных по петрографическому составу и образующих, благодаря размыву лейасовых известняков, одну сплошную сланцево-песчаниковую толщу, рассматриваются совместно.

В большинстве воды эти сильно минерализованы. По химическому составу они могут быть разделены на следующие группы:

I. Сульфатные воды, т. е. воды со значительным преобладанием пона серной кислоты. Этот тип весьма распространен; из других анионов в них обыкновенно мало хлора, но угольная кислота нередко имеется в значительных количествах. Происхождение этих вод легко объяснимо: серный колчедан и марказит являются довольно обычными минералами сланцевых пород этих систем; получающаяся их выветриванием серная кислота и является активным агентом, извлекающим основания из силикатов сланцев. Процесс образования серной кислоты настолько интенсивен, что иногда она не успевает нейтрализоваться, и воды носят резко кислый характер при величинах рН значительно меньших 7. Они связаны, главным образом, с верхними частями глинистых сланцев, подвергшихся процессам выветривания; более глубокие слои сланцев плотны и водонепроницаемы, иногда переходят в близкие к кварцитам песчаники.

В большинстве источники этих отложений имеют незначительный дебит; по берегам их нередко наблюдаются выцветы солей. Среди оснований преобладают кальций и натрий, затем магний; калия всегда мало. По характеру оснований источники эти могут быть разделены на следующие подгруппы: а) гипсовые с преобладанием Са, б) глауберовые с преобладанием Na, в) смешанные — гипсово-глауберово-магнезиальные с приблизительно одинаковым количеством трех основных элементов (Са, Mg, Na). Одинаковый с естественными источниками характер имеют воды скважин, большей части неглубоких.

Источники эти распространены как по южному склону гор в береговой полосе от Байдарских ворот до Нового Света, так и на северном склоне в широкой полосе развития таврических сланцев и средней юры, в верховьях рр. Качи и Альмы. В западной части южного берега они известны в б. имени Мелас, в 6 км к юго-востоку от Байдар, в Кикенейзе и Лименах. Целый ряд таких источников находится в районе Ялты; сюда относятся упоминаемые Шенком, как минеральные, источники в долине р. Учан-Су и ряд источников в большей части искусственных (скважины), приводимых Дубровским, в Ливадии, Василь-Сарае, Селяме, Джемиете, Гурзуфе. Если идти по кордонной тропе из Ялты в Алушту, то выходы таких мелких, маловодных источников с выцветами солей можно встретить неоднократно. Для района Алушты Дубровским приводится ряд анализов сульфатных вод из колодцев и скважин в самой Алуште и ее окрестностях; далее такие источники имеются на побережье к востоку от Алушты вплоть до Воронской долины; например, довольно сильный источник с неизменными обильными выцветами солей на Судакском шоссе между Алуштой и Улу-Узенем. В общем данных для этой сравнительно мало известной полосы очень мало. На северном склоне источники этого типа известны, главным образом, в районе Коуша и Бешуя; воды Бешуйских угольных копей принадлежат к тому же типу.

Наиболее обследованы или типичны: каптированный источник на даче Мелас, на южном берегу, и источники на северном склоне близ деревень Коуш и Бешуй. Они представляют собою характерные для южного берега колодезные воды. Коушский источник является глауберовым с малым количеством других основных и кислотных ионов: меласский очень смешанного характера с преобладанием ионов SO_4'' и Ca'' (гипсовый) и со значительным количеством CO_3'' , Na' и далее Cl' . Также глауберовым является источник Алуштинский и смешанным — Василь-Сарайский (Попов, 1930).

II. Вторую группу источников, связанных с теми же отложениями, образуют воды к а р б о н а т н о г о типа, содовые, с натрием в качестве преобладающего основания. В чистом виде такие источники очень немногочисленны. Гораздо больше распространена следующая группа.

III. Третья группа — источники смешанного типа — к а р б о н а т н о - с у л ь ф а т н ы е, в которых развиты достаточно сильно и SO_4'' и HCO_3' и вместе с Na' также Ca'' .

Собственно резких границ между приведенными тремя группами не существует, и это вполне объясняется происхождением их вод: все они являются связанными с верхними, захваченными выветриванием и размывом разрыхленными частями сланцев; там, где сланцы содержат много колчеданов, распределенных в сланцах неравномерно, будет преобладать SO_4'' , где их нет или мало — HCO_3' . В карбонатных источниках во многих случаях несомненно сказывается влияние вод, стекающих с известковых массивов Яйлы; особенно это относится к тем источникам, в которых содержится много Ca'' .

Сланцы и песчаники таврической формации и средней юры во многих местах покрыты делювием, образовавшимся из покрывающих их известняков верхней юры. Кроме того, карстовые воды Яйлинского массива, циркулируя по трещинам и пустотам известняка, накапливаются у границы подстилающих их сланцев и, просачиваясь через рыхлые верхние слои последних, выходят на поверхность близ контакта с известняками. В силу этого все эти воды связаны с известняками генетически и имеют химический характер вод известковых. Влияние известкового массива хорошо прослеживается на водах Кикинеизского и Лименского районов, описанных С. Михайловским и В. Пчелинцевым (1932). Эти авторы делят воды упомянутых районов на следующие группы:

1. Воды яйлинского карста, накапливающиеся на контакте с подстилающей сланцево-песчаниковой толщей.
2. Воды, накапливающиеся в толще туфов изверженных пород и туфогенных песчаников средней юры.
3. Воды сланцево-песчаниковой толщи.
4. Воды делювия известкового, сланцево-песчаникового, изверженных пород и смешанного.

Так как воды накапливаются, главным образом, в делювии, то сильно преобладающими по количеству являются группы их 1 и 4; на них мы и остановимся.

Если вывести средние из анализов Михайловского и Пчелинцева, мы получим следующие результаты (см. табл. 8).

ТАБЛИЦА 8

Группы вод	Cl'		HCO ₃ '		SO ₄ ''		Число источн.
	Средний	Колеб.	Средний	Колеб.	Средний	Колеб.	
1. Вода контактов известняков и сланц.-песч. толщи	0.016	0.015—0.021	0.150	0.116—0.183	0.007	От неопределенных величин до 0.038	5
2. Вода известкового делювия	0.022	0.015—0.037	0.322	0.122—0.935	0.014	От неопределенных величин до 0.34	9
3. Вода делювия изверженных пород	0.025	0.018—0.042	0.271	0.165—0.415	0.016	От неопределенных величин до 0.029	40
4. Вода сланцево-песчаного делювия	0.045	0.090—0.090	0.356	0.122—0.854	0.057	От неопределенных величин до 0.264	30

Из этой таблицы ясно, что воды первой группы являются типичными известковыми, слабо минерализованными и с полным преобладанием карбонатов над солями других кислот.

Лишь воды четвертой группы таблицы являются типичными для сланцев с достаточной минерализацией и заметным развитием всех трех кислот. Но и эти воды в Лименском районе все же показывают значительное содержание карбонатов двувалентных металлов и, повидимому, являются водами смешанного характера, образовавшимися, по крайней мере частично, проникновением в сланцевый делювий вод известкового массива.

Более характерны для сланцев некоторые источники Кикенеизского района, обследованные теми же авторами, например, источники Тузул-Хлар и Яман-Дере, анализы которых приводятся в табл. 9.

ТАБЛИЦА 9

№	Источник	SO ₄ ''	Cl'	HCO ₃ '	Жесткость в нем. градусах
		в граммах на литр			
61	Тузул-Хлар	0.9354	0.1347	0.1495	58.40
62	Яман-Дере	0.9490	0.4042	0.2928	33.15

Показателен также пример, приводимый теми же авторами (стр. 31), вод из известкового наноса и сланцево-песчаникового в Кучук-Койском оползне; первый является известковым, второй типичным для сланцев — сульфатным (табл. 10).

Т А Б Л И Ц А 10

№	Вода	Плотный остаток	SO ₄ ''	Cl'	HCO ₃ '	Жесткость в нем. градусах
63	Известкового наноса	0.1076	0.0084	0.0048	0.0966	4.7
64	Сланцево - песчаникового наноса	2.1888	1.249	0.0214	0.413	34.8

IV. Резко отличным по составу и, надо думать, по генезису, от всех этих вод поверхностного типа является единственный в своем роде газирую-

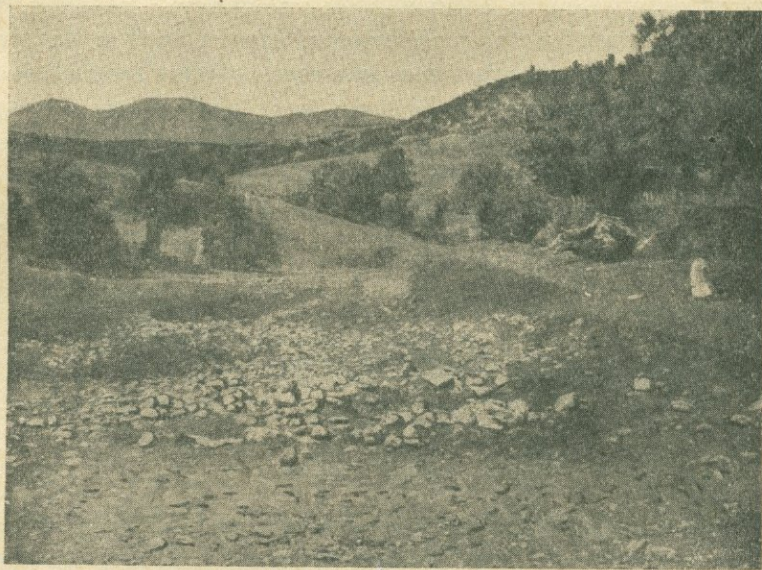


Рис. 24. Источник А д ж и - С у.

щий источник А д ж и - С у близ д. Коккоз. Своеобразие этого источника давно привлекало к нему внимание и он неоднократно подвергался обследованию, в последние годы — экспедициями Крымского научно-исследовательского института (1929) и Ленинградского Газового бюро (1931).¹

Источник расположен между первой и второй грядой таврических гор в небольшой боковой долине первой гряды, в области, сложенной

¹ Результаты исследований изложены в работах С. Попова (1930), А. Моисеева (1932) и А. Черепенникова (1932).

ТАБ

Анализ воды источника Аджи-Су (лаборатория

(В граммах

№	Год	Плотн. остаток	CO ₃ ''	CO ₂	Cl'	Br'	I'	SO ₄ ''
65	1930	4.1832	0.0157	0.0033	2.5874	не опр.	0.0018	нет

черными сланцами таврической формации. Долина занесена аллювием преимущественно из сланцевой щебенки, среди которой попадаются крупные глыбы яйлинского известняка. Общая картина долины и выходов источников дана на приложенной фотографии (рис. 24). Дислокационные явления в окружающей местности сильно развиты (разрез см. рис. 25). Воды и газы источника, повидимому, поднимаются по трещинам с большой глубины. По химическому характеру он по преимуществу соленый (NaCl), но со значительным содержанием хлористого кальция. Состав его газов: азот, углекислота, углеводород, сероводород и благородные газы, в том числе гелий; одно содержание гелия делает его глубоко интересным. С геохимической точки зрения вода источника принадлежит к типу нефтяных вод, в силу чего возможно наличие нефти или, по крайней мере, углеводородных газов в тех областях, откуда он поднимается. Соленость его указывает и на возможность существования в глубинах

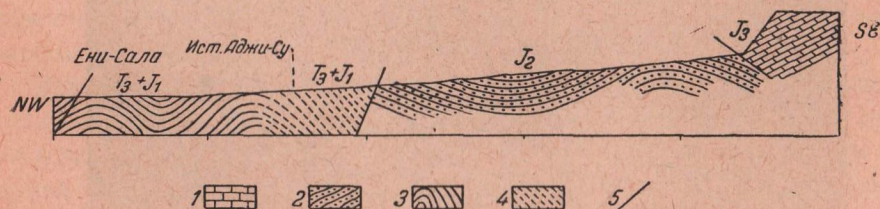


Рис. 25. Схематический разрез через район источника Аджи-Су (по Моисееву).

1 — Верхняя юра (J₃): известняки. 2 — Средняя юра (J₂): песчаники, сланцеватые глины. 3 — Нижняя юра и триас (T₃ + J₁): таврические сланцы. 4 — Сильно раздробленные таврические сланцы. 5 — Сброс.

соляных куполов. Породы этих глубин, вероятно, древнее таврических сланцев. Скважина большой глубины в области Аджи-Су могла бы дать чрезвычайно интересные результаты. Анализ воды см. табл. 11.

Источник состоит из двух грифонов; по близости имеется и обычный для Яйлинского массива пресный источник.

По наблюдениям экспедиции Крымского научно-исследовательского ин-та дебит обоих грифонов дал:

31 мая 1929 г. — 12 451.6 л в сутки.

28 марта 1930 г. — 12 612.7 л в сутки.

ЛИЦА 11

Крымск. научно-иссл. ин-та. Аналитик Е. Белевич)

на литр)

SiO ₂	H ₂ S	Na'	K'	Li'	NH ₄ '	Ca''	Mg''	Fe''	Al ₂ O ₃
0.0237	0.0106	0.8868	0.0482	0.000043	0.0036	0.5270	0.0039	нет	нет

Количество выделяемых газов по измерениям экспедиции Крымского научно-исследовательского ин-та:

в 1929 г. — 1528 л в сутки.

По измерениям экспедиции Ленинградского газового бюро:

в 1931 г до расчистки — 648 л в сутки } для обоих

» после » — 1228 » » » } грифонов

Радиоактивность — десятые доли единицы Махе. Анализ газов см. табл. 12.

ТАБЛИЦА 12

Анализ газов из источника Аджи-Су

Компоненты	Лаборатория Крым. научно-иссл. инст. Аналит. П. Данильченко и М. Равич		по Черепенникову
	№ 66—1930 г.	№ 67—1930 г.	№ 68—1932 г.
	1-я проба взята 10/IV 1929 г. в 8 ч. вечера	2-я проба взята 15/XI 1929 г. в 10 ч. утра	в % по объему
H ₂ S	следы	следы	0.1
CO ₂	следы	0.07	0.4
O ₂	1.82	следы	0.2
CH ₄	21.13	21.91	24.0
C ₂ H ₆	0.83	2.22	—
N ₂ + благород. газы	76.22	75.80	в том числе: азота — 75.3, тяжелых редких газов (Ar + Kr + Xe) — 0.30, легких редких газов (He + Ne) — большое содержание

Воды, связанные с известняками верхней юры

Юрские известняки, слагающие верхние части Яйлинского массива, являются сгустителями влаги в крупном масштабе; они питают огромное количество источников, часто многоводных; начало всех крупнейших рек

Крыма — Салгира, Карасу, Альмы, Качи, Бельбека, Черной — связано с этими массивами. Благодаря трещиноватости известняков и явлениям растворения, воды Яйлинского массива часто выходят на поверхность и ниже известняков, проникая в верхний слой среднеюрских или таврических сланцев и песчаников. Этим водам обязан своим существованием карстовый ландшафт Яйлы и широко известные крымские пещеры с их подземными реками, сталактитами, натекami и пр. По составу эти воды очень просты, они чисто известковые с полным преобладанием в их составе бикарбоната кальция; серной кислоты и хлора обыкновенно в них очень немного, — высокогорные источники показывают иногда лишь следы этих ионов.

Водоупорными горизонтами для верхнеюрских вод служат сланцы средней юры или таврической формации, горизонтом же, в котором они накапливаются, — большей частью конгломераты верхнеюрской толщи (например на Чатырдаге). Влияние сланцев иногда сказывается в некотором повышении содержания SO_4'' и Cl' .

Для характеристики вод карстовых пещер может служить анализ А. Лебединцева и Ю. Бондарева воды пещеры Суук-Хоба на Чатырдаге, в котором в 100 г сухого остатка показано 66.88% CaCO_3 и 4.71% MgCO_3 .

Воды нижнего мела

Дать общую характеристику этим водам труднее, главным образом, по недостатку необходимого для этого материала. Поэтому мы остановимся лишь на отдельных источниках и скважинах, более или менее характеризующих определенные районы.

По П. А. Двойченко в нижнемеловых отложениях водоносными являются горизонты нижние (готерив и валенжиен). Анализы их дают очень близкие результаты, указывая на смешанный характер вод с близкими количествами ионов SO_4'' , CO_3'' и Cl' .

Эту характеристику можно распространить на большинство вод нижнего мела. Для вод аптских и альбских глин следует указать на преобладание серной кислоты; в сильной степени она преобладает и в некоторых водах Карасубазарского района, например, минерального Катырша-Сарайского источника. По типу этот источник довольно близок к известному источнику Contrexeville во Франции; были попытки его бальнеологического использования.¹

Источник находится на пологом склоне второй гряды в первой продольной долине, в 15 км к востоку от Карасубазара, по Феодосийскому шоссе, недалеко от д. Бахчи-Эли. Местность сложена альбскими глинами, прикрытыми делювием. Он представляет два колодца, заложенные в верх-

¹ В последние годы источник был обследован экспедициями Крымского научно-исследовательского института (1929) и Крымским бюро краеведения (1930).

них горизонтах глин. К северу на глины налегают верхнемеловые мергеля, из делювия которых вытекает мощный источник пресной воды, генетически явно связанный с мергелями. Ниже приложена фотография общего вида источника (рис. 26).

По данным химических анализов источник является сульфатным; среди оснований в нем преобладает кальций, затем идут натрий, магний, количественно они не резко отличны. Источник может быть назван гипсово-глауберовым. В качестве поставщика и минеральной и питьевой

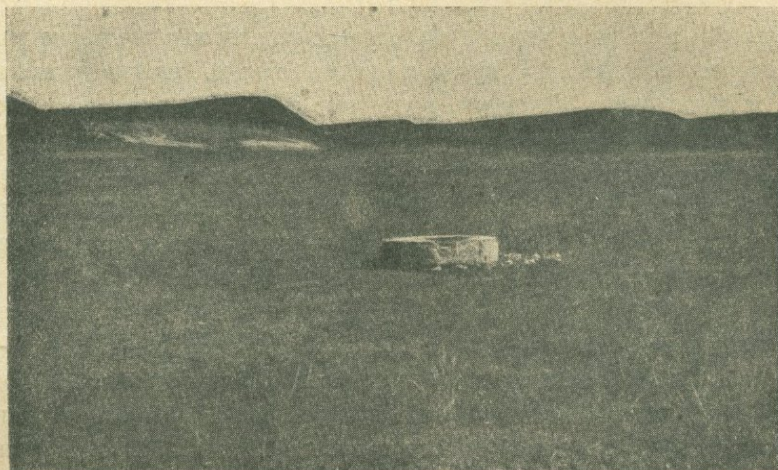


Рис. 26. Источники Катырша-Сарай.

воды был также широко использован источник, связанный с низами меловых отложений, лежащих на территории феодосийского карантина.¹

Обследование источника феодосийского карантина было произведено в 1934 г. по поручению Крымского бюро краеведения (табл. 13) и дало следующие результаты (анализ М. Дубровского, лаб. Крым. с.-х. ин-та):

ТАБЛИЦА 13

№	Плотный остаток	Ca ^{••}	Mg ^{••}	Na [•]	K [•]	Cl [']	SO ₄ ^{''}	HCO ₃ (всех бикарб.)	HCO ₃ (бикарб. Na)	CO ₃ ^{''}	NH ₄ [']	NO ₃ [']	NO ₂ [']	рН	Окисляемость
69	1.9760	0.1414	0.1593	0.2615	0.0427	0.5250	0.3774	0.6076	0.0120	0	0	0	сл.	7.2	0.0039

¹ Он был обнаружен и прекрасно устроен незадолго перед войной главным врачом карантин д-ром К. Белювским и обслуживал все нужды карантин; во время мировой и гражданской войны часть оборудования (цистерны, водокачка) была разрушена, но колодцы и галереи вполне сохранились.

В воде источника несколько преобладает над другими анион HCO_3' , но в общем весовые количества трех главных анионов близки друг к другу, т. е. источник принадлежит к тому же типу, что и источники Чекурчи и Красной горки.

Таким образом, судя по имеющимся данным, для нижнемеловых вод можно считать характерным наличие аниона серной кислоты, который или преобладает над другими, или, во всяком случае, стоит в числе первых.

Воды верхнего мела

Верхний мел не содержит пластовых вод, за исключением глауконитовых песчаников датского яруса во второй гряде. Однако не мало источников, и даже очень крупных, вытекают из трещин меловых мергелей. Таковы: источник Б у р у н - К а я близ д. Пычки в Бахчисарайском районе, обследованный Обручевым (1924) и Крымским бюро краеведения (1934); источник К о ш к а - Ч о к р а к близ Старого Крыма; пресный источник близ Катырша-Сарай и пр. Все они являются преимущественно и з в е с т к о в ы м и, но часто содержат и другие соли. Особо стоят верхне-меловые сероводородные Акмелесские источники. К верхнемеловым водам, повидимому, надо отнести и источник (скважина) П а ш а - Т е п е на склонах Лысой горы близ Феодосии. Подобно Катырша-Сарайскому, он давно привлекал внимание своей минерализацией и неоднократно вызывал попытки использовать его как лечебный. По К. К. Фохту источник

ТАБ

№	Год	Лаборатория	Название источника	Плотный остаток	K'	Na'	Li'	NH ₄	Ca''	Sr''	Mg''	Fe''
70	1932	Феодосийской поликли. Аналитик С. И. Ибянский	Паша-Тепе	4.5321	0.0089	1.4498	—	нет	0.0232	0.0015	0.0130	0.0015
71	1934	Крымского с.-х. института	Паша-Тепе	3.6440	0.0022	1.1710	0.0007	0.0046	0.0437	0.0006	0.0416	0.0007
72	1934	Аналитик Н. И. Дубровский	Акмелез	1.5420	0.0174	0.1735	0.0005	0	0.2246	—	0.0613	0.0002
73	1934		Бурун-Каля	0.4060	—	0.0259	—	0	0.0832	—	0.0193	—
74	1929	Крым НКЗ	Кошка-Чокрак	0.830	—	0.085	—	0	0.131	—	0.052	—
75	1929	Аналитик Н. И. Дубровский	Катырша-Сарай (пресный источник)	0.385	—	0.025	—	0	0.088	—	0.015	—

приурочен к сбросовой трещине и питается водами верхнемеловых рухляков. Возможно, что в питании его принимают участие и отложения нижнего мела.

Аналитические данные указывают на наличие в нем сероводорода (небольшое); в остальном вода является солено-щелочной с некоторым содержанием серной кислоты и достаточной минерализацией.

Вода Паша-Тепе имеет одну особенность, которая заметно отличает ее от обычных вод, связанных с известняками: она содержит большие количества натровых солей и анионов хлора. Можно констатировать содержание в ней и солей стронция, что не является неожиданностью, так как стронциевые минералы (целестин) известны в породах Лысой горы. Но они известны в районе Феодосии также и в нижнемеловых и титонских отложениях, так что содержание стронция генезис этих вод более точно не выясняет.

Приводим таблицу анализов источников, связанных с верхним мелом: (табл. 14).

Цифровые данные в анализах всех этих источников показывают значительные колебания, что и естественно, так как воды многих — не пластовые и по составу стоят в прямой зависимости от местных условий. В общем характер верхнемеловых вод известковый; более типичны для верхнего мела источники Бурун-Каля, Чокрак и Катырша-Сарай, тогда как Паша-Тепе и Акмелез ближе к нижнемеловым.

ЛИЦА 14

Al ⁺⁺⁺	Cl'	Br'	SO ₄ ''	HPO ₄ ''	CO ₃ ''	HCO ₃ '	H ₂ SiO ₃	CO ₂ ' (своб.)	H ₂ S	NO ₂ '	NO ₃ '	pH
н а л и т р												
—	1.0680	—	0.441	0.0057	—	0.9509	0.0175	0.0108	0.0168	—	нет	—
0.0001	0.7350	0.0054	1.2953	—	0.0192	0.5246	SiO ₂ 0.0072	—	—	0	0	7.0
0.0001	0.2275	0.0040	0.5686	—	0	0.3660	SiO ₂ 0.0132	—	0.0344	0	0	7.0
—	0.0350	—	0.0404	—	0	0.3074	—	0.0502	—	0	0	7.0
—	0.0086	—	0.176	—	—	0.192	—	—	—	0	0.089	—
—	0.026	—	0.057	—	—	0.127	—	—	—	—	0.035	—

Третичные воды

В нижнетретичных отложениях П. А. Двойченко указывает водоносные горизонты: 1) в палеоценовых мергелях и 2) в нижнеэоценовых глинистых мергелях. Нуммулитовые известняки пластовых вод не имеют, но по трещинам мелких меридиональных сбросов выходит много родников. Бартонские мергеля большей частью также безводны, между тем в первой продольной долине из них воду получают. Олигоценые глины дают только грунтовую воду. Химические данные о них скудны.

В верхнетретичных отложениях гидрогеологическими работами установлено существование трех водных горизонтов: первый соответствует понтическому и меотическому ярусам, второй — верхнему сармату, третий — средиземноморскому ярусу. В степных районах вода держится, главным образом, в верхнефоладовом и серпушевском горизонтах, тогда как в третьей гряде водоносным является спаниодонтеллевый горизонт. Аналитические данные по скважинам Евпатории (более 40 скважин) показывают очень однородный состав воды: количества твердого остатка колеблются в пределах 0.600—0.850 г на литр; очень близки также количества отдельных его компонентов. В качестве примера приводим два анализа вод, произведенные в лаборатории Крымского Наркомзема (табл. 15).

ТАБЛИЦА 15

№	Год	Название	Плотн. остат.	Ca ^{..}	Mg ^{..}	Na [.]	Cl [']	SO ₄ ^{..}	CO ₃ ^{..}	NH ₄ [']	NO ₂ [']	NO ₃ [']
				в граммах на литр								
76	1927	Срв. № 102	0.637	0.047	0.035	0.138	0.228	0.040	0.119	0	0	0
77	1929	» » 412	0.544	0.050	0.033	0.101	0.173	0.036	0.119	0	0	0

Воды содержат много хлора и угольной кислоты; из оснований сильно преобладает натрий, так что воды эти могут быть охарактеризованы как солено-щелочные.

Та же характеристика может быть в общем распространена на воды третьего горизонта и других районов Крыма, хотя здесь имеют место значительные отклонения. Н. Дубровский делит воды этого горизонта на пять групп, приводя для каждой из них типичный источник.

Они помещены в табл. 16 (анализы произведены в лаборатории Крымского Наркомзема).

ТАБЛИЦА 16

№	Год	Название источника	Плотный остаток	Ca ^{''}	Mg ^{''}	Na [']	Cl [']	SO ₄ ^{''}	CO ₃ ^{''}	NH ₄ [']	NO ₂ [']	NO ₃ [']
				в граммах на литр								
78	1925	Джанкой-ский р. Алач	2.237	0.014	0.008	0.846	1.030	0.019	0.269	0.00401	0	0
79	1926	Байгончик .	1.364	0.024	0.017	0.465	0.501	0.113	0.195	0.00415	0	0
80	1925	Биюк-Найман	2.220	0.071	0.091	0.639	1.210	0.020	0.138	0.00317	0	0
81	1927	Евпатория Евпаторийск. скваж. № 82	0.630	0.042	0.035	0.138	0.200	0.063	0.128	0	0	0
82	1925	Евпатор. р. Хутор Верба	0.667	0.056	0.046	0.124	0.135	0.093	0.189	0	0	0

Как видно из данных этих анализов, для всех источников сохраняется общий характер вод солено-содовых; однако, резко можно отделить две первые группы от трех последних, в которых большую роль играют двувалентные металлы.

Во многих водах этого горизонта наблюдается присутствие сероводорода. Особенно отличаются содержанием его источники на Керченском полуострове, где наиболее водоносными являются нижние горизонты средиземноморского яруса (чокракский известняк). Именно с этим горизонтом связаны богатейшие сероводородные воды полуострова (Попов и Белевич, 1932). Всех их насчитывается 13, исключая артезианские скважины. Наиболее богатые сосредоточены в северо-восточном углу полуострова, где они образуют группы: Чокракскую, около озера того же имени; Караларскую, к западу от первой, и меньшую — Булганакскую, в районе селения Булганак (см. карту № 4). Чрезвычайно высокое содержание сероводорода ставит эти источники в ряд богатейших мировых сероводородных. Они обычно выходят по линии соприкосновения чокракского известняка с подстилающими его битуминозными майкопскими глинами. Возможны поэтому два предположения: или что источниками сероводорода являлись сами известняки, или что он образовался за счет органических веществ подстилающих глин; в последнем случае, проникая в трещиноватые слои известняка, он насыщал циркулирующие в нем воды. Более вероятно второе предположение по следующим соображениям: 1) не все воды, связанные с чокракским известняком, сероводородны; этой чертой обладают преимущественно источники, приуроченные к глубоким частям мульд, остальные являются пресными; 2) испытания осадка источников Караларской группы показывают чрезвычайно большую его окисляемость

и сильное почернение в начале прокаливания, т. е. высокое содержание органических веществ, каковыми весьма богаты и майкопские глины. К тому же и содержание H_2S в карбонатных породах обычно невелико¹ и едва ли могло насытить воды в такой мере, как это наблюдается в Чокракских и Караларских источниках.

Обычная концепция происхождения сероводородных вод — восстановление сульфатов действием органических веществ при участии микроорганизмов. Отсюда, например, для вод, сопровождающих нефть, обычна бедность их серной кислотой, вполне или отчасти восстановленной. Майкопские глины, богатые, помимо органических веществ, гипсом и серным колчеданом, содержащие местами признаки нефти (Архангельский и др., 1930), и являются, может быть, той породой, с которой связан генезис углеводородных газов и нефти Керченского района. Вполне естественно, что они не только могут быть, но и действительно являются источниками сероводорода.

Сероводородных источников, связанных с другим горизонтом, сарматским ярусом, в Крыму гораздо меньше (Попов и Белевич, 1932).

Специально Чокракская группа состоит из нескольких источников, расположенных у самых берегов Чокракского озера, в том месте, где к озеру с востока подходит широкий холмистый гребень чокракского известняка, но, не дойдя до самого берега, обрывается в озеро почти отвесными пластами, с небольшим падением в сторону озера.

Наиболее крупная группа источников находится в 550 м к северо-западу от грязелечебницы (см. карту № 5). В этом месте пласты известняка стоят вертикально; из-под нагроможденных скал его выходит источник, обозначенный на карте как «Верхний»; он образует небольшой водоем, площадью в 0.75 м^2 и в 1 м глубиной. Метрах в десяти от Верхнего, уже на самом берегу озера, находится еще один источник, известный под названием «Нижнего». Сам родник помещается в восточной стороне воронкообразного углубления, на глубине 0.5 м. Нижний источник сильно минерализован: 28 г сухого остатка на литр, в то время как Верхний содержит только около 6 г. Возможно, что такая разница обуславливается разбавлением вод Верхнего источника водами поверхностными.

В сев.-сев.-западном направлении от источника Нижнего тянется целая полоса выходов очень маленьких сероводородных родников, скорее просто влажных мест, из которых еле сочится вода. Даже летом весь берег здесь представляет собой сплошную топь. Отдельные выходы источников обычно становятся заметными, лишь когда начинают газировать. В расстоянии 40 м от Нижнего источника берег, несколько уклоняясь в восточном направлении, образует очень широкий и открытый заливчик, а полоса сероводородных выходов продолжается и в озере. Ближайшие источники, доступные опробованию, дают реакцию на сероводород. Благодаря газирован-

¹ В. В е р н а д с к и й. О сероводороде в известняках и доломитах. Изв. Ак. Наук, 1917.



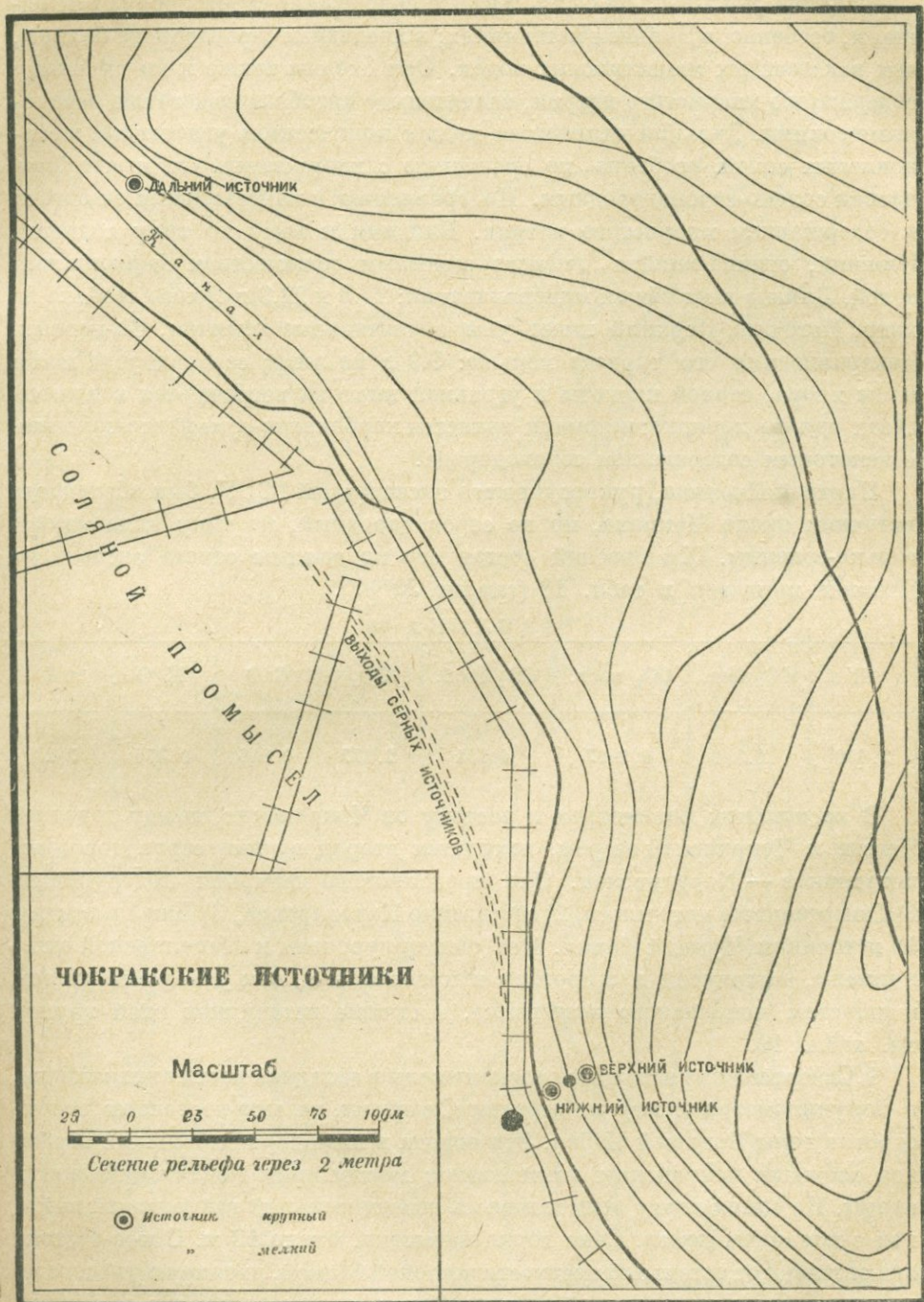
Карта № 4. Источники, выходящие из Чокракского и Сарматского известняков (на карте кружками обозначены источники, выходящие из Чокракского, крестиками — из Сарматского известняков).

ности они хорошо заметны даже и в озере: пузырьки газа, поднимаясь со дна, захватывают грязь и выносят ее на поверхность, а так как поверхность озера окрашена населяющими его организмами в розовый цвет, то пятна выходов очень хорошо видны. Полоса их (на карте № 5 она нанесена пунктиром) тянется черной дорожкой ко второму обнажению, где находится самый богатый источник «Дальний». Он выходит из рыхлых пластов чокракского известняка на самом берегу озера, почти на уровне воды, вытекает через узкое отверстие и образует небольшой водоем площадью в 0.25 м². Общий дебит всех перечисленных источников гораздо больше указанного в таблице, так как очень многие мелкие не дают ясного стока воды и не поддаются поэтому количественному учету.

В самой грязелечебнице есть артезиан, тоже с небольшим содержанием сероводорода; вода в нем пресная; дебит его большой. Большим преимуществом Чокракской группы служит то, что все источники очень близки один от другого и могут быть соединены трубами. В нижеприведенной табл. 17 сведены данные анализов (в граммах на литр), произведенных в минералогической лаборатории Крымского научно-исследовательского института (аналитики: А. Зайцева, А. Канцемалова и Н. Абрамович, 1930), и указания дебита.

ТАБЛИЦА 17

Компоненты	№ 83	№ 84	№ 85	№ 86
	Верхний Чокрак	Нижний Чокрак	Дальний	Артезиан
Плотный остаток.	5.9396	22.9755	27.8749	1.2942
H ₂ S	0.0530	0.1600	0.2750	0.0101
HCO ₃ '	0.9840	4.8301	0.5590	0.3080
SO ₄ "	1.3770	2.4338	0.0987	0.4204
SiO ₂	0.0368	0.0640	0.0256	0.0902
Cl'	1.6859	11.3838	16.7191	0.2566
Br'	0.0010	0.0060	0.0050	нет
J'	н е о п р е д е л я л с я			
Fe ₂ O ₃	0.0024	0.0048	0.0040	0.0012
Al ₂ O ₃		0.0048	0.0040	0.0012
Ca ^{..}	0.1929	0.3967	0.2459	0.0182
Mg ^{..}	0.1064	0.3887	0.1052	0.0271
Na [.]	1.4435	7.1730	9.7496	0.1346
K [.]	0.0407	0.1103	0.0858	0.0274
pH	6.9	6.7	6.7	6.9
Дебит в сутки в литрах	22 233.6	18 526.1	6 670.08	—



Карта № 5.
Схематический план расположения сероводородных источников.

Таблица указывает на очень высокое содержание сероводорода в Нижнем и, особенно, в Дальнем источниках; в последнем сероводорода больше, чем в известных мацестинских водах. Они сходны также и по высокому содержанию хлористого натрия, значительно преобладающего над остальными солями. Дальний отличается малым количеством углекислых и сернокислых солей, особенно по сравнению с хлористыми. Он может быть назван сслено-сероводородным. По сравнению с мацестинским он богаче и содержанием хлористого натрия. Близким к нему по типу является Нижний, отличающийся от него заметным количеством сернокислых солей. Близка и их общая минерализация: 27.8 и 22.9 г сухого остатка на литр. Источник Верхний имеет уже значительные отличия. Во-первых, минерализация его гораздо меньше: 5.9 г на литр; сероводорода мало; ионы хлора, серной кислоты и угольной кислоты встречаются в количествах одного порядка; источник является карбонатно-сульфатно-соленым, с некоторым содержанием сероводорода.

Партией Пчелина, руководившего экспедицией ГГРУ, был обследован источник около Чокрака, но не сероводородный, по типу являющийся горько-соленым. Химический состав его по данным отчета экспедиции Пчелина приведен в табл. 18 (анализ № 87).

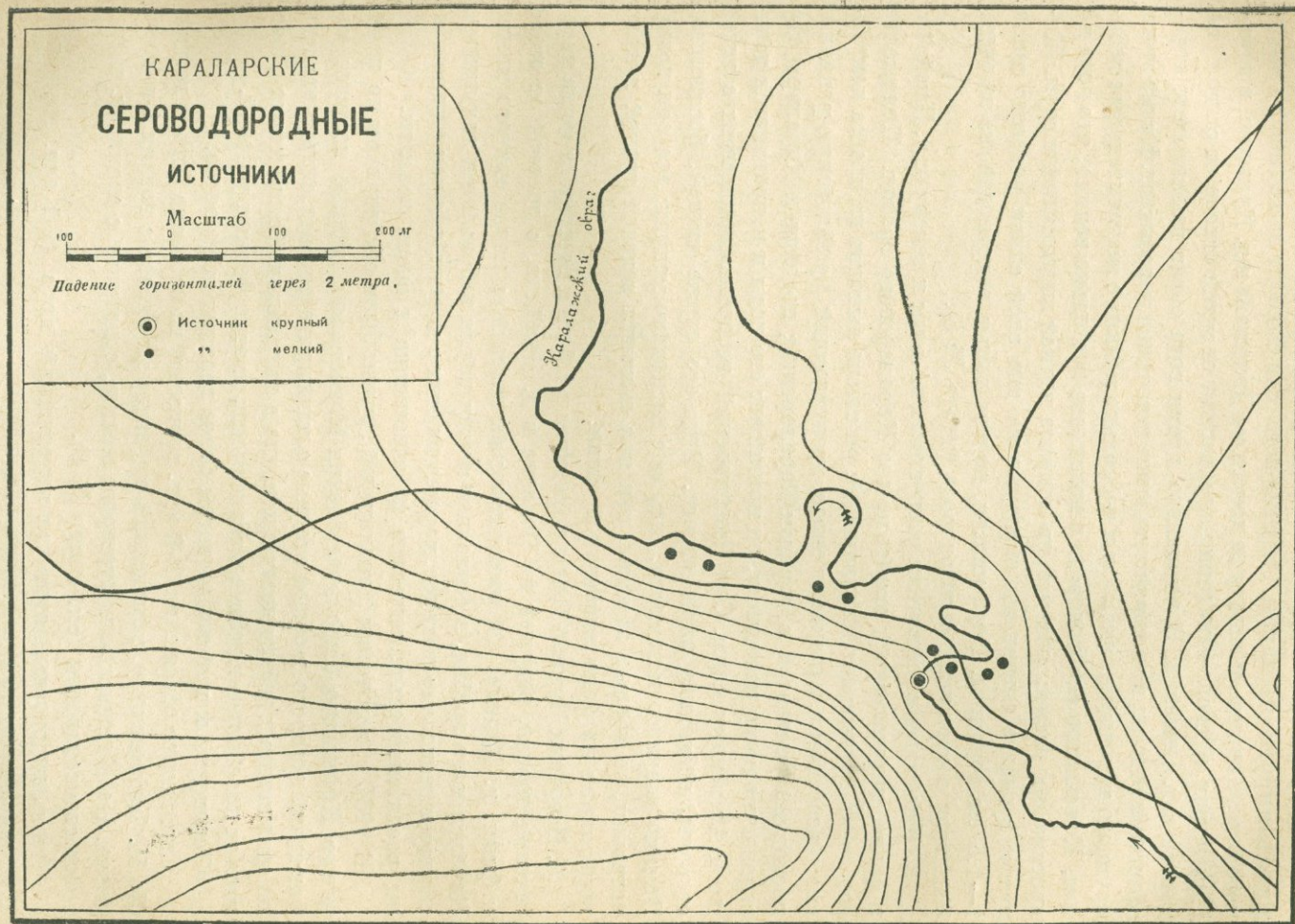
ТАБЛИЦА 18

Cl'	CO ₂ общ.	CO ₂ пост.	CO ₂ своб.	SO ₃	CaO	MgO	pH
2.450	1.599	0.2497	1.101	2.377	0.946	0.375	7.2

В нескольких километрах к востоку от Чокракских, между деревней Чегене и Чокракским озером, находится вторая группа сероводородных источников — Караларская. Она представлена четырьмя подгруппами: 1) Сююрташские источники, 2) собственно Караларские, 3) Джейлавские и 4) источники Чумной балки. Все они приурочены к Караларской антиклинали, вытянутой в широтном направлении и, как уже упоминалось, к пластам чокракского известняка. Анализы источников этой группы см. табл. 19.

1. Сююрташские источники расположены в западной части антиклинали, в полукилометре к югу от деревни Сююрташ, на юго-восточном склоне отрогов горы Большой Чабан. Эти отроги в виде двух небольших вершинок сложены чокракским известняком; между ними зажаты майкопские глины. На самом верху этих глин есть незначительный газифицирующий выход вод с пленками нефти. Сама горка невысока, около 13 м. С юго-востока она отделена от остальной местности широкой балкой, дренирующей северо-западную часть караларской мульды. И тут, на юго-восточном ее склоне, вытекают сероводородные источники. Всех их насчитывают восемь.

2. Караларские источники находятся в балке, пересекающей северное крыло Караларского гребня, в 1 км на север от бывш. д. Каралар. Здесь



Карта № 6.

проходит овраг, дренирующий западную часть мульды и образующий довольно крутые извилины. Главный источник выходит из-под левого высокого берега оврага, к западу от дороги из Джейлава в д. Культепе, в двухстах метрах, в северо-западном направлении от места отхода от этого пути дороги в д. Бешевли. В дождливое время года овраг наполняется атмосферными водами, но в конце лета выше источника пересыхает. Кроме этого крупного источника, имеются и несколько мелких с незначительным дебитом. Количество сероводорода в источнике настолько велико, что вода на протяжении нескольких метров покрыта коркой выделившейся серы. Живущие в овраге организмы образуют на дне слой слизи розового цвета 1—1.5 см толщины. Вода чистая, но для питья непригодна из-за очень большого содержания сероводорода (карта № 6).

3. Джейлавский источник расположен в 1.5 км к северу от д. Джейлав, в балке, пересекающей южное крыло Караларского гребня. Положение его очень напоминает Караларский; он также выходит из пласта чокракского известняка и стекает в овраг, дренирующий Джейлавскую равнину; последний сливается с оврагом Караларским; подойдя к Караларскому сероводородному источнику, он принимает его воды и направляется дальше к Азовскому морю. Сам Джейлавский источник помещается с левой стороны, несколько выше оврага. Вода его также чистая, бесцветная. Помимо главного источника, есть еще несколько мелких; все они незначительны, но хорошо заметны, так как покрыты зеленой травой и ярко выделяются на фоне выжженной степи.

4. Источник Чумной балки находится в 1.5 км к востоку от места пересечения дороги, ведущей из Чокрака в д. Джейлав, с дорогой от озера к бывш. д. Карама. Он расположен на восточном конце южного крыла Караларского гребня, в седловине между двумя небольшими холмиками; образует несколько выходов, хорошо видных с дороги, так как они покрыты растительностью; вытекает из известняка и очень невелик.

В 1934 г. источники Караларской группы были обследованы по поручению Крымского бюро краеведения Молчановым, данные полевых наблюдений которого, в общем сходные с вышеприведенными, сильно отличаются по отношению к дебиту источников, что в значительной мере может объясняться колебаниями дебита в зависимости от атмосферных условий.

Переходим к пластовым водам более верхних горизонтов.

Сарматские отложения (2-й арт. горизонт) не особенно богаты водами. По Н. Дубровскому, химический характер их сходен с водами 1-го горизонта. На Керченском полуострове многие, связанные с сарматом, источники сероводородны (см. карту № 6).

Очень водоносным является понтический ярус (1-й арт. горизонт), благодаря ноздреватости своих ракушечных известняков.

По данным анализов Н. Дубровского в источниках этих преобладает в качестве аниона хлор, затем идет $\text{CO}_3^{''}$, но и серная кислота представлена в достаточном количестве, заметно большем, чем в 3-м горизонте. Среди

ТАБЛИЦА 19
Анализы источников Караларской группы

Компоненты	Лаб. Кр. с.-х. института. Аналитик М. Дубровский, 1934 г.		Лаб. Крым. научно- иссл. ин-та. Анал. А. Канцемалова, 1932 г.
	№ 88	№ 89	№ 90
	Джейлав	Каралар	Сююрташ
в г р а м м а х н а л и т р			
Сух. остаток	12.2880	11.9160	—
Жестк. в нем. град.	200.3	109.0	—
Ca ⁺⁺	1.2646	0.2766	0.1214
Mg ⁺⁺	0.0998	0.3010	0.0737
Na ⁺	2.7950	3.4240	6.3569
K ⁺	0.0457	0.0466	0.0479
Cl ⁻	4.3400	4.1300	4.9786
SO ₄ ^{''}	2.7670	2.4061	1.4917
HCO ₃ ['] (всех бикарб.)	0.9906	1.5226	0.1852
HCO ₃ ['] (бикарб. Na)	0.0336	0.0360	—
CO ₃ ^{''}	0	0	—
NH ₄ [']	0.0371	0.0519	—
NO ₂ [']	0	0	—
SiO ₂	0.0327	0.0368	0.0348
Fe ^{''}	0.0004	0.0005	0.0011
Al ^{'''}	0.0002	0.0002	—
H ₂ S	0.2173	0.3820	0.2010
Окисляемость по O	0.0845	0.1152	—
pH ¹	6.9	6.9	—

оснований нет резкого преобладания натрия: все три катиона (Ca, Mg и Na) встречаются в близких количествах.

Карбонаты двувалентных металлов преобладают над содой. Впрочем, местами встречаются и источники с преобладанием последней: таковые приурочены к восточной части Феодосийского района, прилегающей к Южному Сивашу.

Воды этих источников более близки к типу вод 3-го горизонта; в них преобладают сода и хлористый натрий и мало серной кислоты и двувалентных оснований; однако уже источник Джан-тора уклоняется в сторону общего характера вод этого горизонта. Н. Дубровский сближает эти воды с нефтяными, указывая на присутствие в некоторых из них пленок нефти и газов (Белый Кош).

¹ pH по опред. эксп. Крымск. научно-исслед. ин-та в 1930 г.

В среднем и верхнем плиоцене водоносными служат содержащие галечник буро-красные суглинки юго-западного района (Двойченко, 1922, 1927), также некоторые горизонты района Симферополя и Старого Крыма. В последнем районе имеются мощные источники в постплиоценовых конгломератах, которые, однако, в большей степени питаются карстовыми водами горы Агармаш (верхняя юра).

Воды, связанные с грязевыми сопками, образуют совершенно особую группу и будут рассмотрены в главе V.

Грунтовые воды

Имея в виду, главным образом, характеристику вод по геологическим горизонтам, мы в предыдущем изложении не отделяли строго грунтовые воды от пластовых, и некоторые из описанных источников несомненно имеют характер грунтовых вод, как, например, большая часть вод таврических сланцев, некоторые воды нижнемеловых глин (Катырша-Сарай и т. д.). Вместе с тем точных указаний на геологические отложения, с которыми связаны грунтовые воды и относительно которых имеются аналитические данные, почти нет; здесь приходится руководствоваться лишь общей геологической картой.

Н. И. Дубровский составил таблицу среднего состава грунтовых вод Крыма по географическим районам без указания связи с теми или иными отложениями. Приводим эту таблицу (табл. 20).

ТАБЛИЦА 20

Средний состав грунтовых вод Крыма по Н. Дубровскому (в процентах мг-эквивалентов)

Район	Число анализов	Ca ^{..}	Mg ^{..}	Na [.]	Cl [']	SO ₄ ^{''}	HCO ₃ [']	NO ₃ [']
Джанкойский	95	15.8	13.9	20.2	25.5	12.1	11.5	1.1
Евпаторийский	402	14.5	16.4	19.1	26.8	9.8	11.5	1.7
Керченский	198	13.2	14.6	22.1	22.3	16.3	10.2	1.2
Феодосийский	250	25.4	10.9	13.7	16.3	12.7	17.9	3.3
Карасубазарский	201	31.7	8.7	9.7	8.2	10.2	28.2	3.3
Симферопольский	132	27.8	9.2	13.0	13.2	11.8	22.5	2.4
Ялтинский	245	27.9	12.4	9.6	4.6	15.2	29.6	0.4
Севастопольский	164	32.0	7.2	10.9	11.7	4.2	33.2	0.9

Из обзора таблицы можно вывести следующие заключения:

1. Грунтовые воды Джанкойского, Евпаторийского и Керченского районов близки друг к другу и характеризуются преобладанием ионов хлора и натрия; количества других ионов выражаются близкими цифрами.

ТАБЛИЦА 21

Геологические горизонты	Типы вод
1. Сланцы и песчаники таврической формации и средней юры	I. Сульфатные воды: а) с преобладанием $CaSO_4$ б) с преобладанием Na_2SO_4 в) смешанные: ионы Na^+ , Ca^{++} и Mg^{++} в близких количествах II. Карбонатные с преобладанием $NaHCO_3$ III. Смешанные сульфатно-карбонатные IV. Сернисто-соленые ($NaCl$, H_2S). Источники Аджигуль
2. Верхняя юра	Известковые воды
3. Нижний мел	Преобладает или имеет значительное развитие ион SO_4^{--} а) смешанные воды (SO_4^{--} , HCO_3' , Cl') б) сульфатные воды ($CaSO_4$, далее Na_2SO_4)
4. Верхний мел	I. Известковые воды II. Смешанные воды (Cl' , SO_4^{--} , HCO_3') с преобладанием катиона Na^+ и часто с содержанием H_2S
5. Третичные отложения: А. Третий водоносный горизонт (средиземн. ярус)	I. Солено-щелочные (Cl' , HCO_3' , Na^+) а) с сильным преобладанием катиона Na^+ б) на ряду с Na^+ достаточно развиты катионы Ca^{++} и Mg^{++} II. Сероводородные воды Керчен. района (сернисто-соленые — H_2S , $NaCl$)
В. Второй водоносный горизонт (сармат)	I. Смешанные, с преобладанием Cl' , далее HCO_3' , в Керченском районе часто с содержанием H_2S
С. Первый водоносный горизонт (понтический ярус)	I. Воды смешанного характера с преобладанием Cl' , но и с достаточным развитием других анионов; катионы Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} приблизительно в одинаковом* развитии II. Содовые источники восточной части Феодосийского района

В геологическом отношении поверхностные слои здесь выражены преимущественно самыми верхними третичными, послетретичными и современными глинами; этой молодостью пород и объясняется высокое содержание хлористого натрия. В этот район входят присивашские глины и области развития соленых озер.

2. Противоположным характером обладают воды районов Севастополя и Карасубазара; в них преобладают ионы кальция и уголекислоты, т. е. воды носят преимущественно известковый характер, что и соответствует широкому распространению здесь карбонатных пород: юрских, меловых, нуммулитовых и сарматских.

3. В Ялтинском районе количество иона HCO_3' , оставаясь преобладающим, по сравнению с Севастопольским, несколько понижается, и соответственно возрастает содержание иона SO_4'' ; в этом сказывается распространение как поверхностной породы, на ряду с яйлинскими известняками, так и таврических сланцев, дающих сульфатные воды. Среди катионов преобладание остается за двувалентными ионами. Очень характерно уменьшение до минимума иона хлора.

4. Что касается вод Феодосийского района, то они показывают приблизительно одинаковые количества всех главных ионов с некоторым лишь преобладанием иона Ca'' . Здесь сказывается искусственность географического характера самого района, в состав поверхности которого входят как яйлинские известняки, так и присивашские глины.

В заключение даем обзорную таблицу характеристики вод по геологическим горизонтам (табл. 21).

Р е к и. Больших рек в Крыму нет; крупнейшие из них, например, Салгир, в своих нижних частях в сухое время года пересыхают, не доходя до моря. Верховья их, находящиеся в пределах горного района и не пересыхающие, по составу вод несут все черты своего происхождения из известняков Яйлинского массива, что ясно видно из табл. 22 (анализы лаборатории Крымского Наркомзема).

ТАБЛИЦА 22

№	Год	Река	Плотный остаток	Ca''	Mg''	$\text{Na} \cdot$	Cl'	SO_4''	CO_3''	NH_4'	NO_2'	NO_3'
91	1930	Демерджи	0.432	0.105	0.016	0.029	0.012	0.035	0.198	0	0	0.014
92	1925	Черная	0.267	0.077	0.006	0.012	0.019	0.013	0.120	0	0	сл.
93	1926	Биюк-Карасу	0.441	0.091	0.016	0.037	0.038	0.084	0.144	сл.	0	0.015

О з е р а. Пресные озера Крыма незначительны и носят либо временный характер, так как высыхают летом, либо поддерживаются плотинами и

другими искусственными сооружениями. Наоборот, число соленых озер очень велико, и они играют огромную роль в геохимии и минералогии края; большей частью являются самосадочными, выделяя, главным образом, хлористый натрий в твердом виде. Имея в виду эти генетические соотношения, мы рассмотрение соленых озер переносим в главу о галоидных соединениях.

2. Лед H_2O (твердая фаза)

Здесь будет упомянуто только о тех накоплениях льда, существование которых более продолжительно, чем зимний период одного года. Таковыми являются ледяные массы пещер и колодцев яйлинского карста. Сравнительно небольшие по глубине колодцы, в которых накопления льда и снега

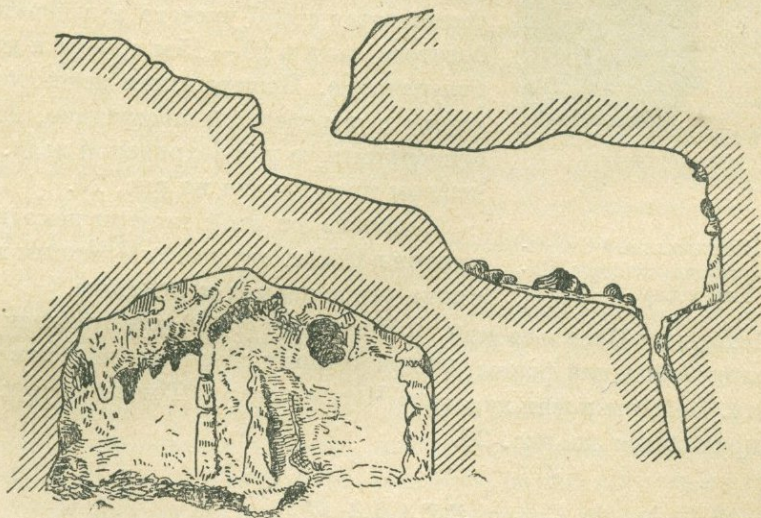


Рис. 27. Пещера Большой Бузлук.

сохраняются и летом, рассеяны почти по всей Яйле, начиная от Ай-Петринской и кончая Караби-Яйлой; крупные же ледяные пещеры сосредоточены исключительно на последней. Теория ледяных пещер в настоящее время разработана довольно тщательно, сводка литературы вопроса приведена у Крубера (1915); у него же имеется и наиболее подробное описание яйлинских ледяных пещер. В общих чертах сохранение льда обуславливается накоплением в зимнее время холодных масс воздуха в пещерах, имеющих мешкообразный характер. Существование ледяных масс в течение теплого периода года обуславливается затруднением вертикальной циркуляции воздуха летом и весьма медленным прогреванием сильно охлажденного вмещающего массива. В пещерах с двумя выходами условия менее благоприятны; однако, благодаря сильной тяге длительное прохождение холодных масс воздуха при достаточной протяженности пещеры все же имеет

следствием охлаждения вмещающих пород, необходимое для сохранения льда.

Крупнейшей и наиболее известной ледяной пещерой Крыма является



Карстовый известняк
Масштаб

10 м 0 10 м

Рис. 28. Вертикальный схематический разрез пещеры Чагыр-хосар.

На Чатырдаге Васильевским и Желтовым (1932) указываются две пещеры колодецеобразной формы, на дне которых снег сохраняется в течение всего лета. Пещеры носят название Чагыр-хосар и Топсюс-хосар; разрез первой приводится на рис. 28.

Большой Бузлук на Караби-Яйле, описанный Клепининым (1912) и Крубером. Общее протяжение пещеры около 80 м; дно ее покрыто снегом и льдом, количество которого в холодные и теплые годы очень меняется; на стенах и кровле пещеры образуются ледяные сталактиты, натечи и занавеси; сталактиты достаточной величины — до 2 м; в центральной нише пещеры из круглого отверстия в известняке свешивается столб чистого зеленовато-голубоватого льда в 10—15 м длины и до 2 м в поперечнике. Пещера имеет мешкообразную форму с перетяжкой посередине, наиболее благоприятную для сохранения льда. Разрез пещеры представлен на рис. 27.

Недалеко от этой пещеры находится открытая в 1929 г. студентом Маминым пещера, также относящаяся к ледяным.

ГЛАВА II

ОКИСЛЫ И ГИДРАТЫ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Группа 2. Окислы типа RO и их гидраты

С достоверностью вещества этой группы в Крыму не констатированы. В виду значительного развития в нем магнезиальных силикатов поверхностного происхождения возможно ожидать при тщательном изучении их месторождений нахождения немалитов; однако, пока прямых указаний в этом отношении не имеется.

Группа 3. Окислы типа R_2O_3 и их гидраты

а) Окислы алюминия

Присутствие безводного окисла алюминия (корунда) нигде в Крыму не констатировано. Неизвестны также гидраты алюминия в чистом виде. Однако последние образуют несомненную составную часть в образованиях типа красноземов, в Крыму значительно распространенных.

К р а с н о з е м ы

Крымские красноземы можно разделить на две группы: а) красноземы, связанные с верхнетретичными отложениями, и б) продукты выветривания яйлинских известняков. Первые представлены красными и краснобурыми глинами, которые, по данным Фохта (1887), Двойченко (1926) и Клепинина (1936) обнаруживаются скважинами на большей части площади степного Крыма и даже южной Украины. Фауна млекопитающих,¹ обнаруженная в них, выяснила их материковое происхождение; позднее П. Двойченко отнес их к киммерийскому ярусу. В юго-западном Крыму (побережье Севастополь — Евпатория и долины рек) эти отложения были изучены Б. Федоровичем, по данным которого они выражены здесь свитой глин, мергелистых суглинков, конгломератов и красноземов, среди которых обнаружены и прослойки известняков морского происхождения. Красноземы этой свиты непосредственно связаны с мергелистыми суглинками: «Толща таких суглинков или суглинистых мергелей, достигающих 10—15 м, часто кверху постепенно переходит в красноземные почвы... Красноземы эти являются плотными, с трудом растирающимися в руке породами, интенсивно окрашенными в темнокирпичный красный цвет. Так же, как и суглинки, красноземы разбиты на вертикальные отдельности, хотя иногда являются комковатыми. По трещинам часто бывают налеты гипса и почти всегда черные натёки окислов марганца... Чаше краснозем залегает слоем мощностью от 1 до 2 м, имеющим большое протяжение; но иногда образует и линзообразные залежи и в таком случае нередко залегает среди мергелистых суглинков» (Федорович, 1928). Химически и минералогически эти красноземы были изучены В. Гриневым (1928). По описанию последнего главная масса краснозема под микроскопом состоит из буро-красного глинистого вещества, не действующего на поляризованный свет; мелких песчинок кварца (меньше 0.01 мм диам.), более крупных его обломков, осколков или мелких сростков кальцита, черных точечных включений окислов марганца и обломков мергеля. На темном фоне породы резко выделяются миндалевидные включения углекислых солей; встречается также гипс. Анализ, произведенный В. Гриневым (1927), дал следующие результаты (табл. 23).

ТАБЛИЦА 23

№	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Раств. SiO_2	MnO_2	Нераств. остаток	Потеря при прокал.	Сумма
94	12.09	4.68	1.14	2.96	0.25	12.82	59.49	7.08	100.51%

¹ N. S o k o l o w. Notice sur Mastodon arvensis et Hipparion gracile de formation tertiaire de la Crimée. Тр. СПб. общ. ест. 1881—82, XVIII; M. P a v l o w. Etudes sur l'histoire paléont. des ongules. IV. Hipparion dans la Russie. Мém. Soc. Nat. Moscou, 1890.

Отсутствие описания условий анализа оставляет открытым вопрос, насколько показанное количество Al_2O_3 действительно соответствует свободному гидрату; часть алюминия могла быть извлечена из силикатов нерастворимого остатка. Однако, так как количество Al_2O_3 довольно велико, то можно думать, что, действительно, здесь присутствует свободный гидрат глинозема в виде геля, типа боксита (спорогелита).¹ Из выше цитированных строк Б. Федоровича можно прийти к заключению, что красноземы эти являются продуктами выветривания мергелей, толщу которых они венчают; однако из разрезов, приводимых автором, видно, что слои краснозема чередуются со слоями мергелистого суглинка, глины и конгломерата, имея в общем такую же среднюю мощность, как и эти слои; например, обнажение на берегу моря, к югу от устья р. Качи, имеет следующий характер:

1. Почвенный слой	0.25 м
2. Краснозем	0.50 »
3. Глина бурая	2.00 »
4. Краснозем	0.50 »
5. Суглинок	1.25 »
6. Краснозем, заключенный линзами в суглинке .	1.50 »
7. Чернозем ископаемый	0.80 »
8. Суглинок	2.00 »
9. Галечник	1.00 »
10. Краснозем, скрывающийся под ур. моря	1.00 »

В другом обнажении красные глины типа краснозема залегают на конгломерате и известняке с морской фауной. Принимая во внимание распространение красных глин в северном Крыму и залегание их там на понтических известняках, можно прийти к заключению, что эти глины вообще являются результатом выветривания верхнетретичных карбонатных пород и во многих случаях находятся уже во вторичном залегании, так как наблюдаются, например, в Джанкойском районе среди кварцевых песков; то же, вероятно, имеет место и для некоторых перемежающихся слоев краснозема в разрезах Федоровича.

Микроскопическое исследование некоторых понтических известняков Евпаторийского района, произведенное мною на материале Р. Колюбинского, обнаружило признаки, в некоторых горизонтах, начальной стадии их метаморфизации. В шлифах ясно видно постепенное замещение углекислого кальция зернами марганцовых минералов или гидратов железа, накапливающихся в полостях раковин или вытесняющих углекислую известь их стенок.

На Керченском полуострове киммерийские отложения выражены слоями морского происхождения, так называемыми рудными пластами, сложен-

¹ О характере и происхождении геля глинозема см. работы: Tučan — N. J. f. Min. XXXIV, В. В, Н. 2, 1912; его же. — Zentralbl. f. Min. 1913; Kispatic. N. J. f. Min. 1912. В. В, XXXIV; Doelter u. Dittler. Zeitschr. f. Chem. u. Ind., b. Kolloide, IX, Zentralbl. f. Min. 1912, S. 14, 104; ibid., 1913, 143.

ТАБЛИЦА 24

Компоненты	Лабор. Никитского сада, 1926 г. И. Антипов-Каратаев, Левкова и Кузина				Лабор. Никитского сада, 1926 г. И. Антипов-Каратаев		
	№ 95	№ 96	№ 97	№ 98	№ 99	№ 100	
	Краснобурая почва				Известняк	Желт. глина совр. вывет- рив.	Красно-бурая глина с глуб. 50—60 см
	с глуб. 1—11 см	с глуб. 20—30 см	с глуб. 35—50 см				
SiO_2	55.29	57.21	56.99	1.64	18.91	49.91	
P_2O_5	} 17.01	21.15	21.06	0.72	} 9.50	0.15	
Al_2O_3							0.19
Fe_2O_3	5.88	7.65	7.92	0.51	7.38	18.24	
MnO	сл.	сл.	сл.	0.05	0.15	0.25	
CaO	2.74	2.14	2.20	53.84	35.25	8.99	
MgO	1.17	1.54	1.51	0.87	1.26	1.59	
K_2O	1.03	0.78	0.76	0.004	1.25	1.67	
Na_2O	0.44	0.26	0.30	0.29	0.59	0.24	
SO_3	—	—	—	—	0.22	0.19	
Пот. при прокал.	(15.71)	(9.47)	(9.05)	(42.99)	(33.82)	(11.36)	
Гумус	4.96	2.57	2.13	0.12	3.44	1.21	
CO_2	0.16	0.08	не опред.	42.77	27.10	6.12	
H_2O	10.59	6.82	6.92	0.10	3.28	4.03	
Сумма	99.27	100.20	99.79	100.91	101.10	100.01	
Гигр. вода	5.93	7.59	6.24	0.16	2.21	5.48	

ными бурыми железняками. В этих железняках всегда содержится некоторое количество окислов алюминия. Анализы отобранных оолитов показывают содержание Al_2O_3 от 1.5 до 12% и более при малых колебаниях количеств кремнезема. Гидрат глинозема является здесь или изоморфной примесью в буром железняке или примесью механической. Для более богатых Al_2O_3 разностей наличие механической примеси водного глинозема во всяком случае вероятно.

Другой областью развития красноземов в Крыму являются верхнеюрские известняки яйлинского массива. На наличие здесь красноземов указывает целый ряд авторов, как геологов, так и почвоведов. Вопросы о генезисе этих образований я коснусь в обозрении красных железняков, здесь же упомяну только о тех немногих данных, по которым можно судить о содержании в красноземах свободного гидрата алюминия.

У Клепинина (1936) приводится анализ лаборатории Крымского Наркомзема «красноземного щебенчатого суглинка из продуктов разложения юрского известняка, Ялта». Там же имеется и анализ красноземовидной глины, взятой близ Ай-Петри Н. Дубровским. Затем у И. Антипова-Каратаева (1929) имеются анализы, приводимые в табл. 24: № 95—97 — разных горизонтов красно-бурой почвы из урочища Мартьян в Никитском саду; № 98 — подстилающего известняка; № 99 — желтой глины современного выветривания со скал в той же местности и № 100 — красно-бурой глины оттуда же.

Приводим также таблицу соотношений краснозема и глинозема в разных горизонтах и, для сравнения, — тех же соотношений для нескольких красноземов Средиземного моря по И. Антипову-Каратаеву (табл. 25).

ТАБЛИЦА 25

Компоненты	$Ki = \frac{SiO_2}{Al_2O_3}$				$K = \frac{Ki \text{ пов. горизонта}}{Ki \text{ матер. породы}}$			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Краснобурая почва Крыма	5.5	4.6	4.6	3.9	1.43	1.18	1.18	1.00
Красная глина (красно- бур. гор.) Крыма . . .	—	4.5	—	3.9	—	1.15	—	1.00
Продукты современного выветривания извест- няка в Крыму	3.7 ¹	—	—	2.9 ¹	1.27 ¹	—	—	1.00
Краснозем на меловой породе (Аббация) . .	—	2.7	—	3.5	—	0.8	—	1.00
Краснозем из Пале- стины	5.4	5.1	—	83.9	—	0.06	0.06	1.00

Из этих таблиц, особенно из табл. 25, ясно видно, что в крымских красноземах не имеет места увеличение содержания полуторных окислов, сравнительно с их содержанием в исходной породе, что является характерным для типичных средиземноморских красноземов; это одинаково относится, как к современным почвенным образованиям, так и к более древним горизонтам — красно-бурой глине. И. Н. Антипов-Каратаев делает из этого заключение, что современный почвообразовательный процесс в горном Крыму имеет особый тип, промежуточный между черноземным, подзолистым и красноземным (1. с., стр. 61), и что, если образование красных глин относится к геологическому прошлому, то это прошлое по характеру выветривания известняков близко к современному. Таким образом, никаких

¹ Показано $S = \frac{SiO_2}{R_2O_3}$

определенных указаний на содержание свободных окислов алюминия или на обогащение ими верхних горизонтов нет, хотя все же некоторое их содержание вероятно.

б) Окислы железа

1. Гематит, Fe_2O_3 , гекс. с; а : с = 1 : 1.359.
2. Гидрогематит, $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$.
3. Гетит, $FeO \cdot OH$, ромб. с. а : в : с = 0.9163 : 1 : 0.6008.
4. Бурый железняк, $FeO \cdot OH \cdot nH_2O$.

Физико-химические исследования последнего времени, как известно, сводят водные и безводные окислы железа к двум основным веществам с твердо установленной кристаллической структурой: гематиту и гетиту; все остальные вещества рассматриваются как твердые растворы воды в первом (гидрогематит, турьит) или втором (лимонит, ксантосидерит и др.). Лично я думаю, что в действительности гидраты железа представляют большее разнообразие, но в виде общей схемы такое подразделение очень удобно, и так как здесь мы имеем дело не с монографией гидратов железа, то такое представление для нас достаточно.

Гематит и гидрогематит

Обзор этих минералов будет произведен вместе по той простой причине, что вещества эти, если они встречаются не в чистом виде, а в виде примеси, например в почвах или в известняках, трудно отличимы и к тому же генетически связаны друг с другом.

Объединяющим внешним признаком их является красный цвет, переходящий у гидрогематита иногда в красно-бурый, и красная черта. По окраскам эти окислы резко отграничиваются от бурых и желтых цветов гидратов группы гетита; при взаимных переходах границы между теми и другими легко уловимы.

Уральские гидраты, которые описаны под именем турьита, по крайней мере, все те образцы, которые мне приходилось видеть в музеях и в природе (например, в Бакальском руднике), имеют другую окраску — с малиновым (фиолетовым) оттенком, ясно отличающимся от красных цветов гематита. По моим впечатлениям, эти малиновые оттенки свойственны маловодным гидратам, генетически связанным с сидеритами, тогда как окислы «terra rossa»; и вообще связанные с известняками, имеют чисто красный и буро-красный цвет без малинового или фиолетового оттенка. Я полагаю, что между турьитом и гидрогематитом существует известная разница,¹ пока не выясненная, и буду условно называть турьитом малиновые, гидрогематитом — красные и красно-бурые разности.

¹ На возможную разницу между этими веществами указывали и другие авторы. См., например, Самойлов. *Bullet. Soc. Nat. Moscou*, 1899. № 4, стр. 147.

Кривые обезвоживания уральских турьитов, по Курнакову, приводят также к твердому раствору H_2O в гематите.

Ясно кристаллический гематит встречается в Крыму редко. П. Двойченко (1914) указывает на хранящийся в естественно-историческом музее в Симферополе экземпляр кристаллического гематита, найденный в окрестности д. Зуя, но не *in situ*. Он же указывает и на прослойки железной слюдки в песчаниках близ д. Улу-Узень.

В виде же землистых и плотных разновидностей гематит и гидрогематит пользуются широким распространением; в большинстве случаев, однако, нет определенных данных для суждения, принадлежит ли данное вещество к гематиту или гидрогематиту.

В изверженных породах П. Мурзаевым (1930) указывается нахождение гематита в туфах б. Георгиевского монастыря. Месторождение находится в западной части так называемой «Площадки Дианы». Красный железняк заполняет пустоты и жилки от тончайших до имеющих около 5 см диам. и наблюдается двух родов: а) плотный, кирпично-красный, по массе преобладающий; твердость его 4 по Моосу; покрывает стенки пустот или жилок; б) мягкий, охристый, лиловато-красного цвета (турьит?); выполняет центральные части жеоды и жилкок.

В глинистых сланцах и песчаниках таврической формации и средней юры.

Кроме вышеупомянутой слюдки, П. Двойченко была найдена конкреция плотного гематита в глинистых сланцах по дороге из Алушты в Крымский заповедник.

При выветривании многочисленных желваков сферосидерита, весьма обычных в таврических сланцах, под самой наружной оболочкой, состоящей из бурого железняка, большей частью замечается слой малинового оттенка. Здесь уже частично произошел переход углекислого железа в железный окисел, судя по цвету — турьит; однако, слой этот сохраняет свою твердость, вскипает при обработке горячей HCl и представляет смесь частично еще уцелевшего сидерита с новообразовавшимися окислами. То же явление имеет место и на сидеритах более молодых отложений.

В свое время уже Гюо (Huot, 1840—1842) заметил в выбросах грязевых сопков («fer oligiste»). Но здесь речь идет не о гематите, которого в выбросах сопков нет, а об очень многочисленных в них обломках сидерита, подвергшихся только что изложенному процессу выветривания. В подстилающих юрские известняки конгломератах близ д. Серез (Воронская долина) П. Мурзаев констатирует нахождение охристого красного железняка, который в смеси с глиной заполняет тонкие трещины в гальках конгломерата. Тот же автор приводит указание А. Спасо-Кукоцкого на широкое распространение этого охристого железняка в основных конгломератах верхнеюрской толщи в восточном Крыму, от Куру-Узенья до Судака; это наблюдалось и мною. Минерал имеет опре-

деленно лиловатый оттенок, который передается всей толще конгломерата. Повидимому, это водный окисел типа турьита.

Наконец, мной (Попов, 1914) были описаны корки гематита в трещинах обломков известняка, в каменоломне близ Ялты, на тропе, ведущей в д. Узен-Баш; им пропитаны участки и самого известняка. Здесь мы встречаемся с многочисленными выделениями красного железняка в известняках верхней юры. Среди массы яйлинских известняков, в общем однотипного светлосерого цвета, очень нередки разности красного цвета; наибольшую область распространения их представляет район к западу от Балаклавы. На всем протяжении пути от Балаклавы до б. Георгиевского монастыря тянется вдоль берега моря отвесная стена типичных красных юрских известняков; далее они развиты в районе Аянского источника, в некоторых местах Байдарской долины, например, в районе д. Узунджи, в некоторых местах Ялтинского района и в многих других. В шлифах хлопьевидные выделения красных окислов железа различаются в промежутках, а иногда внутри зерен кальцита. При растворении кусков такого известняка в слабой HCl на холоду получается осадок, состоящий преимущественно из хлопьев и комочков красного железняка. От количеств этих включений непосредственно зависит интенсивность окраски породы; она может бледнеть, постепенно переходить в более светлую и, наконец, чисто серую; но и в последнем случае нередко в породе можно найти хлопья железняка, особенно при исследовании нерастворимых остатков. При выветривании известняков эти накопления железнякового материала частью остаются на поверхности, частью смываются текучими водами и отлагаются по трещинам или в низинах в виде красных и красно-бурых масс. Последние большей частью служат подпочвенными горизонтами для современных красноземов. В некоторых случаях наблюдается образование жил, тело которых состоит из кальцита, сплошь проникнутого красным железняком, интенсивно их окрашивающим; их можно было бы назвать кальцитожелезняковыми. Такие жилы наблюдаются, например, в районе Аянского источника.¹

При рассмотрении яйлинских известняков мною было уже указано, что согласно анализам содержание окиси железа в них приблизительно в 5—10 раз больше закиси; таким образом, и химические данные, и микроскопическое исследование, и исследование нерастворимых остатков приводят к одному и тому же результату: окислы железа содержатся в известняке, как таковые, в форме механических включений, и, следовательно, образование их не есть результат его выветривания; выветривание приводит лишь к накоплению их сплошных масс. Словом, здесь совершенно ясно мы имеем тот же процесс, который был указан для югославских terra rossa Тучаном и Кишпатичем.

¹ Эти образования были уже отмечены Гюо (Huot, 1840—1842) как «filons de terre rouge».

Сарматские известняки. По Н. Клепинину (1936), почвы красноземовидного типа встречаются также на сарматских известняках района Балаклава — Севастополь.

Киммерийский ярус. Красноземы и краснобурые глины киммерийского яруса были уже рассмотрены в описании окислов алюминия (см. выше).

Генезис яйллинских красноземов. В настоящее время образование красноземов часто трактуется Рейфенбергом (Reifenberg, 1929) и другими почвоведомы, ¹ как непосредственный результат почвообразовательных процессов в условиях теплого и сухого климата. Образование красноземов сближается и отчасти смешивается с латеритообразовательным процессом, что, однако, далеко не одно и то же. В образовании латерита мы имеем процесс разложения алюмосиликатов с выделением не каолина, а свободных гидратов полуторных окислов и кремнезема, процесс, который в высоких широтах не наблюдается. Латериты и образуются преимущественно на алюмосиликатных породах, изверженных или метаморфических. Образование же красноземов на известняках представляется по существу не химическим процессом, а механическим накоплением нерастворимого остатка. Почвообразовательные процессы могут вызвать лишь перемещение гидратов Al и Fe, в виде золь, в верхние почвенные горизонты и, следовательно, повышение их содержания. С точки зрения почвоведения эти горизонты и будут «красноземы», тогда как остальная масса будет просто «красная или красно-бурая глина»; подобное подразделение и проводится в работах Антипова-Каратаева, Прасолова и Клепинина.

С минералогической точки зрения сущность процесса должна сводиться не к образованию определенного структурного горизонта, а определенных химических соединений (минералов). Поэтому с этой точки зрения красноземом будет вся масса элювиальных и аллювиальных продуктов разрушения известняков, коль скоро она обогащена свободными гидратами алюминия и окислами железа типа гематита и гидрогематита.

Но раз окислы железа и алюминия заключаются в известняках уже как таковые, возникает об их происхождении вопрос, которым задавался уже Тучан; он объяснил их образование осаждением из морской воды углекислым аммонием, образующимся при разложении органических веществ. В таком осаждении нет надобности; окислы железа и алюминия находятся в природных водах преимущественно в виде золь, а не в виде растворимых солей, так как соли трехвалентных металлов легко подвергаются гидролизу. Эти мелкие частицы коллоида и остаются механически примешанными к той массе известкового органического осадка, который служит материалом для образования известня-

¹ Хороший обзор теории о происхождении «terra rossa» приведен в работе Б. Философова «К характеристике окрестностей г. Рима». Сборник памяти К. Д. Глинки, Л., 1928.

ков. Обогащение породы этими окислами, приводящее к красной окраске самого известняка, дело местных условий: в случае образования его не в очень большом расстоянии от берегов принос с континента мелкой мути будет усилен. Разложение же силикатовой мути в морской воде тем или иным путем несомненно происходит, что уже было показано Мерреем опытами с диатомеями; вообще биохимический путь здесь наиболее вероятен.¹

Процессом катагенезиса органогенные известковые накопления превращены в современный плотный мраморовидный известняк. Явления динамометаморфизма весьма сильно выражены в яйлинских известняках и в Балаклавском районе в особенности. В этот период перекристаллизации произошло то распределение окислов, которое мы видим: хлопья и крупинки окислов отложились между кристаллизующимися зернами кальцита и частью были ими захвачены. К этому времени возможно отнести частичную или полную дегидратацию гидратов с обращением их в гидрогематит и гематит.

Роль процессов выветривания сводится, главным образом, к растворению известняка, к перемещению и накоплению полуторных окислов в смеси с другими нерастворимыми остатками. Влияние климатических условий проявилось лишь в том, что маловодные гидраты не претерпели дальнейшей гидратации и не превратились в бурые железняки. Как известно, в более высоких широтах красноземы на известняках не образуются; однако, железные руды, бурые железняки, образуются, что является весьма обычным процессом. Впрочем, и на севере связанные с известняками руды вовсе не лишены маловодных гидратов; достаточно указать на сильное развитие турьита в Бакальских рудниках. На широкое распространение турьита и гидрогетита (красное вещество) в рудах Средней России указывает также Я. Самойлов.² Гидраты же алюминия и железа всегда встречаются совместно; относительное развитие тех и других — дело местных условий.

Резюмировать вышесказанное можно следующим образом:

1. Компоненты, слагающие красноземы на яйлинских известняках, в том числе свободные полуторные окислы, находятся уже, как таковые, в самом известняке.

2. Современное состояние и форма выделения, в которой полуторные окислы появляются в известняке, сложились в эпоху диагенеза и катагенеза.

¹ Murray J. a. Irvine R. Proceed. R. Soc. Edinb. 18, 245, 1891; В. Вернадский. Изв. Ак. Наук, Л., 1921 и Очерки геохимии, Л., 1934, стр. 134—137.

² Я. Самойлов. К вопросу об условиях залегания железных руд Центр. России. Bull., Soc. Nat. Moscou, 1900. Прот. Его же. Турьит из Усп. рудн., *ibid*, 1899. См. также П. Земятченский. Железные руды Центр. России. Тр. СПб. общ-ва ест., т. XX, 1889. Его же. О генезисе железных руд на Урале. Зап. Минер. общ-ва, XXXVIII, 1900.

3. Процессы выветривания привели лишь к освобождению полуторных окислов и к их накоплению в виде элювиальных и аллювиальных образований, красно-бурых глин, а также к выполнению трещин, обычно в связи с кальцитом.

4. Современные почвообразовательные процессы в Крыму не приводят к образованию красноземов; однако, и не вызывают значительных изменений в накоплении и состоянии полуторных окислов.

В минералогическом отношении можно констатировать несомненную принадлежность к гематиту некоторых корковых образований, например, в каменоломнях окрестностей Ялты (Попов, 1914), близ Аянского источника, д. Узунджи. В массовых же выделениях в известняках, повидимому, имеется смесь гематита, гидрогематита и бурого железняка.

Гетит и бурый железняк

Бурые гидраты кристаллической структуры, т. е. определенно минерал гетит в Крыму с достоверностью не констатирован. Иногда обозначаются, как гетит, псевдоморфозы гидратов железа по пириту, однако, едва ли с достаточным основанием. Если понимать под гетитом определенный минеральный вид, то уже гель соответствующего состава, в какой форме и являются продукты превращения серного колчедана, будет самостоятельным минералом; к тому же определения количества воды в них не приводятся. Мои личные определения в псевдоморфозах с Аюдага показали содержание воды всегда большее, чем это соответствует гетиту. В дальнейшем я буду обозначать все, не показывающие явно кристаллического строения, бурые гидраты, как «бурый железняк», не выделяя самостоятельных разновидностей. Конечно, речь будет идти только о более крупных выделениях.

В изверженных породах. Превосходные псевдоморфозы бурого железняка по пириту встречаются в очень многих выходах изверженных пород Крыма. Особенно богаты ими породы Аюдага и Кастели, где можно найти крупные экземпляры, диаметром в сантиметр и более, легче всего — в огромных осыпях на склонах Аюдага или в крупных валунах на морском берегу с южной его стороны и по всему побережью между Кастелью и Партенитом. Более мелкие экземпляры часто попадаются в породах окрестностей Симферополя (Эски-Орда) и многих других местах. Кроме псевдоморфоз, бурый железняк образует примазки, небольшие натёки, дендриты (Карадаг, на обломках зеленого туфа), выполнения трещин вместе с кварцем и кальцитом (эруптив у водопада Учан-Су и т. д.).

Домезозойские отложения. Бурый железняк в виде мелких псевдоморфоз по пириту и небольших примазок наблюдался мною в пермо-карбонных известняках окрестностей Симферополя.

Сланцы таврической формации и средней юры. Наиболее обычная форма выделений бурого железняка — это

корки выветривания на желваках сидерита. Иногда весь желвак, особенно если он не велик, является обращенным в рыхлую бурую или желто-бурюю массу гидратов. Эти образования можно встретить на всем протяжении сланцевой толщи таврической формации и средней юры, равно как и в келловейских сланцах окрестностей Балаклавы. В других случаях бурый железняк является результатом выветривания сернистых соединений; иногда образует цемент в среднеюрских песчаниках или, по крайней мере, входит в его состав.

Верхнеюрские известняки. Выделения бурого железняка имеются в следующих формах: а) продукт выветривания породы, образовавшейся за счет окисления и гидратации содержащихся в ней углекислой закиси железа и красных окислов, образует примазки, корки, рыхлые накопления на поверхности, выполнения трещин; переходит в почвенные горизонты (буроземы); иногда просто пропитывает участки породы; б) результат выветривания серного колчедана — псевдоморфозы по пентагональным додекаэдрам пирита наблюдались мною в окрестностях Ялты (Попов, 1914); в) продукты выветривания анкерита, представляющие иногда недурные псевдоморфозы (окрестности Ялты, Судака, мыс Ильи); г) дендриты по трещинам известняка — явление довольно обычное; очень хорошие экземпляры приходилось наблюдать в Балаклавских и ялтинских каменоломнях; д) пласт мощностью в 0.9 — 1.25 м на границе известняков и сланцев у д. Козы, Феодосийского района; (П. А. Двойченко, 1914); пласт этот был прослежен на протяжении 60 м по простиранию разведками маркшейд. Козина в 20-х годах прошлого века. Содержание Fe до 40%. О нахождении железной руды между Козами и Отузами есть указание и у Палласа (1799—1801).

Меловые отложения. В песчаниках и известняках неокома многочисленные примазки и прожилки. Гюо (Huot, 1840—1842) упоминает о псевдоморфозах бурого железняка по додекаэдрам пирита в песчаниках у Орта-Саблы. А. Е. Ферсман указывает на псевдоморфозы по сидериту у д. Битак и Чекурча. Не меньше выделений бурого железняка такого же характера в аптских и альбских глинах. В верхнемеловых мергелях выделения лимонита связаны, главным образом, с разрушениями глауконита и конкреций марказита.

Третичные и послетретичные отложения. В нижнетретичных отложениях выделения бурого железняка связаны большей частью или с выветриванием желваков сидерита или бисульфидов железа, например, в майкопских и караганских глинах. Ракушечные известняки меотического и понтического возраста северного Крыма имеют буро-желтую окраску («евпаторийский камень») от пропитывающих их окислов железа. Процессы метасоматического замещения, наблюдаемые в понтических известняках, уже описаны. А. Двойченко (1914) указывает на участие бурого железняка в составе цемента некоторых послетретичных конгломератов. В сопочных грязях верхние,

выветрившиеся горизонты приобретают бурую окраску от окисления содержащихся в свежей грязи сульфидов железа и обломков сидерита; такие же побурения свойственны чернозему, плу соленых озер, пропитанному гидротроилитом. Огромное развитие приобретают бурые железняки в киммерийском ярусе, образуя накопления руд Керченского района.

Железные руды Керченского полуострова

Огромные накопления железных руд на Керченском полуострове занимают одно из первых мест среди крупнейших мировых месторождений железа. Естественно, что самые ранние исследователи Крыма не могли не обратить на них своего внимания. И действительно, начиная с Габлица (1785) и Палласа (1799—1801), т. е. с конца XVIII века, указания на керченские руды появляются почти во всех геологических описаниях и очерках. Уже описание Габлица содержит указания на ряд наиболее характерных черт этого месторождения: оолитовое сложение руды («настоящая руда горошками попадает»), наличие вивианита («синяя вохра»), обилие раковин и т. д. Известный в истории горного дела в Крыму маркшейдер Козин (1825) уже в тридцатых годах прошлого столетия производил здесь разведки и составлял планы эксплуатации месторождений. Довольно обстоятельное описание железняка Камыш-Бурунского месторождения дают Гурьев и Воскобойников (1832), указывая на его плотные, землистые и оолитовые разности, на примесь глины, на кристаллы вивианита; даются разрезы месторождения. Подобные же указания имеются у ряда других авторов: Вернейля, Дюбуа, Гюо, Абиха и др.

Аналитические исследования руд начинаются несколько позднее. В начале тридцатых годов производились частичные определения содержания в них железа и некоторых примесей; в 1840 г. появились анализы керченских железных фосфатов Сегета (Segeth, 1840); в 1854 г. Ивановым напечатан ряд довольно полных анализов камыш-бурунских и катерлезских руд.

В более поздний период прежде всего необходимо отметить классические работы академика Андрусова (в 1885—1929), точно выяснившего геологический характер и возраст содержащих железные руды отложений, отнесенных им к верхнему плиоцену; им же дан ряд прекрасных детальных их описаний. В довольно обстоятельной работе Байарда (Bayard, 1899) приведены описания важнейших рудных бассейнов, частью с определением их площадей; дана таблица анализов руд Камыш-Бурунской и Керченской мульд; констатируется значительное содержание марганца в некоторых слоях руды. Подгаецкий (1903) указывает на существование различных типов руды в связи с содержанием марганца и других примесей. Чирвинским (1903) описаны некоторые минералы из руд Керченского и Таманского полуостровов, причем для Тамани констатируется нахождение реалгара. В работах автора (1910) дается систе-

матическое минералогическое описание рудных пластов, приводится ряд анализов бурого железняка, сидерита и различных фосфатов железа; приводится также описание ряда месторождений и делается попытка выяснения их генезиса.

После перерыва, вызванного войной и первыми годами революции, исследование рудных отложений возобновляется в 1920 г. работой Лучицкого, в которой содержится ряд описаний различных мульд; приведено много аналитических данных и сделан первый подсчет запасов руды как по отдельным мульдам, так и общего.

В середине двадцатых годов началось систематическое обследование руд партиями Геологического комитета (позднее Института черных металлов) под общим руководством инженера-геолога С. В. Константова, продолжавшееся несколько лет. В химической и минералогической обработке полученного материала, кроме лабораторий Геологического комитета, принимал участие ряд учреждений и лиц в Ленинграде, Москве и Крыму, в том числе и автор. Подробные отчеты С. Константова и его помощников Р. В. Белдусова, Г. А. Кечека и Л. К. Красильникова с большой точностью выяснили геологическое строение и запасы всех мульд Керченского и Таманского полуостровов, их данные легли в основу описаний отдельных мульд и в настоящем труде.

На основе произведенных работ выросло широкое строительство для эксплуатации рудных богатств. Кроме расширения Керченского металлургического завода, основан мощный Камыш-Бурунский комбинат с обогатительной и агломерационной фабриками. Возникли вопросы о возможности использования содержащегося в руде фосфора и ванадия, о вредных примесях (мышьяк) в руде. Продолжаются также химические и минералогические исследования.

Железорудные отложения распространены как в северо-восточной части полуострова, так и в северо-западной, где тянутся почти по всему полуострову от берегов Керченского пролива до Акманайского перешейка. В юго-западной равнине, т. е. к югу и западу от Парпачского гребня, они совершенно отсутствуют. Руды приурочены к отложениям плиоцена, который, в общем, имеет здесь следующее строение:

1. Четвертичные глинистые и песчано-глинистые отложения.
2. Верхний плиоцен: пласты мыса Чауда, песчаные и песчано-глинистые слои северо-западной части полуострова (Краснокутские и Таманские).
3. Надрудные слои: глины с гипсом, пески, иногда прослойки бурого железняка.
4. Киммерийский ярус: пласты бурого железняка и железистых глин.
5. Понтический ярус: ракушечные известняки, глины и песчаники. Рудные пласты относятся, таким образом, к среднему плиоцену.
6. Меотический ярус: ракушечные пыльные известняки, реже глины.

Нижележащие отложения сармата представлены плотными мшанковыми известняками, хорошо сопротивляющимися размыву; утесы этих известняков образуют столь характерные для Керченского района гряды, маркирующие контуры мульд.

Вся серия верхнетретичных отложений разбита на ряд чередующихся антиклиналей и мульд; средние части мульд заняты более молодыми отложениями, тогда как на размытых гребнях антиклиналей обнажаются более древние пласты. Рудные пласты в средних частях мульды налегают на понтические слои, по краям — большей частью уже на мезотические породы.

Следуя с юго-востока на северо-запад, мы встретим следующие мульды (см. карту № 7):

- I. Кыз-Аульскую или Яныш-Такильскую,
- II. Эльтиген-Ортельскую,
- III. Камыш-Бурунскую,
- IV. Большую Северную, обособленная часть которой образует Керченскую мульду,
- V. Ак-манайскую,
- VI. Баксинскую,
- VII. Кезенскую (Бабчинскую),
- VIII. Оссовинскую.

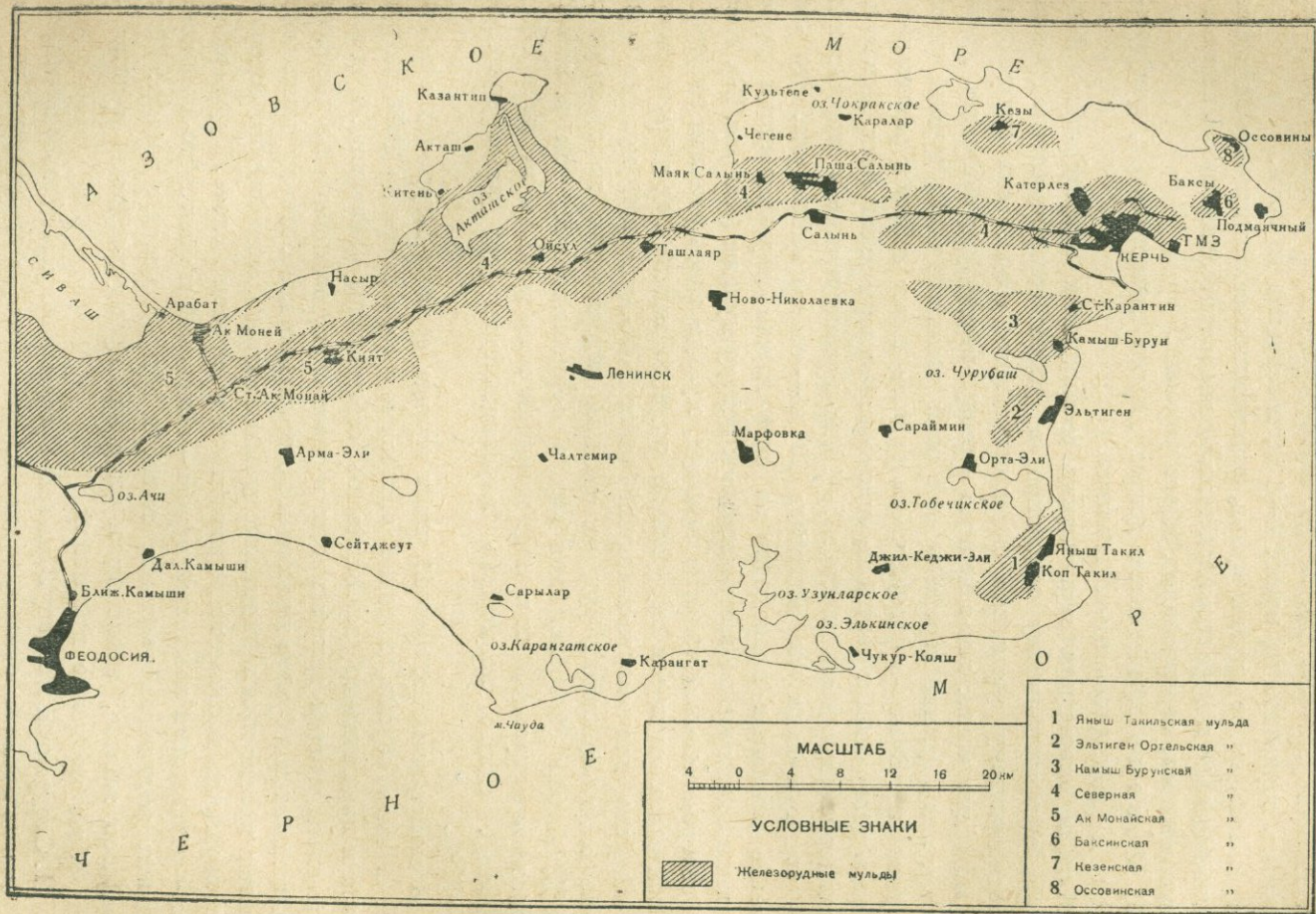
Кроме того, имеются еще небольшие рудные площади, представляющие обрывки размытых мульд.

I. *Кыз-Аульская мульда*. Мульда была разведана в 1929 г. партиями Геологического комитета, строение ее следующее:

1) *Послетретичные лёссовидные глины* с известковыми конкрециями, местами переходящие в сильно песчанистые разности; к периферии они выклиниваются.

2) *Надрудные пласты*, представленные, как и рудные, песчанистыми глинами и песками; увеличиваются в мощности от периферии к центру (15—16 м); на поверхность нигде не выходят, выклиниваясь в 150—300 м от края мульды, но обнажаются местами в Яныш-Такильском обрыве.

3) *Киммерийский ярус* представлен тремя горизонтами: а) верхний — пластичными голубыми и табачными глинами с пропластками руды; горизонт имеет широкое распространение в пределах рудного контура, выходя на поверхность в северо-восточной части. Мощность — от 0 на периферии до 30—35 м в середине; б) средний горизонт выражен оолитовым бурым железняком, содержащим в северо-восточной части пропластки глин, в юго-западной — лишь линзы последней, равно как и линзы ракушечников с фауной киммерийского яруса. Имеются пропластки твердого зеленого сидерита, достигающие наибольшей мощности в береговом обрыве (до 1 м), тогда как в глубинах их мощность не более 10—15 см. Много керченита, преимущественно β , и босфорита;



Карта № 7 распространения железородных мутьды

в) нижний горизонт выражен однообразной толщей синих глин, частью ожелезненных и содержащих небольшие количества β -керченита. Для этих глин характерно выделение сероводорода при обработке их HCl. Мощность горизонта на краях 2—3 м, в середине до 20 м.

4) В отличие от других мульд, верхнепонтических отложений здесь не наблюдается, и ярус выражен лишь нижнепонтическими валенсиеннезиевыми глинами, содержащими много раковин.

5) Местом представлен детритусовыми известняками, ракушечником и известковистыми глинами.

Мульда оконтурена сарматскими мшанковыми известняками. Благодаря антиклинальному поднятию в узкой северо-восточной части и последующему размыванию антиклинального свода, она делится на две неравные части: юго-западную и северо-восточную; обе части соединяются лишь узким перешейком; в этой размывной части рудный пласт прерывается. В юго-западной части рудный пласт залегает равномерно; падение центральных частей не отличается сильно от краевых. Довольно равномерна и мощность пласта в 7—10 м; в узкой полосе в северо-западной части мульды он достигает 22 м — своего максимума. Это увеличение мощности происходит за счет пласта марганцевистой руды, выклинивающегося по направлению к центру мульды (см. рис. 29). Контур северо-восточной части не замкнут, мульда здесь размыва морем; в осевой части мы имеем погружение рудного пласта под уровень моря. Характерно для северо-западной части Кыз-Аульской мульды развитие марганцевистых руд со средним содержанием марганца около 4.8%, вполне обособившихся как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях в виде длинной полосы (6 км длины и 600 м ширины). Общее количество марганцевистых руд равно примерно 32—33%.

В северо-восточной своей части мульда срезана Керченским проливом в виде обрыва, который тянется к северу почти до Тобечикского озера и представляет великолепное естественное обнажение. Под мощным слоем желтой глины видны рудные слои, состоящие из перемежающихся пластов бурого железняка и железистых глин. Между ними встречаются пропластки и отдельные глыбы плотного, зеленоватого сидерита, с поверхности постепенно переходящего в гидраты железа. Бурый железняк — оолитовый и землистый; цемент — глинистый и железисто-глинистый. Оолиты железняка рассеяны также и в покрывающих глинах. Много фосфатов железа, закисных и окисных, преимущественно землистых; они образуют целые прослойки.

II. Следующая к северу *Эльтиген-Ортельская мульда* также начинается у берегов пролива; однако, рудные пласты здесь не обнажаются, так как скрыты надрудными и четвертичными отложениями. Как и в Кыз-Аульской, контуры мульды ясно обозначены выходами сарматского мшанкового известняка. Мульда имеет форму овала с длинной осью того же направ-

ления северо-восток — юго-запад. В геологическом ее строении принимают участие следующие отложения:

1) Современные и более древние постплиоценовые отложения, выраженные песчано-глинистыми породами со значительным содержанием извести.

2) Надрудные пласты, выраженные глинами, мощностью 0—9 м.

3) Рудные отложения, представленные, главным образом, бурым железняком. Ближе к основанию местами получают значительное развитие черные, пахнущие сероводородом, глины и глины «табачного» цвета, быстро буреющие на воздухе и содержащие много керченита. На значительных площадях рудные отложения подстилаются прослойками

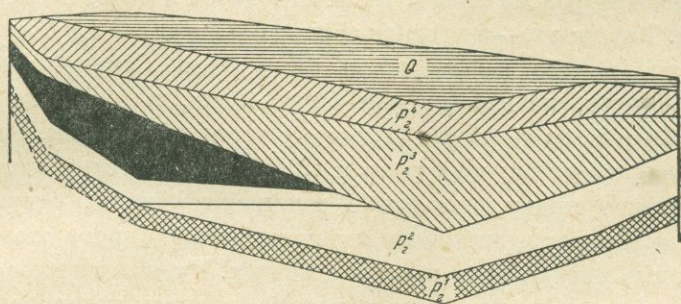


Рис. 29. Поперечный разрез Кыз-Аульской мульды.

плотного сидерита; в юго-западной части мульды в руде содержится много стяжений барита. Мощность всех рудных отложений колеблется от 2 до 23 м.

4) Подстилающие пласты выражены нижнепонтическими глинами, далее идут мезотические известняки.

Рудный пласт со средней мощностью в 9.4 м (максимум 21 м) залегает в общем менее глубоко, чем в других мульдах; наибольшая глубина руды 30 м, вообще же значительно меньше. Залегание его весьма пологое, почти горизонтальное, даже по краям мульды углы падения не превышают 2—3°.

На площади мульды имеются три старых рудника: старый и новый Эльтигенские и Ортельский. Состав руды — бурый железняк, оолитовый; цемент — глинистый и песчано-глинистый.

III. *Камыш-Бурунская мульда* находится в 5—8 км к югу от г. Керчи, примыкая к Керченскому проливу, которым прервана ее восточная часть. Площадь ее в пределах рудного контура равна 28 км².

Глубина залегания рудного пласта в самой глубокой части мульды не превышает 50 м. Залегание также почти горизонтальное, лишь по краям мульды углы падения достигают 4—5°. Мощность рудного пласта доходит до 18.5 м, в среднем же около 7.5 м; эта средняя мощность выдерживается довольно хорошо по всей площади мульды, давая незначительные и весьма постепенные изменения.

Руды Камыш-Бурунской мульды по качеству распределяются по ее площади неравномерно. В южной части сосредоточены богатые железом, тогда как в северной части они беднее. По отношению к содержанию марганца наблюдается обратная картина: именно северная, а особенно северо-западная, часть мульды значительно богаче марганцем, чем южная.

Весьма значительные запасы (426 млн. т по категории A_2), удачное географическое положение на берегу пролива и недалеко от г. Керчи, благоприятное отношение мощности перекрывающих руду пород к мощности руды, а также целый ряд других причин, естественно, поставили разработку Камыш-Бурунской мульды в первую очередь.

Естественный разрез этой мульды находится в нескольких километрах к югу от г. Керчи; это—известное обнажение, издавна привлекавшее внимание геологов. Оно простирается от хутора Старый Карантин до д. Камыш-Бурун, на протяжении более 2 км, и является громадным отвесным береговым обрывом. В южной части обнажения, под обрывом, образовался уже пляж; но ближе к Старому Карантину волны пролива непосредственно подмывают его и вызывают обвалы, результатом которых является нагромождение огромных глыб бурого железняка, лежащих частью в море, частью еще на берегу. Рудные пласты сверху прикрываются толстым слоем глин и песков, а снизу подстилаются сплошным ракушечником. Бурый железняк переслаивается с железистыми глинами и имеет довольно разнообразный характер; преобладает оолитовый, очень различного размера зерна. На ряду с мелкими и средними, встречаются крупные оолиты, 0.5—1 см диам., притом сравнительно очень твердые. Цемент железистый и глинисто-железистый. Но много также землистой руды, а иногда встречаются и прослойки плотного, сплошного железняка. Характерным для месторождения является нахождение в пластах бурого железняка отдельных кусков или пропластков твердого зеленоватого сидерита. Много фосфатов железа и гипса; встречаются также конкреции барита.

IV. *Северная мульда.* Работами партий Геологического комитета установлено, что вся синклиналичная зона северной части Керченского полуострова, обнимающая собой Керченскую, Чегене-Салынскую и часть Акманайской мульды, представляет одну технически неразрывную мульду, названную Северной. Мульда эта простирается в широтном направлении от сел. Аджимушкой на востоке до сел. Кият — на западе.

Ширина мульды на востоке у г. Керчи достигает 4—4.5 км; у д. Скасиев Фонтан она суживается до 1.5 км, затем снова несколько расширяется до 2—2.5 км и такой остается до ст. Багерovo. Между последней и ст. Паша-Салынь киммерийская мульда прерывается выходящими на поверхность мезотическими известняками и, таким образом, как бы делится на две части — восточную и западную. К западу от Паша-Салынь, имея ширину 3.5—4 км, мульда доходит до берега Казантипского

залива Азовского моря, под который в большей своей части и уходит. В пределах суши она сильно суживается, достигая наименьшей ширины у сел. Заморск; затем сразу и сильно расширяется, захватывает всю площадь вокруг Акташского озера и большую часть Казантипского полуострова и, наконец, снова постепенно суживаясь и образуя небольшой пролив между д. Каракую и Кият, непосредственно переходит в Акманайскую мульду.

Геологические отложения в пределах мульды имеют следующее строение:

а) Четвертичные отложения представлены лёссовидными глинами с дутиком, иногда скоплениями гипса.

б) Надрудные отложения: — песчанистыми глинами и песками; встречаются кремнистые конкреции. Обнажения песков имеются в прибрежной полосе у Аджибая и у балки у Заморска.

в) Рудные пласты: верхнекимерийские слои обычно отсутствуют; однако, прослойки руды этого возраста были встречены в скважинах восточной части у Керчи. По всей мульде распространены пласты глин, обычно, в следующей последовательности: зеленовато-серые сверху, синеватые — ниже, еще ниже — табачные; последние выделяют H_2S и содержат β -керченит. На Казантипском полуострове руды нет; на остальном протяжении руда была встречена всеми скважинами.

г) Понтические отложения: глины, ракушечные известняки; к западу от меридиана Скасиева Фонтана понтических отложений нет, руда подстилается меотисом.

Рудный пласт в западной части погружен на значительную глубину, превышающую 150 м (по данным скважины у д. Чегерчи). Значительное влияние на столь глубокое залегание оказывает общее погружение оси мульды, вследствие которого большое развитие получают четвертичные отложения; их мощность достигает 80 и более метров. Это обстоятельство значительно снижает промышленное значение района, в котором можно выделить сравнительно небольшие площади по краям мульды с неглубоким залеганием руды. Такими участками являются Насырский, Краснокутский и Китеньский, обладающие незначительными по масштабам месторождения запасами.

В юго-западном углу мульды находится отвод Керченского металлургического завода, руды которого отличаются выдержанной мощностью — около 7.5 м, высоким, в среднем, содержанием железа — около 37% и малым содержанием марганца, обычно меньше 1%.

Непосредственно от д. Паша-Салынь до д. Чегене-Салынь имеется участок, так называемый Чегене-Салынский, с благоприятными с промышленной точки зрения условиями залегания руд и довольно высоким содержанием железа (36.7%).

V. Акманайская (Присивашская) мульда. Как уже было указано, Северная мульда проливом у д. Кият соединяется с Акманайской; мощность руды в проливе 0.5—2 м.

Далее на запад южная граница мульды прослеживается по Парпачскому гребню до ст. Владиславовки и дальше по д. Колечь-Мечеть; восточной границей служит Огуз-Тобенская антиклиналь.

Большая часть этого района характеризуется глубоким залеганием рудного пласта. Так, у ст. Акманай глубина до руды около 70 м; тоже у ст. Владиславовки, в Сеид-Асане глубина эта достигает 134 м.

Благодаря этому, большая часть площади Акманайской мульды в настоящее время промышленного интереса не представляет.

VI. *Баксинская мульда*. Баксинская мульда находится к северо-востоку от восточного края Северной мульды и соединяется с ней меотическим проливом. Для Баксинской мульды характерно сравнительно крутое падение рудного пласта, вследствие чего, несмотря на малую площадь мульды, в средних частях ее глубина залегания руды превышает 100—110 м. Другой особенностью является отсутствие непрерывного пласта; рудные отложения представлены линзами, заключенными в киммерийских глинах.

VII. *Кезенская мульда* в 9 км к северо-западу от г. Керчи; характеризуется малой мощностью рудного пласта: в среднем — 1.2 м; по строению вполне аналогична другим мульдам Керченского полуострова.

VIII. На северной стороне Керченского полуострова, у хутора Оссовины, недалеко от берега Азовского моря, находится естественное обнажение рудных пластов *Оссовинской мульды*, большая часть которой срезана морем. Сверху здесь лежит слой почвы, глины и крупного галечника — около 1—1.5 м; далее идут рудные пласты, толщиной до 5.5 м. Нижние части слоев имеют крупно-оолитовое строение. Падение пластов около 6°. Границы пласта частью скрыты завалами. Руда, в общем, темнобурого цвета, но местами в ней проходят светлые прослойки с известково-глинистым и кремнисто-глинистым цементом. Руда представляет рыхлую массу, состоящую из оолитов и значительного количества цемента. Месторождение крайне бедно минералами. Не констатировано ни фосфорнокислых соединений, ни сидерита; попадаются конкреции барита.

Переходим к механическому, химическому и минералогическому составу руды.

Керченская железная руда является бурым железняком оолитового строения. По цвету, структуре, механическому и минералогическому составу представляет значительное разнообразие. По цвету можно выделить следующие разновидности: 1) бурая, светлорыжевая, 2) темно-коричневая,¹ 3) черная, 4) «табачная», зелено-бурая. Черный цвет руды объясняется значительной примесью марганцевых соединений; зеленоватый оттенок («табачный») — наличием солей закиси железа. Все руды рыхлы или слабо сцементированы; степень рыхлости зависит

¹ Некоторые разновидности темнокоричневой руды иногда обозначаются как «вишневокрасные».

от взаимоотношения между оолитами и связующим их цементом, а также от характера последнего.

Нередко между оолитами совсем нет цемента, и тогда рудные пласты образуют чрезвычайно рыхлую массу; однако, чаще они связаны цементом, иногда из того же бурого железняка; обычно же цемент состоит из глинистых и железисто-глинистых веществ. Относительные количества цемента сильно варьируют: можно наблюдать все переходы от тонких прослоек между оолитами до сплошной массы, в которой последние рассеяны на расстояниях, измеряемых сантиметрами. Понятно, что здесь мы имеем переходы железняков в железистые глины. В рудах, богатых марганцем, цемент нередко составляют марганцовые, а иногда баритовые вещества.

Вся руда в совокупности представляет собственно механическую смесь и может рассматриваться скорее как горная порода, чем как определенный минеральный вид. Механический анализ руд Эльтиггенской мульды, по данным отчета С. В. Константова (рукопись), дал следующие результаты (табл. 26):

ТАБЛИЦА 26

Размер фракций в мм	Максимальное значение в %
5	до 3
5—3	» 2
3—2	» 4 (редко 6—7)
2—1	» 8 (отдельные случаи 15—18)
1—0.5	» 8
0.5—0.25	» 22 (чаще всего 10—17)
0.25—0.01	» 50
0.01	» 73 (чаще всего 20—40)

По минералогическому составу фракции от 1.0 до 0.5 мм и крупнее состоят по преимуществу из оолитов и из их обломков; фракции 0.5 — 0.25 мм — из остроугольных осколков кварца, чистых или покрытых налетом гидроокиси железа; в фракции 0.25 — 0.01 преобладание получают мелкие глинистые частицы и хлопья окислов железа, а фракция 0.01 состоит исключительно из неопределимых под микроскопом частиц и хлопьев гидроокиси железа.

В. Кулланда (1932), применяя тяжелые жидкости, получил для концентратов и шламма руды выходы легких частиц, приведенные в табл. 27.

Эти легкие частицы считаются им состоящими, главным образом, из нонтронита с примесью каолина и кварца.

Химический состав керченских руд весьма сложен. Кроме железа и воды, в них содержатся кремнезем, фосфор, мышьяк, вава-

дий, сера, марганец, алюминий, кальций, магний, барий, натрий и органические вещества. Среднее содержание (в процентах): железа 33—40 при минимуме 25.4, марганца 1—2, в марганцовистых рудах 4.8 и достигает 11, кремнезема 15—22, фосфора 0.7—0.8, серы до 0.04. В отдельных мульдах наблюдаются значительные отклонения от этих цифр. Для главнейших из них мы имеем следующие данные (в процентах): в Эльтиген-Ортельской: Fe 36.3, Mn 1.4, P 0.4—1.1, SiO₂ 20.7—21.5, V 0.003—0.004, As 0.01—0.06. В Камыш-Бурунской мульде: Fe 34.3, Mn 0.08—8.5, P 0.45—1.0, SiO₂ 12.56, V 0.03—0.05, As—0.07, S 0.05—0.6. В Кыз-Аульской: Fe 20—40,

ТАБЛИЦА 27

Удельный вес жидкости	Выход легких фракций	
	концентрат	шламмы
2.0	0.3	4.0
2.2	1.0	41.0
2.4	2.7	31.8
2.6	4.2	43.1
2.7	5.9	62.0
2.8	13.1	80.4
3.0	22.0	96.0
3.2	32.8	100
3.4	55.0	100

Mn 0.07—10.5 (б. ч. ниже 0.8), P 0.45—1.15, SiO₂ 6—51 (в 80 случаях от 14 до 34), S 0.09. В Северной мульде (Насырский участок): Fe 35—39, Mn 7.2, P 0.6—0.9, SiO₂ 25, S 0.15—0.3. Керченская мульда (отвод Керченского завода): Fe 36.9, Mn 7.2, P 0.5—1.33, SiO₂ 12.37, S 0.6. Катерлеский участок: Fe 30—40, Mn 0.12—7, P 0.8—0.9, SiO₂ 11.7—50, As 0.03—0.13.

Из поименованных примесей сера содержится в очень

незначительных количествах; марганец в большинстве руд содержится в количествах, лишь повышающих качество чугуна; наибольшее внимание привлекли примеси ванадия, мышьяка и кремнезема. Содержание кремнезема, обуславливающее понижение процентного содержания железа в руде, вызывает необходимость введения обогащительных процессов. Много опасений вызвало наличие мышьяка, однако, содержание последнего обычно ниже тех величин (0.27%), при которых проявляется его вредное влияние (Кантор, 1930, 1934). Содержание ванадия, вычисленное на V₂O₅, колеблется в пределах от 0.10 до 0.15% и выше. Агломерат керченских руд содержит в среднем 0.18% V₂O₅. В какой форме находится ванадий в руде, не выяснено; вероятно, в большей части в виде ванадатов железа. Зааводом приступлено к получению ванадистых шлаков, служащих исходным продуктом для получения феррованадия.

Главным минералом керченских железорудных месторождений является бурый железняк, сконцентрированный, по преимуществу, в оолитовой части руды. В связи с условиями генезиса руды оолиты имеют весьма сложную структуру и состав: они представляют округлые тельца, значительно

варирующие по величине и по форме, и могут быть разбиты приблизительно на три типа: 1) мелкие, от долей миллиметра до 3—4 мм диам., обыкновенно обладающие блестящей поверхностью и весьма темным бурым цветом; по форме они наиболее отклоняются от шарообразной, более или менее сплющены и походят на гальки. Этими мелкими частицами, иногда попеременно с более крупными, иногда без них, слагаются целые пласты; 2) оолиты средней величины, то твердые сплошные, то хрупкие с пустой полостью или очень рыхлой массой внутри, от 0.25 до 0.5 см диам., и 3) крупные, от 0.5 до 1.5 см диам., твердые, с негладкой поверхностью, вследствие приставания к ним мелких зерен. Некоторые, очень крупные оолиты мягче, внутри с довольно рыхлой массой.

Во внутренних полостях или в рыхлом ядре оолитов иногда заключаются зерна кварца, частицы глинистых веществ, изредка тонкие пластинки гипса. При осторожной обработке на холоду слабой соляной или щавелевой кислотой они оставляют скелет кремнезема, сохраняющий первичную форму минерала.

Все оолиты имеют более или менее ясно выраженную концентрическую структуру, различимую уже простым глазом на шлифованных их поверхностях; видна она и в шлифах под микроскопом. Структура эта выражается в чередовании более темных бурых полос с более светлыми; иногда при несовершенстве структуры вместо полос получаются пятна.

Кроме изучения обычных шлифов под микроскопом, нами был применен еще следующий метод исследования, давший возможность глубже проникнуть во внутреннее строение оолита. Метод заключался в получении срезов мацерированного оолита микротомом. Преимущество его перед шлифами заключалось в том, что мы могли получить тонкие пластинки с полной сохранностью очень нежных структур, которые при шлифовании неизбежно должны были разрушиться. Срезы предварительно обрабатывались 10% HCl в предположении, что окислы железа перейдут в раствор, а оставшиеся скелеты сохранят внутреннюю структуру оолитов. Прием оказался удачным, вполне себя оправдавшим. Процедура выщелачивания длилась довольно долго, от одного до полутора месяцев, так как приходилось пользоваться слабой соляной кислотой на холоду; даже при слабом нагревании оолиты совершенно разрушались; то же происходило, если бралась крепкая HCl . Когда оолит принимал светлосерый цвет (цвет светлой чистой глины), выщелачивание прекращалось, и он проводился через спирт разной крепости (50, 75, 96% и абсолютный) для полного обезвоживания. Обработку приходилось вести очень осторожно, так как шарики получались очень мягкие и хрупкие и способны были рассыпаться от малейшего прикосновения. После абсолютного алкоголя те оолиты, которые предназначались для сохранения, заливались канадским бальзамом, а остальные парафином, и микротомом с них делались тонкие срезы. Позднее, кроме соляной кислоты, применялась обработка нормаль-

ным раствором щавелевой, давшая хорошие результаты, но требовавшая еще больших промежутков времени — до трех месяцев. Результаты наблюдений могут быть сведены к следующему:

1. Оолиты имеют явно концентрическую структуру (рис. 30—33); отдельные оболочки, как и весь оолит, имеют почти правильную шарообразную форму; отклонения от нее, заметные на фотографиях, объясняются деформацией среза как при срезывании, так и при наклеивании на предметные стекла.

2. Как и следовало ожидать, чередование темных и более светлых полос представляет чередование колец с преобладанием то окиси железа, то кремневой кислоты. При обработке HCl первая удаляется, и на ее месте остаются или совершенные пустоты, или небольшое количество кремнекислоты, окраска теряется.

3. Кремнекислота оолита имеет зернистую структуру.

4. Центр оолита или ничем не отличается от периферии, или, если в нем замечается густо окрашенное тельце, то при большом увеличении можно видеть, что оно также состоит из скопления зерен кремнекислоты без примеси каких-либо посторонних тел; следовательно, ядро оолита является лишь несколько более уплотненным его веществом. Посторонние тельца иногда встречаются, но определенного места не занимают и наблюдаются в любых частях оолита. Они совершенно случайны и со структурой оолита не имеют никакой связи.

5. Толщина колец, как видно и на фотографии, непостоянна и колеблется, в общем, в небольших пределах: в периферических кольцах от 0.04 до 0.06 мм, в близких к центру — от 0.05 до 0.07, достигая 0.1 мм; она может быть непостоянна и в пределах одного и того же кольца.

Переходим к химическому составу оолитов. Хотя в настоящее время количество анализов керченских железных руд огромно, однако, все они, преследуя практические цели, характеризуют руду в общей ее массе и не могут быть использованы для характеристики состава бурого железняка как минерала. Для этого пригодны анализы лишь отобранных оолитов без их глинистого и прочего цемента. Да и сами оолиты не безупречны по своей чистоте, не свободны от сторонних механических примесей; однако, они несравненно более однородны по веществу и при известной тщательности отбора могут дать материал, достаточно надежный для суждения об их химической природе. Мне приходится пользоваться лишь моими собственными анализами 1910 г., так как более поздних, относящихся исключительно к оолитам, в литературе не имеется. Привожу эти анализы (табл. 28).

Из этой таблицы видно то, что состав оолитов далеко отклоняется от формулы гидрата окиси железа; в состав его входит еще целый ряд веществ. Наиболее видную роль после железа играет кремнекислота, образующая главную массу, 90—100%, нерастворимого остатка. Иногда в нем несомненно содержится некоторое количество постороннего, главным образом,

глинистого вещества; но количество такового не велико, и потому в первом приближении его можно принять состоящим из гидрата кремнезема. Количество окислов алюминия тоже колеблется; окись алюминия может являться, как в роли изоморфной примеси, так и механической в виде свободного геля глинозема. Фосфорная кислота примешана, вероятно, в виде феррифосфата: дву- и одновалентные основания адсорбированы гелем гидроокиси железа. Труднее выяснить роль марганца; повидимому, марганец в главной массе скорее всего примешан механически в виде вещества вада; в руде мы наблюдаем все переходы от небольших примесей марганца через сильно марганцовистую руду вплоть до прослоек веществ типа вада и псиломелана. Однако, возможно, что в бедных марганцем оолитах этот металл вместе с кальцием играет роль основания MnO .

Позднее было обнаружено присутствие в руде мышьяка и ванадия. Примесь их постоянна, хотя и очень незначительна; обычно сотые доли процента. Наконец, имеется и примесь органического вещества. Последнее извлекается содовой вытяжкой, из которой осаждается соляной кислотой в виде бурых хлопьев; повидимому, оно имеет характер гумусовых кислот.

Итак, главной составной частью оолитов после гидрата железа является кремнезем. В соотношении $Fe_2O_3 : SiO_2$ можно заметить некоторое постоянство.

Содержание большого количества примесей обыкновенно резко скачивается на процентном количестве нерастворимого остатка (анализы № 103, 104, 107). Если взять те анализы, в которых количество нерастворимого остатка не более обычного (анализы № 101, 102, 105, 108), и принять всю его массу за SiO_2 , что очень близко к действительности, затем перечислить Al_2O_3 на эквивалентное количество Fe_2O_3 , то мы увидим, что соотношения между Fe_2O_3 , SiO_2 и H_2O выразятся так: $4Fe_2O_3 : SiO_2 : 5H_2O$. Следовательно, получится приближение к формуле $4Fe_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 5H_2O$; образуется как бы комплексный феррисиликатовый гель; основания им адсорбированы.

Я полагаю, что состав этих тел, как и их генезис, можно представить себе, исходя из свойств коллоидных веществ: при взаимодействии положительных гелей окислов железа и отрицательных — кремнекислоты — получается комплексный гель, приближающийся к $4Fe_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$ и, повидимому, сохраняющий кислотный характер, благодаря чему легко происходит адсорбция оснований. Находясь в состоянии гистерезиса, эти коллоиды могут сохраняться неопределенно долгое время, если только не будет резких изменений физических условий. Таким образом, мы имеем в оолитах смесь гелей гидроокиси железа и кремневой кислоты в отношениях, хотя колеблющихся, но приближенных к молекулярным. Эта тесная связь гидроокиси железа с кремнекислотой чрезвычайно характерна для железных оолитов и является, как будет сказано дальше, результатом их генезиса.

Анализы оолитов бурого же

Лаборатория Минералогического кабинета Ново-Александр

№	Месторождение	Потеря при прокал.	H ₂ O	Орган. вещества	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅
101	Эльтиген	—	11.26	0.24	61.62	13.56	2.39
102	Эльтиген	11.34	—	—	66.02	8.93	2.78
103	Камыш-Бурун	—	12.19	1.04	56.44	7.51	3.23
104	Камыш-Бурун	10.73	—	—	67.54		2.97
105	Оссовины	11.34	—	—	75.07	1.95	1.98
106	Яныш-Такиль	11.32	—	—	71.26		3.01
107	Кыз-Аул	—	10.38	0.65	53.23	2.14	1.82
108	Железный Рог на Тамани	—	11.70	0.11	73.27	1.64	2.27

По Уразову (1931), термический анализ приводит к заключению, что гидраты железа в руде находятся в форме гетита, содержащего избыточную воду в виде твердого раствора; кремнезем же и глинозем — в форме гелей; к тому же заключению приводят дебайграммы.

Это несколько не противоречит вышеприведенному рассуждению, так как вещество гетита сохраняет в этой смеси свои свойства. Но если геологическая история месторождения продолжится, то при изменении физических условий, например, при развитии метаморфических процессов произойдет или распадение коллоида на Fe₂O₃ и SiO₂, смесь гематита и кварца, или, в зависимости от интенсивности процесса, соединение обоих окислов с образованием настоящих феррисиликатов.

Что касается процесса образования оолитов, то он тесно связан с общими условиями генезиса руды, к которому мы теперь и обратимся. Обычно образование бурых железняков в водных бассейнах трактуется, как результат окисления растворимых солей закиси железа (бикарбонатов, сульфатов, гуматов), кислородом воздуха и жизнедеятельностью ферробактерий. Надо, однако, заметить, что количество солей железа в водах земной поверхности, как в воде океанов, так и пресноводных бассейнов, ничтожно и обыкновенными анализами не показывается.¹ Керченские железные руды образовались в совершенно определенных бассейнах: в заливах, бухтах и лиманах, имевших слабо соленый характер. Конечно, относительно небольшие массы воды этих бассейнов, к тому же при малом содержании солей, не могли дать столь колоссальных отложений железных руд; источник их надо искать в массах донного ила, за счет

¹ См. сводку анализов у Clarke. Data of Geochemistry. Wash., 1920.

железняк из керченских руд

рийского с.-х. института, аналитик С. П. Попов, 1910 г.

Mn ₂ O ₃	CaO	BaO	MgO	Na ₂ O	SiO ₂	Нераств. остатки	Сумма	Потеря при сушении вещества при 105° в %
1.45	1.03	—	0.19	0.53	0.52	7.75	100.54	5.71
1.35	1.02	—	0.54	0.50	0.54	7.78	100.80	—
3.64	2.40	—	0.48	1.17	0.52	11.09	99.71	9.74
1.79	2.99	—	0.52	0.93	12.83		100.30	10.72
0.91	1.17	—	0.46	следы	0.41	7.42	100.71	4.5
1.15	1.29	—	0.69	0.22	0.83	10.01	99.78	6.52
14.94	1.84	0.06	0.54	1.00	0.23	13.49	100.32	6.78
1.62	1.17	—	0.90	0.97	0.11	6.02	99.78	5.50

которого они образовались путем того же процесса постепенной метаморфизации, какой происходит в настоящее время в лиманах, озерах и бологах. Процесс этот тщательно разобран в работах Егунова, Надсона, Вериги и др.¹ Аналогичные процессы происходят в сходных водных бассейнах повсюду, но в результате их обычно образуются лишь железистые глины; для крупных же накоплений гидратов железа, очевидно, необходимо стечение особо благоприятных условий. Одним из этих условий является определенный состав донного ила. Если он будет состоять из кварцевого песка или каолиновых глин, то никакими, ни химическими, ни биологическими процессами из них железной руды не получится. Разбирая условия, имевшие место в бассейнах Керченского района, можно убедиться, что здесь они для накопления соответствующих илов именно и были благоприятны. Богатые железом осадки могли поступить: 1) с главного Кавказского хребта, будучи принесенными реками, текущими в западном направлении. В одной из своих работ я указывал на нахождение на Таманском побережье между Железным Рогом и старым гирлом Кубани накоплений на современном пляже гранатово-магнетитовых песков.² Слой такого песка при соответствующих условиях нацело превратится в слой бурожелезняковой руды. 2) с Крымских гор реками, текущими в восточном

¹ Вериги. Тр. I Всеросс. съезда деятелей по климатологии, т. I, 1899. Сидоренко. Зап. Новор. общ. ест., XXI, в. 2, 1897. Егунов. Ежегодн. минер. и геол. России, II, 1897, и Архив биол. наук, III, 1895. Надсон. Микроорганизмы как геологические деятели, СПб., 1903.

² Песок состоит из альмандина, магнетита и кварца с преобладанием первого. См. С. Попов. О гранатово-магнетитовом песке с Таманского п-ва. Докл. Акад. Наук, 1924.

направлении. Средний плиоцен был эпохой процессов развития красноземов, как на Яйлинских юрских массивах, так и на понтических и сарматских известняках, образовавших берега Киммерийского моря. Эти рыхлые и весьма богатые уже готовыми окислами железа массы должны были в большом количестве сноситься в прилежащие бассейны. 3) Если допустить, что лежавший к северу от Керченского полуострова бассейн имел небольшие размеры, то возможно некоторое поступление наносного материала и с севера, с приазовской кристаллической полосы. Некоторые керченские мульды (Северная, Осовинская) уходят под уровень моря или им срезаются. В юго-западном, примыкающем к Арабатской стрелке, углу Азовского моря распространение рудных отложений возможно на значительных протяжениях под уровнем моря. 4) Наконец, осадки эти могли получиться путем размыва майкопских и других глин, богатых сидеритом, на что указывал Н. И. Андрусов. Я не думаю, чтобы этот последний источник был особенно велик, но все же как один из путей накопления соединений железа он имеет значение.

Вторым моментом процесса рудообразования является разложение силикатового ила, с выделением соединений железа. Агентами этого процесса являются по преимуществу углекислота и сероводород. Конечно, среднеплиоценовые водные бассейны по своим физико-химическим условиям не тождественны с современным Черным морем, но все же они принадлежат к геологически близкому прошлому. Геологический характер окружающих материков в общем был тот же; массы механических наносов, приносимых с них текучими водами, должны были иметь приблизительно тот же характер, что и в настоящее время; поэтому изучение черноморского ила может дать известные указания на процессы рудообразования. Исследование в лаборатории Крымского науч.-исслед. ин-та образцов черноморского ила, доставленных экспедицией Е. Ф. Скворцова, показало, что при обработке 10% HCl в раствор переходит от 1.03 до 4.6% железа при общем содержании последнего в иле от 1.64 до 5.75%. Таким образом, количество растворимого в слабой HCl железа значительно больше остающегося связанным в силикатной массе; так как вся эта масса ила окрашена в черный цвет и имеет характерный запах сероводорода, то ясна и форма, в которой находится переходящее в раствор железо: это гидрат — гидрат односернистого железа. Отсюда выясняется агент, который обуславливает извлечение железа из силикатного ила, а именно — сероводород. Несмотря на разность глубин, мы имеем в черноморском иле тот же процесс образования коллоидного односернистого железа, который описан для лиманов Черноморского побережья Вериги, Егуновым и Сидоренко. Очевидно, этот процесс происходил и в киммерийских бассейнах; надо вспомнить, что для киммерийских «табачных» руд выделение с HCl сероводорода явление характерное. Эти табачные руды и глины, так же как и синие и черные глины, обыкновенно образуют нижние горизонты рудных пластов (Кыз-Аул, Эльтиген);

они богаты закисью железа в лице землистого сидерита и фосфатов; пахнут сероводородом и дают реакцию на него. Очевидно, их образование происходило в условиях бескислородных вод, в которых имел место процесс сероводородного брожения и отсутствовали ферробактерии. А. Д. Архангельский неоднократно указывает на присутствие в Керченских мульдах отложений, условия генезиса которых сходны с условиями накопления современного фазеолинового ила Черного моря, т. е. на бедную кислородом среду. Итак, в зонах сероводородного брожения происходит в огромных размерах переход железа из силикатов в другие более подвижные соединения. Односернистое железо легко должно было переходить в раствор при изменении режима вод, т. е. при прекращении сероводородного брожения. Тогда, при начавшихся процессах окисления, образовались в большом количестве сернокислые и бикарбонатные соли, растворы которых постепенно диффундировали в верхний слой ила и в придонные воды, где и подвергались окончательному окислению и распадению путем гидролиза. Здесь могла широко развиться деятельность ферробактерий, могло происходить и просто химическое окисление; в результате получался мощный полужидкий кашицеобразный слой, состоящий главным образом из гелей гидратов железа и кремневой кислоты. В дальнейшем мельчайшие частицы этих коллоидов, ¹ реагируя друг с другом в этой полужидкой массе, могли дать сферические образования — оолиты; можно представить себе, что гели гидратов железа и кремнезема, несущие разные электрические заряды, при их взаимодействии вызывают отложения частиц положительного заряда на каждом ранее отложившемся слое отрицательных коллоидных частиц. Если физико-химические условия среды в течение этого процесса будут достаточно устойчивы, то концентрические слои должны иметь приблизительно постоянную величину; этим объясняется сравнительное постоянство отношения $Fe_2O_3 : SiO_2$. Вышеизложенные послойные отложения гелей разного характера происходили в жидкой среде. Я полагаю, что именно таким путем образовалась главная масса оолитов керченских железорудных отложений. Однако есть данные, указывающие и на процессы иного направления. При характеристике месторождений я упоминал уже о развитии в некоторых из них плотного сидерита. Сидерит этот часто постепенно переходит в бурый железняк, причем превращение идет весьма оригинальным путем: куски карбоната не превращаются в лимонит сплошь, например, с поверхности, а в отдельных участках оказываются как бы наполненными огромным количеством включений шаровых конкреций бурого железняка. Включения эти самой

¹ На строение коллоидных масс окислов железа и кремнекислоты из мельчайших зерен указывают все вышеупомянутые исследователи ила лиманов и озер. Так, Надсон (I. с.) пишет: «студенистая масса этих коллоидов слагается из мельчайших шариков или зернышек почти одинакового диаметра — около 0.4 мм». Сидоренко (I. с.) пишет: «некоторые зерна водного сернистого железа окружены каемкой, состоящей из бурой окиси железа».

разнообразной величины — от микроскопических до довольно крупных. Если выделить из массы сидерита такую конкрецию, то получится обыкновенный оолит. Что мы здесь имеем дело с превращением твердого вещества, а не с цементацией сидеритом ранее образованных оолитов бурого железняка, вполне ясно видно при микроскопическом изучении шлифов. Фотографические снимки (рис. 34 и 35) дают картину этих образований; на них ясно видно кристаллически зернистое строение массы сидерита. На рис. 34 различаются несколько таких шаровидных конкреций, сидящих в зернистой массе карбоната в разной степени их развития — одна большая и несколько малых. Еще поучительнее рис. 35; здесь в центральной большой конкреции отчетливо виден ход постепенного превращения: центральные черные части — это уже настоящий бурый железняк, а более светлые, периферические — это та часть сидерита (в природе светло-желтая), которая находится еще в периоде превращения. Нет никакого сомнения, что здесь имеет место образование оолитов в сплошной массе сидерита, а не превращение в него каких-либо округлых включений; тот же рис. 35 ясно показывает, что внутри кольца гидрата железа сохранились еще остатки зерен сидерита. При просмотре шлифов таких примеров можно найти много. В конце процесса кусок плотного сидерита превращается в оолитовый бурый железняк.

Таким образом мы видим, что оолиты могут образоваться в твердом веществе путем химических реакций в сфере, окружающей отдельные центры. Вряд ли можно думать, чтобы способ этот имел главенствующее значение; количественное преобладание, вероятно, принадлежит первому способу. Сидерит выветривается легко, лишь будучи обнажен естественным или искусственным путем; на глубине обыкновенно наблюдается лишь образование корок бурого железняка на его прослойках, после чего процесс окисления замедляется, и прослойки эти, даже тонкие, прекрасно сохраняются. Окислительные процессы в гораздо большем масштабе происходят еще на дне бассейна, в полужидком иле, в тех местах, которые находятся вне зоны сероводородного брожения или уже вышли из него. Таким образом, чисто бурожелезняковые слои и слои «табачных» руд и сидерита соответствуют разным физико-химическим условиям — зонам с достаточным содержанием кислорода и бедным им.

Исследования последнего десятилетия выяснили присутствие в железных рудах некоторого количества феррисиликата, типа хлорита; однако, этих образований немного. Они были встречены в плотном сидерите в виде включенных мелких шариков. Рис. 36 дает представление как о форме этих выделений, так и о количественном соотношении этого минерала и сидерита. Возможно, что известное количество его входит в состав табачных глин; пока он точно не определен. Хлоритовый тип его указывает на образование путем метаморфизации ила при наличии давления, т. е. лишь в наиболее глубоких частях мульд, что более или менее соответствует его нахождению в сидеритах, присущих преимущественно глубоким горизонтам.

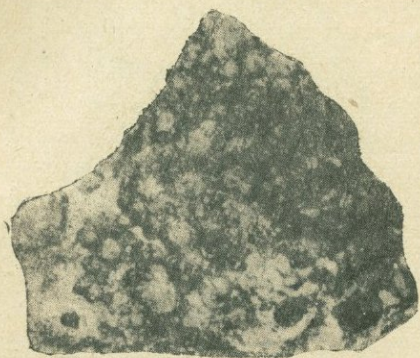


Рис. 30. Группа оолитов.

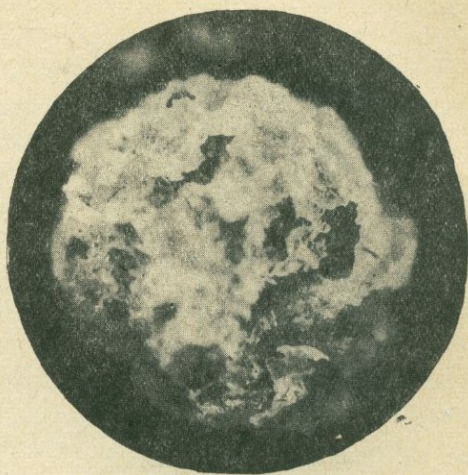


Рис. 31. Кремневый скелет оолита.

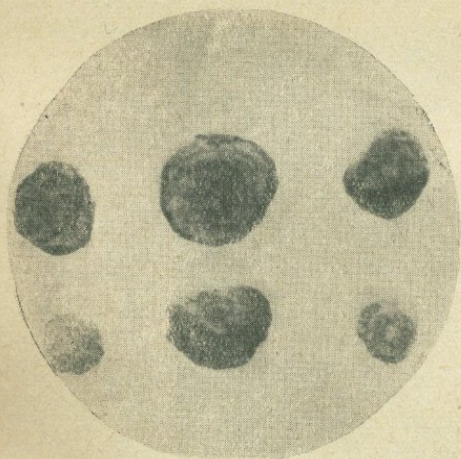


Рис. 32. Оолиты и их разрезы.

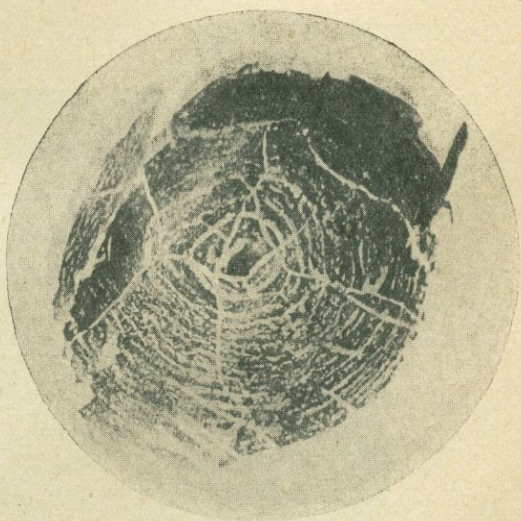


Рис. 33. Разрез мацерированного оолита.

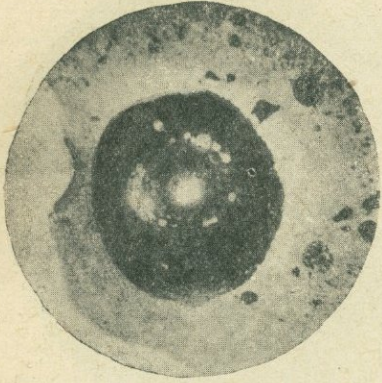


Рис. 34. Оолиты бурого железняка в сидерите.

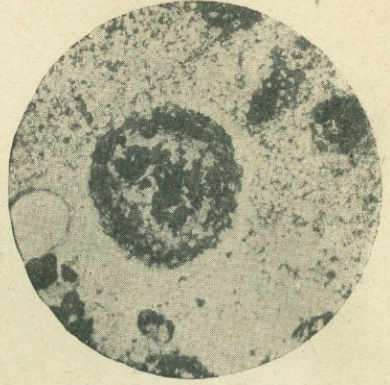


Рис. 35. Оолиты бурого железняка в сидерите.

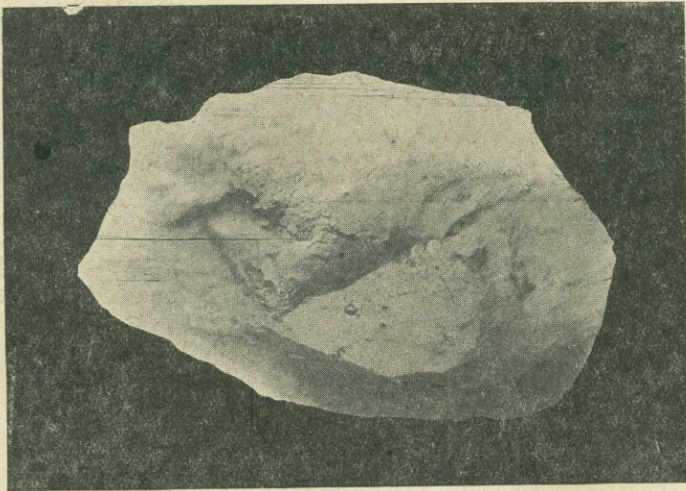


Рис. 36. Плотный сидерит с оолитом хлоритового вещества.

В лице этих феррисиликатов мы имеем промежуточный продукт превращения силикатового ила, который при дальнейших процессах окисления дает тот же бурый железняк. В. Куланда (1932) считает выделенные им легкие фракции руды состоящими преимущественно из нонтронита, однако, в работе его не приводится в пользу этого никаких доказательств; легкость фракций легко объясняется преобладанием в них геля кремневой кислоты. Во всяком случае нонтронит, вещество состава $Fe_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, является вторичным минералом, результатом вышеупомянутого процесса метаморфизации смеси гелей.

Наконец, не исключена возможность еще и следующего процесса: среди широко распространенных в понтическом и меотическом ярусах известняков имеются и оолитовые; мне приходилось наблюдать в шлифах их — правда, не с Керченского, а с Тарханкутского полуострова — отчетливую картину перехода известняковых оолитов в железистые во всех фазах этого процесса. Очевидно, что он допустим и для киммерийских отложений; однако, трудно думать, чтобы он имел в них широкое развитие, ибо киммерийские отложения сложены преимущественно глинистыми фациями; известняков в них очень мало, но все же для Эльтинген-Ортельской мульды они указываются; кроме того, химический состав и самая структура оолитов (кремневый скелет) трудно связать с замещением известняка; лучше всего все же он объясняется первым из вышеизложенных процессов.

По данным разведочных партий для глубинных «табачных» глин рудных пластов характерно содержание сероводорода, выделяющегося при действии HCl и теряющегося ими на воздухе; самый цвет глин при этом меняется и происходит побурение. Очевидно, в этих глинах сохраняются еще остатки не изменившегося гидротроилита, быстро на воздухе окисляющегося. При природном процессе его окисления должны были получиться большие количества серной кислоты, между тем серной кислоты в руде вообще немного (0.05—0.06%); прослойки гипса и конкреции барита по общей их массе также невелики; очевидно, главная масса серы оставалась в растворе в виде растворимых солей и удалялась вместе с отступлением водных масс.

Фосфор в руде — явно органического происхождения; наоборот, появление ванадия скорее надо искать в разложении силикатовых масс, так как некоторое содержание его обычно для силикатовых горных пород. Самая форма нахождения ванадия не ясна: в состав фосфорнокислых минералов он не входит, а остается рассеянным в массе руды; предположение, что мы имеем здесь ванадаты, пока ничем не подтверждается.

Менее всего ясно происхождение в рудах очень постоянной, хотя и небольшой, примеси мышьяка. При работах в нашей лаборатории мы пришли к убеждению, что мышьяк в руде содержится, по видимому, в двух формах: в виде сернистых и кислородных соединений. Такое мнение высказывалось и другими исследователями. Сернистый мышьяк в виде реальгара с не-

сомненностью констатирован для месторождения Железный Рог на Тамани. Однако нигде в другом месте он в видимой форме встречен не был. Вопрос о мышьяке требует еще новых исследовательских работ.

Керченские руды вместе с таманскими представляют одно из наиболее крупных скоплений железа на земном шаре и в СССР. Запасы руды по мульдам приведены в табл. 29.

ТАБЛИЦА 29

Запасы керченских железных руд по месторождениям (при объемном весе = 2).

Категория	Наименование мульды и участков	Средн. содерж. Fe в %	Средн. мощн. в м	Площадь в км ²	Объем руды в млн. м ³	Вес руды в млн. т
A ₂	Эльтиген-Ортельская мульда	36.3	9.4	8.0	75.3	150.6
	Камыш-Бурунская мульда	34.3	7.7	27.7	213.0	426.0
	Кыз-Аульская мульда	33.1	10.0	10.6	106.3	212.6
	Отвод Керченского металл. завода	36.9	7.5	1.4	10.7	21.4
	Насырский участок .	35.2	6.8	1.1	7.0	14.0
	Чегене-Сальинский участок	36.7	6.2	19.6	120.9	241.8
	Участок Багерова — Скасиев фонтан . .	28.0	1.2	11.9	14.8	29.6
	Итого по кат. A ₂	—	—	80.3	548.0	1096.0
B	Кыз-Аульская мульда	32.3	10.1	4.7	47.5	95.0
	Насырский участок .	32.0	3.2	1.6	5.0	10.0
	Участок Багерова — Скасиев фонтан . .	—	2.0	4.5	9.0	18.0
	Катерлезский участок.	34.2	7.6	17.2	131.8	263.6
	Баксинская мульда . .	—	—	3.5	28.6	57.2
	Киятский участок . .	31.9	0.9	23.4	22.0	44.0
	Акманайский участок	34.4	2.8	4.4	12.2	24.4
	Китеньский участок .	34.4	2.3	1.0	2.4	4.8
	Краснокутский участок	31.4	2.8	0.5	1.5	3.0
	Кезенская мульда . . .	31.0	1.2	10.9	13.1	26.2
	Итого по кат. B	—	—	71.7	273.1	546.2
C	—	—	—	—	—	1084.0
	Всего A ₂ + B + C	—	—	—	—	2726.2

Группа 4. Окислы типа RO_2 и их гидраты

а) Окислы кремния

Минералы группы SiO_2 мало изучены. Специально кварцами Крыма занимался лишь П. М. Мурзаев, работа которого не окончена и не опубликована. С разрешения автора нами использованы его рукописные материалы.

Кварц SiO_2 . Гекс. трапец. тетарт. $a : c = 1 : 1.0999$.

1. Изверженные породы

Не останавливаясь на микроскопических выделениях кварца в качестве породообразующего минерала, будем говорить лишь о более крупных его выделениях.

На Карадаге как кварц, так и другие разновидности кремнезема имеют огромное распространение; почти все авторы, писавшие о Карадаге, упоминают о кристаллах кварца; однако, минералогического описания его не имеется; совершенно нет кристаллографических измерений, нет и аналитического материала. Все, что излагается, представляет лишь результаты впечатлений полевого исследования и обзора собранных коллекций. Кварц на Карадаге является в подавляющем большинстве случаев в форме водянопрозрачного горного хрусталя. Кристаллы обычно не велики — доли сантиметра в диаметре; крупных кристаллов мне наблюдать совсем не приходилось, нет указаний на них и у других авторов. По внешнему облику имеются как обычные вытянутые по главной оси, так и короткие со слабым развитием плоскостей призмы или совсем без них, может быть, являющиеся превращенным β -кварцем. На кристаллах первого типа иногда наблюдаются площадки (1121). Наибольшая масса кварца выделяется по трещинам, довольно часто и в жеодах. В последних наружная корка обыкновенно образована халцедоном или агатом; внутри находятся кристаллы кварца, иногда в парагенезисе с цеолитами, кальцитом и датолитом. Особенно богат кварцем хребет Кок-Кая. П. А. Двойченко (1914 г.) описывает к северо-западу от д. Коктебель в андезите «самую мощную в Крыму жилу» — до 1 м. Кварцевые массы здесь состоят из плотно сросшихся длинных кристаллов без ясных граней желтой и зеленоватой (с хлоритом) окраски. Очень характерны для Карадага псевдоморфозы кварца по кальциту; крупные ромбоэдрические кристаллы последнего облекаются тонкой коркой сросшихся мелких прозрачных кристаллов кварца; такие псевдоморфозы довольно часты на обращенных к морю склонах Кок-Кая.

В изверженных породах южного берега выделения кварца относительно не велики. Для Аюдага можно указать нахождение кварца в мелких жеодах, впрочем очень редкое, и в небольших жилах, главным образом на Артекском склоне. П. Мурзаев (1925) указывает на следующие пункты: а) Куркулетская каменоломня (см. карту № 3, выход № 14), б) скала Ка-

раул-Кая, в) осыпи на Артекском склоне. Обычная комбинация кристаллов — $m(10\bar{1}0)$, $r(10\bar{1}1)$, $r'(01\bar{1}1)$; встречаются также тригональные пирамиды $s'(11\bar{2}1)$ и $s(21\bar{1}1)$, т. е. кристаллы бывают и правыми и левыми (рис. 29, 1—4). По Мурзаеву, во всех Аюдагских месторождениях правые кристаллы значительно преобладают. Наиболее крупные (до 1 см) и чистые экземпляры встречаются в месторождении Караул-Кая. Двойники с бипирамидами на соседних ребрах призмы наблюдаются довольно часто во 2-м и 3-м месторождениях. Кроме указанных форм, П. Мурзаевым приводятся: $x(51\bar{6}1)$, $(04\bar{4}1)$ и, как сомнительные, $u(31\bar{4}1)$, $\phi\{0.11.\bar{1}1.1\}$ и $\Phi(07\bar{7}1)$. Нередки дофинэйские двойники. Обычно кристаллы сидят прикрепленными концами к оси z , но встречаются и лежащие на плоскостях призмы; в последних образованы оба конца оси (рис. 37, 8, 10). Много кварца в контактовых зонах таврических сланцев с Аюдагским изверженным массивом, главным образом со стороны Артека. В большинстве случаев кварцы Аюдага водянпрозрачны; иногда встречаются слегка желтоватые.

В изверженных породах окрестностей г. Ялты хорошие кварцы, со слабым развитием призмы или без нее, были найдены мною в эруптиве близ водопада Учан-Су; наиболее крупный водянпрозрачный кристалл имел до 2 см длины. В другом месте, в бывшей каменоломне Гетманова, наблюдались кальцитовые жилы, в которых в массе кальцита заключались свободные, сильно вытянутые по оси z , мутные кристаллы кварца, до 1 см длины.

Относительно других местностей южного берега мало данных. В. Гринев (1926) описывает жилы кварца в каменоломнях горы Хыр двух типов: в одной каменоломне кварц занимает центральные части жил с пренитом, датолитом и кальцитом; мелкие прозрачные кристаллы его имеют до 1 мм диам.; в другой наблюдались молочнобелые, реже желтоватые или бесцветные кристаллы, вросшие в массы десмина, в жилах и жеодах. Длина кристаллов доходит до 1.5 см. В большинстве они представляют обычную комбинацию двух ромбоэдров и призмы; лишь на двух были обнаружены площадки формы $s(11\bar{2}1)$.

В образцах окрестностей Мухолатки и Кикенеиза наблюдались мною кристаллы довольно редкой комбинации одного ромбоэдра $(10\bar{1}1)$ и призмы (рис. 37, 1); здесь же имеются кристаллы со слабым развитием призмы.

В породах б. Георгиевского монастыря, в небольших жеодах, встречаются очень мелкие, беловатые кристаллики кварца обычных комбинаций в сообществе с эпидотом и пиритом.

О породах северных склонов имеются следующие данные: А. Е. Ферсман (1907) для изверженных пород окрестностей Симферополя (район Курцы — Саблы — Карагач — Эски-Орда) указывает широкое распространение кварца в гидротермальных жилах. Кристаллы бесцветны, реже желтого или дымчатого цвета. Комбинации обычные, часто встречается $s(11\bar{2}1)$.

Известная кальцитовая жила в Эски-Ордынском массиве, содержащая сернистые соединения, является в сущности кварцево-кальцитовой, так как по растворении кальцита в кислотах остаются скопления мелких кристаллов прозрачного кварца обычных комбинаций. В породах близ усадьбы Джиен-Софу были найдены довольно крупные (около 1 см) прозрачные кристаллы. Хорошие кристаллы известны также в жеодах пород окрестностей Карагача на Альме.

В породах порфиритового типа у д. Коккоз П. Мурзаев (1926) описывает кварцево-кальцитовые жилы трех родов: а) жилы до 15 см мощности

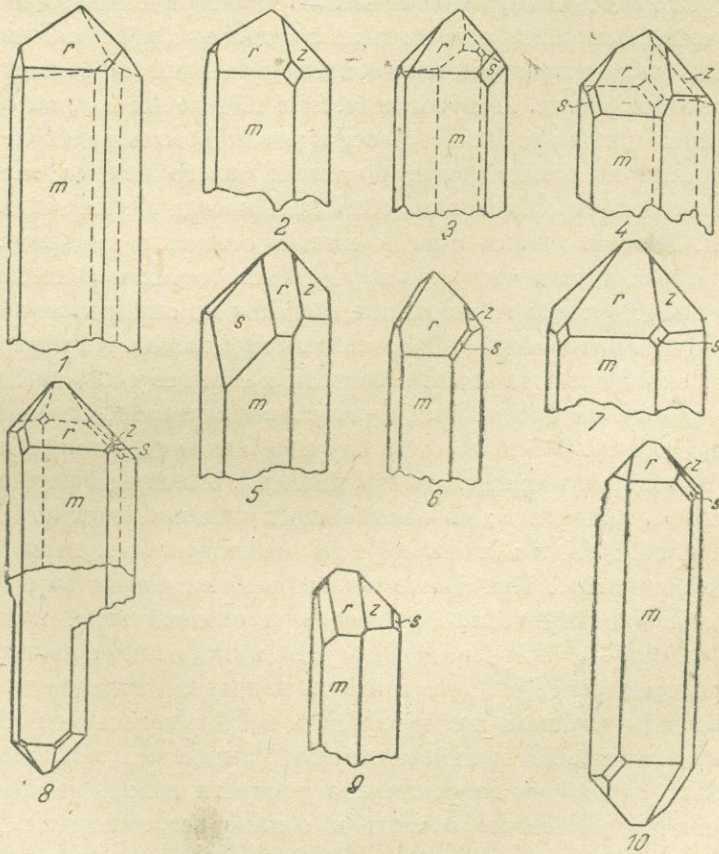


Рис. 37. Кварцы изверженных пород.

со следующим порядком выделения минералов: кальцит, кварц, барит, кальцит II. Барит часто отсутствует; иногда отсутствует и кальцит I; тогда корка кварца непосредственно покрывает стенки трещин; б) в жилах второго типа на стенках породы сидят короткопризматические кристаллы кварца; кальцит выполняет пространство между ними. Мощность жил только 2—3 см. Кристаллы кварца прозрачны; обыкновенны комбинации форм m , r , z ; наибольшая величина около 1.5 см; в) в третьем типе жил

(б. Юсуповская каменоломня) имеются две генерации кварца, разделенные кальцитом. Кристаллы кварца тех же комбинаций.

2. Осадочные породы

Свита глинистых сланцев и песчаников таврической формации и средней юры особенно богата выделениями кварца, который и для самих пород является главной составной их частью. По данным В. Лучицкого (1905), кластический кварц пород этой свиты образует небольшие (0.01—0.06 мм) угловатые, реже окатанные, большей частью изометрические зерна. Кварц богат включениями как жидкостей, так и твердых тел, иголок апатита и рутила; имеется также вторичный кварц, приобретающий наибольшее развитие в контактовых зонах. Макроскопические выделения кварца образуют многочисленные жилы разной мощности и различного характера. Особенно мощных жил не наблюдается; но жилы белого кварца мощностью в несколько сантиметров довольно обычны и иногда имеют значительные протяжения. Мелкие жилки иногда имеют сетчатый характер. Белый кварц в крупных жилах часто во внутренних частях переходит в прозрачный горный хрусталь и выполняет трещину не сплошь, почему здесь можно наблюдать превосходно образованные кристаллы. На поверхностях разбитых по сланцеватости черных глинистых сланцев часто наблюдаются тончайшие пленки из прозрачных кристалликов кварца, заметные лишь по блеску на солнце. В большинстве случаев в кварцевых жилах других минералов не содержится; там, где они имеются, они представлены накритом, алушитом, кальцитом; по отношению к ним кварц является всегда более ранней генерацией; лишь изредка наблюдается и вторая, более поздняя его генерация. Кварцевые жилы распространены во всей свите обломочных пород таврической формации и средней юры, как вблизи изверженных пород, так и далеко от них; в контактовых зонах наблюдается лишь более сильное развитие кварцевых выделений. П. Мурзаев склонен приурочивать жилы кварца к песчаниковым разностям свиты; это верно в смысле количественного увеличения кварцевых жил в песчаниках, однако чисто сланцевые разности далеко не лишены их. Рис. 38 дает представление о типе и облике встречающихся в сланцево-песчаниковой свите кристаллов. В общем комбинации просты и не выходят за пределы обычных, но по развитию тех или иных плоскостей значительно варьируют. Величина кристаллов большей частью измеряется миллиметрами; крупные кристаллы, в сантиметр и более, редки; наибольший наблюдавшийся мною кристалл с холма Дарсан в Ялте имел по длине около трех сантиметров; П. Мурзаев указывает для Воронской долины кристаллы до 5 см длины. Кристаллографические формы кварцев сланцево-песчаниковой толщи по Мурзаеву всегда представляют обычную комбинацию призмы и двух ромбоэдров; ни трапецоэдров, ни тригональных пирамид у них не наблюдается. Путем изучения шлифов и фигур вытрав-

ления им обнаружено значительное распространение двойников дофинэйских и бразильских. Плоскости призмы исптрихованы; в большинстве исптрихованы также плоскости формы s и s' — параллельно ребрам с ромбоэдром g и призмой m . С химической стороны кварцы сланцев являются очень чистым SiO_2 ; по пробам П. Мурзаева количество сторонних примесей в них не превышает 0.3%.

П. Мурзаев считает кварцевые жилы сланцево-песчаниковой толщи, в виду равномерного их распространения по всей массе породы, без заметного количественного увеличения вблизи эруптивов, за выделение из холодных растворов. Однако увеличение содержания кварца в сланцах контактовых зон констатируется В. Лучицким (1905) и согласуется с моими

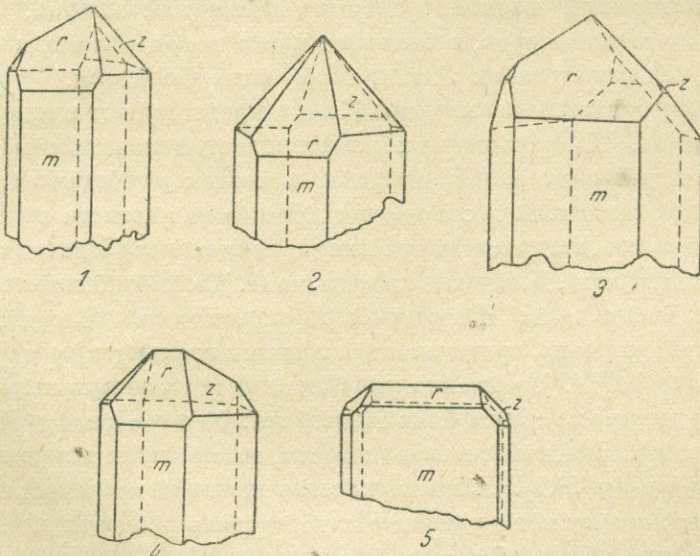


Рис. 38. Кварцы глинистых сланцев и песчаников таврической формации и средней юры.

наблюдениями; повидимому, выделения свободного кремнезема в контактах больше выражаются в общей силификации породы, чем в увеличении числа кварцевых жил, хотя в Артеке последние вблизи эруптива очень многочисленны. С другой стороны, парагенезис кварца с накритом в некоторых жилах, совершенно такого же типа, как и в жилах эруптива Эски-Орды, также является известным доводом в пользу действия горячих вод. В сланцы южного берега изверженные породы вторгаются всегда на очень небольших расстояниях друг от друга; получается впечатление о нахождении под горной частью Крыма небольшого диоритового батолита, ответвлениями которого и являются наружные выходы изверженных пород. Поэтому участие горячих вод, вероятно не особо высокой температуры, в образовании кварцевых жил, по крайней мере некоторых областей, отрицать нельзя. Часть южного берега между Людагом и Улу-Узенем, чрезвычайно богатая кварцевыми жилами, является как

раз областью парагенезиса кварца с накритом и алушитом и в то же время районом частых и мощных выделений изверженных пород.

В известковых массивах верхней юры мелкий кварц составляет обычную примесь; жильные выделения редки; в большом числе последние появляются там, где имеются прослойки песчаников или конгломератов. Так, например, на горе Перчем у Судака в песчаниках келловей и оксфорда встречаются прекрасные кристаллы горного хрусталя, величиной до 1 см, обыкновенных комбинаций, но очень своеобразных по отношению к развитию граней.

В нижнемеловых песчаниках и аркозах встречаются небольшие кварцевые жилки.

Очень хорошие водянопрозрачные кристаллы кварца, величиной в несколько миллиметров, в большом числе встречены были в плотных палеоценовых известняках Лысой горы, близ Феодосии.

Огромное большинство кварцев Крыма представляют прозрачный горный хрусталь. Из окрашенных разновидностей известен на Карадаге аметист, довольно слабой окраски, в жеодах и небольших, переходящих в линзы, жилах. В тех и других кристаллы аметиста занимают внутреннюю полость, тогда как наружные части сложены обыкновенным кварцем или халцедоном. Дымчатые кварцы, по П. Двойченко, имеются в таврических сланцах горы Шелудивой и окрестностей Бешуя; желтые, разной интенсивности, среди кварцев глинистых сланцев не представляют особой редкости. П. Двойченко указывает на желтые кристаллы хорошей окраски (цитрин) из жилы близ Коктебеля. К празему могут быть отнесены некоторые, включающие хлорит, зеленоватые кварцы Карадага.

Халцедон SiO_2 . Специальных исследований крымских халцедонов не имеется; поэтому нет возможности установить разности обыкновенного халцедона, люссатита, лютецита.

Наиболее многочисленны выделения халцедона на Карадаге. Обыкновенный серый халцедон в изобилии встречается в береговых породах в виде миндалин, жеед и тонких, но иногда простирающихся на довольно большие расстояния, жил. Стена хребта Кок-Кая со стороны моря в некоторых местах густо прорезана сетью тонких жилок белого, серого и красноватого цвета, состоящих из кварца и халцедона. В жеодах халцедон образует обыкновенно наружную стенку, переходя во внутренних частях в кварц. Не редок на Кок-Кая и агат с чередующимися белыми и розовыми полосами; в большинстве цвета его довольно бледны, но попадаются и очень красиво окрашенные экземпляры; агаты эти обыкновенно образуют короткие линзообразные жилы. Иногда и серые халцедоны имеют слабо выраженную полосчатость. По Н. Чурину (1918), близ «Сфинкса» имеются жилы агата, достигающие 140—160 м по простираанию и 12 см мощности. В средних частях берегового обрыва (Гяур-Бах, Сердоликовая бухта) встречается красноватый халцедон-сердолик. Еще более распространены на Карадаге плотные зеленые кремнистые образования, которые можно

скорей всего назвать зеленой яшмой. Они встречаются преимущественно в области развития туфовых пород и представляют, по видимому, сильно кремнезольные их участки. Наконец, на Карадаге встречаются иногда образования типа кварцевой стеклянной головы в виде мелких, прозрачных почек. Все разновидности халцедона в большом количестве входят в состав пользующейся известностью у посетителей восточного Крыма прибрежной «коктебельской гальки».

Далее к западу минералы группы халцедона в виде красного сердолика мы встречаем на Кастели. Миндалины его не часты, и в коренных выходах их трудно найти; легче — в прибрежной гальке. В изверженных породах Аюдага они не констатированы. Нет сведений относительно их нахождения и в других пунктах южного берега, хотя, например, в группе Хыр-Пиляки наличие их весьма вероятно. В районе б. Георгиевского монастыря встречаются жилы сильно железистой яркокрасной яшмы.

В породах северных горных склонов миндалины и маленькие жеоды халцедона в большом числе встречаются у Карагача на Альме и у д. Бодрак. По А. Е. Ферману (1907) у д. Петропавловки (окрестности Симферополя) встречаются псевдоморфозы халцедона по кальциту; имеются также яшмовидные образования зеленого и красного цвета.

В осадочных породах А. Е. Ферман указывает халцедон в некоем окрестностей д. Саблы. Вообще в осадочных породах халцедон наиболее распространен в форме кремня.

К р е м е н ь очень обычен в верхнемеловых отложениях второй гряды в форме конкреций. В некоторых горизонтах накопления его бывают столь значительны, что при разведочных работах эти горизонты характеризуются как «слои с кремнями». Кремни очень разнообразны по цвету: светло- и темносерые, буроватые, желтые и, наконец, красивого розового цвета. Эти последние в большом количестве можно находить в делювии меловых мергелей второй гряды, к востоку от Карасу-базара, в районе Катырша-Сарайского источника.

Анализ кремня из окрестностей Катырша-Сарая приведен в табл. 30.

ТАБЛИЦА 30

Мин. лабор. Крым. п.-иссл. ин-та. Аналитик С. Попов. 1929 г.								
№ анал.	Потеря при прокал.	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	Сумма
109	1.45	96.48	0.66	0.50	0.45	0.15	0.54	100.23

В третичных отложениях кремни распространены менее; литературных указаний на них почти не имеется. Встречаются обломки кремня и в отложениях грязевых вулканов.

О п а л SiO₂·nH₂O. Гидраты кремнезема встречаются гораздо реже безводных окислов. Большая часть их, в виде распыленных коллоидных

масс, находится в смеси с другими минеральными веществами, не образуя самостоятельных минералов. Таковы примеси их в железных рудах Керченского полуострова, где они составляют скелеты оолитов. В некоторых рудах кремнезем входит вместе с глиной в состав оолитового цемента; иногда количество его столь велико, что соответственные участки руды приобретают беловатый цвет; подобные образцы отчасти и дали повод подозревать наличие в Керченско-Таманском районе бокситовых руд. Далее свободные гидраты кремнезема наблюдаются в некоторых глинах (трепеловые глины) и в цементных мергелях. Активный кремнезем карадагских туфов, по Ф. Левинсон-Лессингу, является опалом. На Карадаге опал образует беловатые корки в трещинах и жеодах, иногда совместно с генетически связанным с ним халцедоном. Здесь скорей имеется процесс дегидратации и перехода опала в халцедон, чем обратно. В образцах, которые мне приходилось испытывать, воды было всегда очень немного. По А. Е. Ферсману, выделения опала имеются и в изверженных породах района Симферополя (у д. Петропавловки).

В керченских рудных пластах встречаются конкреционные образования в составе барита и гидрата кремнезема, относительные количества которых колеблются, и в некоторых случаях опаловая часть сильно преобладает.

Особую форму опала представляют органогенные образования, называемые трепелами. Эта форма имеет довольно значительное распространение на Керченском полуострове; здесь он сильно смешан с глиной и по виду представляет беловатую или желтовато-серую, чрезвычайно легкую, но плотную породу; под микроскопом в ней ясно различаются панцири диатомей. Выходы трепела известны в следующих местах: а) близ г. Керчи в крепостном районе; б) близ д. Баксы — к северу от Керчи, в) в Яныш-Такильской мульде к югу от Керчи. Два последних месторождения были разведаны А. И. Спасо-Кукоцким. В Баксинском пласты трепела прослежены в небольшом гребне на 2.5 км по простиранию. Мощность пласта 2.7—11.3 м. Запас глинистого трепела исчислен в 747 830 м³ без недостаточно разведанной средней части; при учете последней — 1 606 000 м³. Яныш-Такильские месторождения расположены к югу от Тобечикского озера, на водоразделе между Яныш-Такильской и Коп-Такильской мульдами, и доходят до берега моря. Запас их исчислен в 7.3 млн. м³. Качество ниже баксинского; содержание SiO₂ 55—56%; порода является трепельной глиной.

б) Окислы титана

Сведения о наличии окислов титана в Крыму очень скудны и встречаются только в описаниях шлифов горных пород. Так, имеются указания на нахождение рутила в таврических сланцах, да и то под вопросом, у В. Лучицкого (1905). А. Лагорио (1894—1895) нашел его в кристал-

лических сланцах окрестностей Карасу-базара. Показания анализов горных пород на TiO_2 объясняются наличием в них титанатов, которые констатируются и микроскопическими наблюдениями, а частью также изоморфной ее примесью в силикатах.

в) Окислы марганца

Полианит MnO_2 . Кв. с. а : с = 1 : 0.6647.

В пустотах и трещинах твердого, стальносерого псиломелана из каменисто-песчаных окрестностей Ялты мною была замечена очень тонкая кристаллическая корочка. Под микроскопом оказалось, что корочка эта состоит из чрезвычайно мелких кристалликов, имеющих формы четырехугольных пластинок, с углами в 90° . Так как твердость корочки велика (6), то едва ли можно сомневаться, что эти кристаллики являются полианитом. Малые размеры их, общее ничтожное количество вещества и трудность отделения его от массы псиломелана не дали возможности произвести еще какие-либо определения.

Пиролюзит MnO_2 . Гель.

П. Двойченко приводит указание Е. Д. Ревуцкой на нахождение волонисто-шестоватого пиролюзита между д. Узунджи и Скеля в связи с псиломеланом.

г) Угольный ангидрид CO_2

Выделение свободного углекислого газа констатировано в следующих местах:

1. В составе газов, выделяемых сопками Керченского полуострова, содержится 3—4% CO_2 .

2. В составе газа источника Аджису содержится 0.07—0.4% CO_2 по объему; воды источника содержат 0.0033% свободной углекислоты (см. анализы № 65, 67, 68).

3. Некоторое выделение углекислого газа имеется в источнике Бурункая, вода которого содержит до 0.05 свободной CO_2 (анализ № 73).

4. В воде источника Паша-Тепе показано 0.0108 свободной CO (анализ № 70).

Возможно, что жидкости микроскопических пор в кристаллах кварца, указания на которые имеются у В. Лучицкого (1905), отчасти являются углекислотой.

Накопления углекислого газа наблюдаются, повидимому, на дне некоторых глубоких карстовых колодцев верхнеюрских известняков, например, на горе Агармыш (А. Слудский).

Группа 5. Комплексные окислы $R_2O_3 \cdot SiO_2$ и $RO_2 \cdot SiO_2$

Минералы этой группы констатированы для Крыма только микроскопически: иголки с и л л и м а н и т а Al_2SiO_5 в контактовой зоне таврических глинистых сланцев, близ Биюк-Ламбата (В. Лучицкий); а н д а

л у з и т в обломках кристаллических сланцев из конгломератов близ Карасу-базара (А. Лагорио). Ц и р к о н $ZrSiO_4$ изредка упоминается при описании шлифов изверженных пород, например, в адамеллитах Балаклавы (Мейстер, 1908); в кварцевых кератофирах окрестностей Ялты (А. Зайцев, 1900). В таврических сланцах окрестностей Парте-нита, по В. Лучицкому, угловатые зерна или хорошо образованные кристаллики циркона, диам. 0.1—0.3 мм, образуют постоянную составную часть.

ГЛАВА III

КЛАСС II. СОЛИ КИСЛОТ, ПРОИЗВОДНЫХ ОТ АНГИДРИДОВ R_2O_3

(АЛЮМИНАТЫ, ФЕРРИТЫ, БОРАТЫ)

Группа 1. Аллюминаты и ферриты

1. Ш п и н е л ь (плеонаст) $(Mg, Fe) Al_2O_4$.

Единственное указание на шпинель имеется у А. Е. Ферсмана (1907), нашедшего микроскопические голубоватые зерна ее в контактовой зоне порфиринов со сланцами в Аратукской балке близ Симферополя.

2. М а г н е т и т $FeFe_2O_4$. Прав. с.

Микроскопически магнетит констатируется в минеральном составе крымских изверженных пород всеми работавшими здесь петрографами.

В макроскопическом виде магнетит образует песок в аллювии низовьев рр. Бельбека и Качи. Образцы его, доставленные экскурсантами-студентами в Минералогический кабинет Крымского университета, представляли собой мелкие, окатанные зерна; иногда на более крупных можно было заметить признаки кристаллических граней.

А. Слудский в трещинах балаклавских известняков наблюдал скопления богатой магнетитом глины, что он считает результатом размыва покрывавших юрские известняки аптских глин. Им же было обнаружено заметное содержание магнетита в аптских глинах Балаклавского района (личное сообщение). В сопочных грязах В. Дубиневич (1885) обнаружил присутствие магнетита с помощью магнита. Наконец, в старых наблюдениях Козина (1825) есть указание на то, что некоторые галечники и рухляки Крыма (между Мшаткой и Ласпи и у д. Шули) после промывки оставляют «тяжелый золотоносный шлик», можно думать, с содержанием магнетита.

Группа 2. Бораты

Элемент бор (В) встречен в Крыму в составе четырех минералов: боросиликатов — датолита и турмалина, боратов — буры и боронатрокальцита. Оба последних обнаружены исключительно в связи с водами и грязами сопочного происхождения, почему при изложении условий их генезиса совершенно невозможно обойтись без подробного разбора сопочных явлений и описания грязевых сопков Керченского полуострова.

Грязевые вулканы и сопочные процессы

Грязевые вулканы, сопки, сальзы или вулканоиды, как их называют различные авторы, представляют столь своеобразное явление, что не могли остаться незамеченными даже при самых поверхностных наблюдениях; однако, мы не находим никаких указаний на них ни у древних писателей, ни у средневековых путешественников. Между тем первые же натуралисты, появившиеся в Крыму после его присоединения к России, Габлиц и Паллас, уделяют им соответствующее внимание.

Грязевые вулканы или сопки представляют широко распространенное по земной поверхности явление, обуславливающее весьма крупные геологические последствия. Взгляды на происхождение их и сущность сопочного процесса весьма различны. Само двойное название «грязевые вулканы» и «грязевые сопки» ясно указывает на два резко отличных направления мысли для объяснения происхождения этих феноменов. С одной стороны, «вулкан» — грозное и величественное явление природы, обусловливаемое силами, развивающимися в глубине земных недр; с другой стороны, «сопки», да еще грязевые, — явление, связанное с водами и газами поверхностных частей земной коры. Эти два взгляда на сущность сопочного процесса, существующие и по настоящее время, ясно вырисовываются при историческом обзоре литературы, посвященной интересующему нас вопросу.

Остановимся сначала на описании и характеристике самого процесса. Непременными условиями возникновения его служат: а) выделение газов, б) наличие воды и в) рыхлых мягких пород, легко образующих с водою грязевые массы. Если все эти три фактора будут налицо, имеются все данные для образования грязевого вулкана. А так как они могут появляться в результате весьма различных геохимических процессов, то и грязевые вулканы могут быть очень различного происхождения, как это и имеет место в действительности. Так, известны грязевые сопочные явления, связанные с действием углеводородных газов чисто болотного происхождения; известны и горячие грязевые вулканы, представляющие собою не что иное, как фумаролы подлинного вулканического происхождения.

Главными классическими областями грязевых вулканов, географически вполне определенными, являются страны Кавказа и побережья Каспийского и восточной части Черного морей. Здесь грязево-сопочные явления происходят во всей их полноте и своеобразии и настолько ярки, что все трактовки их в геологических руководствах всех стран опираются на описания явлений именно в этих областях.

Простейшая форма грязевого вулкана или сопки — это отверстие в почве, из которого выделяются газы и временами выбрасываются большие или меньшие количества жидкой грязи и соленой воды. В результате накопления грязи образуются вокруг отверстий различной величины конусы —

от таких, которые можно поместить на ладони, и до очень крупных холмов, почти гор, каковое название им нередко и дается; например: «Горелая гора», «Гора пекло» и т. п. В последнем случае они не уступают по величине весьма многим небольшим настоящим вулканам, как, например, Монте нуово (Monte nuovo) близ Неаполя и многим из вулканов Оверни (Puys). Нельзя не признать, что во многих отношениях грязевые сопки имеют действительно большое сходство с настоящими вулканами или фумаролами. Внешняя конусообразная форма, потоки грязи, которые по форме, характеру движения и по глыбовым и комовым поверхностям очень напоминают застывшие лавовые потоки, выделения газов, даже огневые явления, хотя и не часто, но все же наблюдающиеся при их извержениях, — все это

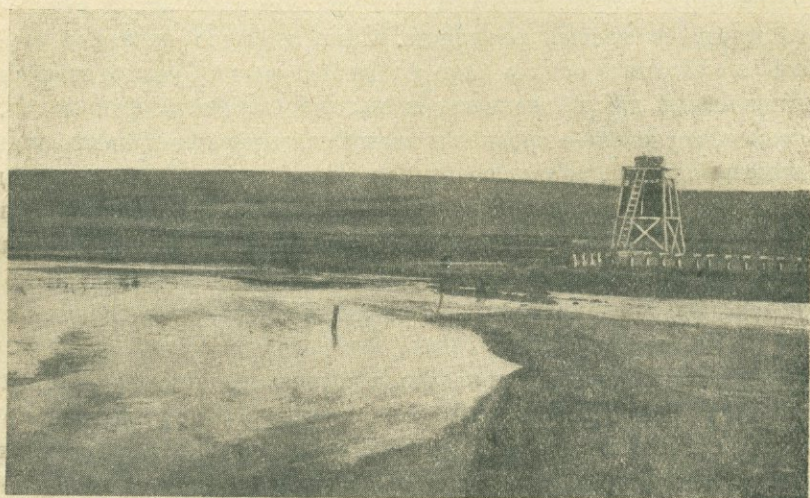


Рис. 39. Булганакская группа сопок. Сопка Центральная.

близко подходит к настоящим вулканическим явлениям. Ясную картину общего вида грязевых вулканов дают фотоснимки (рис. 39—45).

Уже сама внешность сопок представляет довольно много своеобразия, начиная, как уже сказано было выше, с величины их; на рис. 44 представлен один из наиболее крупных конусов описываемого района. Но не надо забывать, что формы современных активных конусов соответствуют лишь настоящему геологическому моменту; вообще же грязевые вулканы представляют собою многовековые накопления грязи и образуют очень крупные холмы, поросшие травой, часто по наружности не отличимые от других холмов данной местности. По склонам этих холмов, а иногда ряда слившихся холмов, часто рассеяны большие и маленькие современные конусы, как это можно наблюдать, например, на горе Карабетке близ Тамани, или Гнилой горе у Темрюка. Огромные скопления грязи старых вулканов имеют уже чисто геологический масштаб, как, например, на Ашшеронском полуострове или в некоторых местах Тамани. Самая форма конусов раз-

лична: от высоких холмов с узким кратерным отверстием (рис. 44, 45) и до широких кратерообразных углублений с низкими краями (рис. 39, 40). Это зависит, главным образом, от консистенции грязи: при сильно глинистой, вязкой грязи получаются высокие конусы, тогда как примесь песка дает плоские, озерообразные сопки; вероятно, также имеют значение количества воды и сила выделения газов.

Как и среди настоящих вулканов, мы имеем сопки потухшие и действующие. Интенсивность газовыделения в последних опять-таки очень разнообразна — от медленных, едва заметных пузырьков до бурного кипения. В последнем случае газ можно зажечь и получить громадный костер. Воз-



Рис. 40. Булганакская группа сопок. Сопка Андрусова.

горания происходят иногда при катастрофических извержениях и естественным путем; тогда получаются грандиозные огневые явления с горячими потоками грязи, обильным выделением паров и т. п., словом, полная имитация настоящего извержения. По описаниям Шегрена, при подобном извержении вулкана Локбатан, близ Баку, на улицах последнего среди ночи было светло, как днем, а на зданиях ближайшей к вулкану ж.-д. станции (3 км) загорались крыши. Такие извержения известны для сопки Горелой на Тамани в прошлом столетии и в недавнее время (1914 г.) — для сопки Джау-Тепе, на Керченском полуострове.

Сообразно с силой извержения изменяется и величина грязевых потоков: грязь может не изливаться совсем и могут получиться колоссальные ее потоки в десятки тысяч тонн; например, поток грязи Джау-Тепе 1914 г., измеряемый цифрой свыше ста тысяч тонн. Свежая грязь имеет весьма характерный светлосерый цвет; с течением времени она темнеет

и местами приобретает буроватый оттенок; еще позже, по мере выщелачивания солей, начинает покрываться растительностью и, по истечении нескольких десятков лет, потухший грязевой вулкан по внешности ничем не будет отличаться от окружающих холмов, разве только в нем сохранился углубление кратера.

Грязь всегда включает многочисленные обломки твердых пород, по преимуществу обломки песчаника, известняка и сидерита. Для керченских вулканов эти последние очень характерны. Можно встретить также обломки раковин, кремни, пирит. Никаких обломков кристаллических пород в сопках никогда не наблюдалось. Выделяющаяся грязь обыкновенно очень



Рис. 41. Булганакская группа сопок. Конус Абиха.

жидкая, пропитана водою, которая иногда образует и самостоятельные потоки. Она всегда сильно солена; главная составная часть ее солей — хлористый натрий; кроме того, обнаружены борнокислые соединения (бура) и углекислые (сода); сернокислых мало, иногда и совсем нет. Обнаружено также присутствие брома, иода и лития. На свежевысохшей грязи соли образуют характерные белые выцветы, в дождливое время года скоро выщелачиваемые.

Что касается выделяемых грязевыми вулканами газов, то это по преимуществу углеводороды, главным образом, метан (обыкновенно выше 50%, иногда до 90%), также и другие; довольно много азота (до 50%); далее CO_2 (обыкновенно 3—4%), CO , H_2O_2 и следы сероводорода и фосфористого водорода. Присутствием последнего можно объяснить самовозгорание газов при катастрофических извержениях; воспламенение может также быть

вызвано ударами выбрасываемых при извержении твердых обломков, например, кремня и пирита.

Главная масса сопкок расположена у нас по обоим концам Кавказского хребта, на Апшеронском и Таманском полуостровах. Первые переходят на восточный берег Каспийского моря, на о-в Челекен и западную часть Туркмении. Имеются также в Эмбенском районе и в Грузии, к югу от Кавказского хребта. На западе через Керченский пролив переходят в Крым и сосредоточиваются в восточной части Керченского полуострова, хотя имеются и на западе его (Джау-Тепе). Следы старого сопочного процесса заметны также в окрестностях Симферополя (Аян) (Попов, 1898).

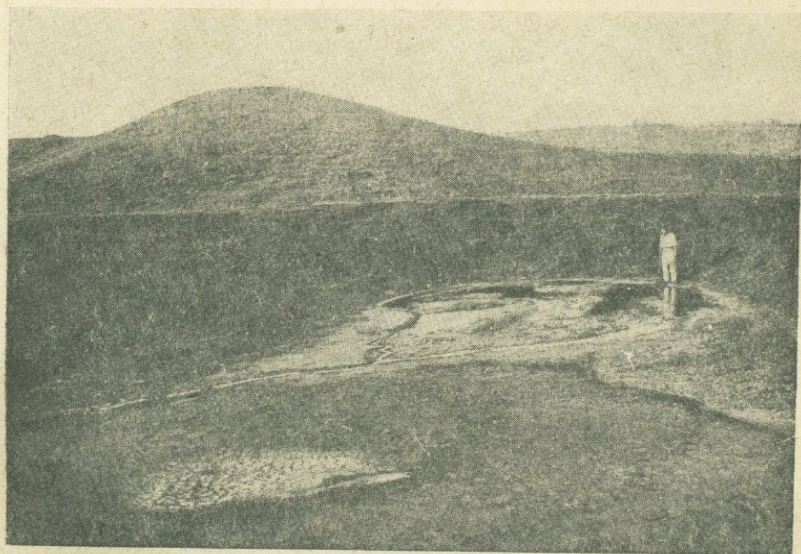


Рис. 42. Еникальские сопки.

Хотя оригинальность сопочных явлений давно обратила на себя внимание исследователей юга России, но только Абих (1865) занялся обстоятельным их изучением. Толчком к этому послужило появление в результате сильных извержений небольших островков, образованных сопочной грязью вдоль западного берега Каспийского моря. В своих воззрениях на сальзовые явления Абих выказал себя ярким вулканистом: он признавал за сопками характер настоящих вулканов и настойчиво искал в химическом составе их грязи сходство с трахитовой лавой. Месторождения нефти он считал результатом действия вулканических сил на юрские каменные угли Закавказья. В другой своей работе Абих дает прекрасное описание сальз Керчи и Тамани. Эти работы, несмотря на известную устарелость геологических воззрений, и до сих пор служат основным материалом наших сведений о грязевых вулканах Кавказа; особенно важно указание Абиха на связь их с определенными тектоническими линиями.

После Абиха по сопкам немного работал акад. Гельмерсен в 1867 г., также давший краткое описание Керченских и Таманских сопок. Гельмерсену, между прочим, принадлежат обстоятельное описание и рисунок небольшой группы Еникальских сопок, которым случайно посчастливилось сделаться объектами топографического обследования нескольких позднейших экспедиций: единственно для них мы имеем планы расположения отдельных кратерных отверстий, изменения которых, таким образом, можно проследить в течение полустолетия.

После Гельмерсена изучение грязевых сопок затихло, но никогда не прекращалось совершенно. В течение 1870—1890 гг. появился ряд



Рис. 43. Вершина горы Карабетки.

небольших работ, посвященных частью геологическому, частью химическому описанию их (Алексеев, 1880; Потылицын, Сабанеев, 1884). Работы ограничивались большей частью только одной описательной стороной явления без попыток выяснить его сущность. В общем, однако, можно сказать, что в это время среди геологов господствовало мнение о поверхностном происхождении сопок и о полном отсутствии здесь какой-либо связи с настоящим вулканизмом. Так смотрел на это, например, и покойный акад. Андрусов, который в своих классических работах по Керченскому полуострову, касаясь сопок, прибегнул лишь к цитированию страниц из отчета проф. Головкинского.

В 1898 и 1899 гг. состоялись экспедиции на грязевые вулканы проф. Вернадского, Самойлова (1898) и автора (Вернадский и Попов, 1899) этих строк; появились съемки Еникальских грязевых сопок, что, в связи с предшествующей работой Гельмерсена и позднейшим трудом Чарвинского (1908), дало картину изменения в течение ряда лет распо-

ложения выходов газов для этой небольшой группы. Можно сказать, что в то время как отдельные отверстия и конусы довольно быстро замирали или вновь появлялись, общее положение места выхода газов, т. е. определенные группы сопков сохранялись весьма устойчиво. Другим результатом наших работ было обнаружение в числе солей в водах грязевых вулканов борнокислых соединений (буры). Это дало сильный толчок к повороту в воззрениях на природу сопочных явлений снова в сторону вулканизма. Как известно, бор является типичным выделением при вулканических процессах и в большинстве случаев месторождения боросодержащих минералов так или иначе связаны с вулканическими или пост-



Рис. 44. Большой конус горы Карабетки.

вулканическими явлениями; таким образом, нахождение их в грязевых водах несомненно является известным доводом в пользу гипотезы вулканического характера сопочных явлений. Горячим приверженцем этого взгляда выступил в ряде своих статей о грязевых вулканах и о происхождении нефти проф. Штебер (1913, 1915).

Присоединяясь ко взглядам Абиха, он рассматривает грязевые сопки, как чисто вулканические образования с очагами, лежащими в той части земной коры, где еще нет жидкой магмы, но уже имеются размягченные пластические массы. Образование нефти Штебер трактует, как результат реакций между выделяющимися в грязевых вулканах CO_2 и CO , с одной стороны, и водородом — с другой. Равным образом, сопочную грязь он считает образовавшейся путем перетирания твердых пород в жерлах грязевых вулканов.

Таким образом, Штебером также признается связь грязевого вулканизма и месторождений нефти; но только связь эта имеет, так сказать, характер обратный тому, который принимается большинством исследова-

телей и по которому нефть и ее газы являются не следствием, а причиной грязевого вулканизма.

Из работ девятисотых годов (Клепинин, 1914, Седельщиков, 1914, Чирвинский, 1908) важнейшие посвящены изолированной сопке Джау-тепе, в западной части Керченского полуострова. Сопка эта дала грандиозные извержения в 1909, 1914 и 1920 гг., причем извержения 1914 г. сопровождалась огневыми явлениями и выбросом колоссального потока грязи — более 400 м длины.

Сопка Джау-тепе, далеко выдвинутая на запад, однако не является последним членом семьи прикавказских грязевых вулканов. Еще в 1898 г.



Рис. 45. Гора Джау-тепе.

мною была обнаружена небольшая затухшая сопка в 20 км от Симферополя, близ д. Аян, и в настоящее время холмик ее еще сохраняется. Выделения газов известны и в других местах Крыма и в соседнем Мелитопольском районе на Украине.

В 1913 г. в работе И. Губкина (1913), посвященной геологии Таманского полуострова, выяснена связь крупных сопочных образований с антиклинальными складками. К 1917 г. относится работа по сопкам Керченско-Таманского района Н. Изгарышева и А. Слудского (1917), в которой дано наиболее систематическое описание отдельных сопочных групп района. Авторами даны и названия не только группам, но и многим отдельным сопкам. По отношению к генезису они, в общем, присоединяются к взглядам Штебера, указывая вместе с тем на участие в сопочных процессах грунтовых вод и подчеркивая зависимость их от тектонических процессов — образования трещин по антиклиналям или по сбросовым плоскостям.

В 1925 г. появилась работа А. Д. Архангельского (1925), специально посвященная вопросу генезиса сопок. Считая явления грязевого вулканизма результатом деятельности газов нефтяных месторождений, автор в то же время указывает, что для развития сопочного процесса необходимо наличие исключительных условий, так как очень многие нефтяные месторождения совершенно не сопровождаются какими-либо сопочными явлениями. Эти особые условия А. Д. Архангельский видит в тектоническом строении областей, к которым приурочены грязевые вулканы, именно: в развитии здесь антиклинальных складок диапирового типа. Для последних, как известно, наиболее характерной особенностью является выширание ядра складки, протыкающего породы вершины антиклинали. Автор говорит: «...учитывая только структуру диапировых складок, легко понять, что эта структура является чрезвычайно благоприятной для возникновения грязевых вулканов. У трещин протыкания обрываются все пласты, проткнутые при поднятии ядра, и в том числе, конечно, водо- и нефтеносные горизонты. При брахиантиклинальном расположении слоев, поднимающихся со всех сторон к трещинам, естественно, у них сосредотачиваются массы нефти и газа и вода. Достигнув трещин, газы поднимаются по ним, выталкивая находящийся здесь материал. Подобных условий мы не находим ни в нормальных, ни в опрокинутых, ни в разорванных надвигах антиклиналях, развитых в Терском или в восточных частях Кубанского нефтеносного района . . . Эти вышертые брекчии . . . , вероятно, и образуют значительную часть брекчиевых накоплений, слагающих крупные грязевые вулканы». Таким образом, автор приурочивает расположение грязевых вулканов, главным образом, к диапировым антиклиналям, преимущественно к их вершинам, частью к крыльям (в пунктах крутого заворота пластов); часть вулканов приурочена также к сбросовым трещинам. Случаи расположения грязевых вулканов в синклиналях автор ставит под сомнение. Резким отличием воззрений автора является отнесение им главной массы сопочной грязи собственно не к продуктам извержения, вызываемого давлением газов, а к брекчии трения, к массе раздробленной породы выдавленного ядра складки.

Параллельно с изучением геологии сопок шло и их химико-минералогическое исследование. К восьмидесятым годам относятся работы химиков Потылицына и его учеников, Алексеева и Сабанеева; в их работах даются анализы сопочных грязей и вод. К началу девятисотых годов относятся работы Вернадского и Попова и упомянутые уже работы Штебера, содержащие много химических данных. Во время мировой войны впервые было обращено внимание на практическое значение борнокислых соединений, содержащихся в сопочной грязи, что вызвало исследования химической стороны вопроса в 1915—1917 гг. (работы Ферсмана, Бекетова, Григоровича). В Булганаке был основан небольшой борный завод, просуществовавший, однако, недолго. После перерыва, вызванного годами гражданской войны, работы по бору в 20-х годах возобновились с новой энергией.

В 1930 г. в Керченско-Таманском районе работали три экспедиции: по бору Академии Наук (В. Грушвицкий) и Института неметаллических ископаемых (С. Попов); по иоду — ГМТоргпрома (В. Григорович). В результате их исследований в следующем 1931 г. начались работы треста «Химруда» по эксплуатации месторождения боронатрокальцита и систематической разведке на буру грязевых отложений Булганака, Карабетки и Гнилой горы (экспедиция Сев.-Кавк. РГРУ, С. Попов и Н. Покровский). Химическому и минералогическому изучению подвергались: сопочная грязь, сопочные воды и газы, т. е. все три главных компонента, обуславливающих появление грязевых вулканов. В большинстве случаев исследования производились на объектах Булганакской группы, наибольшей по размерам и с наиболее резко выраженными проявлениями грязевого вулканизма. В последние годы эта группа была подвергнута особенно тщательному исследованию, в виду связанных с ней практических перспектив. В грязевом поле Булганакского района Сев.-Кавк. РГРУ заложено было в 1931 г. 35 скважин, глубиною в 20—30 м. Серая, до почти черной, окраска сопочной грязи при ее выветривании переходит в бурые и желтые тона от окисления соединений железа; по этим окраскам можно до некоторой степени судить о том, насколько глубоко проник процесс выветривания. По данным журнала буровых скважин, буро-желтые окраски появляются на глубинах до 3 м — в 5 случаях, от 3 до 5 м — в 12 скважинах, от 6 до 8 м — в 8 скважинах; от 8 до 12 м — в 6 скважинах. Иногда наблюдается появление бурых полос в массах серой грязи и, обратно, — полосы серой грязи в массе бурой; последнее наблюдается, например, в скважинах, заложенных близ самых сопочных отверстий; здесь явление это вполне понятно. В ряде скважин найдена примесь к глине кварцевого песка, но настоящих песчаных прослоек нигде в грязях Булганакского района не обнаружено. В качестве кластических включений в основной глинистой грязевой массе рассеяны куски известняка, сидерита, твердого песчаника, кристаллы гипса и желваки боронатрокальцита, последние только в определенных районах поля. Сама грязь очень однородна; при взбалтывании в воде дает очень долго не оседающую муть. Под микроскопом на фоне тонкозернистой глинистой мути можно различить мелкие зерна кварца, листочки слюды, зерна роговой обманки, бурого железняка, полевого шпата; округлые зеленоватые зерна, повидимому, глауконита, кусочки известняка и сидерита; осколки кальцита и гипса, обломки раковин. Другими авторами указывается также наличие доломита, гематита, магнетита. На рис. 46 представлены три типичных разреза из разных частей поля.

Главную массу материала для сопочной грязи Булганакской группы, да, вероятно, и для грязей большинства Керченских групп дали майкопские глины, с которыми старая сухая грязь имеет много и внешнего сходства. Наиболее интересным фактом является присутствие в грязи обломков песчаника, которым, повидимому, надо приписать происхождение из нижних слоев майкопского яруса, залегающих под толщею глин.

Это указывает на восхождение вод или газов, а может быть, и тех и других, из глубин ниже майкопской свиты, но насколько далеко — вопрос остается открытым. Преобладание в материале грязей майкопской глины вполне естественно в виду того, что эти глины обычно составляют ядро антиклиналей, к которым сопки приурочены. Исследования 1930 и 1931 гг. показали, что грязевой массив Булганакской группы довольно равно-

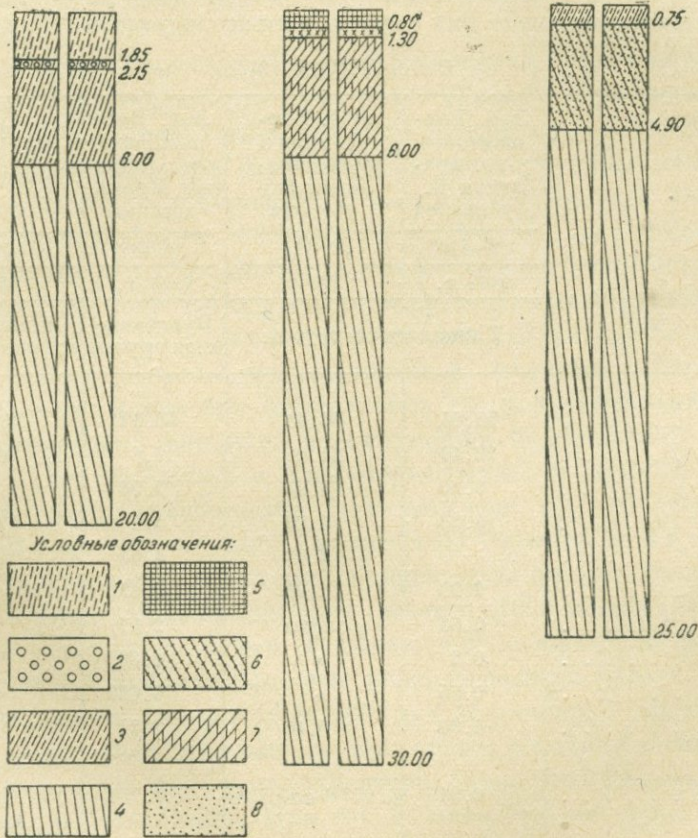


Рис. 46. Разрезы грязей булганакского сопочного поля.

1 — Глина желтая. 2 — Включ. борнатрокальцита. 3 — Глина желто-бурая.
 4 — Глина светлосерая. 5 — Глина черная. 6 — Глина серовато-желтоватая.
 7 — Глина серовато-зеленоватая. 8 — Песок.

мерно и без всяких перерывов пропитан борнокислыми солями (см. ниже), т. е. весь обработан водами, содержащими борнокислые соли. Отсюда можно заключить, что вся масса грязи прошла вместе с борными водами через сопочные жерла, иначе говоря, что она является выбросом грязевых вулканов. Если бы она являлась лишь брекчией, через которую только по отдельным жерлам двигались сопочные газы и воды, то, в силу плохой водопроницаемости, надо было бы ожидать сильного обогащения солями частей грязи, прилежащих к жерлам, и быстрого падения, вплоть до ис-

чезновения содержания их, уже на небольших расстояниях от жерл, что совершенно не наблюдается. Что извержения грязевых вулканов свободно могут доставить колоссальные массы грязи, доказывают выбросы ее при извержении Джау-тепе в 1914 г., или сравнительно недавний выброс Карабетки, изображенный на фотографии (рис. 43).

Несмотря на интерес, возбуждаемый сопочными грязями, аналитические данные о них очень скудны. Все имеющиеся в литературе анализы относятся к старым годам; они сведены в нижеследующей таблице:

ТАБЛИЦА 31

Компоненты	Лаб. Варшавского у-та, аналитик В. Дубиневич	Лаб. Варшавского у-та, аналитик Морозевич	Лаб. Варшавского у-та, аналитик Крамаревский	Лаб. Московского у-та, аналитики Сабанеев и Матвеев
	№ 110	№ 111	№ 112	№ 113
	1885 г.	1888 г.	1886 г.	1884 г.
	Еникальская группа		Булганакская группа	Ахтанизовская группа на Тамани
SiO ₂	53.64	56.33	55.92	53.2569
Al ₂ O ₃	22.19	24.06	16.6	12.2569
Fe ₂ O ₃	6.10	4.03	7.33	7.4672
CaO	4.23	3.29	1.4	0.2152
MgO	—	2.13	1.05	2.1295
Na ₂ O	1.29	2.33	3.07	2.7993
K ₂ O	0.61	следы	2.47	1.0250
P ₂ O ₅	0.2	»	0.33	0.1322
SO ₃	0.55	»	0.627	0.4920
CO ₂	4.68	6.46	3.21	Mn ₃ O ₄ — 0.2000 CaCO ₃ — 6.9857
Cl	0.51	0.97 (+сл. H ₂ S)	0.788	MgCO ₃ — 2.7000
Орг. вещества	6.47 (+H ₂ O)	—	7.35	Потеря от прок. 9.9665
Сумма	100.47	99.60	100.145	99.6264

Механический анализ булганакской грязи, произведенный Г. Турлеем, дал следующие результаты:

частиц больше 0.25 мм diam.	1.0%
» от 0.25 до 0.05 »	2.5
» » 0.05 » 0.01 »	6.0
» меньше 0.01 »	90.4

Перейдем ко второму компоненту извержений грязевых вулканов — к сопочным водам. Хотя последние и являются источником борнокислых и других солей, однако, изучены они довольно слабо. Это отчасти и понятно:

сопки извергают жидкую грязь, а не воду; последнюю можно получить лишь путем отстаивания грязи или фильтрацией; консистенция грязи очень разнообразна, из густых разностей вообще трудно получить воду. В природе естественный отстой получается редко и лишь при мощных жерлах, выделяющих при том очень жидкую грязь, как, например, в главной Булганакской сопке. Так как количество сопочных вод сравнительно с огромными накоплениями грязей вообще очень не велико, то, естественно, внимание исследователей обращено было, главным образом, на грязи, а не на воды.

Сопочные воды Керченско-Таманского района отличаются весьма своеобразным характером, хотя во многом и близки к обыкновенным нефтяным водам. В новейшей классификации природных вод акад. В. И. Вернадского,¹ сопочные воды отнесены к восходящим подземным водам, в одно подцарство с гейзерными и вулканическими, и с химической стороны характеризуются содержанием O, Na, Cl, B, C. Содержание бора характерно для всех сопочных вод Керченско-Таманского района. Как известно, до последнего времени месторождения борнокислых минералов связывались обычно с вулканическими явлениями: борнокислые источники имеют обыкновенно термальный характер, борнокислые озера и боратные отложения древних озер так или иначе связаны с изверженными породами (например, в Калифорнии), боросиликаты являются минералами пнеуматолита и гидротермальных процессов. Однако в последнее время Гольдшмидтом было доказано широкое распространение бора в осадочных породах в количествах больших, чем в изверженных, а также в воде океана, который и выдвигается им, как первоисточник бора. А. П. Виноградовым доказана значительная концентрация B_2O_3 в иловых водах. Сотрудниками геохимических лабораторий Ломоносовского института² выяснено широкое распространение бора в нефтяных водах, колеблющееся в пределах от 0.002 до 0.45 г на литр. Эти обстоятельства, как будто, дают возможность приравнять сопочные воды к водам нефтяным, т. е. водам пластового характера, совершенно не имеющим черт ювенильного происхождения. При таком взгляде и все процессы грязевого вулканизма могут быть объяснены лишь деятельностью газов и вод нефти в связи с некоторыми тектоническими перемещениями. Однако при внимательном рассмотрении цифрового материала, собранного в указанных работах, замечается следующее обстоятельство. Все наиболее высокие цифры содержания B_2O_3 в нефтяных водах относятся к тем из них, которые связаны с грязевыми вулканами. Величины, превышающие 1 г на литр, наблюдаются только для настоящих грязевых вод (1.5—1.7 г — воды Керченских сопок, более 3 г — воды сопочных озер Чикишляра);

¹ В. Вернадский. История минералов земной коры, т. II. История природных вод, Л., 1934.

² Тагеева, Цейтлин, Морозова, 1935. С. Цейтлин. Содержание бора в нефтяных водах. Докл. Акад. Наук, т. I, № 3, 1936.

обыкновенные нефтяные воды даже Бакинского района, в котором сильно развит грязевой вулканизм, — не свыше 0.45 г на литр, тогда как воды нефтеносных областей, не имеющих проявления последнего (Ухта, Сахалин), содержат лишь ничтожные количества B_2O_3 (0.002—0.005 г на литр), т. е. цифры того же порядка, как в морской воде и обыкновенных соленых водах. Таким образом, в водах грязевых вулканов наблюдается несомненный приток борной кислоты. Мне представляется, что все эти явления хорошо объясняются гипотезами происхождения нефти, которые начинают распространяться в последнее время и в которых синтезируются теории органического и минерального ее происхождения.¹ По этим воззрениям органические остатки, несомненно являющиеся первоисточником вещества нефти, процессами гниения доводятся лишь до некоторой определенной стадии изменения; для окончательного превращения их в углеводороды необходимо действие восстанавливающих глубинных газовых эманаций. Присутствие среди этих эманаций бора как обычного элемента пневматолитических процессов вполне приемлемо. Грязевые вулканы возникнут в тех местах, где, в силу тектонических причин, приток глубинных газов, в том числе и бора, будет происходить с наибольшей степенью интенсивности.

Связь всех месторождений бора Керченско-Таманского района с сопочными водами совершенно несомненна; все без исключения испробованные грязи Керчи и Тамани показывают содержание бора и, обратно, здесь нет боросодержащих вод, которые нельзя было бы так или иначе связать с сопочными процессами. Не являются сопками Сеит-Элийский источник и Мариентальский ставок (см. ниже); но вода их имеет явно сопочный характер, нет только накоплений грязи; последней, однако, может и не быть, если сопочные воды движутся в верхних горизонтах по твердой породе, что имеет место в Сеит-Элийском источнике (чокракский известняк). Борная кислота обнаружена также в воде Чокракского озера; по берегам последнего из чокракского известняка выходят минеральные источники, правда, не сопочного типа; на дне озера имеются также газифицирующие источники. Выход сопочных вод на дне глубокой Чокракской котловины, лежащей так близко от Булганака, вполне вероятен. Может быть, и огромные накопления грязи этого озера произошли не без участия сопочного процесса. С другой стороны, в некоторых замкнутых, не имеющих стока водоемах полуострова борной кислоты не оказалось, например, в воде озера у с. Марфовки, а в них борная кислота не была бы неожиданностью, если бы она выщелачивалась из осадочных пород района.

Полный анализ воды, взятой из сопки Булганакской, мне известен лишь один; затем имеется анализ воды сопочного типа Сеит-Элийского источника и отдельные определения борной кислоты в некоторых других водах (табл. 32).

¹ Стадников Г. Происхождение углей и нефти. Л. 1930.

Первый анализ Э. Штебера, произведен в лаборатории Екатер. горн. института в 1914 г. Анализ сеит-элийской воды сделан в лаборатории Крымского иссл. института в 1930 г. П. Данильченко, М. Равичем и С. Синани.

Перейдем теперь к описанию самих борнокислых минералов и их месторождений.

а) Б у р а $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ встречается в сопочных месторождениях в двух формах: 1) в виде белых налетов, покрывающих сопочную грязь вблизи жерл сопок. Обычно налеты эти очень тонки, порошковаты; вместе с бурой в них содержатся хлористый натрий и сода. Они существуют только в течение сухого времени года и дождями уничтожаются нацело, но и восстанавливаются легко и скоро при высыхании грязи. В теплую погоду после дождя можно наблюдать, как за одну ночь поверхность сопочной грязи покрывается похожим на плесень налетом солей, точно пухом, состоящим из тончайших волосовидных кристалликов. 2) При дальнейшем высыхании такая «пуховидная» структура исчезает, и налет принимает вид тонкой корки, при соскабливании рассыпающейся в порошок. Но в такой форме сосредоточено лишь очень небольшое количество буры. Главная же масса ее заключается в виде механической или адсорбционной примеси в самой грязи в количествах, измеряемых большей частью долями процента, редко достигая одного или немного более.

б) Б о р о н а т р о к а л ь ц и т (улексит) $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Вещество это, которому придают и другие формулы, например с $6\text{H}_2\text{O}$, сравнительно мало изучено. В Керченско-Таманском районе этот минерал, как и бура, встречается в двух формах: 1) в форме округлых желваков весьма различной величины, от булавочной головки до желвака, изображенного на рис. 47 (10×14 см). Иногда величина желвака падает до минимальных размеров, переходя в пыль, что можно наблюдать в разрезах Булганакского рудника. В общем преобладают желваки диам. в 5—8 см. Мелкие легко раздавливаются пальцами, более крупные имеют плотную корку, которую можно разбить лишь молотком; она состоит из еростков тончайших лучистых кристалликов, весьма слабо действующих на поляризованный свет; внутри желвака вещество минерала делается рыхлым, мучнистым, а в центральной части остается свободная полость, в которой обычно находится некоторое количество грязи. С поверхности желваки имеют характерный шелковистый блеск. Минерал легко чертится ногтем; твердость его = 1; 2) другой формой выделения боратов кальция является тонкая примесь их к сопочной грязи: солянокислые вытяжки из грязи всегда дают большие количества борной кислоты, чем водные, иногда в 2—3 раза; эту разницу и надо отнести на счет нерастворимых в воде боратов кальция.

Наибольшее содержание B_2O_3 солянокислые вытяжки из грязи обнаруживают обычно вблизи слоев борнатрокальцита.

Залежи борнатрокальцита были констатированы почти во всех сопочных группах Керченского полуострова и в некоторых таманских;

ТАБ

№	В о д а	Сух. остат.	CO_3''	CO_2	SO_4''	Cl'	Br'
114	Булганакской сопки	12.152	1.2207	—	—	3.7679	0.0122
115	Сейт-Эли	8.1704	1.6965	0.2088	0.1362	1.7684	0.0073

однако, везде минерал находился в небольших количествах, и притом всегда лишь в отдельных пунктах, а не по всей площади сопочной группы; в разных группах количество его весьма неодинаково, и вообще нахождение его было сопряжено с большой трудностью; поиски приходилось вести почти ощупью. Путем долгих наблюдений удалось установить следующие условия его образования:



Рис. 47. Боронатрокальцит из Булганака.

1. Отложения боратов связаны преимущественно с сопками, богатыми водой (Булганак); сопки без постоянного истока воды, с периодическими, хотя бы и громадными извержениями грязевых потоков, твердыми боратами бедны; так, совершенно не найдено боронатрокальцита на громадной Джау-тепе и очень мало — на еще большей Карабетке.

2. Наиболее благоприятным условием образования минерала является возможность застоя сопочных вод, т. е. возможность большего соприкосновения боросодержащих вод с породой.

3. Скопления боронатрокальцита всегда находятся близко от поверхности, иногда не глубже нескольких сантиметров и редко на глубине,

ЛИЦА 32

I'	B_4O_7''	SiO_2	Na'	K'	Li'	NH_4'	Ca''	Mg''	Fe_2O_3	Al_2O_3
0.0340	1.1797	0.0316	4.0446	0.0379	0.0005	следы	0.0204	0.0092	—	—
0.0134	1.5040	0.0349	2.6101	0.1220	0.0034	нет	0.0829	0.0972	0.0603	0.0004

превышающей метр. Вымытые дождевыми водами, они иногда выходят на поверхность.

4. Скопления желваков боронатрокальцита никогда не наблюдаются в свежей сопочной грязи, но лишь в местах, покрытых уже растительностью, т. е. в почвенных горизонтах, безразлично, образовались ли последние на сопочной грязи, или на обычных глинистых породах.

5. Почвы песчаные, более проницаемые для вод, неблагоприятны для образования твердых боратов; отсюда бедность ими таманских сопочных групп, например, громадной Гнилой горы около Темрюка.

Из этих наблюдений вытекает следующее: боронатрокальцит является результатом действия вод, содержащих растворимые борнокислые соли (преимущественно $Na_2B_4O_7$), на карбонаты кальция поверхностных почвенных горизонтов.¹ Связь с этими горизонтами месторождений боронатрокальцита, кроме прямого наблюдения, подтверждается отсутствием последних в свежих грязевых потоках и на глубине, где прекращаются почвообразовательные процессы. Нельзя не указать, что и по характеру выделения боронатрокальцит напоминает обычные формы почвенных карбонатов; он встречается как в виде округлых скоплений, так и тонких ветвящихся нитей (псевдомицелий). С другой стороны, надо заметить, что все скопления боронатрокальцита встречаются лишь в границах ныне действующих сопочных групп. В очень старых сопочных грязях потухших сопки желваки бората никогда не содержатся; очевидно, без притока сопочных вод нерастворимый борат кальция мало-помалу исчезает, вероятно, превращаясь путем обменных реакций в растворимые натровые соли. Этому вполне соответствует отсутствие, по наблюдениям Изгарышева (1917), в старой грязи борной кислоты, извлекаемой лишь солянокислой вытяжкой.

Образование боратов кальция происходит и во всей массе сопочной грязи, так как последняя содержит примесь карбоната кальция (см. выше анализ Сабанеева), но в этом случае образуется только мельчайшая порошковатая примесь их, обнаруживаемая лишь солянокислыми вытяжками.

Аналитическое исследование керченского боронатрокальцита дало результаты, указанные в табл. 33.

¹ Почвы Керченского полуострова с его относительно сухим климатом принадлежат к степным, богатым углекислыми солями.

ТАБЛИЦА 33

Лаборатория Крым. научно-иссл. института. Аналитик А. Зайцева. 1930 г.

Компоненты	№ 116	№ 117
	Марриенталь	Булганак
H ₂ O при 105°	14.12	12.06
H ₂ O при прокаливании	20.42	23.16
B ₂ O ₃	42.96	43.03
CaO	14.71	14.04
Na ₂ O	8.04	8.01
Cl	0.24	0.22
Сумма	100.49	100.52
Вычитая эквивалентное хлору количество кислорода	0.05	0.05
Итого	100.44	100.47

Месторождения боратов

1. Еникальское месторождение. Еникальская группа сопкок расположена в 9 км от г. Керчи, непосредственно у западного края д. Маяк. Она состоит из целой серии сопочных выходов, расположенных на линии NE—SW, около 450 м протяжением. Сопочное поле состоит из двух холмов, разделенных оврагом; на северо-восточном холме находится сопка, зарисованная еще Гельмерсенем; в настоящее время она представляет собою озерцо, диаметром в 10 м, наполненное жидкой грязью; лежит оно в кратерном углублении на вершине холма. В 1930 г.

в нем наблюдалось 5 действующих газовых грифонов. Сопка эта Изгарышевым и Слудским названа «Подмаячной». Другой, юго-западный холм, более пологий, представляет систему мелких, слабо действующих сопок («сопка Самойлова»). План расположения газовых выходов имеется в работе Самойлова (1898), Вернадского и Попова (1899).

В 54 м к востоку от сопочного поля имеется колодец, глубиною в 8.75 м, с сероводородной водой, которой пользуется д. Маяк для водопоя скота. В юго-западном конце поля, в балке, существуют 2 выхода сероводородных источников со слабым дебитом воды; в каждом из них имеется несколько газлирующих грифонов.

Боронатрокальцит обнаружен только в северо-восточном конце сопочного поля. Заложенный нами шурф показал, что боронатрокальцит встречается здесь лишь вдоль небольшой рытвинки, вымытой стекающими в ставок водами, и на расстоянии около 1.5 м от последнего прекращается, так что промышленного интереса в этом отношении Еникальская группа не представляет.

Содержание B_2O_3 в грязи, по Изгарышеву (водная вытяжка), на 100 г твердой грязи — 0.1552 г. По данным нашей экспедиции 1930 г., в водной вытяжке — 0.28%, в солянокислой — 1.44%. Высокое содержание, даваемое солянокислой вытяжкой, объясняется тем, что проба грязи была взята из шурфа с боронатрокальцитом.

2. Сеит-Элийское месторождение. Сеит-Элийское месторождение расположено в 2 км к юго-западу от д. Сеит-Эли на склоне небольшой горки. Здесь во время изысканий по минеральным водам Крыма в 1929 г. в первый раз был найден боронатрокальцит. Источники этого месторождения сливают свои воды в маленький ручеек, текущий в балку. Ручеек очень слаб, и в летние жаркие дни уже на расстоянии 300—350 м исчезает. Воды источников, пропитывая сланцевые глины по краям ручейка, и привели к образованию желваков боронатрокальцита; последние встречаются близ самой поверхности, доходя до глубины в 0.25 м; в 2—3 шагах от ручейка они исчезают. К западу от источников лежит довольно ровная плоская котловина; поэтому можно было думать, что в период дождей или вообще во время более сильного действия минеральных источников воды их затопляли некоторую часть этой котловины, способствуя образованию желваков боронатрокальцита; разведка шурфами, однако, установила, что у Сеит-Элийского месторождения образование боронатрокальцита шло только вдоль ручейка, дав очень незначительное накопление желваков. Источник Сеит-Эли, как было указано выше, имеет воду сопочного типа; но так как она движется по твердой породе (чокракский известняк), то грязевых накоплений не получается.

3. Мариентальское месторождение. Мариентальский ставок лежит по правую сторону от дороги, ведущей от Сеит-Эли в совхоз Мариенталь, в котловине между Султановской и Чокур-Сеит-Элийской антиклиналью, в 1 км к юго-юго-востоку от Сеит-Элийских

источников. В этой котловине расположена горка, высотой около 10 м, сложенная сарматскими известняками, простирание которых 342° NW и падение 28° . К западу от нее находится ставок, подходящий к самому ее основанию; с востока он огражден искусственной плотиной. Площадь его приблизительно 3200 га. Вода ставка содержит значительное количество солей, и скот эту воду не пьет. Приблизительно в центре ставка в 1930 г. были ясно видны газирующие гриффы; в 1932 г. эта газация была мало заметна. Следует думать, что вода этих гриффов близка к водам источников Сеит-Эли и вообще имеет тип сопочных вод, а также что

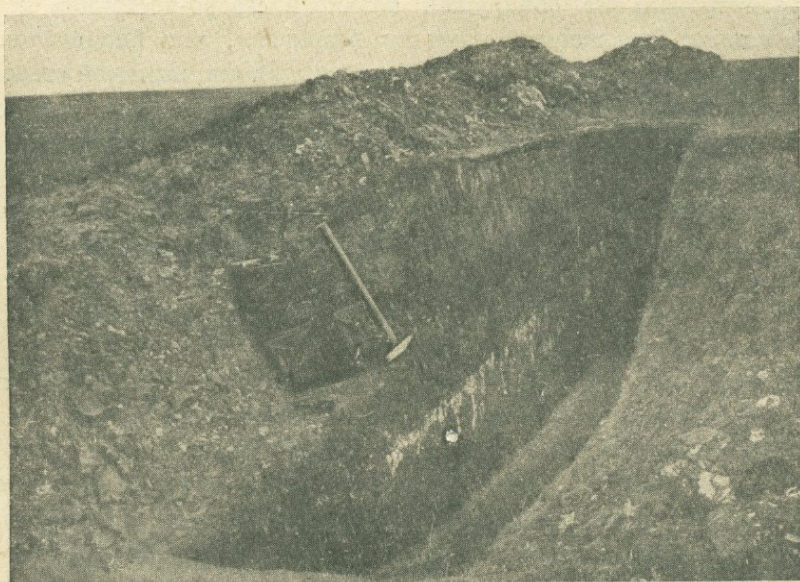


Рис. 48. Шурф с боронатрокальцитом в Мариентальском месторождении.

она-то и дала возможность образования боронатрокальцита по краям ставка. Взять воду для анализа непосредственно из гриффов не было возможности, так как добраться до них нельзя из-за всасывающего ила, покрывающего дно ставка. Проба же, взятая на небольшом расстоянии от гриффов, показала содержание B_2O_3 в 0.0978 г на литр. Шурфы, заложенные по берегам ставка, обнаружили в некоторых местах высокое содержание боронатрокальцита. К сожалению, нахождение его ограничивается очень узкой береговой полоской, не шире 6 м, притом с перерывами. Несколько дальше, боронатрокальцит распространяется по оврагу, отходящему от ставка. Желваки его погружены в желтоватые глины, не глубже 0.4 м. Несмотря на незначительные размеры, месторождение было использовано Булганакским борным рудником.

4. Булганакское месторождение. Булганакские сопки расположены в 7 км к северу от г. Керчи. Сопочное поле представляет собой котловину, лежащую в области размытой Чокракско-Тарханской антиклинали. Площадь дна котловины 0,5 км × 2 км; дно все покрыто продуктами извержения сопок как действующих, так и потухших. Поле распадается на 5 групп.

I. Северная группа (сопка Андрусова) представляет собой большой усеченный конус с верхней площадкой, диам. в 200—250 м. На этой площадке расположен целый ряд действующих и потухших сопок. Весь конус состоит из старой сопочной грязи. С юга и юго-востока его лежат сопка Павлова и конус Абиха.

II. Центральная группа представлена в настоящее время собственно одной энергично действующей сопкой — Центральной. Вокруг сопки на некотором расстоянии сооружен вал, который, удерживая сопочную

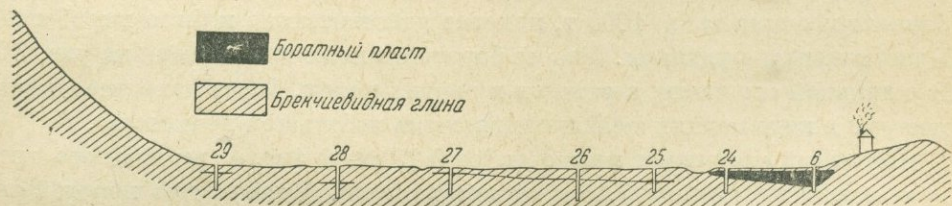


Рис. 49. Схематический разрез Булганакского месторождения боронатрокальцита.

воду, образует небольшой наполненный водой бассейн. Сопка энергично газирует в одном месте, но, кроме этого, на ней имеется еще целый ряд слабых грифонов, трудно поддающихся учету. На северо-востоке от Центральной, на общей с ней ровной площади, лежит сопка Вернадского — небольшой кратер без возвышения, диам. в 15 м, заполненный сопочной водой, с несколькими грифонами средней газации.

III. К юго-западу от Северной группы расположена сопка Тищенко, представленная одним небольшим конусом слабой активности.

IV. К юго-востоку от Центральной между двумя ложбинами, по которым стекают воды в речку Булганак, расположена четвертая группа — сопки Обручева. В ней имеется целый ряд грифонов и небольших конусов, но также слабой активности.

V. В юго-восточной части поля устроен искусственный Булганакский ставок; к северному его концу подходит неглубокая промоина, берущая свое начало у V группы — сопки Ольденбургского, расположенных изолированно от предыдущих в небольшой, почти круглой котловине.

На содержание боронатрокальцита месторождение было разведано партией Института неметаллических ископаемых в 1930 г.

Залежи боронатрокальцита находятся к востоку и северо-западу от Центральной сопки. Кроме того, имеется еще несколько небольших

ТАБ

С глубины (в м)	0—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12—14	14—16	16—18
Среднее	0.717	0.715	0.635	0.638	0.572	0.649	0.572	0.538	0.520

полей боронатрокальцита к востоку от сопки Андрусова. Из них наибольшего внимания заслуживают расположенные к востоку от Центральной сопки и занимающие площадь от сопки Вернадского — на севере, до плотины — на юге. С востока вдоль границ боратного поля идет уступ, составлявший некогда границу стояния вод ставка. Западная граница этого поля находится в 110—130 м от Центральной сопки. Наиболее богатая боронатрокальцитом часть тянется полосой вдоль восточной его границы. Подсчет, произведенный для этой части поля, показал количество боронатрокальцита в 1000 т, каковое действительно и было выработано Булганакским рудником. Разрез боратного поля представлен на рис. 49. В остальной его части, а равно и в других полях, борат находится лишь местами в виде мелких желваков и в очень небольшом количестве.

Боратный слой имеет мощность от 0.25 см до 1 м, и верхняя его граница лежит на глубине 0.15 м от поверхности. Вмещающей породой является желтая глина сопочного происхождения. Желваки боронатрокальцита в главном поле довольно крупны, до 7 см и даже более в диаметре. На содержание буре месторождение было обследовано экспедицией Академии Наук в 1930 г. и затем Сев.-Кавк. РГРУ в 1932 г., заложившей здесь 35 скважин.

Химическая обработка материала последней экспедиции производилась в лаборатории Крымского научно-иссл. института; результаты работ с подробными цифровыми данными изложены в моей статье (1934 г.).

Сеть скважин была заложена в шахматном порядке при среднем расстоянии 200 м одна от другой; расстояния несколько менялись в зависимости от рельефа местности. Кроме того, были заложены особые 4 скважины близ отверстия главной Булганакской сопки. Основной глубиной скважин были приняты 20 м, некоторые доводились до 30 м. Пробы на буре брались с каждых двух метров. Общая площадь разведанного Булганакского поля 785 000 м².

Изучение изменения содержания буре с глубиной дало следующие результаты (в % содержания десятиводной буре в сухой грязи), показанные в табл. 34.

Из этих данных следует, что заметное обогащение бурою имеется лишь в поверхностном слое — до 4 м глубины, что легко объяснимо: в этом слое происходит испарение воды и сгущение растворов. Общий запас десятиводной буре для 20-метрового слоя в главных участках,

ЛИЦА 34

18—20	20—22	22—24	24—26	26—28	28—30	Средн. 0—10 м	Средн. 10—20 м	Средн. 0—20 м	Средн. 0—30 м
0.523	0.574	0.596	0.615	0.517	0.537	0.656	0.540	0.598	0.596

разведанных наибольшим числом скважин, 105 760 т; на окраинных участках, разведанных слабее, 18 371 т, всего 124 131 т.¹

Так как в грязи содержится и борная кислота, не извлекаемая водными вытяжками, т. е. содержащаяся в виде нерастворимых соединений, вероятно, в виде боронатрокальцита, то были применены и исследования солянокислыми вытяжками. Соотношение количеств B_2O_3 , извлекаемых солянокислой и водной вытяжками, для Булганакского поля = 1.5 (в среднем), т. е. значительная часть борной кислоты остается не извлеченной при простой промывке грязи.

Как было указано выше, весь запас боронатрокальцита Булганакского поля был выработан рудником, работавшим здесь более двух лет, что касается добычи буре, то Химпроектом были составлены подробные планы ее добычи путем выщелачивания грязи морской водой, которую предполагалось провести из Азовского моря.

Однако открытие индерских боратных месторождений более мощных и, главное, представляющих гораздо более благоприятные условия для разработки, приостановило и, вероятно, надолго все эти начинания. Несомненно извлечение буре путем промывки, при среднем содержании ее в грязи всего в 0.6%, представляет большие технические и экономические трудности. Но несомненно и то, что в совокупности в грязевых отложениях Керченского и Таманского полуостровов (если учесть все их сопочные группы) имеются крупные запасы борнокислых соединений, которые, конечно, не могут быть оставлены без внимания. Если не в настоящее время, то в будущем запасы этих ценных веществ должны быть использованы, и рациональные способы их эксплуатации несомненно будут найдены.

Едва ли можно также считать вполне законченными и поисковые работы по этим ископаемым; обнаружение значительного содержания B_2O_3 в воде Чокракского озера указывает на возможность новых находок этих соединений в пределах Керченско-Таманского района.

Из всех сопочных групп Керченско-Таманского района Булганакская группа показала наибольшее процентное содержание буре. Это объясняется, главным образом, топографическими особенностями ее сопочного поля, на что было уже указано при рассмотрении условий образования боро-

¹ Для сравнения приводим запасы буре в крупнейших месторождениях Тамани, по данным Н. Покровского (1933): для Карабетки по кат. В+С—115 000 т, для Гнилой—13 200 т.

натрокальцита. Тогда как все остальные крупные грязевые массивы являются возвышенностями, Булганакское поле представляет собою котловину. Этим обуславливается застой в ней вод; в дождливое время года наиболее низкая часть поля перед заводом (см. карту 10) покрыта водой (на карте площадь, обозначенная пунктиром). Этот застой вод, как сопочных, так и атмосферных, является обстоятельством благоприятным для накопления солей, ибо большая часть вод высыхает на месте и лишь незначительная часть стекает в дренирующий овраг в юго-восточной части поля; овраг функционирует только в весеннее и осеннее время; сопки же, поднятые в виде холмов, подвергаются сильному дренажу. Вторым благоприятным обстоятельством служит то, что грязь Булганакских сопкок, особенно Центральной, является очень жидкой, т. е. богатой выбрасываемыми ими водными растворами, которые и являются носителями борнокислых солей; вулканы же, обладающие густой тягучей грязью, бурю и боронатрокальцитом беднее. Хотя содержание буры, как показали скважины окраинных полей, быстро падает с удалением от центров сопочного процесса, тем не менее и в некоторых участках, лежащих за пределами разведанного поля, наличие буры не подлежит сомнению. Так например, дренирующий поле юго-восточный овраг должен был обогатить бурой слагающие его дно породы, что и подтвердила заложенная в нем скважина, показавшая содержание буры в 0.491%. Равным образом, в Тарханском поле одна скважина, намеренно отнесенная далеко за пределы собственно грязевого поля, с целью осветить промежуточную полосу, дала содержание буры в 0.591%. Таким образом, и эта полоса между Тарханским и Булганакским полями оказывается содержащей борную кислоту, и возможно, что при детальной разведке даст поле, мало уступающее Тарханскому.

5. Т а р х а н с к о е м е с т о р о ж д е н и е. В отношении рельефа Тарханская группа, лежащая к западу от Булганакской, в очень небольшой от нее расстоянии (около 450 м), является полной ее противоположностью; она представляет собою холм, тогда как Булганакская — котловину; отсюда естественно ожидать в ней меньшего содержания борных солей, что и имеется в действительности.

Среднее содержание буры, по данным 15 скважин, доведенных до глубины 15 м, — 0.443% в воздушно-сухой грязи. Скважина, глубиной в 22 м, дала на больших глубинах числа того же порядка, что и в 15-метровом слое.

Площадь Тарханского поля — 315 000 м². Процент содержания буры в сухой грязи — 0.443%. Запасы буры — 39 450 т.

Крупнейшей сопкой группы является озеровидная сопка Трубецкого, диам. около 6 м, расположенная на особой площадке на склоне холма. На гребне холма находится поле сопочных конусов, из которых наиболее крупному дано название сопки акад. Ферсмана. К северу, внизу в овраге, лежит озеровидная сопка Попова. Конус Ферсмана виден очень далеко и может служить направляющим пунктом при экскурсиях в районе Булганакско-Тарханских сопкок.

6. Нижне-Тарханское месторождение. Под этим именем я подразумеваю небольшую группу сопок, обнаруженную нами при исследовании минеральных источников, в полутора километрах ниже предыдущей группы, вдоль оврага, направляющегося на северо-запад к Азовскому морю. По этому оврагу частично идет сток вод большой Тарханской группы. Во время нашего посещения в 1929 г. здесь имелись один небольшой грязевой конус и несколько газифицирующих отверстий, а также несколько сероводородных источников. В разрезах овражного аллювия, близ сопки, было обнаружено наличие мелкого боронатропальцита. Проба на буру того же аллювия в водной вытяжке дала 0.128% B_2O_3 ; в солянокислой — 0.398%. Месторождение незначительно.

7. Чокракское месторождение. В. Николаевым (1930) в рапе Чокракского озера было констатировано содержание борной кислоты и притом довольно высокое (0.30%); в столь подробно изученных озерах, как Сакское или Перекопские, содержание буры не указывается. Наши пробы на буру в Керченском районе в рапе изолированного, не имеющего стока озера у с. Марфовки, дали отрицательные результаты, равно как и проба на буру солей высохшей части Тобечикского озера. Все это заставляет думать, что наличие ее в Чокракском озере есть результат особых обстоятельств, а не исключительно испарения воды Азовского моря, с которым озеро связано генетически. Данных для такого предположения много: озеро лежит очень близко к области сильнейшего развития сопочного процесса (Булганакский р-н); проявление этого процесса имеет место и далее в направлении от Булганака к Чокраку, на что указывает наличие Нижне-Тарханских сопок. Озеро лежит в районе цепей антиклиналей (Караларской, Чокракской, Булганакской) сходного строения, тянущихся вдоль берега Азовского моря. По оси Чокракской антиклинали выходят майкопские глины; на южном берегу озера, по Архангельскому (1930), находится небольшое вздутие, выносящее на поверхность майкопские слои. По восточному берегу озера следует ряд выходов газифицирующих источников, которые продолжаются и под его уровнем. Хотя эти источники являются сероводородными, типа сопочных вод не имеют и борной кислоты не содержат, однако, не исключена возможность, что среди тех, которые находятся под уровнем рапы, могут встретиться источники и сопочного типа. Нахождение сероводородных источников вблизи сопочных групп — явление весьма обычное; мы наблюдаем его в Булганаке, Нижних Тарханах и Джау-тепе; объясняется это тем, что сероводородные источники связаны с майкопскими глинами, к которым приурочены и сопочные процессы. Возможно, что огромные запасы грязей озера имеют отчасти сопочное происхождение.

В самой грязи В. Николаевым определено 0.33% H_3BO_3 ; необходимы еще определения процентного содержания буры в грязи из разных частей озера. Если содержание ее окажется равномерным, мы получим новое крупное месторождение буры. Чокракским озером замыкается север-

ная полоса боратных месторождений. В средней части полуострова лежат нижеследующие месторождения.

8. Месторождения Джерджавское и Солдатской слободки. Небольшие брахипантиклинали близ г. Керчи, Джерджавская и Солдатской слободки, несут на себе сопочные группы. Джерджавская группа состоит из трех сопок; две из них — Мельничная и Кизячная — являются небольшими озеровидными впадинами, выполненными жидкой грязью; третья, гораздо большая, — Высокая — представляет собою конус, венчающий вершину холма; в восточном направлении от нее спускается огромный поток грязевого извержения 1930 г. Во время экспедиции Изгарышева и Слудского сопка была неактивна. Извержение произошло 9 ноября и имело катастрофический характер: потоки грязи устремились на деревню и залили окраинные дома. После этого извержения деятельность сопки вновь прекратилась.

Боронатрокальцит в Джерджавской группе не обнаружен. Водная вытяжка из грязи сопки Высокой дала содержание 0.11% B_2O_3 , солянокислая — почти такую же цифру, 0.117%; таким образом, вся борная кислота, повидимому, находится в виде растворимой натровой соли. В совершенно свежем потоке грязи это так и должно быть. Пробы Изгарышева водной вытяжкой из грязи Мельничной сопки дают цифру 0.1126 г на литр грязи; Кизячной — 0.6328 г в водной вытяжке и 1.0106 — в солянокислой.

Сопка Солдатской слободки находится в 3—4 км от Керчи, вправо от дороги в Старый Карантин, близ самой слободки, невысокий холмик с несколькими мелкими конусами и озерками с наибольшим диаметром, по Изгарышеву и Слудскому, 0.5 м. Этими же исследователями констатируется в их грязи содержание буры.

9. Насырское месторождение. Два последних месторождения, Насырское и Джау-тепе, от всех предыдущих отнесены далеко к западу.

Насырская сопка описана Изгарышевым и Слудским. Она находится в 3—4 км к юго-востоку от д. Насыр и в 4 км по направлению к юго-западу от ст. Семь Колодезей, на южном берегу среднего из трех здесь находящихся озер, и возвышается в форме куполообразного, слегка вытянутого по линии SW—NE конуса, около 10—12 м высотой, над пологой солончаковой впадиной. Длина верхней площадки ее около 40—50 м, ширина 20—30 м. В восточной части ее на вершине холма имеется выход воды и нефти. Почва вокруг на протяжении 3—4 м сильно закирована. Далее на юг много отдушин, выделяющих жидкую грязь с нефтью. Газация довольно слабая. Грязь (глинистая) не вытекает и конусов не образует. В обломках — почти исключительно сферосидерит. Обнаружены признаки буры.

10. Месторождение Джау-тепе. Огромный грязевой массив Джау-тепе уже по внешнему виду резко выделяется среди всех остальных керченских грязевых вулканов. Находясь в юго-западной равнинной части полуострова, Джау-тепе виден очень издали, одиноко воз-

вышаясь надплоской степной равниной (рис. 45). Расположенный в очень глухом углу полуострова, далеко от железной дороги и моря, Джау-тепе до 1914 г. почти не привлекал внимания исследователей; кратко о нем упоминает лишь Андрусов. В 1909 и особенно в 1914 г. произошли колоссальные, катастрофические его извержения, сопровождавшиеся огневыми явлениями, колебаниями почвы и огромными потоками грязи. Такие извержения, прерываемые состоянием почти полного покоя, являются для Джау-тепе характерными. Обычно деятельность вулкана ничтожна; вершина его, через которую происходили все крупные излияния грязи, не сохраняет строения кратера; она загромождена глыбами засохшей грязи и нередко многие годы никаких выделений газов или жидкой грязи она не давала. Во время нашего посещения в 1930 г. вся вершина его была совершенно суха; деятельность нескольких небольших конусов со слабой газацией и маленькими грязевыми потоками совершенно не соответствовала грандиозному масштабу извержений 1909 или 1914 г. Джау-тепе принадлежит к ряду тех грязевых вулканов, в продуктах извержений которых мало воды, почему густая тягучая грязь тотчас же после прорыва газов закупоривает жерла, и вулкан затухает до того момента, пока накопившиеся газы вновь не прорвут плотную кору засохшей грязи. Ни в одном из вулканов Керченско-Таманского района эта особенность не выражена так резко, как на Джау-тепе; лишь огромная Карабетка на Тамани, еще более крупная, сходна с ним по исключительной силе своих извержений; по огромным выбросам грязи и слабой повседневной активности, все же последняя, выражена здесь сильней.

Вершина Джау-тепе подымается над уровнем моря на 125 м и над окрестную степью метров на 50. Окружающая сопку равнина сложена темносерыми майкопскими глинами, прикрытыми бурым солонцеватым суглинком. К северо-востоку от сопки наблюдаются обнажения сарматских известняков, к которым приурочены выходы небольших сероводородных источников. Сопка находится на восточной оконечности антиклинали, ось которой проходит между деревнями Баш-Киргиз и Джау-тепе.

После 1914 г. Джау-тепе обследовалось Клепениным, Седельщиковым, Кульгавовым и Мурзаевым (1928). В отношении нахождения боратов оно было обследовано нами (Попов, 1929 и позднее В. Ратынским, рукопись, 1931), заложившими здесь 15 двухметровых шурфов. При приближении к сопке бросается в глаза огромный поток грязи, выброшенный извержением 1914 г.; длина потока по измерению Ратынского 358 м, наибольшая ширина в нижней его части около 200 м; в конце он круто обрывается, имея высоту 1,5—2 м. Грязь серая, довольно плотная с обильными включениями обломков горных пород — песчаника, мергеля и минералов: сидерита, кальцита, пирита. Ближе к вершине поток этот частью покрывается потоком 1925 г. того же направления, достигающим 60 м длины. Во время сентябрьского

землетрясения 1927 г. произошло новое извержение, давшее небольшой поток грязи в восточном направлении. При посещении Джау-тепе в 1927 г. П. Мураевым и при моем посещении летом 1930 г. на плоской вершине его не замечалось никаких проявлений активного грязевого вулканизма; небольшие действующие конусы имелись лишь на склонах, почти у подошвы горы. Однако В. Ратынский, работавший на Джау-тепе осенью 1931 г., констатирует наличие на вершинном плато нескольких выходов свежей грязи, частью очень густой, засыхающей в виде бугров, диам. до 1 м, частью более жидкой, разливающейся по поверхности.

Боронатрокальцит в виде желваков заметной величины на Джау-тепе совершенно не обнаружен, но так как солянокислые вытяжки дают вдвое большие цифры, чем водные, то надо думать, что кальциевые бораты в грязи все же существуют в качестве мельчайшей примеси. По данным водных вытяжек из проб, взятых в шурфах Ратынского, среднее содержание десятиводной буры в грязи Джау-тепе выражается цифрой 0.389%. Так как шурфы закладывались на глубину всего в 2 м, то эта величина относится, конечно, только к верхним слоям грязи; для больших глубин данных нет. Любопытно, что содержание буры в слое от 0 до 1 м меньше, чем в слое от 1 до 2 м (0.364 и 0.417%).

Таким образом, здесь, как будто, наблюдается явление обратное имеющемуся в Булганаке: верхний слой боратами беднее нижнего. Явление это легко объясняется топографическими условиями месторождения, которое, в противоположность Булганаку, располагается на возвышенности, а не в котловине. Поверхностные слои грязи подвергаются сильному выщелачиванию атмосферными водами, которые, быстро стекая вниз по многочисленным бороздящим склоны горы оврагам, уносят с собой и растворенные соли. Но так как разведанный слой очень неглубок, нельзя сказать, каково содержание борных соединений в более глубоких слоях. Во всяком случае, вследствие крупного размера грязевого массива, запасы буры должны быть велики, порядка довольно близкого к булганакскому.

Вне Керченского полуострова нигде в Крыму борнокислых соединений пока не обнаружено. Хотя следы сопочного процесса имеются, например, в окрестностях Симферополя (Аян), пробы на буру дали здесь отрицательные результаты.

ГЛАВА IV

КЛАСС III. СОЛИ КИСЛОТ, ПРОИЗВОДНЫХ ОТ АНГИДРИДОВ ТИПА RO_2

Группа 1. Манганиты (соли кислот, производных от MnO_2)

В этот класс я зачисляю и самый манганит, так как не вижу оснований принимать в нем существование окисла Mn_2O_3 , в отличие от других марганцовых минералов, где почти всеми принимается, согласно опытам Горже,¹ наличие комбинации MnO и MnO_2 . В Крыму нет марганцовых мине-

¹ Gorge u C. R., 84, 1877, и Bull. Soc. fr. Minér., 1890, 13, 21.

ралов такой строго определенной формулы, как браунит и гаусманит, но зато очень распространены вещества типа вада и псиломелана, на которых придется остановиться.

М а н г а н и т MnH_2MnO_4

К манганиту обыкновенно относят без достаточного основания дендритовые образования. В действительности в них, вероятно, принимают большее участие вещества типа вада, чем настоящий манганит, подобно тому как в железных дендритах основным веществом является аналог вада — бурый железняк. Те и другие дендриты часто смешиваются, и без проб действительно трудно их отличить друг от друга. В Крыму дендриты марганца можно наблюдать на яйлинских известняках, особенно в областях развития марганцовых руд (Балаклава, д. Узунджи); также на известняках других систем. А. Е. Ферсман указывает марганцовые дендриты в эруптивах района Симферополя. Очень красивые дендриты встречаются на туфах Карадага, но возможно, что они относятся к железным, а не к марганцовым.

Г р у п п а п с и л о м е л а н а и в а д а

Лишь в последнее время воззрения на химический состав этих веществ стали более или менее определенными, хотя и не общепринятыми. Мы будем считать псиломеланами вещества общей формулы $RO \cdot m MnO_2 \cdot n H_2O$, явно или скрытокристаллические; вады же, почти той же формулы $RO \cdot m MnO_2 \cdot n H_2O \cdot aq$, являются несомненными гелями, с большими количествами адсорбционной воды. Многочисленные минералы этой группы будут отличаться по элементу основания и по величине коэффициентов m и n ; с этой точки зрения псиломелан и вад представляют кристаллическую и коллоидную разности одного и того же вещества. Правда, кристалличность псиломелана часто вызывает сомнения и, в виду полной непрозрачности минерала, трудно бывает ее доказать; в действительности псиломеланы и вады, связанные друг с другом генетически, образуют взаимные переходы, и в первых стадиях превращения величина кристаллических зерен будет чрезвычайно мала.

Явно кристаллические псиломеланы имеют стальносерый цвет, металлический блеск, зернистую структуру; в зернах иногда можно заметить более или менее ясно выраженную спайность. Скрыто кристаллические разности — черного цвета, матовые, плотные; иногда обладают раковистым изломом. Общие черты для тех и других — большая твердость (5.5—6), относительная чистота состава (сравнительно с вадами) и небольшое содержание воды. Вады — вещества коллоидные, большей частью рыхлые и землистые, всегда мягкие, самых разнообразных цветов (черные, бурые, желтые, коричневые, вишневокрасные), с большим количеством воды и сложным составом, трудно укладываемым в формулу. Lascoix¹ относит псиломелан к ромбической системе; некоторые индийские мине-

¹ Lascoix. Minér. de France.

ралы, описанные Фермор,¹ например, голландит, дают даже измеримые кристаллы; явно кристаллические зернистые псиломеланы из Южной Польши описаны И. Ф. Сиома.² С химической стороны труднее всего объяснить в этих веществах наличие, часто весьма значительное, полуторных окислов, особенно Fe_2O_3 . Вероятно, в вадах мы имеем просто смесь гелей обоих гидратов, но для тел кристаллической структуры вхождение больших количеств полуторных окислов должно изменить самую формулу минерала; такие вещества, как описанные Фермором вреденбургит (29% Fe_2O_3) или ситапарит (27% Fe_2O_3), очевидно, не могут войти в группу псиломелана и должны получить особую формулу.

При медленных процессах изменения и кристаллизации минерала происходит его очищение и выделение части адсорбированных веществ в виде барита, кальцита, бурого железняка.

Крымские месторождения марганцовых минералов относятся к двум совершенно различным типам: первый тип представляет метасоматические месторождения, связанные с известняками, второй — месторождения, в которых марганцовые минералы представляют непосредственные осадки водных бассейнов.

А. Месторождения, связанные с известняками. Впервые внимание на крымские марганцовые месторождения было обращено К. К. Фохтом (1899, 1900), давшим краткое описание месторождения близ д. Узунджи. В следующем году В. Д. Соколов (1900) обнаружил марганцовые минералы в окрестностях г. Балаклавы. В 1902 г. мною (Попов, 1925) был найден псиломелан близ г. Ялты. В 1913 г. Узунджинское месторождение было посещено Е. Д. Ревуцкой, привезшей в Минералогический музей Академии Наук большой собранный ею материал. Отдельные находки псиломелана указывает для окрестностей Симферополя (д. Петропавловка) А. Е. Ферсман (1907). П. А. Двойченко (1914) обнаружил гнездо марганцовых соединений близ д. Аян у подножья Чатырдага. Существуют также небольшие гнезда марганца у д. Дереккой близ Ялты и более значительное месторождение на мысе Айя.

Узунджинское месторождение обнажается вырезкою на повороте шоссе на дороге, идущей из д. Скеля к д. Узунджи; дорога высечена в яйлинских известняках. Известняк во многих местах покрыт буро-красными глинами выветривания, местами приобретающими красную окраску настоящих terra rossa; известняк в общем плотный и мраморовидный, но местами принимает брекчиевидный характер. Закрывающие марганец слои недалеко от поверхности и постепенно к ней подходят; они иногда также покрыты корками красноземистых образований. Прерывистые выходы руды были прослежены на расстоянии около 100—200 шагов.

¹ Фермор. The manganese deposits of India. Mem. Geol. Survey of India, v. XXXVII.

² Сиома И. Наблюдения и исследования по минералогии и литологии Лысогорья. М., 1917.

Марганец заключается в известняке в виде небольших конкреций, прожилок и примазок. В средней части месторождения отдельные гнезда марганца сливаются в почти сплошной пропласток, тянущийся метров на 7 и залегающий уже почти непосредственно под почвенным слоем. Разрез значительно маскирован осыпями и продуктами выветривания; в лучше сохранившихся частях его можно определить толщину этой средней части марганцевого слоя — около 0.5 м. Но случайное направление разреза и прикрытие его рыхлыми продуктами не дают возможности составить себе представление об общей мощности месторождения; во всяком случае оно не производит впечатления благонадежности, к каковому заключению пришел и К. Фохт.

Новое месторождение на мысе Айя находится в небольшой котловине Казан-Дере, в юго-западной части этого огромного мыса, и обнажается почти на краю колоссального обрыва, обращенного к морю. Найти месторождение в незнакомой дикой местности, где нет не только дорог, но и тропинок, можно только со знающими проводниками из числа жителей д. Кучук-Мускомия, интересующихся полезными ископаемыми; ими и открыто это месторождение. Насколько можно судить, не прибегая к расчисткам, оно представляет гнездо псиломелана в известняке, повидимому, небольшого размера, еще менее надежное, чем Узунджинское. Однако, повторяю, что такое впечатление получается лишь на основании обзора случайного выхода, без производства каких-либо разведок.

Остальные месторождения еще менее значительны. Описанное уже мною Ялтинское, находящееся в местности, носящей название Педи, является также сравнительно небольшим гнездом, обнаруженным разработкою каменоломни еще в 1902 г.; дальнейшими работами в каменоломне оно почти уничтожено.

Балаклавское месторождение представляет снова небольшие гнезда в известняках, к востоку от города; такой же характер имеет месторождение у Аянского источника.

Из приведенных данных вырисовывается более или менее ясная картина как характера яйлинских месторождений марганца, так отчасти и их генезиса. Все они являются по преимуществу гнездовыми, причем каждое гнездо сопровождается сетью мелких прожилок и пропластков, иногда связывающих их все друг с другом; в итоге образуется небольшой пласт (Узунджи).

Более подробно исследовано Ялтинское месторождение. Шлифы показывают, что марганец вблизи гнезда выделился по мелким трещинам известняка, всегда, однако, являясь резко отграниченным от него; порода в залюбандах оказывается совершенно неизменною. Первоначальный источник марганца надо искать в массе самого известняка; никаких данных, которые указывали бы на связь марганцевых отложений с выходами изверженных пород, или вообще какими-либо другими породами или минералами, здесь нет. Осаждение марганца могло происходить одновременно

с известняками, или в виде изоморфной примеси к карбонату кальция, или, может быть, хотя бы частично, в виде манганитов (вада) вместе с гидратами железа, глинистыми веществами и пр. Более или менее крупных конкреций морского происхождения, одного возраста с известняками, совершенно не наблюдается. Дальнейшее образование конкреций марганца объясняется просто: при явлениях растворения известковых пород — обычном процессе всех карстовых стран — изоморфно примешанный марганец переходит в раствор в виде бикарбоната, а затем, окисляясь при встрече с кислородсодержащими водами, выделяется в виде манганитов в пустотах и трещинах известняка. Никакой существенной разницы между более крупными месторождениями, каковы Узунджинское и на мысе Айя, и мелкими, рассеянными во многих местах, повидимому, не существует. Таким образом, мы можем представить себе следующие фазы образования описываемых месторождений:

1. Осаждение марганца из водных растворов одновременно с известняками в виде незначительной изоморфной примеси $MnCO_3$ или в виде механической примеси рассеянного коллоидного манганита марганца (вада).

2. Переход соединений марганца в раствор под влиянием богатых CO_2 вод в виде $Mn(HCO_3)_2$. При этом могут происходить и восстановительные процессы с образованием Mn^{II} из Mn^{IV} при помощи органических веществ, всегда в небольших количествах содержащихся в яйлинских известняках.

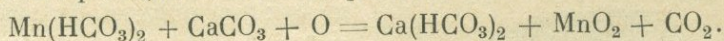
3. Осаждение из раствора при возникновении окислительных процессов в виде $MnO_2 \cdot nH_2O$, которая в силу своих коллоидных и кислотных свойств адсорбирует и присоединяет основания, преимущественно Са и Mn' , и выделяется в виде геля, типа $RO \cdot mMnO_2 \cdot nH_2O$ (вад).

4. Эти коллоидные черные или бурые рыхлые вещества путем перекристаллизации переходят в твердые (тв. 5.5—6), мелкокристаллические и скрытокристаллические вещества (псиломеланы), той же формулы, обычно с меньшим содержанием воды.

Обыкновенно поверхностный слой псиломелана состоит из матовой рыхлой корки черного, иногда буро-красного цвета; внутри вещество обладает большою твердостью, приобретает сероватые оттенки, иногда до стальносерого, и металловидный или ясно металлический блеск. В некоторых случаях, например в Ялтинском месторождении, эта внутренняя часть имеет явно зернистый характер; в зернах даже можно заметить под микроскопом трещины спайности, пересекающиеся под прямым углом; однако, в большинстве случаев отдельные зерна очень малы, и минерал имеет вид плотной массы. Таким образом, вещество, отложившееся первоначально в виде рыхлого, мягкого геля (вада), начинает перекристаллизовываться от центра к периферии, превращаясь в твердый мелкокристаллический псиломелан. Процесс этот, повидимому, обратим; существование наружной вадовой корки и выделение матового черного вещества в трещинах стальносерой массы указывают, что при действии атмосфер-

ных вод вещество сохраняется в состоянии богатого водою геля и может, повидимому, вновь в него обращаться.

Пользуясь обычной номенклатурой учения о рудных месторождениях, крымские месторождения можно обозначить, как имеющие частью метатетический, частью метасоматический характер; они несомненно являются выполнениями пустот и трещин манганитами, выделяющимися благодаря окислению; с другой стороны, должно происходить известное взаимодействие между растворами марганца и известняком. Освобождающаяся при окислении $Mn(HCO_3)_2$ углекислота переведет в раствор некоторое количество известняка, на месте которого и осядет марганцовое соединение. Схематически реакцию можно изобразить так:



Двуокись марганца, выделяясь в виде гидрата и адсорбируя основания, осаждается в виде вада типа $RO.mMnO_2.nH_2O$.

Мною были сделаны два анализа: узунджинского и ялтинского псиломеланов; в последнем, к сожалению, по случайным обстоятельствам не были определены щелочи. Данные анализа (см. табл. 35).

ТАБЛИЦА 35

Минералогическая лаборатория Харьковского университета. Аналит. С. Попов, 1915 г.

№	Место- рождения псиломе- лана	CO ₂	SiO ₂	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	NiO	BaO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	Сумма
118	Узунджи	0.55	1.01	75.82	4.51	1.51	2.63	2.30	0.32	0.37	0.16	1.51	1.27	8.89	100.85
119	Окр. Ялты	—	—	89.59	сл.	0.33	2.50	3.94	0.15	0.18	0.42	неопред.		2.12	99.23

Отсюда, допуская, что SiO₂ замещает MnO₂, оставляя в стороне полуторные окислы, роль которых не ясна (может быть, механическая примесь), и считая CO₂ связанною в CaCO₃ и тоже находящеюся в виде механической примеси (кальцита), мы получаем для узунджинского минерала соотношения $RO : MnO_2 : H_2O = 0.1140 : 0.8889 : 0.4935$, или $1 : 7.8 : 4.3$; это близко к формуле $RO.8MnO_2 \cdot 4H_2O$, где RO составляет сумму как дву-, так и одновалентных металлов.

Вещество, употреблявшееся для анализа, бралось из средней части конкреций и являлось твердой, плотной массой темносерого цвета с металлическим блеском.

Ялтинский минерал представлял в химическом отношении большой интерес, как ясно кристаллический псиломелан, к тому же почти не содержащий полуторных окислов. Отношение окислов в нем $RO : MnO_2 : H_2O = 0.1149 : 1.0295 : 0.1177$, или $1 : 8.6 : 0.98$ (без щелочей).

Если допустить, что количество щелочей достигает одного или немного более процента, что хорошо согласуется с общей суммой анализа, то от-

ношение $MnO_2 : RO$ несколько понизится и приблизится к 8 : 1, т. е. к тому же, какое имелось в узунджинском псиломелане, только количество воды будет меньше — $RO \cdot 8 MnO_2 \cdot nH_2O$.

В обоих анализах вещества брались в воздушно сухих навесках. Среди оснований преобладают кальций и двувалентный марганец; таким образом, минерал можно назвать кальциевым псиломеланом или кальциопсиломеланом с формулой $(Ca, Mn)O \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$, где n колеблется в пределах 1—4. Количество полуторных окислов в ялтинском минерале ничтожно, в узунджинском оно несколько больше.

Вещество для группы псиломелана имеет очень хорошие молекулярные соотношения и может считаться отдельным минеральным видом. Вообще,

до сих пор имелось больше указаний на бариевые и калиевые псиломеланы; кальциевые описывались редко (рансеит). Ялтинский псиломелан наиболее интересен, как ясно кристаллический и почти свободный от полуторных окислов. В мелких трещинах массы псиломелана замечаются выделения водянопрозрачного кальцита.

В небольших количествах выделения марганцовых минералов имеются и в известняках более молодых систем; их можно наблюдать в сармате и в мезотических и понтических известняках. В понтических ракушечниках, частью

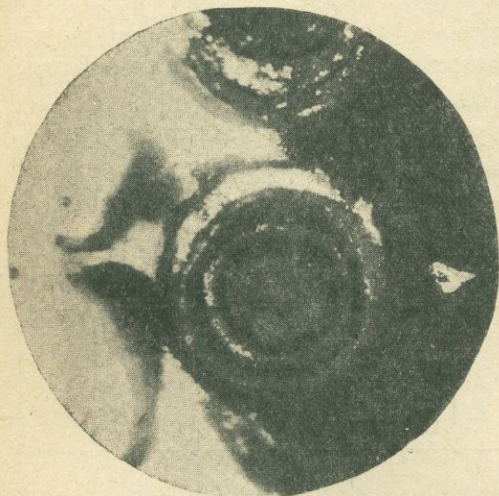


Рис. 50. Шлиф понтического известняка с оолитами марганца.

оолитового строения, с Тарханкутского полуострова, доставленных мне Р. Колюбинским, наблюдалось местами образование марганцовых и железистых корок. В шлифах можно было проследить процесс постепенного замещения известковых оолитов соединениями марганца (рис. 50).

Б. Месторождения морского происхождения. Керченские руды все содержат марганец; в некоторых же количество марганца достигает очень значительных размеров; руда в этих случаях делается черной и является в сущности железо-марганцовой. Руда имеет ту же оолитовую структуру, что и чисто буро-железняковая; между крайними типами существуют всевозможные переходы. Вообще вад и бурый железняк — соединения очень близкие по химическому характеру.¹ Генезис обоих, очевидно, один или почти один и тот же. Так же, как и для гидратов железа, первоначальный источник марганца надо искать в силикатовом иле дна морских бассейнов. Наиболее важным является вопрос

¹ В. В е р н а д с к и й. Очерки геохимии, 4-е изд., Л., 1934.

о причинах, вызывающих обогащение марганцем известного слоя руды. Нет никаких оснований искать решение этого вопроса в составах первоначальных субстратов или первоначальных водных растворов; их надо искать в изменении интенсивности окислительного процесса, в изменении кислородного потенциала водного бассейна и, равным образом, реакции водного раствора (величины рН). Для окисления и осаждения окислов железа и марганца требуются разные величины того и другого.

В общей массе марганцевистой руды, представляющей смесь гелей вада и бурого железняка, выделяются конкреции плотного псиломелана. Цвет этих конкреций черный, иногда темнобурый; они часто заключают в себе раковины, выполненные лучистыми кристаллами арагонита, или сростки плохо образованных кристаллов барита. Твердость их очень различна: от 5 до 3.5 и даже менее. Более твердые иногда имеют металлический блеск. Плотные разности без резких границ переходят в мягкую рыхлую руду. Анализ образца мягкого вада был произведен в Минералогической лаборатории Новоалександрийского с.-х. ин-та (аналит. С. Попов, 1910 г.).

ТАБЛИЦА 36

№ анал.	MnO	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	BaO	CaO	MgO	Na ₂ O	H ₂ O	Нерастворимый остаток	Сумма
120	4.62	62.03	3.59	0.27	0.37	6.69	0.66	1.22	11.21	9.75	100.41

Группа 2. Титанаты и силикаты

а) Титанаты и силико-титанаты

Титановокислые соединения известны лишь, как микроскопические выделения.

Титанистый железняк констатируется Мейстером в породах группы Капель — Урага — Чамлы — Бурун; Зайцевым — в породах окрестностей Симферополя, Биюк-Ламбата и Алушки. А. Зайцевым же указывается титанит для пород Биюк-Ламбата и Ай-Тодора, лейкоксен — для Алушки и Аюдага.

б) Ортосиликаты

Оливин (Mg, Fe)₂SiO₄ среди минералов изверженных пород Крыма достоверно не констатирован. Единственное известное мне указание на неизменный оливин в зернах до 5 мм величиной имеется у А. Лагорио и относится к валуну породы, найденному им у подножия скалы, на которой находится древняя Судакская крепость. Лагорио определил породу как лимбургит и полагал, что коренные ее выходы должны были находиться выше по оврагу на горе Перчем. В настоящее время, при достаточной разведанности края, предположений его не подтвердившей, скорее можно

отнести этот валун, как относят теперь и другие валунные отложения Крыма, к остаткам погрузившегося материка проблематической «Понтиды». Затем Мейстером указываются вероятные псевдоморфозы змеевика по оливину в породах южного берега; на разложившийся оливин в мелafirе близ Коктебеля указывает Зайцев. Есть еще упоминание об оливине в порфирите близ водопада Учан-Су у Лагорио (Golovkinsky et Lagorio, 1897), что, однако, Зайцевым отрицается.

С е р п е н т и н. В Крыму и серпентина немного. Старые авторы приписывали ему большое распространение. Паллас, например (Pallas, 1799—1801), придает ему значение породы; но такой породы в Крыму нет. Современные петрографы указывают иногда на серпентин, как на продукт превращения пироксена или оливина, например, в породах района Форос-Алупка (Мейстер, 1. с., стр. 687, 689, Щербаков, 1915) (антигорит); аналогичные указания есть и у Лагорио.

В макроскопических выделениях серпентин был найден мною в небольшом выходе авгит-порфиритовых пород близ водопада Учан-Су, в районе Ялты (Попов, 1914), где он образует на обломках породы тонкие корки; на такое же выделение серпентина здесь указывал и Лагорио (Golovkinsky et Lagorio, 1897).

П а л ы г о р с к и т (горная кожа). Отнесение палыгорскита к ортосиликатам довольно условно. В Крыму минерал, обозначаемый этим именем, широко распространен в районе эруптивных пород окрестностей Симферополя. В виде характерной спутанно-волокнистой массы сероватого цвета он выполняет обычно совместно с кальцитом мелкие и более крупные трещины эруптивов и сопровождающих их неоконских песчаников. Мощность этих жил всегда не велика и не превышает нескольких сантиметров. Выполняющая масса легко отделяется от стенок трещин, благодаря чему можно получить большие плоские доски диам. в метр и более. В трещинах более крупным телом всегда является кальцит, занимающий центральную часть; главная масса вещества палыгорскита обыкновенно сосредоточена у стенок жилы. Более мелкие жилки являются почти сплошным палыгорскитом, лишь с некоторой примесью кальцита. Такие жилки, извлеченные из породы, представляют плотные и гибкие пластинки и действительно напоминают кусочки кожи. По растворении кальцита обычно остается муть, состоящая из тонких волокон палыгорскита. Кальцит всегда содержит некоторое количество магния.

Лучшие образцы палыгорскита встречаются в эруптивах д. Курцы, километрах в восьми к югу от Симферополя. Из других месторождений можно указать на эруптивы Эски-Орды, Джиен-Софу, д. Чешмеджи и район между деревнями Курцы и Саблы. Обычно жилы состоят только из кальцита и палыгорскита, однако, нередко к ним присоединяются еще и бурый шпат и кварц. Генетические соотношения между этими веществами различны. А. Ферсман дает следующую последовательность: а) бурый шпат, б) бурый шпат + кварц, в) кальцит I,

г) кальцит II + палыгорскит, иногда (в части северной Курцовской каменоломни) прибавляются еще генерации, д) кальцит III, е) бурый шпат, ж) доломит. Таким образом, в обычных случаях палыгорскит является последней генерацией и выполняет середину жилы. По моим впечатлениям, большинство крупных жил построено следующим образом:

а) Около зальбанда жилы проходит тонкая желтоватая полоска бурого шпата или бурого шпата с кварцем.

б) Главная масса палыгорскита с примесью кальцита.

в) Кальцит с некоторой примесью палыгорскита.

П. Двойченко (1914) упоминает также о гнездах палыгорскита в 10—15 см ширины и до 30 см длины.

Химические и физические признаки крымских палыгорскитов были изучены А. Е. Ферсманом (1908, 1913, 1915); они сводятся к следующим: уд. в. (с помощью жидкости Туля) 2.07—2.15 (до впитывания воды), 2.24—2.33 (после впитывания воды). Перед паяльной трубкой сплавляются в желтоватый просвечивающий шарик. Плавкость — 3.5. После прокаливания, при красном калении, становятся твердыми и царапают стекло. Затемнение параллельное; вероятно принадлежность к ромбической системе. Дымящая соляная кислота не оказывает почти никакого действия на минерал; крепкая серная после кипячения разлагает минерал нацело, оставляя скелет кремнезема: этот скелет, хотя и слабо, действует на поляризованный свет.

Анализ палыгорскита из д. Курцы, близ Симферополя, аналитик А. Е. Ферсман:

ТАБЛИЦА 37

№ анал.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	FeO	H ₂ O всего	H ₂ O при 110°C	H ₂ O выше 110°C	Сумма
121	55.57	12.63	9.75	0.15	0.43	(21.44)	9.10	12.34	99.97 ¹

На основании этих данных А. Е. Ферсман относит крымский палыгорскит к группе β-палыгорскитов, которой им придается формула H₂₀Mg₂Al₂Si₇O₂₉. С химической точки зрения вещество палыгорскита рассматривается им как соединение двух ядер ортосиликата парасеппиолита H₈Mg₂Si₃O₁₂ и алюмосиликата парамонтмориллонита H₁₂Al₂Si₄O₁₇ в отношении 1 : 1. При определении характера воды выяснилось, что провести границу между гигроскопической и конституционной водой нельзя: при нагревании до 110°C скачка в потере воды не наблюдается; начиная с 70—80° вода с повышением температуры выделяется постепенно, причем последние три десятых процента — лишь при краснокалильном жаре.

¹ Включая CO₂ — 0.16, сумма будет 100.13.

в) *Метасиликаты*

Минералы группы авгита

Указания на содержание пироксена в изверженных породах Крыма имеются уже у Вернейля (Verneuil et Deshayes, 1837), Дюбуа де Монпере (Dubois de Montpereux, 1843—45) и Гюо (Huot, 1840—42). Работы современных петрографов показали, что он является главным членом темноцветных компонентов породы. Наиболее распространенные в Крыму породы — диориты и порфириты — трактуются Лагорио, Зайцевым и Мейстером как авгитовые. По Лагорио, и граниты Балаклавы содержат пироксен. В некоторых случаях выделения его достигают довольно крупных величин; так, в выходе авгитового порфирита у водопада Учан-Су наблюдались кристаллы до 0.5 см длины (Попов, 1914); кристаллы незначительной величины отмечены для пород у дд. Саблы и Курцы (А. Ферсман, 1907). Лагорио указывает авгиты до 4 мм длины в вышеупомянутых обломках лимбургита. Авгит также входит в состав кератофинов Карадага. В андезитах Карадага, по Ф. Левинсон-Лессингу (1932), встречается и бронзит. Кроме авгита, в составе многих изверженных пород участвует и диопсид. Лагорио показывает в щелочной породе, обнажающейся с артекской стороны Аюдага и названной им тауритом, выделения эгирин-авгита; последний, по Левинсон-Лессингу, входит в состав и кератофинов и андезитов Карадага.

Минералы группы роговой обманки

Роговая обманка в составе крымских пород неоднократно упоминается Палласом; однако, так как он совершенно умалчивает о пироксене, можно думать, что оба эти минерала им не различались. Более поздние авторы первой половины XIX в. — Вернейль, Дюбуа, Гюо (Verneuil, Dubois, Huot), наоборот, говорят исключительно о пироксене.

Современные петрографы приводят роговую обманку редко; чаще всего она является вторичной в виде уралита (Мейстер, *l. c.*). По Лагорио, роговую обманку содержат балаклавские граниты; по Зайцеву, она иногда встречается в породах Южного берега, а также на северном горном склоне в районе д. Саблы. П. Двойченко (1914) описывает выделения ее здесь в виде столбчатых кристалликов до 1 см длины. По А. Е. Ферсману (1907), незначительные скопления роговой обманки наблюдаются в шпихах у д. Чешмеджи в Симферопольском районе.

Апофиллит $H_2(Ca, K_2) Si_2O_6 \cdot nH_2O$, кв. с., а : с = 1 : 1.2515 (Miller).

Единственным месторождением апофиллита в Крыму служит вулканическая группа Карадага, причем пока он найден лишь в одном небольшом участке этой группы — на изолированной скале близ д. Коктебель, где обнаружен и датолит. Впервые апофиллит был определен А. Ферсманом на материале, доставленном П. Двойченко.¹ Материал этот со-

¹ См. отчет Тавр. губ. земства за 1910 г., т. XI, стр. 9.

стоял из образцов: 1) жильного зернисто-кристаллического полупрозрачного апофиллита, 2) серовато-зеленого, пластинчатого строения и 3) валуна кварца, в трещинах которого апофиллит выкристаллизовался. Подробнее это месторождение было впоследствии описано П. Чирвинским (1913), который нашел здесь две формы апофиллита: а) в виде плохо образованного кристалла желтоватого цвета, около 1 см в поперечнике, вросшего в датолит, и б) в виде чечевицы, диам. 12—15 см, состоявшей из крупнозернистого молочнобелого апофиллита и отделявшейся от породы тонким слоем кальцита. Физические свойства апофиллита, по Чирвинскому: блеск стеклянный, на спайных пластинках перламутровый; твердость — около 5; спайность — весьма совершенная, по (001); в спайных пластинках в сходящемся свете виден отчетливый крест, при вращении столика микроскопа чуть расходящийся. Анализ минерала был произведен Н. А. Орловым; он дал следующие результаты:

Т а б л и ц а 38

№ анал.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	F	Сумма
122	55.14	0.00	0.00	22.35	0.00	3.21	1.17	17.19	1.78	100.84 —0.75
Вычитая кислородный эквивалент фтора										100.09

Цифры Орлова очень хорошо укладываются в вышеприведенную формулу, причем воды хватает только на конституционную. Из особенностей состава Карадагского апофиллита можно указать на сравнительно высокую цифру в нем Na₂O; количество фтора не превышает обычного.

Г Л А В А V

СОЛИ КИСЛОТ, ПРОИЗВОДНЫХ ОТ АНГИДРИДОВ ТИПА RO₂ и КОМПЛЕКСНЫХ АНГИДРИДОВ ТИПА R₂O₃·nRO₂ (продолжение)

Группа 3. Алюмосиликаты и феррисиликаты

1. Свободные алюмо- и феррикислоты (группа глин)

К а о л и н и т (накрит) H₄Al₂Si₂O₉. Кристаллический накрит довольно распространен в Крыму; месторождения его связаны или с 1) изверженными породами, или с 2) таврическими глинистыми сланцами.

1) Крупнейшим месторождением первого типа является кварцевокальцитовая жила в Эски-Ордынском эруптивном массиве, неоднократно описывавшаяся (Ферсман, 1907; Прокопенко, 1928; С. Попов, 1928). Первенство в установлении наличия здесь и вообще в Крыму кристаллического накрита принадлежит А. Е. Ферсману. Порода, по Прокопенко,

является альбитовым диабазом в составе альбита, диопсида, магнетита и вторичных — хлорита и кальцита. Жила приурочена к трещине сдвига и сопровождается зоной раздробления; она явно гидротермального происхождения. Эруптив — в месте развития жилы энергично разрабатывается большой каменоломней, почему вся верхняя часть жилы в настоящее время уже не существует. Жильным телом является кальцит, включающий кварц и сернистые соединения; в зальбандах — также вторичный альбит. Накрит сосредоточивается в боковых частях жилы и распространяется по мелким трещинам в зоне раздробления. Он представляет собою мягкую, легко растирающуюся массу, снежнобелого, иногда слегка желтоватого цвета, состоящую, по описанию Н. Прокопенко, из микроскопических бесцветных шестиугольных пластинок, слабо действующих на поляризованный свет. По сообщению того же автора, химический анализ белого накрита, произведенный В. Искулем, дал цифры, почти в точности отвечающие теоретическому составу каолинита. Прокопенко приводит анализ Лаборатории Геологического комитета (1924) желтоватого накрита из Эски-Орды, а именно:

Т А Б Л И Ц А 39

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	Потери при прок. ¹	Сумма
123	39.96	30.11	2.40	нет	0.37	7.99	следы	49.10	99.93

Эскиордынский накрит по высокой чистоте своего химического состава давно привлек внимание, и им пользовались для теоретических исследований строения каолина; по поручению Академии Наук производились сборы накрита специально командированными для того лицами.

2) В осадочных породах мы встречаем накрит только в сланцево-песчаниковой свите таврической формации. Областью наибольшего его распространения является прибрежная полоса между Партенитом и Куру-Узенем. В многочисленных мелких кварцевых жилах, пронизывающих здесь сланцы и песчаники, белый накрит покрывает и часто плотно облегает кристаллы кварца, являясь, повидимому, минералом более поздней генерации; иногда вместе с ним встречается алушитит. П. Мурзаев указывает накрит в кварцевых жилах контактовой аюдагской зоны; им же этот минерал обнаружен в трещинах песчаников той же свиты в Воронской долине (к востоку от Судака). Возможно поэтому, что он имеется и во всей прибрежной полосе от Воронской долины до Гурзуфа. Встречается ли он далее к западу? — ответить на это пока нет данных.

По физическим признакам накрит сланцевой толщи сходен с накритом Эски-Ордынского массива: те же снежнобелые, мягкие, легко растираю-

¹ По расчету на углекислоту приходится 6.27%, остальное — вода и сера.

щиеся массы; под микроскопом те же шестиугольные пластинки. П. Мурзаевым был определен удельный вес накрита из Воронской долины, равный 2.605. Генезис пронизывающих сланцы кварцево-накритовых жил не вполне ясен. По соображениям, приведенным в описании кварцев (обилие выходов изверженных пород), я считаю возможным и здесь гидротермальный процесс. Местонахождение накрита в Воронской долине этому не противоречит, так как выходы эруптивов в районе Судака известны. Пока накрит не констатирован в широкой полосе таврических сланцев к северу от гор; нет еще данных и о его распространении в районе Куру-Узень-Судак. Если он будет здесь найден, гидротермальное происхождение его труднее будет допустить.

Г л и н ы. Кластические массы, обозначаемые этим именем, в Крыму, как и повсюду, конечно, распространены широко. Имеются данные геологических их разведок, технических испытаний; имеются и анализы. В таврической формации глин, как таковых, не имеется; они нацело превращены в сланцы; но уже в средней юре они встречаются, сопровождая, например, свиту каменного угля в Бешуе; известны также батские глины; в окрестностях Судака и на мысе Киик-Атлама (Двойченко) встречаются келловейские глины. Однако широким развитием юрские глины не отличаются; более мощные отложения их начинаются с нижнего мела, преимущественно с апта. Зеленоватосерые аптские и альбские глины имеют большое распространение в продольной долине между первой и второй горной грядой. В верхнем мелу, сложенном преимущественно карбонатными породами, глины образуют лишь прослойки. Но уже внизу эоцена нуммулитовые известняки подстилаются мощным слоем глины (20—25 м). Большого развития глины достигают в верхнем олигоцене и нижнем миоцене (майкопские глины Керченского полуострова); далее они имеются во всех ярусах верхнетретичных и четвертичных отложений.

А л у ш т и т о м названо А. Е. Ферсманом вещество, повидимому, близкое к накриту, но обладающее зеленоватыми и голубоватыми оттенками; встречается он при тех же условиях, как и накрит, в глинистых сланцах береговых обрывов окрестностей Алушты. Содержит, по А. Е. Ферсману, 13.7% воды и небольшое количество Mg.

К э ф ф е к и л и т или **кил** можно считать по преимуществу крымским минералом, хотя в настоящее время вещества сходного характера находят и на Кавказе и в других местах; однако, именно в Крыму местное население издавна обратило на него должное внимание и использовало для своих нужд; равным образом, здесь впервые к нему было привлечено внимание и исследователей. Так уже Пейзоннель (Peysonnel, 1787) упоминает о киле и о его употреблении в качестве суррогата мыла; говорят о нем и все исследователи Крыма конца XVIII и начала XIX в. Габлиц (1785) указывает месторождения кила у Саблов и Инкермана, и в настоящее время являющиеся важнейшими; Паллас — на место-

рождение в окрестностях Карасубазара (Pallas, 1799—1801), об этих же месторождениях говорят Дюбуа и Гюо. Первой посвященной специально килу работой может считаться заметка Кельхена (1792), трактующая о практическом его применении. В 1806 г. появляется статья Фишер де-Вальдгейма (Fischer de-Waldheim, 1806), в которой помещен первый по времени анализ этого минерала. Позднее упоминания о киле встречаются у многих геологов.

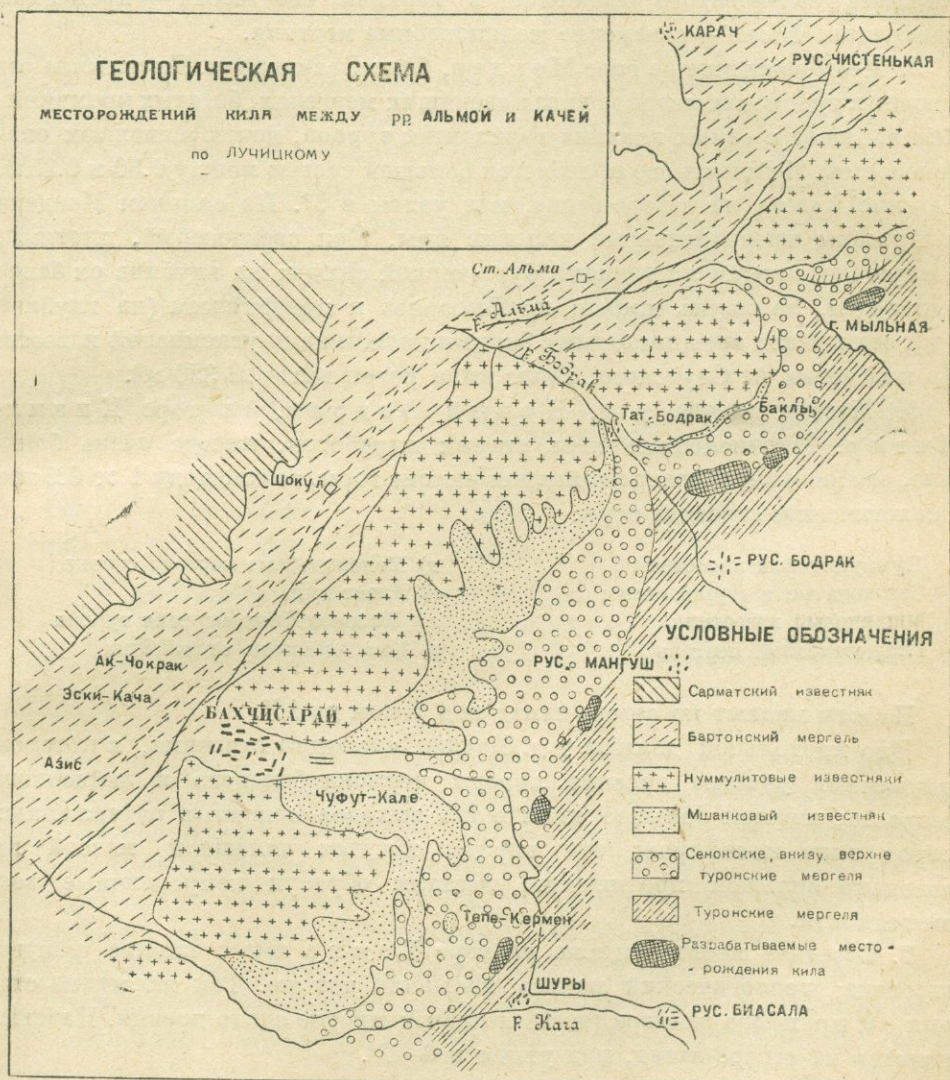
В 1899 г. месторождения кила были посещены В. И. Вернадским и мною, и привезенный нами материал был аналитически исследован Г. Касперовичем. В 1916 г. А. Е. Ферман (1916) в своих работах по магнезиальным силикатам коснулся и кила. С особой силой пробудился интерес к килу после Октябрьской революции: на кил обратили внимание Комиссия производительных сил и другие органы. В 1927 г. было опубликовано подробное обследование месторождения кила В. Лучицкого. Вскоре затем начались разведочные работы, преимущественно на Саблыньском месторождении (А. Спасо-Кукоцкий, А. Слудский), в результате которых были поставлены разработки его Крымским вилкомбинатом. В это же время химик А. Сушицкий (1932) занялся изучением свойств его как адсорбера и получил активированный кил «крым-силь». В 1929 и 1931 гг. Н. Гутковой (1929) и П. Мурзаевым (1931) было установлено нахождение кила, приурочиваемого до сих пор исключительно к верхнему мелу, также и в третичных отложениях.

Месторождения кила, связанные с верхним мелом, начинаются в районе Севастополя, у Чоргуна и Инкермана, и отсюда тянутся полосой к северу и востоку вдоль продольной долины между первой и второй грядами, оканчиваясь в районе Карасубазара и Старого Крыма. Здесь во многих местах сохранились еще старые разработки этого минерала, ведшиеся местным населением, обыкновенно очень примитивным способом (дудками). В. Лучицкий считал отложения кила определенным горизонтом верхнего турона, однако, разведочные работы А. Слудского показали распространение слоев его далеко в сенон, вплоть до маастрихта. А затем были обнаружены, как уже указано, небольшие отложения этого минерала и в сармате; но далеко не чистого и не типичного по своим свойствам.

А. Месторождения в верхнемеловых породах (по данным А. Слудского и В. Лучицкого)

1. Инкерманское месторождение, близ ст. Инкерман, указано еще Габлицем на левом берегу р. Черной. Пласт кила вскрыт шурфами на дне долины у горы Сапун; мощность его — 0.35 м. Вмещающая порода — туронский мелоподобный мергель, вблизи пласта кила принимающий характер глауконитового. Мергель покрывают мшанковые известняки датского яруса. Кил зеленовато-серый, трещиноватый, хорошего качества. Позднейшими разведками месторождение признано благонадежным.

2. Месторождение у д. Чоргуна. Внизу — сеноманские мергеля, с прослойками глин, совершенно отличных от кила; сверху — мелоподобные туронские и сенонские мергеля, падающие под углом 3—5° на северо-запад. Старые разработки кила (ямы) — в 2 км к северо-западу



Карта-схема № 8.

от Чоргуна и еще в 3—4 км далее у д. Каракуба; в последнем пункте кил залегает значительно глубже. Чоргунское месторождение сильно разработано; количество работавших ям очень велико.

3. Месторождение у д. Шуры на южных склонах Инкермана указано А. Е. Ферсманом по данным Г. Вебер.

4. Ба х ч и с а р а й с к о е месторождение. В верховьях балки Ак-Су-Дере, против Бахчисарайского ущелья, сохранилось еще много заброшенных старых кильных ям; глубиною до 10 м. Пласт кила мощностью 0.3—0.6 м — в туронском мергеле; под ним — пласт мергеля с прожилками зеленоватого минерала; в верхней его части — кремневые конкреции. Выше — сенонские мелоподобные мергеля.

5. Месторождение на горе М е н д е р, близ Бахчисарая. Пласт кила заключен в туронских мелоподобных звенящих мергелях, богатых кремнями. Кил залегает в самых верхних горизонтах турона, почти лишенных окаменелостей. Мощность его колеблется большей частью между 0.30 и 0.35 м. Падение пласта на северо-запад, под углом в 5°. По склонам Мендера разбросаны многочисленные кильные ямы. Кил светлосерый, плотный, с многочисленными листочками буро-черной слюды; на глубине он более однороден, на ощупь жирен; приближаясь к поверхности (на глубине 2 м), становится трещиноватым с белыми прожилками углекислой извести. По подсчетам А. Слудского, запас кила равен всего 23 320 м³.

6. Месторождение у д. Н о в ы й Б о д р а к, на горе К и з и л-Ч и г и р. Многочисленные ямы старых выработок, иногда очень большие, разбросаны на северо-западном склоне горы, на площади 1 × 0.5 км. Геологическое строение горы:

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| а) Нуммулитовый известняк | д) Мелоподобные мергеля сенона |
| б) Зеленоватые и серые глины | е) Пласт кила |
| в) Мшанковый известняк | ж) Мелоподобные мергеля турона |
| г) Глауконитовый мергель | з) Нижнемеловые отложения |

Пласты падают на северо-запад под углом до 10°.

Дно продольной долины у д. Бодрак сложного строения, в котором принимают участие древние породы пермокарбонového и лейясового возраста; имеется большое количество выходов основных изверженных пород типа мелафиров; эти породы тянутся сплошной массой на довольно большом протяжении; местами образуя конусовидные возвышенности.

7. Соседнее месторождение на горе Б а к л а имеет вполне сходное строение; геологический разрез местности тот же. Так же много старых ям крупного размера (до 14 м диам.); многие очень древни. Падение пластов на северо-запад, под углом в 6—7°.

8. К северо-востоку от предыдущего расположено месторождение Мыльной горы, отделяющейся от второй гряды небольшим оврагом. Геологическое строение снова сходно с предыдущими месторождениями. Пласт кила в обнажениях не наблюдается; обнаруживается он многочисленными ямами на северо-западном склоне горы, в верхних горизонтах туронских мергелей; падает к северо-западу под углом в 5—6°.

9. К у р ц о в с к о е месторождение. Разрез этого месторождения, по А. Слудскому, представлен на рис. 51. С правой стороны чертежа высту-

пают остатки кряжа, представленные изверженными породами и поставленными на голову таврическими сланцами и юрскими конгломератами. На них, несогласно пластываясь, налегает мощная свита меловых пород, начинающаяся неокомскими коралловыми известняками; далее идет мощная толща серо-зеленых аптских глин (100—120 м). Следующий слой представлен, темными сланцевыми мергелистыми глинами с отпечатками растений и кварцевой галькой. По стратиграфическому положению А. Слудский считает эти глины соответствующими промежутку времени от верхов юры до сенона. Вышележащий, непостоянный, маломощный горизонт мергелистых глауконитовых песчаников относится им уже к сенону. Горизонт этот без резкой границы переходит в свиту мергелей, внизу глауконитовых, в верхней части постепенно становящихся чисто белыми. Мощность глауконитового горизонта определяется в 35 м, а всей мергелистой свиты в 55 м. Всю эту толщу А. Слудский относит к верхнему сенону (маастрихту).

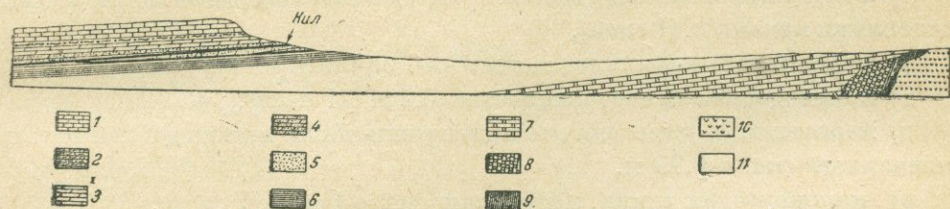


Рис. 51. Схематический профиль месторождения кила у дер. Курцы.

1 — Нуммулитовый известняк. 2 — Глина мергелистая с нуммулитами. 3 — Мергель белый. 4 — Мергель глауконитовый. 5 — Мергелистый глауконитовый песчаник. 6 — Глины темные с кварцевой галькой. 7 — Известняк железистый коралловый. 8 — Конгломераты. 9 — Сланцы. 10 — Изверженные породы. 11 — Глины серо-зеленые.

Пласт кила приурочивается к ее нижнему глауконитовому горизонту. Граница между килем и подстилающим мергелем носит характер резкой смены напластований, кверху кил переходит в мергель, постепенно образуя промежуточный пояс мергелистого кила. Мощность пласта чистого кила доходит до 1,5 м; в обе стороны по простиранию пласт постепенно уменьшается до полного выклинивания. Общий запас кила исчисляется в 368 088 м³. По мощности запасов и удобству эксплуатации и транспорта Курцовское месторождение выдвинулось на первое место, в силу чего здесь Килкомбинатом была сосредоточена добыча этого ископаемого подземными разработками.

10. К а р а с у б а з а р с к о е месторождение. Старые килевые ямы тянутся на значительном расстоянии на склонах балки, впадающей в долину р. Карасу, около д. Ак-Кая. Вероятно, пласт кила продолжается на большей или меньшей глубине в меловых мергелях, начиная от реки Карасу до д. Кобурчак, а может быть и далее на восток. Точное распространение кила далее к востоку не установлено, но, повидимому, он не доходит до окрестностей Старого Крыма.

Б. Месторождения в отложениях третичной системы

1. В окрестностях б. Георгиевского монастыря кил был обнаружен в 1929 г. Н. И. Гутковой (1929) в виде небольших прослоек и линзочек, до 2—3 см диам., в основании чокракских слоев, покоящихся на размытой поверхности изверженных пород. Найден он был в двух пунктах: а) к востоку от монастыря и б) в местности Александриада. Подробно месторождение кила близ б. Георгиевского монастыря описано П. Мурзаевым, который в свою очередь указывает два пункта его нахождения: 1) в ближайшем обрыве сарматских желтовато-серых известняков, в нижних частях которого обнажается прослойка серо-зеленоватой киллоподобной глины, мощностью в 10—20 см, и 2) далее к востоку, во втором обрыве, где наблюдается следующий разрез сарматских отложений (сверху вниз):

- а) белый известняк, мощностью около 5 м,
- б) желтоватый мергель с малой примесью киллоподобной глины и с выделениями кальцита (I слой),
- в) мергелистый известняк, мощностью около 1 м,
- г) киллоподобная глина, мощностью 0.5 м (II слой),
- д) мергелистый известняк с тонким пропластком киллоподобной глины, мощностью около 0.75 м,
- е) киллоподобная глина, мощностью около 1 м (III слой),
- ж) мергелистый известняк, мощностью около 0.75 м;
- з) киллоподобная глина, мощностью около 0.5 м (IV слой).

Карбонатные породы подстилаются эффузивными.

Наиболее чистый материал приурочен к III пласту. Насколько можно судить издали при осмотре почти отвесного обрыва, зеленоватые полосы киллоподобных глин имеются и в его более низких частях. Общая мощность четырех слоев киллоподобной глины около 3 м.

В шлифах, исследованных П. Мурзаевым, киллоподобная глина представляется зеленовато-желтой, зернистой массой, слабо действующей на поляризованный свет, в которой рассеяны зерна кварца, полевого шпата и мелкие, искривленные дужки кальцита.

2. Месторождение на р. Каче у д. Г о л ю м б е й. Среди сарматских отложений обнажается серо-зеленоватая глина, напоминающая кил (Мурзаев, 1931).

3. Месторождение у г. Севастополя. Образцы кила были доставлены (П. Мурзаеву Черноусовой) из разреза сарматских отложений у паровозного депо.

4. Месторождение на Тарханкутском полуострове.¹ Мурзаевым описаны обнажения киллоподобных глин в береговых обрывах северной части полуострова, сложенных сарматскими отложениями. Обнажения эти

¹ О привозе в Симферополь кила с Тарханкутского полуострова в 1921 г. упоминает В. Обручев (1921).

начинаются от Терновой балки, у д. Караджа, к востоку от нее, и тянутся до д. Ярылгач. Наиболее крупное находится у хутора Кармыш, где кил добывается местным населением. Разрез обнажения на западной стороне бухточки у хутора представляется следующим (сверху вниз):

1) Желтоватый песчаный мергель	Мощн. около	50 см
2) Белый песчаный мергель с обломками известняка	»	» 50 »
3) Слоистый известняк	»	» 1 »
4) Известняк с прослойками килоподобного мергеля (I пл.)	»	» 45 »
5) Белый песчаный мергель	»	» 15 »
6) Темный слоистый известняк	»	» 30 »
7) Мергель с килоподобной глиной (II пл.), почти белого цвета	»	» 15—20 »
8) Белый мергелистый известняк	»	» 25—30 »
9) Килоподобный мергель (III пл.)	»	» 1—2 »
10) Белый песчаный мергель с пропластками известняка	»	» 50 »
11) Зеленоватый тонкослоистый известняк	»	» 50—60 »
12) Плотный мергель	»	» 10 »
13) Килоподобный мергель (главный IV пл.)	»	» 15—25 »
14) Мергелистый известняк	»	» 5—10 »
15) Плотный известняк		—

Из главного пласта кил добывается небольшими копушками.

По внешним признакам кил туронских отложений представляет зеленовато-серые массы, в свежем состоянии довольно мягкие и легко растирающиеся; в высушенном — делающиеся хрупкими. Из более глубоких частей Курцовского месторождения получены керны кила, которые можно назвать зелеными; они обладают значительно большей плотностью и однородностью; в них довольно значительное количество сторонних примесей, особенно по краям пласта. Вообще образцы многих месторождений часто отличаются большой загрязненностью. Преобладающей количественно примесью являются карбонаты, преимущественно углекислая известь; крупные белые пятна ее иногда видны простым глазом. Очень характерной примесью в килах меловой системы служат листочки черной слюды, иногда правильной шестиугольной формы. Для сарматских кил слюда не указывается. Остальные минералы различимы лишь под микроскопом; среди них в значительных количествах указывается лишь кварц.

Произведенные Л. Сушицким (1932) механические испытания кила Курцовского месторождения выяснили, что в верхних горизонтах пласта его преобладают частицы величиной 1—10 μ (90.1%); затем величина их уменьшается, а в самом низу пласта частицы, диам. менее микрона, составляют 68%. Частиц большего диаметра, чем от 10 до 250 μ , не наблюдалось. Для сарматских кил П. Мурзаев приводит следующие данные механических анализов; в киле б. Георгиевского монастыря преобладают частицы глинистые с примесью зерен кальцита и редко кварца,

диам. от 0.01 мм и меньше (86.40%); крупные от 1 до 0.5 составляют 0.20%; они состоят из кварца и CaCO_3 ; средние размеры имеют те же два минерала с преобладанием CaCO_3 и с редкими полевыми шпатами. Такой же минералогический состав имеют и соответственные фракции тарханкутского кила; крупных частиц в нем несколько больше (от 1 до 0.5 мм — 4.05%, от 0.01 и меньше — 61.87%).

По Гемилиану кил обладает значительной радиоактивностью.

Переходим к его химическому составу.

Из ряда анализов кила, уже опубликованных в печати, а частью новых, произведенных в крымских лабораториях, довольно многочисленных, но недостаточно полных, приводим наиболее точные (табл. 40 и 41).

ТАБЛИЦА 40
Анализ кила меловых отложений

Компоненты	№ 124	№ 125	№ 126	№ 127	№ 128	№ 129	№ 130	№ 131	№ 132	№ 132а
	Крым		Бахчисарай			Бодрак	Курцы		Инкерман	
	Анализитики год									
	John, 1811	Гемилан, 1912	Касперович, 1913	Николаевский, 1916	Николаевский, 1915	Лаб. ВИСМ, 1929	Лаб. Крым. НИИТ, 1928		Лаб. ВИСМ	Кенце-малова, 1928. Лаб. н.-и. ин-та
						Канце-малова	Зайцева			
SiO_2	45		51.00	49.92	50.82	51.91	49.72	48.68	60.26	52.03
Al_2O_3	14	44.40	16.28	22.09	—	16.09	13.36	16.23	20.11	17.06
Fe_2O_3	12.25	16.14	0.92	0.28	23.02	3.18	2.56	2.60	4.03	1.56
FeO	—	3.17	1.13	0.39	—	—	—	—	—	0.57
CaO	2.25	—	4.09	2.90	2.42	2.49	5.07	2.88	4.11	2.51
MgO	3	9.19	5.41	0.87	0.72	4.22	3.09	1.22	3.74	4.43
K_2O	—	3.01	—	—	—	0.08	—	—	—	—
Na_2O	—	0.14	—	—	0.37	0.07	—	—	—	0.01
SO_3	—	0.01	—	—	—	0.18	—	—	—	—
CO_2	—	—	—	0.39	0.17	4.55	2.74	—	—	—
Cl	—	—	—	—	—	0.16	—	—	—	—
H_2O до 110°	22	20.58	19.79	16.37	14.28	17.01	16.51	28.98	7.58	21.80
H_2O выше 110°				6.31	8.06		6.73		—	
Сумма	99.99	99.98	99.71	99.52	99.86	99.94	99.78	100.59	99.83	99.8
В сумму включено .	NaCl 1.50	{ песок 0.02 MgO 0.11 CO ₂ 2.46 Орг. в. 0.75	CO ₂ 1.09	—	CO ₂ 0.17	—	—	—	—	TiO ₂ 0.01

Нами вычислены молекулярные соотношения по анализам меловых кил; ¹ для сарматских такие соотношения приведены в работе П. Мурзаева; все эти данные сведены в табл. 42.

Из обзора этой таблицы и таблицы анализов можно прийти к следующим заключениям:

1. Отношение $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ выдерживается в довольно узких пределах и в среднем близко к 5 : 1, иногда к 4 : 1.

2. Отношения $\text{RO} : \text{R}_2\text{O}_3$ колеблются в довольно больших пределах. Можно заметить два типа соотношений: в одних они выражаются в числах,

¹ При наличии в анализе CO_2 соответствующее ей количество кальция исключалось из вычисления.

ТАБЛИЦА 41
Анализы вилы сарматских отложений

Компоненты	№ 133	№ 134	№ 135
	б. Георгиевский монастырь	д. Голумбей	д. Кармыш
	Аналитики год		
	Центр. Лаб. ГГРУ, Селютина, 1931 г.	Центр. Лаб. ГГРУ, Селютина, 1931 г.	Центр. Лаб. ГГРУ, Селютина, 1931 г.
SiO ₂	51.00	60.36	25.00
TiO ₂	0.53	0.54	0.32
Al ₂ O ₃	15.84	16.47	7.32
Fe ₂ O ₃	5.97	5.60	2.19
FeO	0.28	0.58	0.58
MnO	нет	нет	следы
CaO	6.26	1.76	16.66
MgO	2.01	1.67	12.02
Na ₂ O	0.72	0.57	1.34
K ₂ O	2.81	1.81	2.57
Cl	0.45	0.06	2.86
CO ₂	4.85	1.10	21.12
Потеря при прокалив. .	3.58	4.04	4.47
H ₂ O до 105°	6.11	5.54	3.77
Сумма	100.41	100.10	100.22

ТАБЛИЦА 42

Компоненты	Бахчисарай			Курцы			Инкерман		б. Георг. мо-наст.	Га-люм-бей	Кар-мыш	Среднее
	Аналитик											
	Гемилан	Касперович	Николаевский	Лабор. ВИСМ	Канцемалова	Зайцева	Лабор. ВИСМ	Канцемалова	Аналитик			
								Лабор. ГГРУ, Селютина				
RO ₂	4.1	5.1	3.8	4.9	5.6	4.6	4.7	4.9	4.4	5.1	4.5	4.7
R ₂ O ₃	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RO	1	1.2	0.3	0.2	0.7	0.5	0.8	0.9	0.4	0.4	1.5	0.7
H ₂ O конст.	{ 6.4	{ 6.6	1.6	2.5	{ 8.8	{ 9.2	{ 2.0	{ 6.9	{ 1.0	{ 1.1	{ 3	{ *
H ₂ O гигр. .			4.2	4.5								

* Для воды среднее не вычислялось, в виду больших колебаний и неодинаковых приемов при определениях.

близких к единице, в других — к 0.5. Кажется, можно привести и объяснение этому обстоятельству. Все анализы, дающие низкое число для оснований, показывают значительное содержание CO_2 . При пересчете приходится относить часть их (обычно CaO) к CaCO_3 и исключать из вычисления, тем самым понижая общее количество RO . Но нельзя думать, что весь CaCO_3 является посторонней примесью мергеля, несомненно часть карбоната образовалась за счет выветривания самого минерала — кила; таким образом, в части этих анализов имеется уже измененное, выветрелое вещество, потерявшее часть своих оснований.

3. Что касается воды, то из данных имеющихся анализов совершенно невозможно вывести какое-либо определенное заключение; в некоторых анализах сделано лишь суммарное определение воды; в других — выделена вода до 110° (или 100°) и выше 110° ; если принимать во внимание только последнюю, то ее молекулярное отношение к R_2O_3 будет колебаться от 1 до 3. Во всяком случае, так как коэффициент прочно связанной воды не падает ниже 1, то можно считать, что в общую формулу минерала входит количество воды, по меньшей мере эквивалентное одной частице.

Отсюда можно прийти к выводу, что минерал является солью кислоты, производной от ангидридов $\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{13}$ или $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{11}$. Колеблущееся от 4 до 5 количество SiO_2 делает возможным предположение, что одно SiO_2 является непостоянным и в иных случаях может отсутствовать. Так как количество оснований так же, и еще более, непостоянно, то возможна связь их с ангидридом SiO_2 , а не с алюмосиликатом; последний можно связать с водой, одна частица которой всегда присутствует. В итоге мы приходим к составу вещества из двух ядер: алюмосиликатного $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ и метасиликатного (водного) $\text{RSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, в чем в сущности и состоит теория строения магнезиальных силикатов А. Е. Ферсмана. По своему генезису кил несомненно является морским образованием, продуктом диагенеза, а не выветривания. Месторождения его образуют такую же дугу по продольной долине между второй и первой грядой, как и северные выходы крымских изверженных пород; если сравнить карты № 1 и 11, то параллелизм между теми и другими выявляется определенно. В районе месторождений кила обычно выступают и изверженные породы, а, следовательно, иловые массы бассейнов, в которых отлагался кил, могли быть богатыми продуктами разрушения изверженных пород. Господствующие породы Крыма — авгитовые диориты и порфириды; их цветные минералы, группы пироксена и роговой обманки, повидимому, и являются исходным материалом для образования кила. А пироксены иных крымских пород часто являются эгирин-авгитами (Мейстер, Левинсон-Лессинг), т. е. содержащими уже готовое вещество $\text{R}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$. Работы К. Глинки и В. Смирнова¹ над выветриванием авгитов выяснили образование продуктов, отличных от каолина; по Смирнову в состав их входит вещество

¹ К. Г л и н к а. Исследования в области процессов выветривания. СПб., 1906; В. С м и р н о в. Об одном продукте выветривания авгита.

$H_2Al_2SiO_6 \cdot H_2Al_2Si_4O_{12} \cdot 2H_2O$. Таким образом, для инкерманского кила (анализы № 132 и 132а), вещества которого я считаю наиболее чистыми, можно бы дать формулу $H_2Al_2Si_4O_{12} \cdot RSiO_3 \cdot nH_2O$, где $R = Mg, Ca$. Возможны, однако, и другие толкования. Наиболее чистые образцы кила удовлетворяют формуле $RO \cdot Al_2O_3 \cdot 5SiO_2 \cdot nH_2O$, или $RAI_2Si_5O_{14} \cdot nH_2O$, т. е. соли кислоты $H_2Al_2Si_5O_{14}$ — гармотомовой кислоты Вейберга. К такой же формуле приводит вывод средних из всех анализов; тогда кил относился бы к алюмосиликатам не каолинового ядра, и силикатная частица отпала бы.

Вещество кила без особого труда разлагается кислотами с выделением кремнезема; в ходе разложения и вообще в реакциях этого вещества ничем не проявляется его состав из двух компонентов. Слои кила залегают в мергелях, содержащих глауконит, иногда (Инкерман) наблюдается и обогащение глауконитом прилегающих к слою кила частей мергеля. Итак, формирование кила шло в довольно глубоких областях моря, где уже происходило образование веществ хлоритового характера, не обладающих каолиновым ядром. Наличие пятичленных колец кремнезема ($5SiO_2$) составляет основу теории алюмосиликатов, выдвинутой А. Asch и D. Asch, и, повидимому, подтверждается рентгенограммами. В таком случае структура кила объяснялась бы наиболее просто. Для окончательного решения вопроса необходимы, однако, исследования по возможности чистого вещества и изучение термических кривых.

Выведенные две возможных формулы $H_2Al_2Si_4O_{12}(Mg,Ca)SiO_3 \cdot nH_2O$ и $(Mg,Ca)Al_2Si_5O_{14} \cdot nH_2O$ отводят килу весьма различные места в химико-минералогической классификации. В первом случае он может быть причислен к группе глин, если под глинами подразумевать свободные алюмокремневые кислоты; точнее — он является продуктом присоединения метасиликата к глине (пирофиллиту или монтмориллониту). Во втором — кил надо рассматривать как чистый алюмосиликат некаолинового строения, быть может, близкий к некоторым лептохлоритам, с которыми сходен и по условиям генезиса; лично я склонен именно к этому воззрению.

По своему валовому химическому составу большую близость к килу показывают многие бенитоитовые глины.

2. Соли алюмо- и феррикремневых кислот

Группа полевых шпатов

1. Калиевый полевой шпат. Для изверженных пород Крыма характерно полное преобладание известково-натровых полевых шпатов; даже среди кислых разновидностей ортоклазовые породы редки. Ортоклаз содержат, по Лягорию, балаклавские граниты «composés d'ortose perthitique» (Golovkinsky et Lagorio, 1897) и кварцевые порфиры.

В породах южного берега калиевый полевой шпат по Мейстеру (1908) играет роль лишь несущественной составной их части, хотя весьма постоянен; в большинстве случаев он определялся как микроклин, и лишь некоторые кристаллы его с прямым погасанием делают вероятной принадлеж-

ность их к собственно ортоклазу; порфирированные вкрапленники последнего констатируются Мейстером в кварцевых порфирах Шарки и Чамлы-Буруна. В породах Карадага, согласно последней работе Ф. Левинсон-Лессинга и Дьяковой-Савельевой (1932), ортоклаз играет также совершенно второстепенную роль. Он указан ими: 1) в спилитах Карадага, соответственно отличающихся высоким содержанием калия; такова разность их на западном склоне Карадага, образующая так называемый «г р и б»; в ней вкрапленники представлены ортоклазами ($2V$ около 65° , иногда 48° , знак отриц.); микролиты породы принадлежат анортоклазу (погасание на M от 6 до 10° , знак отриц.) и 2) в породе из стен Хоба-Тепе со стороны моря — единственной калиевой породе среди всей кератофировой серии Хоба-Тепе, определяемой авторами как трахит. Полевой шпат вкрапленников ее — санидин. Оптические константы его, по определению В. Петрова: $Ng = 1.527 - 1.524$, $Nr = 1.524 - 1.523$; $2V = 28^\circ, 26^\circ, 34^\circ$, в разрезах \perp к M , погасание прямое.

2. Известково-натровые полевые шпаты. Магматические выделения. В подавляющем большинстве изверженных пород Крыма главенствующим минералом является плагиоклаз. Следуя с запада на восток по прибрежной полосе, мы получим следующую картину: уже в Балаклавских валунах изверженных пород по Мейстеру плагиоклазы преобладают над ортоклазами; автор относит их к андезину и лабрадору. В кератофирах б. Георгиевского монастыря первое место занимает альбит. Плагиоклазы пород Южного берега, Форос — Алушка, снова андезин и лабрадор, иногда олигоклаз — андезин. Плагиоклазы из туфов окрестностей Балаклавы были определены В. Аршиновым (1910); из 74 исследованных им кристаллов 70% принадлежат к основным лабрадоритам $Ab_{45}An_{55}$ и $Ab_{35}An_{65}$, остальные — к андезину и бытовниту. Большинство двойников их образовано по альбитовому закону; реже — по карлсбадскому и периклиновому; однажды был замечен бавенский двойник. А. Е. Ферсман упоминает о довольно крупных кристаллах из ряда олигоклаза в породах Эски-Орды; Н. Прокопенко — об альбите в тех же породах. По отношению к плагиоклазам Карадага мы имеем наиболее подробные данные, благодаря работе Ф. Ю. Левинсон-Лессинга. В кератофирах Карадага вкрапленники представлены лабрадором, обычно пятнами проросшим альбитом. Здесь имеется картина пневматолитической альбитизации лабрадора, причем окраины вкрапленников являются неизменным лабрадором. Иногда полевые шпаты замещены темнозеленым хлоритовым веществом. Те же два плагиоклаза преобладают и в серии спилитовых пород; лабрадор и здесь часто хлоритизирован. В палеолипаритах вкрапленники образованы альбитом и андезином. В андезитах кайнотипной серии вкрапленники — обычно лабрадоры; также и в липаритодацитах; микролиты основной массы последних — андезины; вкрапленники в трассах относятся к андезину.

Анализы полевых шпатов Карадага см. табл. 43.

ТАБЛИЦА 43

Анализы полевых шпатов Карадага

(Ф. Левинсон-Лессинг 1932, стр. 126).

№ анализа	Полевой шпат	Аналитик, год	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Потеря при прокаливании	H ₂ O	Сумма
136	Из оксигератофира Львиной бухты.	О. Воробьева, 1933	63.55	21.63	1.55	2.59	сл.	8.21	1.30	1.39	—	100.22
137	Из кератофира Большой Стены	Н. Сергиев, 1933	65.56	18.77	2.25	0.46	0.18	9.23	2.25	—	0.90	99.60

Жильные выделения. По А. Е. Ферсману, альбит вместе с кварцем встречается в трещинах пород Эски-Орды. Небольшой величины кристаллики, сплюснутые по (010) — двойники, простые или полисинтетические, почти исключительно по альбитовому закону. Имеются формы: M(010), P(001), x(101), l(110), T(110), e(130), z(130). О вторичном альбите в карбонатных жилах Эски-Орды упоминает также Н. Прокопенко.

Осадочные породы. Полевые шпаты входят в состав кластического материала многих осадочных пород. Так, некоторые песчаники неокомского возраста северных склонов крымских гор имеют характер аркоз; примесь полевых шпатов наблюдается и в среднеюрских песчаниках. В. Лучицкий упоминает о содержании их в сланцах таврической формации. Мелкие обломки их также можно найти в нерастворимых остатках от верхнеюрских известняков. Несомненно, они должны содержаться и во многих глинах, хотя прямых указаний на это не имеется; в сопочных грязах также констатировано их присутствие.

Группа слюд

Магматические выделения. В изверженных породах Крыма меланократовые компоненты представлены, главным образом, минералами группы пироксена и роговой обманки; биотит в петрографических описаниях указывается сравнительно редко. Сведения о породах с преобладанием слюды имеются у Ф. Ю. Левинсон-Лессинга (Левинсон-Лессинг и Дьяконова-Савельева, 1932); они им были встречены на Малом Карадаге и в Сердоликовой бухте. Биотит иногда играет роль вкрапленников, но обыкновенно входит в состав основной массы. Лагорио указывает на листочки биотита, до 1 см диам., в некоторых балаклавских гранитах.

Осадочные породы. В осадочных породах слюда, преимущественно мусковит, довольно распространена. В сланцах таврической формации в состав основной массы входит серицит; кроме того, макроскопические выделения мусковита, большею частью выветрелого, очень обычны в трещинах сланцев. Иногда самые сланцы или песчаники принимают характер слюдястых.

Для более высоких горизонтов можно отметить нахождение мелких листочков биотита как постоянной составной части впластах кэффекулита. Присутствие слюды несомненно и во многих других глинистых слоях; его трудно отметить точно, вследствие малой изученности этих образований.

Группа гранатов

а) А л ь м а н д и н ($\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$). Как минерал магматический, альмандин встречается в светлосерой липаритовой породе в районе между Каствью и Партенитом. Благодаря красному цвету, он довольно резко выделяется на светлосером фоне породы и легко заметен простым глазом; достигает величины 0.1—0.2 см диам. Первое указание на это месторождение дал Р. Прендель (1886), определивший его как пироп; позднее Лагорио описал его как альмандин; последнее определение было подтверждено А. Е. Ферсманом (1907).

б) Г р о с с у л ь р ($\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$) встречается в виде мелких кристаллов в контактовой зоне лейкасовых известняков с изверженными породами в Аратукской балке, близ д. Чешмеджи, километрах в 10 к югу от Симферополя (Ферсман, 1907). А. Е. Ферсманом было установлено наличие форм (110) и (112) с преобладанием то одной, то другой.

Группа эпидот-цоизита

Э п и д о т $\text{H}_2(\text{CaFe})_4\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{26}$ или $3(\text{CaFe})\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8\text{Ca}(\text{OH})_2$. Монокл. с. $a : b : c = 1.5807 : 1 : 1.8057$, $\beta = 115^\circ 24'$. В петрографических исследованиях крымских пород эпидот изредка упоминается, преимущественно как продукт разложения пироксена и роговой обманки. Подобные указания есть у Лагорио (Lagorio, 1880), Зайцева (1908, 1910), Мейстера (1908). Макроскопические выделения его известны лишь в изверженных породах, обнажающихся в обрыве у б. Георгиевского монастыря; здесь они впервые были отмечены еще Штукенбергом (1874). Эпидот в виде лучистых сростков зеленых кристаллов выделился внутри небольших пустот очень различной величины, от 0.5 до нескольких сантиметров в диаметре. Более мелкие обыкновенно выполнены минералом сплошь, в более крупных остается свободная полость; в этом случае он обыкновенно сопровождается кальцитом, кварцем и иногда мелким пиритом. Чаще всего жеоды эпидота встречаются в разрушенной породе, которая иногда и сама проникнута спутанной массой волокнистых его кристаллов. Несомненно вторичный эпидот указывается Штукенбергом (1874) и Лагорио (Golovkinsky

et Lagorio, 1897) в изверженных породах у д. Саблы и массивов Кастели и Ураги. Наконец, зеленые кристаллики эпидота были обнаружены А. Е. Ферсманом во включениях известняка в эруптиве у д. Курцы Симферопольского р-на.

Группа пренита

Пренит ($H_2Ca_2Al_2Si_3O_{12}$). Ромб. с. $a : b : c = 0.8420 : 1 : 1.1272$. В Крыму пренит встречается нередко как продукт гидротермального процесса.

На Аюдаге обнаружен мною в виде небольших корок и сноповидных почек в трещинах диорита; уд. в. 2.86. Позднее он был найден А. Мурзавым (1925) в осыпях Артекского склона Аюдага в мелких жилках и жеодах, иногда в форме неясных белых кристалликов.

В выходах изверженных пород Симферопольского района пренит неоднократно упоминается А. Е. Ферсманом (1907). Здесь он наиболее распространен в эруптивах д. Курцы вместе с цеолитами, кальцитом и кварцем, причем всегда является минералом наиболее ранней генерации в виде корочек и лучистых агрегатов слабозеленого цвета. Иногда встречаются сплошные его массы, состоящие из несовершенных пластинчатых кристаллов. Часто содержит включения зеленого хлоритового минерала, а нередко замечается и полное превращение агрегатов его в делесит с сохранением их внешней формы и структуры; образование таких псевдоморфоз идет всегда в центробежном направлении.

У д. Петропавловки пренит выделяется в тех же формах, как и в Курцах. У д. Бодрак он образует, по П. Двойченко (1914), самостоятельную жилку прозрачного зеленоватого цвета.

Радиально лучистый сросток зеленоватого пренита на десмине был найден на скалах Кок-Кая А. Слудским (Двойченко, 1914).

Наконец, пренит был обнаружен в изверженных породах в районе Бешуйских угольных копей; в геологическом музее Крымского педаг. ин-та имеется из этого месторождения хорошо образованный небольшой сталактит пренита.

Группа цеолитов

Отрывочные сведения о наличии в Крыму цеолитов можно найти уже в старых геологических описаниях конца XVIII и начала XIX в. Так, например, Паллас упоминает о минерале, «похожем на цеолиты», в конгломератах горы Демерджи. Более точное и вполне верное указание именно на присутствие цеолитов в изверженных породах у Карагача на р. Альме дает Дюбуа де Монперё (Dubois de Montpereux).

В новой литературе первые сведения о цеолитах появились в петрографических работах Прозоровского-Голицына (1892) и А. Лагорио (1897); они упоминают о натролите на Карадаге; затем в работах Зайцева (1910) имеются некоторые, мало определенные данные в описаниях шлифов горных пород, без точного обозначения отдельных видов цеолитов; спе-

циальные же минералогические описания принадлежат С. Попову (1898), А. Е. Ферману (1908, 1909, 1922), П. Чирвинскому (1913), О. Бринкен (1914), П. Двойченко (1914) и П. Мурзаеву (1929).

В настоящее время для Крыма констатированы следующие виды цеолитов:

- | | |
|--|------------------|
| 1. Натролит $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | ромбич. с. |
| 2. Мезолит — изоморфная смесь натролита и
сколецита | » » |
| 3. Анальцим $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | кубич. » |
| 4. Гмелинит $(\text{Na}_2, \text{Ca}) \text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | гексагональн. с. |
| 5. Филиппсит $\text{Ca} \text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4.5-5\text{H}_2\text{O}$ | моноклинч. » |
| 6. Уэльсцит $(\text{Ca}, \text{Ba}) \text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | » » |
| 7. Ломонтит $\text{Ca} \text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | » » |
| 8. Леонгардит $\text{Ca} \text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$ | » » |
| 9. Гейландит $\text{Ca} \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | » » |
| 10. Десмин $\text{Ca} \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | » » |
| 11. Птилолит $(\text{Ca}, \text{K}_2, \text{Na}_2) \text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | — |

Главными месторождениями цеолитов в Крыму являются, с одной стороны, Карадаг, с другой — массивы изверженных пород района Симферополя. Другие месторождения ими гораздо беднее и к тому же совершенно не изучены.

Обратимся к первому месторождению:

Из группы цеолитов здесь констатированы: натролит, мезолит, анальцим, гейландит, десмин, леонгардит и птилолит.

Главной областью развития их на Карадаге являются береговые хребты, особенно наиболее восточные из них, так называемые Кок-Кая и Магнитный, сложенные преимущественно андезитами, дацитами и вулканической брекчией. В наибольшем количестве цеолиты можно наблюдать на береговых отрогах этих хребтов; однако, они имеются и на внутренних, а также и в других частях Карадага, например, на западе у источника Гяур Чесме и др.

Цеолиты Карадага представлены солями всех трех алюмокремневых кислот. Соли простейшей, каолиновой кислоты, если принять для них формулы в конструкции В. И. Вернадского, представлены натролитом и мезолитом.

Натролит был найден еще А. Лагорио, мезолит — П. Чирвинским. Оба цеолита встречаются в тесном сообществе, выполняя миндалины и жеоды лучисто-радиального, а иногда совершенно плотного строения; белого или бледнорозового цвета; преобладают тонкие свободные кристаллы, большей частью плохо образованные. Стенки жеод обыкновенно покрыты тончайшим слоем зеленого делессита. Взаимоотношения обоих цеолитов были тщательно разобраны О. Бринкен, давшей также кристаллографическое описание натролита. В общем процесс кристаллизации в жеодах протекает в следующем порядке: первым по стенкам их выделяется вещество, богатое кальцием, — мезолит; но затем, по мере прибли-

жения к центрам их, в связи с постепенным охлаждением раствора, количество кальция в нем падает, одновременно появляется свободный кальцит, цементирующий иглы цеолита, и мезолит заменяется чистым натролитом, иногда в кристаллах, вполне измеримых.

Повидимому, оба минерала совершенно не встречаются на Карадаге в качестве жильных; всегда и исключительно они выполняют газовые пустоты породы, являясь одним из более ранних продуктов поствулканических процессов. Для мезолита П. Чирвинский отмечает микросферолитовую структуру. На кристаллах натролита О. Бринкен установлены следующие формы: $a(100)$, $b(010)$, $m(110)$, $o(111)$; отношение осей $a : b : c = 0.9817 : 1 : 0.3534$ (рис. 52).

Удельный вес карадагского натролита, по С. Попову, — 2.280.

Соли кислоты $H_2Al_2Si_4O_{11}$ представлены на Карадаге анальцимом и леонгардитом.

Анальцим описан впервые мною в 1898 г. Обычно воднопрозрачные или молочно-белые кристаллы его образуют корки непосредственно на обломках породы (преимущественно андезита) или на кварце; реже встречаются мелкие сплошные жилки. В таких формах он очень распространен на наружных склонах прибрежных хребтов Карадага — Кок-Кая и Магнитного.

В другой форме выделения анальцима были встречены мною на материковой стороне берегового края, на западных его склонах. Здесь кристаллы анальцима были обнаружены в небольшой кальцитовой жиле, причем некоторые сидят в кальците свободно, не касаясь стенок жилы, хотя и близко от них. Кристаллы всегда хорошо образованы; уд. в. 2.215, форма их неизменно трапецоэдр (211); величина обыкновенно не превышает в диам. 4—5 мм, изредка наблюдалась до 1 см.

Леонгардит. Указание на нахождение леонгардита на Карадаге имеется у П. Двойченко. Леонгардит встречается в небольших количествах вместе с гейландитом в обломочных породах на береговых склонах.

Из цеолитов, солей кислоты $H_2Al_2Si_6O_{16}$ на Карадаге встречаются гейландит и десмин, найденные впервые С. Поповым.

Многочисленные, очень тонкие жилки красного гейландита были обнаружены мною на береговых склонах хребтов, преимущественно Кок-Кая и Магнитного, а также в изолированном выходе кератофира

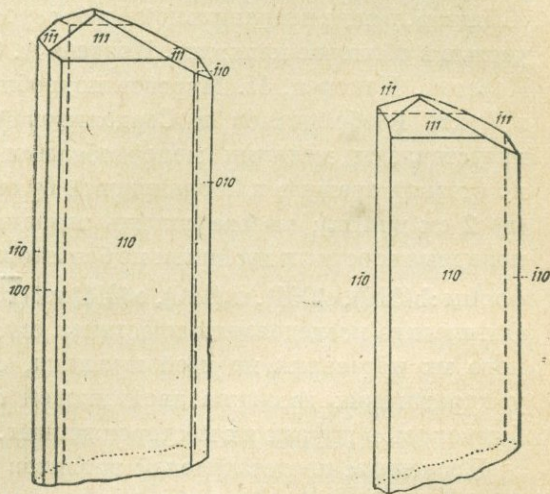


Рис. 52. Кристаллы натролита с г. Карадаг.

со стороны Коктебеля. Кристаллики мелки, большей частью мясокрасны; изредка белы, иногда окрашены пятнами; окраска, как всегда, обусловливается механической примесью окислов железа. Обычная форма кристаллов: комбинация $b(010)$, $c(001)$, $t(201)$, $s(\bar{2}01)$. Позднее А. Е. Ферсманом была констатирована еще грань $m(110)$ на белых кристаллах, доставленных А. Слудским. П. Чирвинский указывает на натечные образования гейландита с тонкими жилками и включениями кварца. По Двойченко, красные кристаллы гейландита встречаются также в трещинах сферосидеритовых конкреций в зоне контакта глинистых сланцев с изверженными породами.

Десмин был найден мною¹ в кальцитовой жиле, близ скалы «Сфинкс», в виде неправильной формы сростков белых, матовых кристаллов, частью в оболочке кальцита. Позднее А. Слудский нашел десмин на хребте Карагач. Наконец, П. Мурзаев подробно описал десмины, собранные им в бухте Разбойничьей и Сердоликовой. Десмины Разбойничьей бухты представлены мелкими молочнобелыми кристаллами, густо сидящими по стенкам трещин; в Сердоликовой бухте они розоватого цвета и крупнее (до 2 см длины); иногда сплошь заполняют трещины. Они образуют сноповидные сростки и двойники по базопинакоиду. Определены их следующие формы: $b(010)$, $c(001)$, $m(110)$, $e(011)$ и $f(\bar{1}01)$. Кристаллы табличаты по (010) . Оптические исследования пластинок спайности дали картину одновременного их погасания по всей площади, свидетельствующего об отсутствии у карадагских десминов двойниковой структуры, что неоднократно наблюдалось в других их месторождениях.²

Последним представителем цеолитов Карадага может считаться п т и л о л и т. Этот весьма редкий цеолит определен А. Е. Ферсманом по материалам, доставленным П. Двойченко. По описанию последнего (1914, стр. 89), минерал был им найден в ущелье Гяур-Бах, на склоне, обращенном к морю. Тончайшие кристаллы птилолита покрывают сплошным, похожим на пух, слоем стенки газовой пустоты. Впоследствии жеоды с бледнорозовыми иголочками птилолита были находимы также А. Слудским.

Анализа этого редкого цеолита, к сожалению, нет.

Второй областью развития цеолитов в Крыму является район изверженных пород к югу от Симферополя, распадающийся на три группы: Курцовскую, Эски-Ордынскую и Саблы-Карагачскую. Две первые образованы породами диоритового типа с их порфиристыми разностями; породы третьей группы являются более основными и относятся Лагорио к мелафирам. К сожалению, породы эти слабо изучены с химической стороны. Особенно богата цеолитами Курцовская группа. Она состоит из ряда многочисленных мелких выходов к югу от деревни Курцы и более крупных массивов к северу от нее. Осадочной породой, прорезанной

¹ См. примечание у А. Е. Ферсмана (1907).

² Сравни. L a s a u l x A. Ueber den Desmin. Zeitschr. f. Kryst. B. II (1878).— Н. С у р г у н о в. Сборн. имени Вернадского. М., 1914, 247.

эруптивами, являются таврические сланцы, с которыми имеются контакты; с запада к эруптивам подходят неокомские отложения.

Все цеолиты этого района были найдены и описаны А. Е. Ферсманом. Среди них имеются такие редкие их представители, как г м е л и н и т и у э л л ь с и т; для последнего крымское месторождение, по времени открытия, является вторым в мире. В настоящее время здесь известны следующие цеолиты: 1) ломонтит, 2) леонгардит, 3) анальцим, 4) гмелинит, 5) уэлльсит, 6) гейландит и 7) десмин.

Л о м о н т и т и, особенно, л е о н г а р д и т широко распространены; наличие красноватых кристаллов леонгардита служит одной из характернейших черт изверженных пород этой области. А. Е. Ферсманом подробно разобраны отличия между этими двумя минералами, не всеми минералогами признаваемыми за отдельные виды. В общем отличия сводятся к следующему:

1) Ломонтит является кальциевым алюмосиликатом с незначительным содержанием щелочей, тогда как леонгардит (первичный) всегда содержит значительные количества последних.

2) Содержание воды в обоих минералах различно, в леонгардите на 0.5 частицы меньше; она теряется ломонтитом при переходе в леонгардит (вторичный). Правильнее принимать для обоих минералов формулы, удвоенные против обычных, т. е. $\text{Ca}_2\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24}\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ — для ломонтита и $(\text{Ca}, \text{K}_2, \text{Na}_2)_2\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — для первичного леонгардита.

3) Кристаллическая сетка ломонтита и леонгардита различна; возможно, что этим объясняется свойство вторичного леонгардита рассыпаться. Этот признак позволяет легко различить обе разновидности — рассыпающийся вторичный леонгардит и нерассыпающийся первичный. Сравнение угловых величин основных граней леонгардита (Крымского) и ломонтита приводится А. Е. Ферсманом в следующей таблице:

Т А Б Л И Ц А 44

	Леонгардит, среднее из 8 измерений	Ломонтит, по Miller'у
(110) : (110)	92°35'	93°44'
(110) : ($\bar{2}01$)	66°04'	66°30'
(110) : (001)	75°30'	75°40'

4) Первичный леонгардит не обладает спайностью по (010), свойственной ломонтиту; спайность по (110) присуща обоим минералам.

5) По генезису ломонтит и первичный леонгардит являются цеолитами, образующимися в результате поверхностных процессов разрушения изверженных массивов или выделяющимися в самых последних стадиях гидротермального процесса, причем леонгардит выпадает из растворов, достаточно богатых щелочами и железом. Вторичный леонгардит является

продуктом выветривания ломонтита и встречается обычно в виде псевдоморфоз по последнему.

6) Первичный леонгардит, в противоположность легко выветривающемуся ломонтиту, при нормальных условиях земной поверхности устойчив.

Месторождения ломонтита в пределах Симферопольского района:

Окрестности д. Петропавловки. Лучистые агрегаты розового цвета в сильно разрушенной миндалевидной породе; ясно выраженных кристаллов нет. Сопровождаются кальцитом, кварцем и дендритами манганита.

Месторождения леонгардита того же района.

1. Эски-Ордынский массив (в каменоломнях). Мелкие кристаллы желтого цвета в трещинах породы; наблюдались формы: $b(010)$, $m(110)$, $e(\bar{2}01)$, $c(001)$, также пирамиды неопределенного точно индекса. Кристаллы вытянуты по оси Z. Плоскости призмы сильно развиты и вертикально исштрихованы; сильно также развиты блестящие площадки $(\bar{2}01)$.

2. Сильно разрушенный массив между Эски-Ордой и усадьбой Тотайкой. Леонгардит двух типов: а) вторичный, рассыпающийся, белого или розоватого цвета. Кристаллы представляются параморфозами по ломонтиту; можно констатировать формы: $b(010)$, $m(110)$, $e(\bar{2}01)$, $c(001)$; б) первичный леонгардит сферолитового строения в жиле до 2 см мощностью. Сферолиты, величиной с горошину, погружены в массу зеленого делессита также тонкосферолитовой структуры. Леонгардит имеет красноватый цвет от включений окислов железа.

3. Главная каменоломня д. Курцы. Лучистые агрегаты белого цвета в трещинах эруптива. Установлены формы: $m(110)$ и $e(\bar{2}01)$. Леонгардит первичный; сопровождается кальцитом и палыгорскитом. В северной каменоломне Курцов в изверженной породе тот же первичный леонгардит встречается в большом количестве в виде сплошных листоватых масс и отдельных кристалликов. Формы: $m(110)$, $e(\bar{2}01)$, $b(010)$, $c(001)$; особенно развита форма (010) , что не имеет места в других месторождениях. Сопровождается пренитом, уэльситом, кальцитом и селадонитом. Уд. в. 2.294—2.310.

4. Д. Бодрак. В разрушенной изверженной породе (мелафир) агрегат вторичного леонгардита белого цвета.

5. Изверженные породы у д. Петропавловки особо богаты первичным леонгардитом. Здесь он встречен в следующих формах: а) розовые кристаллики, выстилающие полости жеод и сверху покрытые корочкой халцедона более поздней генерации; б) сплошные массы на прените; в) розовые лучистые агрегаты, образующие звездообразные скопления в трещинах породы; г) сплошные выполнения трещин.

6. У д. Чешмеджи наблюдаются два типа выделений: а) в шпирях эруптива, иногда как псевдоморфозы по полевым шпатам. В одном шпире леонгардит выкристаллизовался одновременно с роговой обманкой, что

привело к пойкилитическому их прорастанию. Факт этот указывает на возможность образования и устойчивости леонгардита при высоких температурах; б) во включенных изверженной породой обломках известняка, содержащих ряд контактных минералов. Кристаллы леонгардита этого месторождения иногда довольно крупны, достигая 1.5 см длины по оси Z. Формы их: $m(110)$ и $e(201)$. Уд. в. 2.313 2.324. Плавкость 1.5—2, твердость 2.5—3.

Из других цеолитов в Симферопольском районе А. Е. Ферсманом найдены следующие: мелкие кристаллики, по видимому, ф и л и п с и т а, в пустотах в леонгардите у д. Бодрак. В других местах можно наблюдать переход в филиппсит уэлльсита путем постепенного обеднения его барием; бедные барием кристаллы не обладают красноватой окраской.

У э л л ь с и т. Этот редкий бариевый цеолит был открыт А. Е. Ферсманом в изверженных породах (диорит, порфирит) окрестностей д. Курцы, вдоль левого берега ручья, впадающего в р. Салгир у д. Эски-Орда. Гидротермальные процессы, имевшие следствием образование цеолитов, А. Е. Ферсман относит к эпохе наиболее древних меловых отложений; но если считать, согласно современным воззрениям, эпохой образования изверженных пород Крыма среднюю юру, то эти процессы следует отнести к концу средней и началу верхней юры. Цеолиты здесь вообще очень обильны; скалы прорезаны многочисленными их жилами и прожилками, а также и минералов, сопровождающих их. По А. Е. Ферсману (1907 г., стр. 142): «В эруптиве легко можно проследить отдельные полосы сильно разрушенной породы, которые проникнуты вторичными минералами; такие зоны, мощностью до полуметра, нередко в середине заключают более резко выраженную, более или менее непрерывную жилу, по которой, очевидно, шел приток горячих вод». В некоторых, наиболее совершенных по структуре жилах можно точно установить последовательность генераций вторичных минералов; но там, где целые участки эруптива превращены в их агрегаты, определить эту последовательность очень трудно; равным образом здесь нельзя провести и резкой границы между породой и продуктами ее изменения.

В смысле последовательности генераций можно установить следующие четыре типа минеральных ассоциаций:

Первый тип: 1) пренит; 2) розовый уэлльсит в виде сплошной корки, иногда переходящий в филиппсит; 3) анальдим, отдельными кристаллами; 4) кальцит. Изредка встречаются кварц и гмелинит.

Второй тип: 1) пренит, толстой коркой, часто превращен в делессит; 2) кварц; 3) кальцит отдельными кристаллами; 4) гейландит в виде псевдоморфоз облекания по прениту и кальциту; 5) пирит; 6) делессит отдельными шариками; 7) уэлльсит, большие изолированные кристаллы; 8) гмелинит, также отдельными кристаллами и сростками; 9) анальдим (редок); 10) кальцит; 11) леонгардит. Этот тип является наиболее обычным.

Третий тип: 1) пренит; 2) кварц; 3) красный уэлльсит, реже филиппсит; 4) корочка анальцима; 5) кальцит.

Четвертый тип: 1) пренит, обычно перешедший в делессит; 2) кварц; 3) розовый уэлльсит; 4) гмелинит; 5) анальцим мелкими кристаллами.

Термальные воды, в первый период своего действия, разлагали полевой шпат и роговую обманку, извлекая железо, кальций и магний и осаждая их вновь в составе пренита и делессита; одновременно выделялся кварц. Позднее пренит под влиянием железисто-магнезиальных растворов перешел в делессит. Заканчивается этот первый период метаморфизации породы кристаллизацией кальцита.

Во втором периоде, вместе с железом и щелочно-земельными элементами, горячими водами извлекались также и щелочи. Железо выпадает в составе редких кристалликов пирита и шариков делессита; количество железа уменьшается, заменяясь щелочными и щелочно-земельными металлами, в это время и выпадают главные массы уэлльсита, гмелинита, гейландита и филиппсита. Первые генерации более богаты барием, который затем постепенно исчезает, и уэлльсит замещается филиппситом. Далее, уменьшается вообще количество двувалентных металлов и выделяются щелочные цеолиты (анальцим).

Третий период начинается осаждением кальцита; происходит выделение анальцима, леонгардита и делессита третьей генерации.

В четвертый период цеолиты разрушаются действием холодных вод; происходят процессы каолинизации, образование бурых гидратов железа, помутнение и разрыхление кристаллов. Уэлльсит в этих месторождениях играет главенствующую роль.

Встречается в виде корок и отдельных кристаллов, нередко прекрасно образованных, величиной до 8 мм по длине. Цвета его розовый, оранжевый, красный; некоторые кристаллы водянопрозрачны; в этих случаях они бедны барием. Твердость 4; плавкость 3, уд. в. 2.1754; блеск стеклянный; кристаллические формы:

Симв. стар. постан. (100) (010) (001) (110) (501) .

Симв. Федорова $(1\bar{1}2)$ $(\bar{1}10)$ (110) (011) $(3\bar{3}5)$.

a b c m d

Грань $d(3\bar{3}5)$ является для уэлльсита новой.

Отношение осей $a : b : c = 0.754 : 1 : 1.295$.¹

Рис. 53 представляет гномоническую проекцию кристаллов курцовского уэлльсита по Ферсману.

Все кристаллы являются двойниками по следующим законам:

а) По закону морвенита — двойниковая плоскость (110) (постановка Федорова).

¹ Отношение осей американских месторождений по данным Pratt and Foote $a : b : c = 0.768 : 1 : 1.245$ см. Amer. Journ. of Science, III, 1897, 444.

б) Двойники по плоскости (010) (постановка Федорова) или (011) (по старой постановке). Последние двойники встречаются двух типов: так называемый тип Marburg¹ и тип Perier;² отличительной чертой курцовских кристаллов служит то, что в них не заметны входящие углы.³ Более распространен в Курцах тип Марбург (рис. 54).

в) Наконец, третий двойниковый закон выражается в срастании двойников обоих предыдущих типов по плоскости *m*, что приводит к псевдосимметрии правильной системы (тип Stempel); он также довольно распространен.

По химическому составу уэльсит входит в группу филиппсита, состав которой со времен работы Fresenius'a,⁴ многие минералоги трактуют как изоморфную смесь вещества гидроальбита $(R_2)Al_2Si_6O_{16} \cdot 6H_2O$ и гидроанортита $(R_2R)Al_2Si_2O_8 \cdot 3H_2O$. По

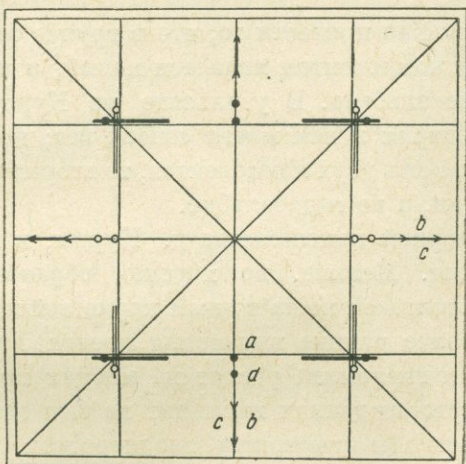


Рис. 53. Гномоническая проекция уэльсита из д. Курцы.

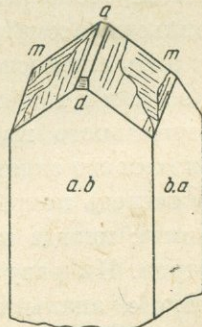


Рис. 54. Уэльсит из окрестностей д. Курцы.

позднейшей теории Pratt'a and Foote'a уэльсит, филиппсит, гармотом и стильбит образуют восходящий ряд минералов с повышающимся на единицу количеством атомов Si и частиц H_2O . В основе ряда лежит гипотетический гидроанортит с двумя частицами воды. Следующий член, уэльсит, приобретает, таким образом, формулу $(R_1, R_2)Al_2Si_3O_{10} \cdot 3H_2O$, каковой прекрасно отвечает состав уэльсита из Сев. Каролины, описанного этими авторами.

Однако уэльсит из Курцов в эту формулу не укладывается; ему более подходит формула $(R_1, R_2)Al_2Si_4O_{12} \cdot 5H_2O$, что хорошо соответствует

¹ Lacroix A. Miner. de la France, II, 298—300.

² Streng A. N. J. f. Miner. 1874. 5. 71; Lacroix, l. c. 298.

³ В двойниках типа Marburg входящие углы образованы плоскостями $c(001)$, а наружные части псевдоквадратной призмы — плоскостями $b(100)$; в двойниках Perier наружу выходят плоскости *c*, а углы образованы плоскостями *b*.

⁴ Fresenius. Zeitschr. f. Kryst. III. 1879. 66.

смеси трех частиц гидроальбита и двух—гидроанортита; молекулярные соотношения имеют в этом случае вид (табл. 45):

Т А Б Л И Ц А 45

	$(R, R_2)O$	Al_2O_3	SiO_2	H_2O
По данным анализа	0.95	1	4.37	4,98
Теоретически при $3H.Ab_3$ и $2H.Ap$	1	1	4.4	4.8

На основании этих данных А. Е. Ферсман отвергает теорию Pratt'a, становясь на сторону Fresenius'a.

Против этих теорий вообще можно привести то, что в группе филиппита первенствующим щелочным компонентом является калий, а не натрий; следовательно, вещество не альбита. В уэлльсите из Курцов это сказывается очень резко, ибо натрия в нем почти совсем нет; поэтому, если уэлльсит рассматривать как смесь двух компонентов, то вторым из них должен быть алюмосиликат калия, а не гидроальбит.

Г м е л и н и т найден в северной каменоломне д. Курцы, в жилах гидротермального происхождения. Мелкие, но хорошо образованные кристаллики его сидят вместе с уэлльситом на тонкой корке гейландита, в свою очередь покрывающей более ранние выделения пренита, кварца и кальцита; иногда кристаллики гмелинита растут на концах кристаллов кварца. Ни разу в этих месторождениях гмелинит не был встречен совместно с анальцимом. Кристаллы гмелинита неоднородны: в них можно различить малопрозрачное, кирпичнокрасное ядро и прозрачную, слабо окрашенную оболочку. Констатированы формы: $c(0001)$, $m(10\bar{1}0)$, $\rho(0111)$, $r(10\bar{1}1)$; уд. в. 2.08.

А н а л ь ц и м. Порядок и характер выделения этого минерала указан при разборе различных типов месторождений уэлльсита (стр. 199). Кристаллы его водянопрозрачны или матовы; размеры их сильно колеблются, доходя до 9 мм диам.; форма их исключительно (211).

Г е й л а н д и т образует тонкие корки желтоватого или розового цвета на прените и кальците, давая часто псевдоморфозы облекания. В кристаллах его констатированы формы: $b(010)$, $c(001)$, $m(110)$, $t(201)$, $s(201)$; иногда формы s и t развиты слабо, а m сильно преобладает, что приближает их к формам гейландита из Maryland'a, описанного под названием «б о м о н т и т а».

Кроме курцовского месторождения, гейландит был обнаружен А. Е. Ферсманом близ д. Карагач в мезобазальте (по Лагорию), обнажающемся по берегам реки Альмы. Он образует листоватые скопления красного цвета в агатовых жеодах вместе с иголками натролита. Найдены формы: $b(010)$, $c(001)$, $s(\bar{2}01)$, $t(201)$. Качественным анализом в составе минерала обнаружено присутствие стронция.

В этом же месторождении у Карагача найден и десмин в виде: а) сплошных масс по трещинам и в жеодах агата и халцедона и б) в форме пластинчатых кристаллов и их сростков желтоватого цвета. Констатированы формы: $b(010)$, $c(001)$, $m(110)$.

На тролит — а) у д. Карагач, на р. Альме (Ферсман, 1907) в виде шаровидных радиально лучистых включений белого или бледнорозового цвета и б) в изверженной породе у д. Бодрак (П. Двойченко, 1914) в виде мелких игольчатых кристаллов на прените.

Приводим имеющиеся аналитические данные для цеолитов Крыма (табл. 46).

ТАБЛИЦА 46

Компоненты	№ 138	№ 139	№ 140	№ 141	№ 142	№ 143	№ 144
	Аналитик и год						
	Н. Орлов, Пятигорск, 1913			П. Мурзаев, лаб. Крым. н.-исслед. института, 1927		А. Е. Ферсман, лаб. Минер. музея Академии Наук, 1909	
	Карадаг			Карадаг	Курцы	Курцы	Чешмеджи
	аналь- цим	мезо- лит	гейлан- дит	десмин	уэлль- сит	леонгардит	
H ₂ O ниже 110°	} 8.67	11.18	13.46	2.47	5.25	2.03	1.96
H ₂ O выше 110°				15.99	11.53	11.39	11.14
SiO ₂	56.53	46.20	59.08	56.72	49.40	50.94	51.30
Al ₂ O ₃	22.30	26.33	11.70	14.64	19.14	22.30	21.01
Fe ₂ O ₃	—	—	6.29	0.69	0.12	0.12	0.55
BaO	—	—	—	—	4.84	—	—
SrO	—	—	—	—	0.61	—	—
CaO	0.00	13.57	9.83	7.65	5.67	7.65	7.58
MgO	—	—	—	0.41	—	—	0.19
MnO	—	—	0.05	—	—	—	—
K ₂ O	следы	0.03	0.52	—	3.50	4.01	4.02
Na ₂ O	13.06	4.12	0.00	0.99	0.12	2.06	2.90
Сумма	100.56	101.43	100.93	99.56	100.18	100.50	100.65

Если сравнить два крупных крымских месторождения цеолитов — Карадаг и Симферопольский массив, то можно заметить следующее их различие: в Симферопольском массиве слабо развиты натровые цеолиты.¹ Любопытно, что в тех случаях, когда щелочи в качестве изоморфных примесей играют существенную роль как в уэлльсите, так и леонгардите,

¹ Натролита очень мало, анальцим, хотя и более распространен, но все же занимает второстепенное положение.

количественно преобладает калий, натрия немного; наоборот, кальциевые цеолиты сильно распространены; особенно обычен леонгардит, жилки которого являются чрезвычайно характерными для изверженных пород этого района. Особенность симферопольских цеолитов составляет также и заметное содержание в них более редких двувалентных металлов — бария и стронция.

Обратно, на Карадаге натровый цеолит (анальцим) широко распространен, причем по анализу Орлова он совершенно не содержит кальция; сильно распространены также натролит и мезолит. По данным О. Бринкен, количественные отношения в последнем Са и Na варьируют в больших пределах.

Гейландит, повидимому, в обеих областях развит равносильно. Анализ Орлова не показывает в карадагском гейландите содержания стронция, тогда как в гейландите из Карагача А. Е. Ферсманом (1907) оно установлено; кроме того стронций входит в состав уэлльсита. Содержание бария в минералах изверженных пород Симферопольского района стоит в согласии с довольно широким распространением в осадочных породах этого района барита; в области Карадага барита гораздо меньше, зато, с другой стороны, здесь сильно распространены стронциевые минералы, тогда как в цеолитах Карадага стронций не указывается; поэтому были бы желательны повторные анализы карадагских цеолитов на стронций.

Обращаясь к другим месторождениям цеолитов, можно отметить, что они известны в целом ряде обнажений изверженных пород и, несомненно, при тщательных поисках окажутся еще более многочисленными; но, к сожалению, цеолиты этих месторождений совершенно не изучены; пока все ограничивается лишь констатированием голого факта их нахождения. Их больше всего в изверженных породах б. Георгиевского монастыря; это месторождение может быть окажется очень значительным. Еще Лагорио упоминает о наличии здесь натролита.

П. А. Двойченко указывает на нахождение в туфах мыса Фиолента лучистых масс леонгардита, гейландита, в таблицеобразных кристаллах по (010), и анальцима.

Минерал, определяемый как натролит, в месторождениях б. Георгиевского монастыря довольно распространен и имеется в коллекциях симферопольских музеев. Он образует небольшие округлые включения бледнорозового, желтоватого и белого цвета в зеленоватой, сильно разрушенной породе (кератофире). Шарик имеет радиально-лучистое строение.

Далее, цеолиты мы встречаем в изверженных породах у дер. Коккоз, дер. Куру-Узень, близ Алушты, в районе Бешуйских копей и на горе Хыр (десмин).

Остается, наконец, упомянуть о натровом цеолите, найденном Лагорио в боковой породе кальцитовой жилы на горе Капель.

Г р у п п а х л о р и т о в

Весьма распространенные в Крыму представители группы хлоритов остались почти совершенно вне области исследовательской работы, между тем они отличаются в Крыму большим разнообразием и иногда значительным накоплением.

В изверженных породах Крыма петрографами нередко указываются хлориты как вторичные минералы. Несколько более подробно на них останавливается А. Е. Ферсман (1907), отмечая значительное развитие в районах изверженных пород делессита; в Курцовском месторождении он различает две его генерации.

1-я генерация — псевдоморфозы темнозеленого, почти черного делессита по прениту. Под микроскопом минерал имеет радиально листоватую структуру; обладает ясной спайностью и параллельным затемнением. Уд. в. 2.74.

2-я генерация — шарики темнозеленого цвета на корочках гейландита. Под микроскопом структура их сферолитовая, радиально лучистая с приблизительно прямым угасанием. Легко разлагаются, оставляя скелеты кремнезема той же сферолитовой структуры. Уд. в. 2.6. Твердость 2. Плавкость 3.5.

В этом же месторождении хлорит, близкий к клинохлору, образует включения в прените и кварце.

Не менее богат хлоритами и Карадаг. По Ф. Ю. Левинсон-Лессингу (1932) в кератоспилитах и отчасти спилитах плагиоклазовые вкрапленники (лабрадор) обыкновенно почти нацело замещены хлоритом. Хлорит положительный, слабо плеохроичный. Хлоритам обязаны своей зеленоватой окраской некоторые обломочные породы, например, туфы хребта Карагач.

В значительном количестве хлоритовые минералы типа делессита и селадонита выделились в многочисленных жеодах и миндалинах карадагских пород совместно с кальцитом и цеолитами; хлоритовое вещество при этом обычно образует тонкую наружную корку миндалины или жеода; изредка, впрочем, мелкие миндалины выполнены им сплошь.

С. Четвериковым и А. Фиолетовой (1935) был описан и проанализирован селадонит с Карадага. Минерал в виде чешуек заключен в кальците вместе с кварцем и сферолитами халцедона; $n_{\beta} - n_{\alpha} = 0.025$, ясно плеохроичен. Анализ дал следующие результаты:

ТАБЛИЦА 47

№ анал.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	V ₂ O ₅	H ₂ O ¹	Сумма
145	74.15	0.10	5.40	8.54	2.31	0.26	2.39	1.30	1.17	0.82	0.28	3.53	100.25

¹ Потеря при прокаливании.

В породах Южного берега, по данным А. Мейстера, А. Зайцева и Д. Щербакова, хлоритизация плагиоклазов (и пироксенов) также сильно развита. Макроскопические выделения хлоритов встречаются здесь гораздо реже, чем на Карадаге или в породах Симферопольского района. Яркозеленые чешуйки этих выделений можно различить в кератофирах и кератофировых туфах на Исарском шоссе в окрестностях Ялты; сферолитовые образования — в породах по Бахчисарайскому шоссе в том же районе.

Хлориты входят в состав кристаллических сланцев, в валунных накоплениях которых по р. Карасу принимают участие и валуны хлоритовых сланцев.

В глинистых сланцах таврической формации хлоритовые минералы указываются В. Лучицким (1905); в контактовых зонах сланцев с изверженными породами количество их возрастает. Хлорит здесь является в виде небольших, сильно изъеденных пластинок и чешуек буровато-зеленого цвета, с ясным плеохроизмом.

Чешуйчатый хлорит изредка выделяется по трещинам мраморовидных известняков окрестностей Балаклавы; равным образом обнаруживается в нерастворимых остатках этих известняков.

Если к хлоритам отнести и глауконит, то самой богатой накоплениями хлоритовых веществ окажется меловая система Крыма. Еще Гюо (Huot) указывает на глауконит в песчаниках этой системы у д. Биясала, Бахчисарая, Симферополя, Карасу-базара. Глауконит известен в песчаниках неокома у Чоргуна и в аптских глинах близ д. Саблы (Двойченко, 1914). Чрезвычайно распространен в мергелях турона и сенона. В. Лучицкий и А. Слудский отмечают богатство глауконитом мергелей, заключающих пласты кила.

Своеобразное накопление зеленого хлоритового вещества, повидимому близкого к глаукониту, имеется у д. Кокклуз в Коккозской долине; о нем упоминают еще Козин (1825) и Guillemin (1859); местное население пользуется им, как краской.

Месторождение этих красящих веществ в 1930 г. было разведано П. Мурзаевым. Окрашенными породами здесь являются слоичередующихся зеленых мергелей и голубовато-зеленых известняков вероятно нижнемелового возраста, покрытых зеленым глинистым элювием. Породы эти обнажаются на склонах возвышенности, на берегу рч. Канди у д. Кокклуз. Видимая мощность их до 10—11 м; ложе пласта шурфами достигнуто не было; общий ориентировочный запас — 270 000 м³, а если исключить известняки, явно для красок непригодные, то — 153 000 м³. Минерал, сообщающий мергелям их окраску, представляет тонкие пластинки 1—2 см в диам. и от 0.005 до 0.1 мм толщины; в известняках включения его более крупны и имеют форму трубочек, до 1 см длины.

В третичных отложениях хлоритовые вещества известны в эоценовых глинах и известняках (нуммулитовых) и в глинах и железных рудах киммерийского возраста.

Группа 4. Боросиликаты

Д а т о л и т $\text{Ca}_2(\text{OH})_2\text{B}_2\text{Si}_2\text{O}_8$; мн. с., $a : b : c = 0.63287 : 1 : 0.63446$. $\beta = 89^\circ 44'$ (Dauber—Rammelsberg).¹ По данным Махачки и Денбара в структурах боросиликатов атомы бора, подобно атомам кремния, находятся внутри тетраэдров; атомы кальция располагаются в промежутках.

Датолит на Карадаге был открыт мною в 1898 г.; это была первая находка датолита в России; впоследствии он был найден на Урале Е. Федоровым и на Кавказе — Чирвинским и Орловым. Обнаружен он был в скале, отделенной от главной массы изверженных пород полосой глинистых сланцев. Скала эта, подвергаясь выветриванию с осыпями и усиленно разрабатываемая, обозначается различными авторами различно: «Развалка», «Каменоломня», «Сары-Кая на Тепсене» (Чирвинский). Она находится между Карадагом и болгарской деревней Коктебель. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг определил породу ее как кератофир; с северо-восточной стороны массива замечается контактовая зона, о которой упоминает и Ф. Ю. Левинсон-Лессинг (1932); в этой именно зоне и был обнаружен датолит. Однако на Карадаге он встречается и вне контактовых зон, в жеодах и небольших жилах изверженной породы. Впоследствии П. Мурзаевым датолит был найден и на южной стороне хребта Карагач.

Обыкновенно датолит выделяется в жеодах и трещинах в сообществе с делесситом, кварцем, кальцитом и цеолитами. Как наиболее типичные парагенетические ассоциации можно отметить следующие: I. — а) делессит, б) кварц, часто зеленоватый, иногда аметист и в) датолит; II. — а) делессит, б) кварц, в) анальцим и г) датолит; III. — а) кальцит первичный в виде сплошной корки или неясных кристаллов, б) датолит и в) вторичный кальцит в виде очень хорошо образованных прозрачных желтоватых ромбоэдров. Особую форму выделений представляют сплошные корки лучистого датолита (так называемого ботриолита) или покрывающие непосредственно породу, или отделенные от нее промежуточной коркой сплошного же кальцита.

Большинство кристаллов датолита являются приросшими к породе концом оси Y, причем развивается только часть кристалла; это хорошо видно на рисунках Гольдшмидта (см. рис. 55). Однако иногда попадаются и более полно развитые кристаллы; один из таких, лишь слегка касавшийся породы, изображен на рис. 55, 2. В общем кристаллам карадагского датолита свойственен боченкообразный облик; очень близки к нему по формам и комбинациям тирольские датолиты, описанные Ри-

¹ При описании кристаллов карадагского датолита принята установка Dauber-Rammelsberg'a, которая отлична от первоначальной установки Дана и не совпадает вполне с установкой Goldschmidt'a. В результате этих перестановок, напр., форма (111) Дана превращается в (122) Dauber-Rammelsberg'a и т. д. Это надо иметь в виду при обзоре рисунков.

хельманом (Riechelmann),¹ также кристаллы из Берген Хилл (Bergen Hill) в США. Однако, встречаются и иначе развитые: на рис. 55, 1 представлен кристалл табличатый; такие кристаллы были привезены с Карадага Е. Ревуцкой. На хребте Карагач распространены столбчатые кристаллы, тоже очень неполного развития, найденные Мурзаевым (рис. 55, 8, 9).

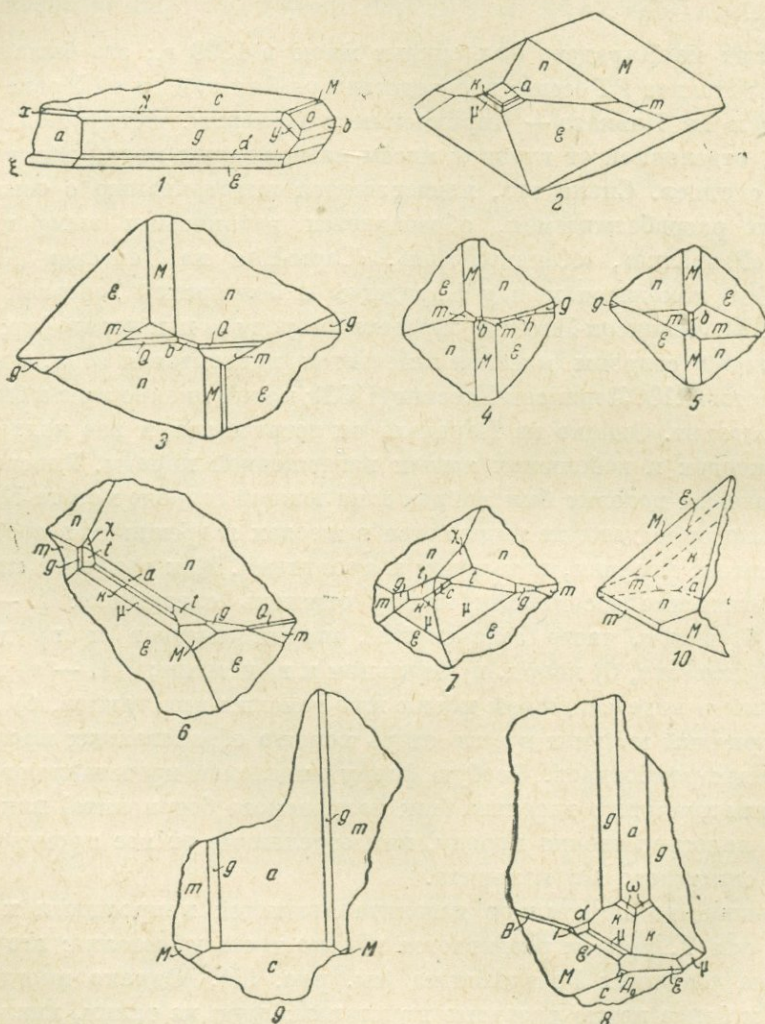


Рис. 55. Датолиды с Карадага, 1, 2 по С. Попову, 3—7 по Гольдшмидту, 8, 9 по Мурзаеву, 10 — датолид с горы Хыр по Гривеву.

Число форм Карадагского датолита вообще довольно велико. [Мною были установлены М, ε, η, α, τ, κ, τ, ο, ξ, α, γ, у; Гольдшмидтом: b, g, Q, l, v, c, σ, x, h, λ, χ; Мурзаевым Ω, s, Σ, ω, β, B, i, Π₀, P, A₀, Ф. Последние четыре Π₀ (116), P (2.2.15), A₀ (1.1.12) и Ф (1.2.12) явились

¹ Riechelmann. Z. f. Kryst. 12, 486, также Hintze. Handb. d. Min. II. 1897. 473.

для датолита новыми. Они наблюдались П. Мурзаевым в виде маленьких трехугольных площадок или узеньких полосок; давали удовлетворительные рефлексы и близкие к теоретическим углы с (001). Приводим список всех форм в индексах.

a (100)	g (110)	s (103)	Ф (1.2.12)	ω (311)	λ (321)	Π ₀ (116)
b (010)	σ (210)	x (101)	y (241)	k (522)	α (221)	P (2.2.15)
c (001)	m (120)	M (011)	n (122)	μ (211)	i (342)	Λ ₀ (1.1.12)
	t (320)	o (021)	γ (221)	ε (111)	B (142)	
	h (340)	l (031)	Q (121)	v (122)		
	Ω (410)	ξ (101)	β (142)			
		Σ (103)	χ (235)			

Комбинации форм, наблюдавшиеся на карадагских датолитах, тоже очень разнообразны; они сведены в следующей таблице:

ТАБЛИЦА 48

№	Комбинации	Автор	Год
1	M, ε, n	Попов	1902
2	a, m, M, ε, n, μ, k	»	»
3	a, t, m, M, ε, n, μ, k	»	»
4	b, g, m, M, ε, n	Gorgey и	1910
5	b, c, g, m, M, ε, Q, n, v	Goldschmidt	»
6	a, σ, t, g, m, x, ε, Q, n, μ, k	»	»
7	a, t, g, m, x, ε, n, μ, k	»	»
8	h, g, m, M, l, ε, n	»	»
9	a, b, g, t, m, M, ε, n, λ, μ	»	»
10	a, b, c, g, M, o, ε, γ, α	Попов	1911
11	a, b, c, g, M, o, ε, γ, α, y	»	»
12	a, b, c, g, x, ξ, M, o, ε, γ, α, y	»	»
13	a, c, g, m, M	Мурзаев	1927
14	a, c, g, m, M, x	»	»
15	a, c, g, m, M, x, n	»	»
16	a, c, g, m, Ω, M, x, n, k, μ	»	»
17	a, c, g, m, M, ε, x, n, v, Ф	»	»
18	a, c, g, m, M, Σ, ξ, ε, μ, k, α, P	»	»
19	a, c, m, M, ε, μ, k, ω, v, α, β, B, i	»	»
20	a, c, g, m, M, Σ, ε, μ, k, ω, α, B, i, Λ ₀	»	»
21	a, c, g, m, M, Σ, ξ, ε, μ, k, v, n, α, i, Π ₀	»	»

Грань (011) всегда исштрихована; причиной является ступенчатая повторяемость комбинации ее с (122), как это видно на рис. 56.

Характер пневматолитического и гидротермального процесса в да-толитовом месторождении горы Хыр также весьма сходен с карадагским; отличие состоит лишь в значительном развитии пренита, которого на Карадаге очень мало и, наоборот, в относительно слабом выделении здесь цеолитов, представленных одним десмином.

Турмалин так же, как и дацит, обнаружен в Крыму лишь в последние десятилетия.¹ В. Лучицкий (1905), на что уже было указано, заметил турмалин под микроскопом в таврических сланцах района Кучук-Ламбата и Партенита (не в контактах) в форме закругленных зерен и мелких кристалликов (0.005 мм диам.).

В кристаллах, доступных измерениям, длиной до 0.5 см, турмалин был найден мною в контактовых зонах Аюдага, главным образом, на северо-восточном его склоне, обращенном к материку, где к кристаллическому массиву прилегают и отчасти на него надвигаются сильно метаморфизованные и уплотненные сланцы, обогащенные кремнеземом и местами слюдой. В одной из россыпей южного, почти противоположного, склона Аюдага также был найден турмалин в обломках сильно разрушенного диорита, сцементированных частью глинистым веществом, частью самим турмалином. Эта находка указывает на бывшее существование контактовой зоны и с этой стороны Аюдага, где ныне она уничтожена денудационными процессами.

Кристаллы турмалина весьма мелки, большей частью плотно прирастают по всей своей длине к породе или пронизывают ее, выполняя мельчайшие трещины темного, желто-зеленого цвета. Измерением удалось установить у них существование только гексагональной призмы.

По В. Гриневу (1925) имеются признаки турмалина в изверженных породах в районе Мухолатка-Мелас западнее горы Хыр.

ГЛАВА VI

Группа 5. Карбонаты (соли угольной кислоты)

а) Углекислые соли одновалентных металлов

Сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, мон. с., а : в : с = 1.4186 : 1 : 1.4828, $\beta = 57^\circ 40'$ (искусств. кр.). Мелкокристаллическая сода входит вместе с бурой и хлористым натрием в состав белых корок и налётов солей на отложениях грязевых вулканов. Наибольшего развития достигают они в булганакской сопочной группе.

Возможно нахождение соды и в выцветках, сопровождающих некоторые достаточно минерализованные источники, хотя прямых наблюдений в этом направлении не имеется. Равным образом, преимущественно

¹ Если не считать «шерлов» Палласа, под которыми им подразумевались скорее минералы группы авгита и роговой обманки.

содой образованы тонкие налёты, иногда наблюдаемые на почвах сухих районов степного Крыма.

Г р о н а $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, мон. с., $a : v : c = 2.81 : 1 : 2.99$, $\beta = 76^\circ 15'$.

По анализам экспедиции Академии Наук (В. Грушвицкий) водные вытяжки из сопочных грязей показывают содержание в них как средней, так и кислой соды, и, следовательно, последняя также должна входить в состав солей, образующих налёты на их поверхности.

б) Углекислые соли двувалентных металлов гексагонального ряда

К а л ь ц и т CaCO_3 , гекс.-ромбоэдр., $a : c = 1 : 0.8543$. Кальцит является одним из членов минерального комплекса, которым Крым обязан характерными чертами своего минералогического облика. Разнообразие форм выделения, нахождение прозрачных разностей и прекрасно образованных крупных кристаллов, наличие мощных жил и эффектных сталактитовых образований, наконец, широкое распространение его, как главного компонента известково-карбонатных горных пород, не могли не привлечь к себе внимания не только специалистов, но и широких масс, посещающих Крым. Не удивительно поэтому, что упоминания о кальцитах и, тем более, об известковых породах Крыма начинают появляться уже с очень давних времен [М. Броневский, XV в.; Пейсонель (Peysonnel), вторая половина XVIII в.]. Ученые натуралисты начала XIX в., кажется, все без исключения, так или иначе, останавливаются на этом минерале. Габлиц говорит неоднократно об известковом составе крымских гор, упоминает о кальците в окрестностях Судака. У Палласа имеется уже ряд совершенно определенных указаний на известковый шпат; он первый обнаружил месторождение его на горе Алчак у Судака (Pallas, 1799—1801) и обратил внимание на ромбоэдрические формы его кристаллов; указал на кристаллы кальцита близ Отуз и на Карадаге, на пронизывающие известняки Яйлы жилы кальцита с ромбоэдрическими и призматическими его кристаллами. У Гюо (Huot) мы находим сведения о сталактитах в пещерах Чатырдага и Кизил-Хоба и известковых туфах близ Ялты, Кизил-Хоба и д. Коз. Подобного рода указания многочисленны и у более поздних авторов. Между тем работ, специально посвященных крымскому кальциту как научного, так и промышленно-разведочного характера, очень немного и ими совершенно не исчерпывается имеющийся уже материал. Лишь байдарским кальцитам в этом отношении несколько более посчастливилось.

А. Месторождения кальцита в изверженных породах

Карадагская группа. Выделения кальцита в ней чрезвычайно многочисленны и разнообразны. Можно отметить следующие их типы: а) жилы, б) жеоды и миндалины, в) мелкие, спутанные прожилки, мелкие

жеоды, отдельные кристаллики, г) незаметная для невооруженного глаза примесь.

Жилами различной мощности особенно богаты прибрежные хребты Карадага. Кальцит в них обычно мутнобелый, непрозрачный. Жилам более крупным можно приписать гидротермальное происхождение. На западном склоне Карадага в массе жильного CaCO_3 мною наблюдались свободно лежащие кристаллы анальцима; там же впервые был мною обнаружен и десмин; изредка кальцит сопровождается кварцем; очень любопытны распространенные на береговых склонах Кок-Кая псевдоморфозы облечения крупных кристаллов жильного кальцита тонкими пленками водянoproзрачного кварца.

Жилы небольшие, часто сетчатого характера в разрушенных, рыхлых частях массива явно связаны с процессами выветривания.

1. Самым крупным выделением кальцита на Карадаге может считаться описанная П. Чирвинским (1907) жила, близ так называемого «Сфинкса», башнеобразной дайки, выступающей в береговом кряже Карадага. Кальцит белый, частью матовый, частью совершенно прозрачный (во внутренних частях жилы); местами близ зальбанд окрашен примесью делессита в зеленый цвет. По Чирвинскому жила имеет протяжение в несколько десятков метров и мощность до 35 см. Повидимому, об этой же жиле говорит и П. Двойченко (1914), помещая ее в 250—300 саж. к северо-северо-востоку от «Сфинкса». В форме жеод и миндалин кальцит встречается на Карадаге не менее часто, образуя прекрасные ромбоэдрические кристаллы, по величине, однако, далеко не достигающие размеров жильных кристаллов. В жеодах кальцит большей частью ассоциируется с другими минералами: кварцем, датолитом, цеолитами; стенки жеод обыкновенно одеты тончайшей пленкой делессита; при этом нередко кальцит является в двух генерациях, как это, например, было указано в случае парагенезиса его с датолитом (кальцит I, датолит, кальцит II); при парагенезисе с кварцем последнему большей частью принадлежит возрастное старшинство. Очень характерны мелкие шаровидные миндалины кальцита, диаметром в несколько миллиметров, облеченные пленкой делессита, которые встречаются как в свежих твердых породах, так и в рыхлых выветрелых, в которые переходят в неизменном состоянии.

2. В небольшом Куру-Узеньском выходе изверженных пород наблюдаются тонкие жилки полупрозрачного кальцита, иногда в связи с цеолитами.

3. Повидимому, самым крупным месторождением кальцита в изверженных породах Крыма должно быть признано Ка ст е л ь с к о е. Оно было описано еще в 1880 и 1897 гг. А. Лагорио как жильное. А. Е. Ферсман считает его включением (enclave), П. Двойченко — штокообразною залежью. Эти разногласия объясняются тем, что глыбы кальцита находятся в небольшой, заваленной обломочным материалом ло-

щине, по склонам покрытой почвенным слоем и растительностью. Для точного выяснения характера месторождения необходимо произвести, в сущности, очень небольшую расчистку. Летом 1924 г. месторождение было обследовано мною и Э. Штейнвандом (Попов, 1930); простирание лощины 145° , ширина ее 6—8 м; выполняющий ее обломочный материал переходит в осыпь. Как видно из приложенного плана (карта № 9) и фотографии (рис. 58), кальцит обнажается отдельными крупными размерами глыбами, из которых наибольшая, обозначенная на карте № 1, в выступающей на дневную поверхность своей части имеет величину в 3.5×2.5 м. Она находится на восточном краю лощины; все остальные на

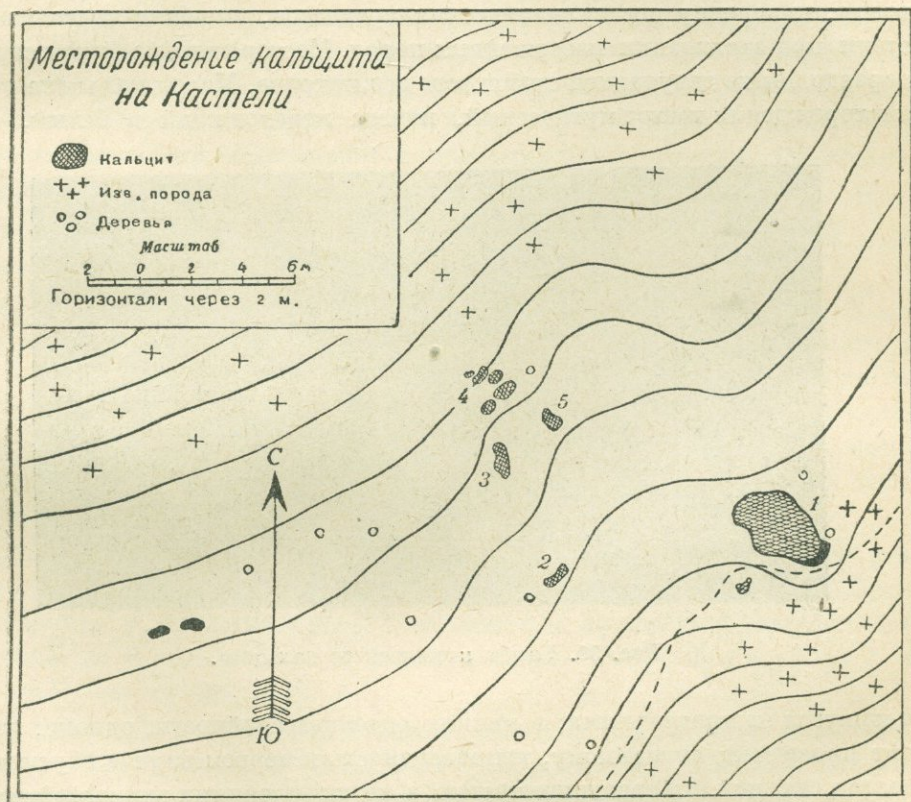


Рис. 58. Месторождение кальцита на Кастели.

западном, причем № 3 и 4 выступают из-под почвенного слоя собственно уже вне балки. Если обратить внимание на общую группировку глыб, то, как видно из плана, все они, кроме разве глыбы № 2, следуют линии, пересекающей лощину с юго-востока на северо-запад; простирание линии, проведенной от глыбы № 1 на № 4, будет 295° . Создается впечатление, что глыбы являются частями мощной жилы имеющей указанное простирание. Некоторым противопоставлением является то, что выше выходов кальцита (к северо-западу), где склоны Кастели становятся почти вертикальными, исчезает делювий и обнажается коренная изверженная порода, жилы не видно. Во всяком случае, месторождение это очень значительной мощности. В настоящее время разными лицами для разных учреждений вывезено отсюда уже много десятков пудов кальцита, что почти не отразилось на внешнем виде месторождения. На рис. 59 изображены образцы, принадлежа-

щие геологическому музею Крымского педагогического института; на правом ясно видно двойниковое строение; левый, больший, весит 100 кг. Вещество глыб сильно трещиновато, сероватого цвета от примеси глинистых веществ, местами полупрозрачно, местами совершенно мутное.

Обломочные щебенчатые массы, среди которых выступают глыбы кальцита, состоят преимущественно из пород, относимых Лагорио и Мейстером к авгитовым диоритам и кварцевым эссекитам; только глыба



Карта № 9.

№ 1 непосредственно соприкасается с этой породой; в этом месте последняя превращена в желтую глинистую массу со включениями кварца и зерен темного минерала, вскипающую с соляной кислотой. Обнажения той же породы наблюдаются и на противоположной стороне к западу от лоцины. Повидимому, она и является в действительности вмещающей глыбы кальцита.

По всей вероятности, здесь имеет место обыкновенный жильный процесс гидротермального типа; иначе, как выделением из водных растворов, образование таких масс сплошного кальцита объяснить

очень трудно. Судя по описаниям знаменитых исландских кальцитовых жил, Капельское месторождение имеет с ними определенное сходство; исландские, отличаясь большим разнообразием форм, как известно, прорезают базальт, причем вещество кальцита заключено в красноватой глине, продукте его разложения. Все эти черты характеризуют и Капельское месторождение. Лагорно указывает на нахождение в боковой породе натрового цеолита, что также говорит за гидротермальный процесс. В таком случае образование жилы надо отнести по времени к мезозою, к периоду поствулканических процессов, имевших место на Каптели при застывании изверженных пород. Месторождение было вскрыто гораздо позже денудацией сландевого его покрова. Массы кальцита этого месторождения имеют мутносерый, иногда переходящий в белый, цвет



Рис. 59. Глыбы капельского кальцита.

и кажутся не прозрачными; в мелких осколках спайности, однако, кальцит прозрачен; по видимому, непрозрачность в первом случае обуславливается сильной его трещиноватостью, а не включениями глинистой мути, последняя распределена в нем неравномерно, сосредоточиваясь в отдельных участках.

Вне этого месторождения кальцита на Каптели немного; в обломочном материале берегового обрыва случалось встречать корки кальцита, но их следует признать новообразованиями; они состоят из игольчатых кристаллов, представляющих комбинацию призмы и ромбоэдра.

4. На Аюдаге нет крупных месторождений кальцита. Для этого массива характерно выделение по трещинам весьма тонких пластинок (несколько миллиметров в поперечнике) водянопрозрачного кальцита в сообществе с цинковой обманкой и пиритом. Несколько большего развития, по Мурзаеву, жилы кальцита достигают в примыкающем к Аюдагу с севера районе Партенит-Куркулет, но и здесь мощность их

большей частью не свыше 1 см; лишь в выходах № 25, 29, 31 (карта № 3) встречаются более крупные жилы; наибольшая из них, до 25 см мощностью, состоит из розового кальцита.

5. В районе Ялты выделения кальцита наблюдаются в выходах эруптивов № 2 и 4 (карта № 4). В первом (б. каменоломня Гетманова) кальцит белый, образует жилы мощностью 2—3 см, включает довольно крупные сероватые деформированные кристаллы кварца. Такого рода жилы, с совместным выпадением кальцита и кварца, в Крыму нередки; сюда принадлежат: Эски-Ордынская жила, некоторые жилы Карадага и, по-видимому, жилы Коккозских эруптивов (б. Юсуповская каменоломня). Во втором выходе, выше водопада Учан-Су, кальцит встречается в виде небольших, белых сплошных жил и жеод с кристаллами водянопрозрачного кальцита, представляющих комбинацию двух основных ромбоэдров ($10\bar{1}1$) и $(01\bar{1}1)$ с сильным преобладанием одного из них; изредка попадались и кристаллы простой формы ($10\bar{1}1$). По моим впечатлениям, кристаллы этого типа распространены и на Карадаге.

6. Далее к западу, по данным В. Гринева (1926), в породах горы Хыр кальцит образует жилы вместе с пренимом и датолитом. Здесь имеются две его генерации: первая представлена сплошной массой, образующей стенки жилы; вторая — ромбоэдрическими кристаллами, выросшими на датолите. Наряду с обычным белым кальцитом встречаются и темноокрашенные (черные и серые) его участки, богатые органическим веществом (антраксолитом).

7. Для более западных районов Южного берега существует мало данных. П. Двойченко указывает на листоватые кристаллики кальцита с эпидотом и лучистые сростки желтоватых кристаллов (острые ромбоэдры), до 3 см длины, в туфовых породах мыса Фиолента и б. Георгиевского монастыря.

8. Переходя к эруптивам северных склонов гор, прежде всего надо отметить крупную жилу Эски-Ордынского массива, неоднократно уже упоминавшуюся. Эта кварцево-кальцитовая жила включает в себе также накрит, альбит и сернистые соединения. Мощность ее колеблется от нескольких сантиметров до 0.25 м; разработкой каменоломни она в настоящее время в значительной части уничтожена; во всяком случае, проследить ее теперь значительно труднее. Кальцит составляет основную массу жилы, сернистые соединения и накрит сосредоточены больше по краям; кварц частью рассеян по всей ее массе, отчасти также выделяется в заальбандах. По определению Н. Влодавца (Прокопенко, 1928), кальцит содержит до 9.01% MgO . Местами в пустотах жилы встречаются хорошо образованные его кристаллы. Цвет кальцита молочнобелый. Общий парагенезис жилы указывает на ее явно гидротермальный характер; присутствие альбита — на t° около 200° .

Другой тип кальцитовых жил (поверхностный) в изверженных породах того же Симферопольского района представляют жилы с палыгорскитом, особенно развитые в Курцовском месторождении, но встречающиеся и в других местах (см. палыгорскит).

Кроме этих двух типов, кальцит в этом районе широко представлен небольшими по мощности, но очень многочисленными жилками, в которых он выделяется вместе с цеолитами, кварцем и делесситом.

9. По Мурзаеву, небольшие кальцитовые жилы с кварцем, иногда с баритом распространены в эруптивах Коккозского района. Кальцит белый, иногда розоватый, двух генераций, разделенных кварцем.

Относительно кристаллографической стороны кальцита из месторождений, связанных с изверженными породами, данных имеется очень мало; специальных работ в этом направлении не производилось. Известны лишь более обычные и распространенные их типы. Хуже всего обстоит дело с богатыми формами кальцитами Карадага. Приходится ограничиться общими указаниями на преобладание в них тупых ромбоэдров, начиная с основного; острые ромбоэдры редки, равно как редки и призмы. Мне, впрочем, случалось находить в жеодах тонкие призматические кристаллы с острым ромбоэдром на конце. По П. Двойченко на Карадаге много также скаленоэдрических кристаллов.

10. В жилах Эски-Ордынского массива очень часты друзы превосходно образованных прозрачных кристаллов с гранями одного тупого ромбоэдра (1012) или с сильным его преобладанием.

Б. Месторождения в осадочных породах

В пермо-карбонových известняках окрестностей Симферополя имеются мелкие жилки и жеоды с ромбоэдрическими, плохо образованными кристалликами кальцита.

Триасовые сланцы (таврической формации) вообще бедны кальцитами; все же жилы последнего местами встречаются, например, они мною наблюдались в береговом обрыве к западу от Кастели, мощность их около 2—3 см. Кальцит в них сплошной белый, иногда с мелкими ромбоэдрическими кристаллами. В сланцах того же возраста, из окрестностей Эски-Орды, А. Е. Ферсман находил конкреции известкового шпата, поверхность которых сильно напоминает строение некоторых *Sclerodermata*. В лейясовых известняках д. Чешмеджи он указывает кристаллы, образующие простую форму $r(10\bar{1}1)$.

В среднеюрских сланцах жилы кальцита встречаются чаще, чем в триасовых, и имеют тот же характер. Настоящим же царством кальцита является область верхнеюрских мраморовидных известняков; в них количества кристаллического кальцита огромны и формы

выделений его чрезвычайно разнообразны. Здесь можно установить следующие типы выделений кальцита: 1) натечные формы, 2) жилы, 3) гнезда, жёлобы, миндалины, друзы по стенкам трещин, 4) окристаллизованные отдельные части породы, в которых кристаллы кальцита достигают крупных размеров и, в конце концов, переходят в гомогенную по строению массу, хорошо раскалывающуюся по спайности.

Натечные образования, в том числе превосходные сталактиты и сталагмиты, известны в огромных массах. Крупные пещеры яйлинских известняков издавна славятся ими, особенно знамениты пещера Чатырдага, Б и м б а ш - Х о б а, С у л у - Х о б а и др., пещеры К и з и л - Х о б а, у деревни того же имени, Д а н и л ь ч а - Х о б а, в Коккозской долине, пещера у д. Скеля и многочисленные пещеры на Караби-Яйле. Месторождения натечного кальцита мелких размеров бесчисленны.

Сталактиты и сталагмиты имеют различную величину и довольно разнообразную форму, от чисто конической до более или менее цилиндрической, лишь с заострением на конце. Сталагмиты вообще менее правильны, столбчаты, с закругленными или почти плоскими верхними концами; иногда те и другие сливаются в цельные колонки. Крупные сталактиты имеют радиально-лучистую и в то же время концентрически-скорлуповатую структуру; многие внутри на некотором протяжении полы; новообразованные мелкие сталактитики часто имеют строение тонкостенных трубок. Стены и пол пещер часто покрыты сплошными натечными образованиями разнообразных и прихотливых форм: в виде занавесей, чаш, сплошных покровов и т. п.

Месторождений жильного типа, считая и мелкие и средние, бесчисленное множество, но немало можно найти и крупных; более известны из них следующие:

1. Жилы на горе Малый Агармыш, близ г. Старый Крым, сложенной верхней и мраморовидными известняками. По описанию В. Ратынского, одна из жил прослеживается на протяжении около 100 м в направлении $NO 15^\circ$; наибольшая ее мощность — 5.6 м. Недалеко от нее, на склонах горы, находятся много мелких жил. Кальцит главной жилы мутный и непрозрачный, в мелких можно встретить и довольно прозрачные разности.

2. Довольно крупная жила на Караби-Яйле, недалеко (километрах в двух) к северо-северо-востоку от метеорологической станции. Заметить ее не легко, так как с поверхности кальцит выветрился и почти не отличается от окружающего светлосерого плотного известняка; при откалывании образцов сразу обнаруживаются блестящие спайные плоскости. Жила прорезает небольшую карстовую воронку, на стенках которой она лучше всего и видна. Простирается почти точно с востока на запад; мощность около 2 м; кальцит ее молочнобелый, не прозрачный.

3. Повидимому, довольно крупное месторождение кальцита имеется на горе Алчак, близ Судака; оно упоминается еще Палласом. Точных сведений о нем у меня не имеется.

4. Байдарское месторождение. Это давно известное месторождение можно отнести к жильным, однако, лишь с некоторой оговоркой. Научные описания его даны В. Соколовым, П. Земятченским, Е. Ревуцкой и П. Двойченко; я лично также неоднократно посещал его. Находится

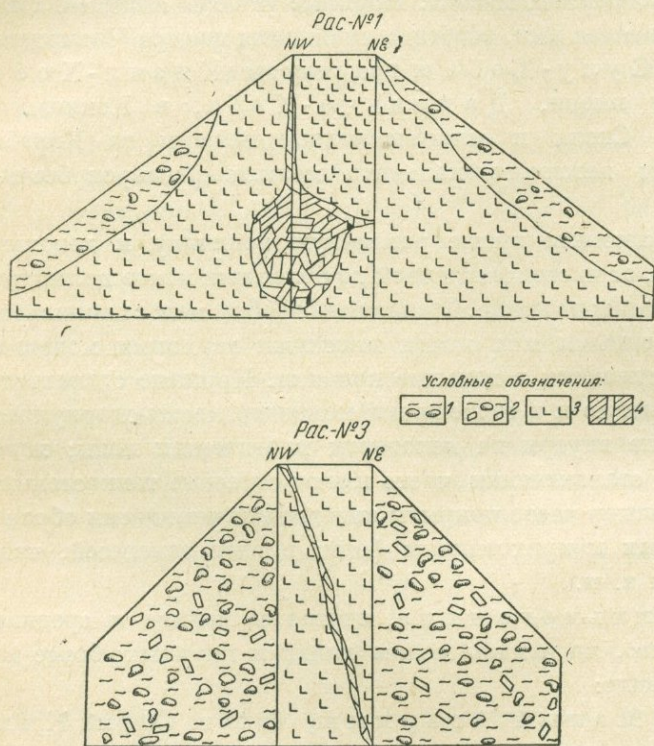


Рис. 60. Схематический разрез траншеи в Байдарском месторождении кальцита.

1 — Глина со щебнем. 2 — Глина со щебнем и кристаллами кальцита. 3 — Известняк серый, плотный мраморовидный. 4 — Кристаллы кальцита.

и добывался кальцит. Наконец, в 1934 г., месторождение было разведано партией Крымской геолого-разведочной конторы (В. и Р. Колюбинские). В итоге всех исследований картина месторождения достаточно выяснена. Месторождение представляет известковый массив, разбитый трещинами, выполненными наносными продуктами выветривания, частью красными, частью желтоватыми, сильно мергелистыми глинами; суженные части трещин, а также пустоты в глинах заполнены кристаллическим кальцитом; наиболее крупные выделения последнего — «гнезда» представляют не что иное, как карманообразные расширения жилы. Рис. 60 (Колюбинских), изображающий развер-

оно километрах в полтора к западу от Байдарских ворот и приурочено к верхнеюрским известнякам горы Челеби-Яурн-Бели. Вся местность здесь разбита рядом тектонических трещин, часть которых выполнена жильным кальцитом или наносным глинистым материалом. Само месторождение представляет, повидимому, подобную трещину, выполненную сильноизвестковой глиной. Глина образует карниз, над которым подымается отвесный обрыв (сброс) горы Челеби; у подножия этого обрыва находится ряд ям, в которых

нутую траншею, прошедшую через жилу, дает ясное представление о таких скоплениях. Таким образом, крупнейшие выделения кальцита этого месторождения образованы химическим процессом выделения CaCO_3 в трещинах известкового массива, частью уже заполненных наносным материалом. Химический процесс следовал за механическим, частью с ним совпадал.

Образцы известняков с массива Челеби, доставленные В. и Р. Колюбинскими, были исследованы нами в лаборатории Крымского педагогического института. Как в шлифах, так и в нерастворимых остатках, они ничем не отличаются от известняков, например, Балаклавского района. Посторонних примесей в них вообще мало, в наибольшем количестве встречаются мелкие зерна кварца; немного выделений гидратов железа и марганцевых минералов; глинистая муть; весьма редко, и только в нерастворимых остатках, встречаются обломки черного столбчатого минерала, повидимому, роговой обманки, и зеленоватые комочки хлорита. Все эти вещества наблюдались и в известняках Балаклавского района. Химический анализ некоторых образцов дал очень близкие результаты и показал большую чистоту известняков. Один из них приводится в табл. 49. Все имеющиеся химические данные о самом байдарском кальците приведены ниже.

ТАБЛИЦА 49

Лаборатория Крымского педагогического ин-та. Аналитик А. Романовский

№ анализа	Нераствор. ост.	CaO	MgO	FeO	CO ₂	Сумма
146 Светлосерый плотный известняк	0.33	55.64	0.27	0.13	43.57	99.94

Как на места широкого распространения кристаллов кальцита, можно указать каменоломни окрестностей Ялты и Гаспры, известняки мыса Кийк-Атлам и мыса Ильи, район Судака и др.

Как уже было указано выше, кристаллографически крымские кальциты изучены мало; из специальных работ имеются лишь работы П. Грищинского (1909, 1915, 1917), посвященные кальциту большой Карадагской жилы и мыса Кийк-Атлама. На Карадаге автор констатирует преобладание основного ромбоэдра (1011); из других указывает еще только ромбоэдр (0887). Подробно останавливаясь на строении глыбовых масс, П. Грищинский считает штриховку, часто наблюдаемую на кусках кальцита, результатом механической деформации скольжения по плоскости (0112), по которой и по данным В. И. Вернадского обычно происходит это явление (1897). Далее П. Грищинский обращает внимание на развитие двойников по (0001) и явления разлома по (0112) и (0001). Если

взять кальциты всего Карадага в совокупности, то разнообразие их кристаллических типов будет гораздо значительнее; я могу указать на довольно распространенную комбинацию $(10\bar{1}1)$ и $(0\bar{1}11)$; часто встречаются тупые ромбоэдры, призмы редки; однако, в жеодах мне попадались длинные тонкие кристаллы с комбинацией призмы с острым ромбоэдром. Кристаллы Карадага часто совершенно водянопрозрачны, но больше мутно-белых; в жеодах с датолитом кальцит второй генерации имеет характерный желтоватый оттенок. В районе Ялты, в авгитовом порфирите (карта № 4, выход № 3) мною наблюдались водянопрозрачные кристаллы с комбинацией $(10\bar{1}1)$ и $(0\bar{1}11)$; изредка встречалась простая форма $(10\bar{1}1)$. Богаты кристаллами кальцита также каменоломни Гаспры, известняки мыса Киик-Атлама и мыса Ильи, район Судака. В огромных глыбах Каастельского массива можно наблюдать такие же двойниковые образования, какие описаны П. Грицинским для Карадага (рис. 59).

В кальцитах изверженных пород Симферопольского района, например, в жилах Эски-Орды, сильно преобладают формы $(0\bar{1}12)$, большинство кристаллов образовано одной этой формой; часто грани ее исштрихованы параллельно комбинационным ребрам.

А. Е. Ферсман для Курцовской каменоломни дает в комбинации с формой e $(0\bar{1}12)$ еще t (0331) , M (4041) , v (2131) .

Можно указать несколько типов кристаллов и для кальцитов осадочных пород: 1) кристаллы столбчатого habitus'a, представляющие комбинацию m $(10\bar{1}0)$ и r $(10\bar{1}1)$; такие я встречал в большом количестве в трещинах известняков Ялтинского района; имеются они и в Байдарском месторождении. П. Земятченский отмечает на кристаллах призматического типа еще наличие ромбоэдра $(0\bar{5}51)$; 2) комбинации основного ромбоэдра с очень острым ромбоэдром ρ $(16.0.16.1)$ в кристаллах Байдарского месторождения, также указанные Земятченским; 3) нередки кристаллы, являющиеся простой формой M (4041) , большей частью развитые наполовину; 4) кристаллы с преобладанием скаленоэдра распространены не менее ромбоэдрических; наиболее обычны комбинации v (2131) и r $(10\bar{1}1)$. Иногда на крупных индивидуумах можно наблюдать еще t (2134) , y (3251) и w (3145) , как отметил П. Земятченский. Встречаются также кристаллы без ромбоэдра, но с небольшими площадками призмы m $(10\bar{1}0)$. На мелких кристаллах плоскости ромбоэдра нередко отсутствуют, на крупных я этого не встречал. П. Земятченский описывает также двойники по $(10\bar{1}0)$; по этому закону часто образованы двойники осколков крупных глыб кальцита. Скаленоэдрические кристаллы встречаются во всех местах Яйлинского массива; к ним вообще относятся наиболее крупные из имеющихся в музеях кристаллов Крыма; например, кри-

сталл, доставленный Е. Д. Ревуцкой в Музей Академии Наук; ¹ огромный кристалл, привезенный акад. Вернадским и мною и переданный в Музей Московского университета, и кристалл, найденный В. и Р. Колюбинскими (рис. 61); все три они из Байдарского месторождения.

5. П. Грицинский описывает скаленоэдр $t(21\bar{3}4)$ в одиночном развитии в кристаллах с мыса Киик-Атлама; такие кристаллы являются совершенно особым типом. Им же указываются разломы кристаллов этого месторождения по $(01\bar{1}2)$ и $(01\bar{1}5)$.

Все описанные типы кристаллов встречаются в месторождениях, связанных с верхнеюрскими известняками; для отложений более поздних, данных, касающихся кристаллических форм кальцита, очень мало. Рыхлые меловые мергеля вообще очень бедны кристаллами кальцита; в более плотных третичных, например в нуммулите или сармате, они наблюдаются чаще, но все очень не многочисленны. Превосходные друзы ромбоэдров $e(01\bar{1}2)$ встречены мною в плотных палеоценовых мергелях Лысой Горы близ Феодосии.

В известковых породах более молодого возраста кальцит указывается редко; А. Архангельский часто упоминает о порошковатом кальците (дрюите) в третичных глинах Керченского полуострова. В рудных пластах в известковых конкрециях мною были найдены мелкие скаленоэдрические кристаллы. Наиболее типичные комбинации крымских кальцитов представлены на рис. 62.

Из особых, не обычных разновидностей кальцита можно указать на наличие в Крыму следующих:

А н т р а к о н и т, окрашенный органическими веществами в темно-бурый или черный цвет кальцит, довольно распространен в окрестностях Судака как в ближайших береговых утесах, так и в более отдаленных местах, например на мысе Алчак; встречается он и в других пунктах Яйлинского массива. В. Гринев отмечает антраконит в жилах изверженных пород горы Хыр, А. Е. Ферсман — в глинистых сланцах у Джиен-Софу и в известковых конкрециях Эски-Орды.

С т р о м а т о л и т — своеобразное структурное образование, состоящее из полых конусов темного углекислого кальция, вложенных

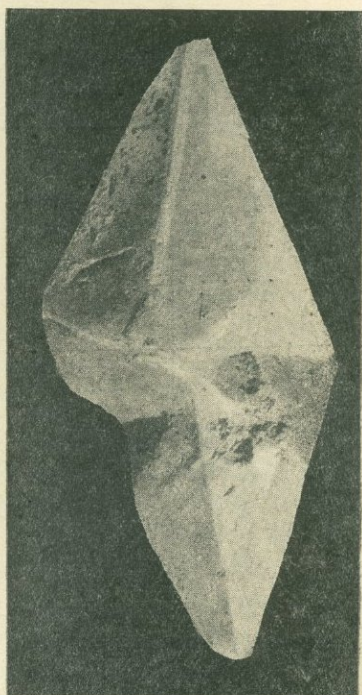


Рис. 61. Кристалл кальцита из Байдарского месторождения.

¹ Прекрасная фотография его помещена в книге проф. Двойченко (1914).

ТАБЛИЦА 50
Анализы кальцитов крымских месторождений

Компоненты	№ 147	№ 148	№ 149	№ 150	№ 151
	Байдары		Кастель	Караби-Яйла	Киик-Атлама
	Аналитик и год				
	Лаб. Петр. ун-та, Кашинцев, 1902	Лаб. Крым. пед. ин-та, С. Попов, 1933	Лаб. Крым. пед. ин-та, А. Зайцева, 1929		П. Грищинский, 1909
CaO	55.86	55.55	53.84	55.88	53.52
CO ₂	43.78	43.98	42.54	43.66	43.81
FeO	0.405	0.31	1.35	0.07	2.66
MgO	сл.	0.12	1.93	0.33	—
MnO	—	—	0.68	нет	—
Сумма	100.045	100.06	100.34	99.94	99.99

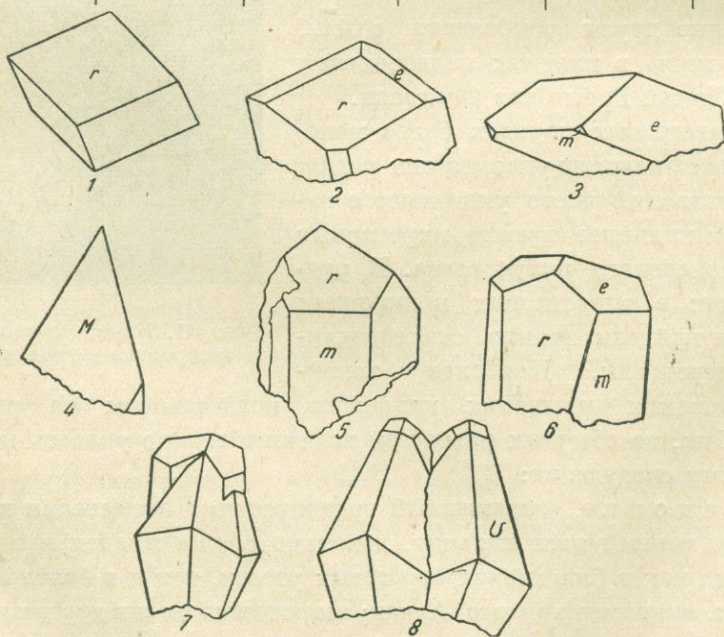


Рис. 62. Кристаллы крымских кальцитов.

один в другой; встречается в глинистых сланцах у подножия Карадага.

Л ю б л и н и т. Этим именем было названо вещество, состоящее из спутанно-волокнистых, похожих на вату, масс углекислого кальция,

найденное в мергелях по берегам р. Вислы у г. Пулавы (Ново-Александрия) в Польше. Вещество содержит большое количество воды; Л. Иванов описал его, как гидрат карбоната кальция. В виду того, что вода его теряется без скачков даже просто при хранении в теплом помещении, и в то же время вещество является явно кристаллическим, большинство авторов признает тождественность этого минерала с кальцитом; Морозевич считает иголки люблинита просто сильно вытянутыми ромбоэдрами последнего.¹

В Крыму подобные же пуховидные массы карбоната кальция обнаружены в двух местах: А. Е. Ферсманом в каменоломне Курцовского эруптива и мною в некоторых каменоломнях, заложенных в юрских известняках окрестностей Ялты.

Сидерит FeCO_3 , гекс. с., ромб. г., $a : c = 1 : 0.8184$. Карбонат железа также принадлежит к числу наиболее распространенных минералов Крыма, достигая в некоторых месторождениях значительных накоплений. Из старых авторов упоминание о нем мы встречаем у Гюо (Huot, 1840—1842). Выделяется он по преимуществу в плотных мелкокристаллических массах; кристаллы его представляют исключительную редкость.

В таврических сланцах сидерит образует многочисленные конкреции шарообразной, овальной формы (сферосидерит) или, наконец, почти плоские, лишь слегка закругленные по краям. Они обыкновенно покрыты бурой или желтой коркой гидратов железа. По величине они довольно разнообразны; чаще всего встречаются диаметром в 12—20 см, но бывают и значительно больше; особенно крупной величины достигают конкреции плоские дискообразные. Цвет их внутри серый, иногда темно-серый и даже почти черный, иногда с буроватым оттенком. Конкреции сидеритов в таврических сланцах внутри, кроме глинисто-железистой массы, обыкновенно других минералов не содержат; лишь в сланцах окрестностей Ялты мне случалось наблюдать в них жилки пирита или шарики марказита. П. Двойченко говорит, что в сидеритах контактовой зоны сланцев Карадага имеются включения гейландита и анкерита. Некоторые очень темно окрашенные сидериты сильно проникнуты органическим веществом; в этом случае и включающие их сланцы отличаются своей черной окраской и богатством битумами. При выветривании конкреции приобретают малиновый оттенок, оставаясь твердыми; на самой же поверхности их образуется желтая или бурая корка рыхлого, легко отделяющегося бурого железняка.

¹ Вопрос о конституции минерала едва ли решен в окончательной форме; желательны были бы исследования кривых обезвоживания при низких температурах. Крымский люблинит может быть и не вполне тождествен с пулавским. Литературу о люблините см. Н. В а т и ч (Ежегодн. мин. и геол. России, IX, 239). — П. Ч и р в и н с к и й (Handb. d. Mineralchemie, herausg. von Dölter, I, 356, 1911).

ТАБ
Анализы крым

№ анализа	Месторождение сидерита	Аналитик и год	CO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃
152	Гора Шелудивая	Минер. лаб. Крым. н.-иссл. ин-та, В. Ратынский, 1930	33.93	39.69	4.21
153	Конкреция сидерита из окрестн. Алушты	Хим. лаб. Крым. пед. ин-та, З. Шмидт, 1934	28.98	46.32	—
154	Плотный, зеленов. сидерит, Яныш-Такиль	Мин. лаб. Ново-Алекс. с.-х. ин-та, С. Попов, 1910	31.11	48.58	3.90
155	Землистый сидерит, Яныш-Такиль	То же	23.32	29.12	20.74

Эти конкреции сидерита, а местами также марказита, явились результатом миграции и постепенного осаждения железа в эпоху диагенеза и катагенеза. Так как в первоначальной стадии своего существования порода представляла собою песчано-глинистый ил, весьма богатый органическими веществами, то естественно, что железо перемещалось и концентрировалось исключительно в виде закисных солей, карбонатных и сернистых. Этот процесс, постоянный для определенных морских глубин, проявился в Крыму в еще более крупных размерах в бассейнах третичного времени.

Сидеритовые конкреции встречаются в таврических сланцах повсюду, но рассеяны в них очень неравномерно; области значительного их накопления сменяются почти пустыми. Наибольшим накоплением их отличается месторождение на горе Шелудивой, у с. Мангуш, где они сливаются в целые прослойки. По данным В. Ратынского (1930) они отличаются здесь темнокоричневыми, почти черными цветами и часто имеют скорлуповатое строение. Твердость 4, уд. в. 3.34. Анализ приведен выше (табл. 51).

Много сидерита в сланцах районов Ялты, Алушты, Бешуя. В аллювий горных речек, например Учан-Су, часто он накапливается в значительных количествах. Имеются конкреции его и в среднеюрских сланцах, но в значительно меньшем числе; больше их в келловее. В трещинках шарообразных конкреций из глинистых сланцев у Карадага мною были найдены мелкие кристаллики сидерита же, представлявшие простую форму (0221). Это, кажется, единственный случай нахождения кристаллов этого минерала в Крыму. В келловейских сланцах окрестностей Балаклавы, в береговых обрывах Мегало-Яло, многочисленные конкреции сидерита иногда содержат внутри остатки организмов и пластинчатые выделения пирита. По П. Двойченко конкреции глинистого

ЛИЦА 51
ского сидерита

MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	SiO ₂	P ₂ O ₅	Нераств. остат.	Орган. вещ.	H ₂ O	Сумма
0.10	3.80	2.95	—	—	—	17.84	0.5	—	100.61
0.01	0.06	0.03	—	—	—	24.60	—	—	100.00
2.87	4.65	0.22	0.92	—	—	5.42	0.48	2.19	100.34
0.56	2.66	0.18	сл.	0.30	0.45	14.75	—	7.52	99.60

сидерита встречаются в туронских мергелях у Феодосии, в аптских глинах — у Аяна и в неокомских известняках района Симферополя.

На Керченском полуострове очень богаты конкрециями сидерита майкопские глины, на что указывал еще Н. И. Андрусов. Максимум своего развития выделения сидерита достигают в рудных пластах, где они не только играют роль включений, но и образуют перемежающиеся с бурым железняком прослойки. В этом отношении на первом месте могут быть поставлены Яныш-Такильская и Кыз-Аульская мульды. Сидерит здесь встречается в следующих формах:

В Камыш-Буруне, Яныш-Такильском обрыве и Железном Роге в слоях бурого железняка в виде включений и пропластков встречается очень твердый минерал, в свежем изломе имеющий зеленоватый цвет; последний на воздухе с течением времени переходит в серый. В шлифах минерал представляется агрегатом зерен неправильной формы, оптическая картина которых при скрещенных николях отвечает структуре сферокристаллов. Местами различаются свободные полости, кристаллики кварца и шарики бурого железняка.

Поверхностные части сидерита сильно проникнуты окислами железа; последние в виде мелких шаровидных образований проникают и в глубь его. В такой форме сидерит наиболее распространен в Железном Роге, на Тамани и в Яныш-Такильской мульде, в которой образует целые пласты.

В Камыш-Буруне сидерит встречается преимущественно в виде отдельных включений в рыхлом буром железняке. Здесь же он часто выполняет полости раковин (крупных кардид). По всей вероятности, к нему именно относится замечание Гурьева и Воскобойникова (1832): «рако-

вины выполнены отверделою зеленоватою глиной». В Эльтингенской мульде его гораздо меньше.

В Яныш-Такильском обрыве и в Железном Роге рыхлые землистые массы сидерита серо-желтого цвета перемежаются с бурым железняком или железистыми глинами; местами они сплошные, местами имеют пористое (ячеистое) строение. Ячейки частью пусты, частью выполнены мелкими оолитами бурого железняка. Вещество сильно вскипает с крепкой соляной кислотой; разведенная действует на него слабо или совсем не действует. Под микроскопом порошок его явственно действует на поляризованный свет. Местами различаются зерна кварца и изредка волокнистые кристаллики гипса. Примесь бурого железняка и помимо оолитов весьма значительна; она может изменить цвет вещества в сторону бурых оттенков. Аналогичные выделения сидерита указаны для голландских и мекленбургских болотных отложений v. Bemmelen'ом¹ и Gaertner'ом.²

Последняя форма, в которой встречается в описываемых месторождениях железный шпат, это оолиты. Они попадают в землистом сидерите в виде включений и никогда не образуют сколько-нибудь значительных скоплений; состоят из довольно неплотной, легко раздавливающейся массы.

Значительное количество обломков сидерита, часто с малиновыми оттенками начавшегося выветривания, вынесенных из майкопских глин, попадает в сопочных грязах. Эти обломки являются одной из наиболее характерных особенностей керченских сальз, по которым часто легко узнаются старые грязевые их потоки.

Доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ и анкерит (бурый шпат) $\text{Ca}(\text{Mg,Fe})(\text{CO}_3)_2$. Оба минерала описываются мною вместе, в виду того, что анкерит в свежем состоянии по наружному виду неотличим от доломита; пробы, производившиеся мною на закись железа в совершенно белых кристаллах из юрских известняков, всегда давали положительные результаты.

Главная область распространения этих минералов — верхнеюрские и яйлинские известняки, в которых они выделяются по трещинам, и в мелких жеодах как минералы вторичные. Сами яйлинские известняки вообще бедны магнием и не обнаруживают признаков сколько-нибудь значительной доломитизации;³ еще меньше MgO содержит жильный кристаллический кальцит (см. анализы № 147—151). Таким образом, почти весь углекислый магний породы, поскольку он не уносится за ее пределы, осаждается в виде двойной соли.

¹ V. B e m m e l e n. Arch. Neerlandaise, I série, t. 30 et II série, t. 4.

² G a e r t n e r. Ueber Vivianit u. Eisenspath. in Mecklenburg. Mooren. Güstrow. 1899.

³ В 1935 г. партиями ВИСМ (Институт строительных материалов) обнаружены блоки доломита в яйлинских известняках в районе Гаспры.

Существование других источников магнезия, помимо самой карбонатной породы, едва ли можно предполагать. Dolomite имеется как в составе очень чистых мраморовидных известняков, например, Ялтинского района, так и в более мергелистых титонских в окрестностях Феодосии.

В наиболее яркой форме выделения анкерита имеются в переслаивающихся с мергелями брекчиевидных известняках мыса Ильи, описанных Ретовским.¹ Бурый шпат образует корки блестящих бурожелтых кристаллов, выросших на кальцит; однако легко установить, что бурую окраску они имеют лишь снаружи, тогда как внутри, или по крайней мере в их сливающихся основаниях, остаются белыми. На поверхности анкерита часто сидят кристаллы целестина. Много бурого шпата в известковых породах окрестностей Судака; но он подвергся здесь в сильной степени выветриванию и не обладает теми яркими и блестящими цветами, какие столь характерны для кристаллов мыса Ильи. Тот же тип представляет и бурый шпат в окрестностях Ялты, в многочисленных выделениях в известняках района водопада Учун-Су и в ряде каменоломен, к северо-западу от города. Кристаллы встречаются в мелких трещинах и жеодах и представляют все стадии выветривания, от совершенно белых до образования полных псевдоморфоз бурого железняка по анкериту. Качественные пробы неизменно устанавливали наличие в нем закиси железа; количественное определение содержания ее в кристаллах совершенно белой друзы дали 7.31% FeO. Для более западных пунктов есть указания П. Мурзаева на бурый шпат, сопровождающий целестин в горах, отделяющих Байдарскую долину от моря у д. Кайту, в совершенно тех же парагенетических отношениях, как и на мысе Ильи. Еще западнее, в обрывах Баты-Лимен, повторяется та же ассоциация минералов, причем здесь имеется, собственно, не бурый шпат, а бурый железняк, продукт его выветривания. В известняках самой Байдарской долины, в настоящее время подробно исследованных, бурого шпата не обнаружено.

Вне области яйлинских известняков бурого шпата немного. П. Двойченко указывает кристаллы анкерита в конкрециях глинистого сидерита, у восточных склонов Карадага. А. Е. Ферсман нашел снежнобелые кристаллы в главной каменоломне Курцовского эруптива; мною они были найдены в таврических сланцах Ялтинского района близ Аутки, в тонких прожилках с кварцем.

Кристаллы описываемых минералов во всех месторождениях представлены простою формой основного ромбоэдра (1011) с седлообразно изогнутыми гранями.

Среди третичных отложений Керченского полуострова некоторые сарматские известняки, в значительной степени доломитизированные, в виду требований металлургической промышленности, подвергались раз-

¹ O. R e t o v s k y. Die tithon. Ablagerungen bei Theodosia. *Bullet. Soc. Nat. de Moscou*, 1893.

ведке. Наибольший интерес возбуждало месторождение против селения Джерджавы, к югу от Керчи (Джерджавская Горка); оно сложено круто падающими среднесарматскими известняками, подстилающимися глинами нижнего сармата. Месторождение было разведано в 1929 г. С. В. Константиновым, признавшим в нем наличие крупных запасов известняков со средним содержанием MgO в 17%. Однако позднейшие работы выяснили, что известняки, в значительной степени доломитизированные, не занимают здесь сплошной площади, а встречаются в виде отдельных глыб, и общий запас их не превышает 30 000 т.

Доломитизированными известняками являются также рифовые образования района Керченской крепости, относящиеся к той же мульде, как и Джерджавские (содержание MgO от 10 до 18%). Рифовые известняки, прослеживающиеся по р. Биэли, к западу от Керчи и у д. Мысыр, при опробовании обнаружили колеблющееся содержание окиси магния, достигающее иногда до 18%. В верхнесарматских известняках района д. Чегене содержание MgO было определено равным 6.5—11%.

В общем поиски доломитов пока особо благоприятных результатов не дали.

с) Углекислые соли двувалентных металлов ромбического ряда
Арагонит CaCO_3 , $a : b : c = 0.6228 : 1 : 0.7204$.

Месторождения, связанные с изверженными породами

П. Двойченко наблюдались натечные образования арагонита в трещинах изверженной породы у д. Кучук-Узень, на берегу моря; А. Е. Ферсманом — лучистые натёки в трещинах эруптива у д. Курцы; Е. Ревуцкой — такие же образования на корках марганцовых минералов в каменоломне Джиен-Софу (Симферопольский район).

Месторождения, связанные с таврическими сланцами и песчаниками

В районе Ялты (Чукурлар, Массандра) в сланце и песчанике мною обнаружены и описаны мелкие игольчатые кристаллы арагонита, местами свободно сидящие, местами собранные в щетки из тонких ромбических пластинок, или правильные маленькие шарики. Измерить удалось только зону оси Z. Констатированы формы (110), (010), (100). Концы чукурларских кристаллов образованы пирамидальными и доматическими плоскостями, в кристаллах же из Массандры пирамид и дом нет, кристаллы заканчиваются пинакоидом (001). Уд. в. чукурларских кристаллов — 2.79 при 21° С.

В глинистых сланцах Воронской долины П. Мурзаевым найден арагонит, представляющий собою тонкие, прозрачные игольчатые кристаллы до 0.5 см длины, которые вместе с кварцем, кальцитом и накритом заполняют трещины прослоев песчаника; при этом непосредственно на стен-

ках трещин сидят кристаллы кварца с хорошо развитой призмой. Арагонит и накрит являются по времени последними выделениями. Все кристаллы арагонита обычно сильно вытянуты по оси Z; констатированы формы его (110) и (010). Помимо столбчатых встречаются и табличатые кристаллы.

Наконец, А. Е. Ферсманом указываются кристаллики арагонита в сланцах у д. Эски-Орда.

Месторождения в рудных пластах (киммерийский ярус)

Арагонит из рудников Яныш-Такильской мульды описан П. Чирвинским (1903) и мною (Попов, 1910). Обыкновенно, он образует корки мелких игольчатых кристаллов в полостях раковин, включенных в марганцовые конкреции. Иногда кристаллики сидят на сохранившейся створке раковины, иногда последняя отсутствует, и они прикрепляются непосредственно к марганцу. Кристаллы, в общем, очень малы. Благодаря вытянутости по оси Z, возможно было установить индексы форм зоны этой оси (110) и (010). Верхушка кристаллов образована доматиическими и пирамидальными плоскостями.

С генетической точки зрения любопытно то, что раковины с кристаллами арагонита приурочены, главным образом, к марганцовым конкрециям. Если же встречаются непосредственно в руде, то, во всяком случае, в наиболее богатых марганцем ее частях. Интересно, что углекислый кальций в железорудных отложениях встречается в форме сравнительно мало устойчивого арагонита, тогда как кальцит является чрезвычайной редкостью.¹ То, что карбонат кальция выкристаллизовался здесь в ромбической модификации, можно объяснить, с одной стороны, влиянием солей бария, содержащегося в марганцовых конкрециях, карбонат которого кристаллизуется в ромбической системе; с другой — связью с веществом створок раковины (кардид), которые состоят из арагонита. При работах последних годов я однажды нашел створку раковины *Cardium*, явственно перекристаллизовавшуюся в длинные кристаллы арагонита, лучисто расходящиеся от замка раковины.

Стронцианит SrCO_3 , ромб. с., $a : b : c = 0.6089 : 1 : 0.7237$.

Минерал был обнаружен мною в титонских пластах мыса Ильи, где он, несомненно, является продуктом выветривания целестина. Пластинчатые кристаллы последнего в этом месторождении носят следы изъеденности и сплошь покрыты игольчатыми кристалликами стронцианита, иногда образующими шаровидные сростки. По типу кристаллики стронцианита очень сходны с арагонитовыми. В них были установлены формы: (110) и (010); имеются также грани (0kl) и пирамиды основного ряда,

¹ Я находил кристаллики кальцита только внутри известковых конкреций, и то всего раз или два.

точнее неопределимые, вследствие малых размеров кристаллов. Лучистые шарики стронцианита на целестине констатированы Е. Ревуцкой и для Баты-Лименского месторождения. Переход целестина в стронцианит наблюдался мною также в месторождении Лысой Горы, близ Феодосии (1902 г.).

В и т е р и т BaCO_3 . В литературе существуют старые указания на конкреции углекислого бария из окрестностей Симферополя (Arndt, 1850).

d) Водные соли двувалентных металлов

М а л а х и т $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ в Крыму не представляет редкости, хотя всегда встречается в очень ограниченных количествах. Выделения его известны как в связи с изверженными, так и осадочными породами.

И з в е р ж е н н ы е п о р о д ы

Малахит впервые был обнаружен Е. Ревуцкой в рудных жилах Эски-Ордынского массива в 1913 г.; незначительные примазки его наблюдаются здесь нередко совместно с пиритом, вообще в породах этого эруптива обильным. Пробы Гринева (1927) установили содержание в пирите меди; имеется в этом месторождении и халькопирит. Следствием выветривания обоих этих минералов и является образование малахита. Связан также с разложением халькопирита и малахит, на Аюдаге встречающийся в ничтожных количествах (Мурзаев П., 1925). По данным Двойченко (1914 г.), Аршиновым малахит был обнаружен и в породах окрестностей б. Георгиевского монастыря, у поселка Александриада.

Наконец, следует упомянуть об образце землистого малахита с Карадага из коллекции Ретовского, который имеется в Симферопольском естественно-историческом музее.

О с а д о ч н ы е п о р о д ы

А. Е. Ферсман указывает землистый малахит в трещинах известняка лейясового возраста у дер. Петропавловки (Симферопольский район); это первая по времени находка малахита в Крыму. В. Гринева находил тончайшие примазки малахита в известняках Балаклавского района.

Самое крупное месторождение малахита находится в юрских известняках у источника Аян. Траншея, проведенная в них при прокладке водопровода, дала свежие разрезы, в которых, равно как и в окружающей породе, мною и В. Гриневым были замечены примазки малахита, местами столь обильные, что целые участки породы окрашивались в серовато-зеленые цвета. Гораздо реже встречаются почковидные выделения лучистой структуры, от 1.0 до 0.5 см диам. В некоторых почках внутри сохранились остатки халькопирита. В. Гриневым приводится еще указание (не достоверное) на присутствие малахита на горе Чучель.

Как в месторождениях в изверженных породах, так и в осадочных малахит является спутником халькопирита или медь содержащего пирита; генезис его, таким образом, достаточно ясен. Труднее объяснить появление самого халькопирита в таких сплошных известковых массивах, как аянские известняки.

А з у р и т $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Согласно указаний В. Гринева в Эски-Ордынском месторождении вместе с малахитом имеются и примазки азурита.

ГЛАВА VII

КЛАСС IV. СОЛИ КИСЛОТ, ПРОИЗВОДНЫХ ОТ АНГИДРИДОВ ТИПА R_2O_5

Группа 1. Нитраты

К а л и е в а я с е л и т р а KNO_3 , ромб. с., $a : b : c = 0.5843 : 1 : 0.7028$. Первое упоминание о месторождениях природной калиевой селитры в Крыму мы встречаем у Палласа (Pallas, 1799—1801); он говорит о нахождении ее в пещерах Инкермана; однородные сведения имеются у Озерского (1854) и В. Кондараки (1883).

Обследование месторождений селитры, произведенное П. Двойченко, показало, что налёты ее отлагаются на стенах, потолке и полу знаменитых крипт Инкермана, Мангуп-Кале, Чуфут-Кале и др., высеченных в песчано-глауконитовых мергелях верхнемелового возраста. Оригинальные выделения селитры в виде розеток в южных обрывах горы Бакла П. Двойченко связывает с разложением глауконита, что по отношению к последнему, как источнику калия, весьма вероятно. Что же касается азотной кислоты, то ее источник скорее следует искать в органических веществах организмов, остатки которых образовали самую породу, чем допустить, просачивание ее из почвенных слоев. Любопытно отметить признаки широкого распространения селитры в верхних горизонтах меловой системы Кавказа и Крыма.¹

Группа 2. Фосфаты, арсенаты, ванадаты

Значительное развитие в Крыму имеют лишь водные фосфаты железа, но в видовом отношении они не разнообразны; минералы группы апатита развиты слабо. Что касается арсенатов и ванадатов, то о них имеются лишь догадки.

Вивианит и его производные

В и в и а н и т $\text{Fe}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, мон. с., $a : b : c = 0.7498 : 1 : 0.7017$, $\beta = 104^\circ 26'$. Минералы этой группы связаны исключительно с рудными пластами Керченского полуострова, где их вообще много и где они из-

¹ См. М. Глазенапп. Об исследовании и использовании селитроносных пород окрестностей Кисловодска. Рудн. вестн., № 4, 1916.

вестны с давних времен. Упомянуты они почти всеми геологами, писавшими о Керченских рудах, так как всегда привлекали к себе внимание и своим большим распространением и эффектными формами выделения в полостях раковин. Первый анализ этих веществ был произведен в 1840 г. Сегетом; позднее минералогически и химически они были описаны Струве (Struve, 1856), Телухиным (Настюков и Телухин, 1889), Чирвинским и мною (Попов, 1907, 1910, 1929). Вивианит считается, и совершенно правильно, ортофосфатом закиси железа; кристаллы этой соли совершенно бесцветны, прозрачны; однако, с представлением о вивианите всегда связана голубая окраска: «синяя земля», «синяя охра» — это обычные бытовые названия для землистых их разновидностей. Иметь в руках бесцветный вивианит трудно; болотные вивианиты на воздухе лишь некоторое время остаются белыми, но затем быстро синеют; отсутствие окраски лучше удается наблюдать на крупных в несколько сантиметров длины кристаллах из некоторых американских месторождений: расколов по спайности синий с поверхности кристалл, можно получить совершенно бесцветную прозрачную пластинку, очень напоминающую осколок гипса, обладающую, однако, синей оторочкой. Ясно, что последнее явление зависит от быстрого окисления закисной соли; однако, не все атомы железа вещества $3FeO \cdot P_2O_5 \cdot 8H_2O$ сразу переходят в трехвалентное состояние; в зависимости от интенсивности процесса получаются соединения с разными соотношениями закиси и окиси; им можно придать общую формулу $mFeO \cdot nFe_2O_3 \cdot pP_2O_5 \cdot qH_2O$; неизменным для них остается лишь соотношение между количествами атомов железа и фосфора, всегда равное 3 : 2, как в первоначальном закисном фосфате. Эти промежуточные закись-окисные формы в природных условиях оказываются, однако, очень устойчивыми; именно из них, а не из закисного вивианита состоят главные массы синих и зеленых фосфатов, столь характерных для железных руд Керченско-Таманского района. В одних мульдах или в одних горизонтах преобладают фосфаты с одним соотношением $FeO : Fe_2O_3$, а в других — с другим, но всегда постоянным; их нельзя не считать самостоятельными минеральными видами; ведь сам вивианит является гораздо менее устойчивым минералом. Вещества эти были мною изучены в месторождениях Керченского района и названы «керченитами», причем я обозначаю прибавками букв α , β или слова «окси» отдельные виды с разными соотношениями FeO к Fe_2O_3 . Минералы эти широко развиты в Керченско-Таманском районе, но вовсе не являются его местной особенностью; есть все основания думать, что землистые вивианиты, «синяя земля» наших северных болот, а также и более крупные кристаллические выделения синего цвета являются теми же керченитами; это уже было показано А. Зайцевой¹ для минерала из Баргузина в Си-

¹ А. З а й ц е в а. О баргузинском железном фосфате. Докл. Акад. Наук СССР, 1928.

бири. Пределы соотношения между закисью и окисью в исследованных веществах сравнительно ограничены, чему можно дать некоторое обоснование; я приведу его после описания этих веществ.

В кристаллографическом отношении вещества эти собственной формы не проявляют; они всегда являются или в виде псевдоморфоз по первоначальному минералу, вивианиту, или образуют землистые разности. Форма кристаллов их во всех керченских месторождениях довольно проста, но своеобразна. Она образована четырьмя блестящими плоскостями призмы с углами, близкими к углам основной призмы вивианита, и затем двумя широкими, весьма несовершенно образованными плоскостями, скорее заслуживающими названия кривых поверхностей.

На рис. 63 видно, что комбинационные ребра этих поверхностей с гранями призмы являются кривыми линиями; сечение кристалла плоскостью, нормальной к вертикальной оси, дает фигуру, близкую к сечению чечевицы. Можно говорить лишь о приближении их к тем или иным кристаллическим плоскостям. При измерении гранного угла этих поверхностей с плоскостями призмы (110) получаются весьма колеблющиеся числа. Тем не менее эти колебания ограничиваются известными пределами, именно: от 33° до 40° , как это видно и на рисунке, положение поверхностей

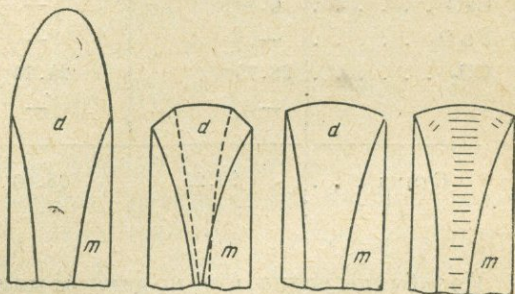


Рис. 63. Кристаллы вивианита из Керченских месторождений.

таково, что заставляет сблизить их с плоскостями зоны оси Y . Из констатированных для вивианита плоскостей этой зоны грани дома (401) образуют с призмой (110) угол $38^\circ 9'$; дома (401) — угол $38^\circ 45.5'$ и пинакоида (100) — угол $35^\circ 59'$. Следовательно, поверхности эти можно рассматривать, как близкие к (401) и $(\bar{4}01)$, или, может быть, как результат слияния ряда доматических плоскостей между (401) и (100), в пользу чего говорит отчасти то обстоятельство, что кристаллы вивианита с комбинациями (100), (101), (401), $(\bar{4}01)$ известны.

Перехожу к описанию разных представителей этой группы, обнаруженных в керченско-таманских месторождениях.

П а р а в и в и а н и т. Чисто закисный фосфат; ему принадлежат сростки кристаллов светлоголубого, в отраженном свете и в толстых пучках почти стальносерого цвета. Отдельные кристаллики и осколки спайности его почти бесцветны или окрашены в слабый голубой цвет и совершенно прозрачны. Черта белая или слабоголубая; порошок светлоголубой; твердость немного более 2, удельный вес 2.66 при $20^\circ C$.

Химические анализы приведены в нижеследующей таблице:

ТАБЛИЦА 52

Компоненты	№ 156	№ 157	№ 158	Теоретические числа при формуле $3FeO \cdot P_2O_5 \cdot 8H_2O$
	Аналитик, год и месторождение			
	С. Попов, 1905, Яныш-Такиль	Сегет, 1840, Яныш-Такиль	Телухин, 1889, Литвинов Рог, Таманский полуостров	
P_2O_5	27.01	24.95	28.23	28.29
FeO	39.12	48.79	37.05	43.03
MnO	2.01	—	—	—
MgO	1.92	—	2.01	—
CaO	0.48	—	0.54	—
Fe_2O_3	—	—	3.07	—
CO_2	28.75	24.26	29.41	28.68
	—	—	0.15	—
Сумма	99.29	98.00	100.46	100.00

Из таблицы видно, что, по данным моего анализа, описываемый минерал отличается от обыкновенного вивианита присутствием солей марганца, магния и кальция. Присутствие двух последних подтверждается и анализом Телухина; он не упоминает о марганце, однако, таковой, хотя бы в небольших количествах, обнаруживается во всех вивианитах и образовавшихся из него минералах всех известных мне месторождений Керченского и Таманского полуостровов. Возможно, что марганец Телухинским просто не определялся, как это имело место и в других, более поздних анализах. Между тем, изоморфная примесь фосфорнокислых солей марганца, магния и кальция является постоянным и характерным признаком большинства вивианитов Керченского и Таманского полуостровов. Их формула должна писаться $(Fe, Mn, Mg, Ca)_3P_2O_8 \cdot 8H_2O$, или, пренебрегая малым количеством кальция, $(Fe, Mn, Mg)_3P_2O_8 \cdot 8H_2O$; в силу этого отличия от вивианита минерал этот можно назвать паравивианитом.

β -керченит. В Яныш-Такильской мульде, как в береговом обрыве, так и в глубоко лежащих пластах «табачных руд», широко распространен землистый фосфат голубого цвета, встречающийся иногда и в виде синих плеохроичных кристалликов. Он образует тонкие прослойки в буром железняке и железистых глинах и обыкновенно сопровождается желтым окисным фосфатом, от которого трудно отделяется. Анализ см. табл. 53.

Т А Б Л И Ц А 53
Анализ β -керченита из Яныш-Такильского района

Компоненты	№ 159	№ 160	Теоретические числа при формуле $5\text{FeO} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 23\text{H}_2\text{O}$
	Аналитик и год		
	С. Попов, 1905	Струве, 1856	
P_2O_5	28.25	29.17	28.04
Fe_2O_3	20.32	21.34	21.04
FeO	23.47	21.54	23.67
MnO	0.08	—	—
MgO	0.09	—	—
CaO	0.41	—	—
H_2O	27.38	27.50	27.25
Сумма	99.70	99.55	100.00

Соотношение атомов металла к фосфору остается то же, — 3 : 2.

α -керченит. Цвет темнозеленый, иногда почти черный; черта и порошок зеленые; плеохроичен, мало отличаясь в этом отношении от паравивианита; твердость 3.5, уд. в. 2.65, по определению Струве, — 2.72. Большею частью является в псевдоморфозах по кристаллам паравивианита, прекрасно сохраняя формы последних. Совершенная спайность паравивианита по (010) наблюдается и здесь, но на ряду с ней появляется другая, почти столь же ясная по перпендикулярной к ней плоскости (100), и третья, менее совершенная по плоскости, под углами, близкими к прямым с обеими предыдущими; при расколе получают кубические частицы. Косо направленными ударами минерал довольно легко раскалывается и по другим, диагональным, направлениям; вообще по отношению к спайности произошло как бы уменьшение векториальности его вещества по сравнению с паравивианитом. Приводим таблицу его анализов (табл. 54).

В то время как Сегет и Телухин, судя по их анализам (№ 157 и 158) и описанию внешних признаков, имели дело с паравивианитом, анализ Струве (№ 163) относится именно к этому веществу. Нижеприводимая таблица кажется мне достаточно убедительной; думаю только, что Струве, как и Сегет, не определял двувалентных металлов, которые, особенно Mn, и могли быть при известном ходе анализа примешаны к окиси железа, увеличивая ее процент.

Вещества эти, названные мною α -керченитом, очень распространены в Камыш-Бурунском обрыве в форме кристаллических сростков (псевдоморфоз по паравивианиту), сидящих в полостях раковин. Плот

ТАБЛИЦА 54

Компоненты	№ 161	№ 162	№ 163	Теоретические числа при формуле $FeO \cdot Fe_2O_3 \cdot$ $P_2O_5 \cdot 7H_2O$
	Аналитик и год			
	С. Попов и Е. Белевич, 1929	С. Попов, 1905	Струве, 1856	
P_2O_5	28.40	28.20	28.73	28.40
Fe_2O_3	31.64	32.93	38.20	32.00
FeO	12.73	9.49	9.75	14.40 ¹
MnO	} не опред.	1.92	—	—
MgO		1.55	} 13.43	—
CaO		0.47		—
H ₂ O	25.44	24.98	24.12	25.20
Сумма	—	99.54	100.80	100.00

ные разности зеленого цвета менее распространены, они попадают в Яныш-Такильском обрыве.

Оксикерченит. Наряду с солями, содержащими закись железа, в тех же месторождениях Керченского и Таманского полуостровов встречается и чисто окисный фосфат, совершенно свободный от закиси. Подобно керчениту, он является продуктом выветривания паравивианита (и самого керченита), — последней стадией процесса окисления. Цвет его бурый, черта и порошок светлорыжие; плеохроизмом не обладает; уд. в. 2.65, твердость 3.5, несколько тверже керченита. Характер спайности тот же, что и у керченита, но уменьшение векториальности пошло как будто еще далее — в некоторых крупных кристаллах она иногда и совсем незаметна.

Анализы дали следующие результаты (табл. 55).

Как видно из таблицы, числа анализов весьма близко подходят к вычисленным из формулы.

Босфорит. Порошковатый, светложелтый фосфат, который вместе с керченитами образует тонкие прослойки среди бурых железняков и железистых глин в Яныш-Такильском обрыве; из него состоит только поверхностный слой на прослойках керченита.

Ниже приведены анализы этого вещества (табл. 56).

¹ Так как теоретическое число вычислено на закись железа, то оно и должно быть несколько выше данной анализом суммы оснований (13.43), в состав которых входят окиси MgO и CaO, имеющие меньший молекулярный вес.

ТАБЛИЦА 55

Компоненты	№ 164	№ 165	№ 166	Теоретические числа при формуле MnO.4Fe ₂ O ₃ . .3P ₂ O ₅ .21H ₂ O
	Рудник керч. завода		Эльтигенский рудник	
	Аналитик и год			
	С. Попов, 1905	С. Попов и Е. Белевич, 1929	П. Мурзаев, 1929	
P ₂ O ₅	28.04	28.10	26.96	28.12
Fe ₂ O ₃	41.82	42.14	43.47	42.24
MnO	2.57	2.08	0.41	4.69
MgO	1.22	0.02	2.45	—
CaO	0.79	3.53	2.84	—
H ₂ O	24.98	24.69	23.56	24.95
Сумма	99.42	100.56	99.69	100.00

ТАБЛИЦА 56

Компоненты	№ 167	№ 168	Теоретические числа при формуле 3Fe ₂ O ₃ .2P ₂ O ₅ . .17H ₂ O
	Аналитик и год		
	С. Попов, 1905	С. Попов и Д. Стати, 1929	
P ₂ O ₅	25.36	26.44	26.57
Fe ₂ O ₃	43.67	43.56	44.79
MnO	0.11	0.19	—
MgO	0.31	0.37	—
CaO	0.80	1.95	—
CO ₂	сл.	—	—
H ₂ O	27.66	27.39	28.64
Нераств. остат.	1.84	0.66	—
Сумма	99.75	100.56	100.00

Из сравнения формул охарактеризованных фосфатов железа ясно, что вещества эти являются последовательными стадиями выветривания одного исходного материала. Однако, формулы второго и четвертого из них обладают большею сложностью, чем остальные. Чтобы сделать их сравнимыми между собой, необходимо утроить молекулу исходной еди-

ницы именно вивианита, приняв ее за $3\text{Fe}_3\text{P}_2\text{O}_8$; подобные соотношения мы имеем в группе апатита $3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot \text{CaF}_2$, где CaF_2 связан с тремя частицами $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$; роль CaF_2 в апатите играет вода в вивианите.

Исходя из положения, что каждый новый атом кислорода производит окисление FeO в Fe_2O_3 , мы получим следующий теоретический ряд (оставляя в стороне воду):

- 1) $9\text{RO} \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5 = \overset{\text{R}}{\text{R}}_9\text{P}_6\text{O}_{24} \dots \dots \dots$ вивианит
- 2) $7\text{RO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5 = \overset{\text{R}}{\text{R}}_7\text{Fe}_2\text{P}_6\text{O}_{25}$
- 3) $5\text{RO} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5 = \overset{\text{R}}{\text{R}}_5\text{Fe}_4\text{P}_6\text{O}_{26} \dots \dots \dots$ β -керченит
- 4) $3\text{RO} \cdot 3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5 = \overset{\text{R}}{\text{R}}_3\text{Fe}_6\text{P}_6\text{O}_{27} \dots \dots \dots$ α -керченит
- 5) $\text{RO} \cdot 4\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5 = \overset{\text{R}}{\text{R}}\text{Fe}_8\text{P}_6\text{O}_{28} \dots \dots \dots$ окси-керченит

При этом кристаллическая структура вещества, по крайней мере до четвертого члена ряда, не нарушается.

Второй член ряда $7\text{RO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5$ мною найден не был, но в 1935 г. Ф. И. Чухров любезно сообщил мне, что присутствие его обнаружено им в Камыш-Бурунском месторождении и названо γ -керченитом.

Таким образом, получается стройный и последовательный ряд продуктов окисления, из которых каждый, при соответствующих условиях окружающей среды, может быть устойчивым. Надо, однако, отметить, что полностью, включая окси-керченит, этот ряд существует только для производных паравивианита, т. е. для таких веществ, в которых имеется значительная изоморфная примесь Mn, Mg, Ca; их должно быть столько, чтобы хватило на замещение последнего из девяти R, остающегося в окси-керчените неокисленным. Если же их недостаточно, т. е. исходным веществом служит обыкновенный вивианит, то, начиная с α -керченита, процесс выветривания приобретает иное течение: окси-керченита не получается, происходит разрушение кристаллической сетки и получается вполне окисный коллоидный босфорит. Такого рода процесс наблюдается в Яныш-Такильском месторождении.

В вивианите вся вода имеет кристаллизационный характер, но при указанных процессах окисления он, повидимому, меняется; по крайней мере, в α - и окси-керчените часть воды (одна молекула для α -керченита и четыре молекулы для окси-керченита) выделяется лишь при 375° . Если принять эту воду за конституционную, то вещества эти придется признать за основные соли и соответствующие им формулы будут: $\overset{\text{R}}{\text{R}}\text{Fe}_2(\text{OH})_2\text{P}_2\text{O}_8 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ для α -керченита и $\overset{\text{R}}{\text{R}}\text{Fe}(\text{OH})_8 \cdot \text{P}_6\text{O}_{24} \cdot 17\text{H}_2\text{O}$ для окси-керченита.

Кроме описанных веществ, в Камыш-Бурунском обрыве мною было обнаружено рыхлое, не действующее на поляризованный свет, светло-зеленое вещество нижеследующего состава (см. табл. 57).

На основании одного анализа вещества, за чистоту которого нельзя поручиться (примесь CaCO_3), я не решился признать его за новый минеральный вид; впоследствии П. А. Двойченко придал ему название м и т р и д а т и т а.

ТАБЛИЦА 57

Анализ № 169. Аналитик С. Попов, 1905								
P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	CO ₂	H ₂ O	Сумма
30.09	37.81	0.29	2.10	12.43	сл.	5.28	11.83	99.83

Анапаит (таманит) Ca₂FeP₂O₈·4H₂O, трикл. с., a : b : c = 0.7069 : 1 : 0.8778, α = 97°12', β = 95°17', γ = 70°11'.

Минерал этот мною в 1903 г. был найден в Железном Роге на Таманском полуострове. На образцах, доставленных оттуда же и в том же году, он был описан д-ром Заксом (Sachs).

На Керченском полуострове он долго был неизвестен; но среди образцов минералов, собранных в 1913 г. Е. Д. Ревуцкой в рудниках Керченского района (Яныш-Такиля), я нашел небольшой штуф совершенно выветрелых (без следов FeO), но ясных кристаллов этого минерала. А затем в 1935 г. Ф. В. Чухров сообщил мне, что им обнаружен таманит и в Камыш-Бурунском месторождении в кристаллах, свежесохранившихся. Таким образом, анапаит (таманит) может быть включен в число крымских минералов.

Выделяется он в двух формах: в одном случае образует друзы мелких кристаллов в трещинах и пустотах сидерита или лимонита, часто на грани между этими двумя минералами. Однажды мною был найден обломок лигнита, покрытый кристаллами анапаита. В другом случае шаровидные сростки кристаллов его являются в виде конкреций в глинистом сидерите или плотной серой глине.

Кристаллы анапаита невелики. Наиболее крупные из известных мне не превышают в длину одного сантиметра при 2—3 мм толщины, в большинстве же они гораздо мельче. Цвет их зеленый разной интенсивности; среди мелких нередко совершенно прозрачные, почти бесцветные, лишь с легким зеленоватым оттенком; крупные, обыкновенно, окрашены довольно интенсивно; находящиеся в составе конкреций часто непрозрачны и серого цвета. Нередки, впрочем, и кристаллы, обладающие желтоватым оттенком. В порошке минерал кажется почти белым, лишь с легким зеленоватым оттенком. Черта также белая. Твердость 3.5, уд. в., по моему определению, 2.812; по Заксу (Sachs), 2.81; по Лочка (Loczka, 1903), 2.85. Система триклиническая, голоэдриа. Наблюдались следующие формы: a(100), b(010), c(001), r(101), s(101), q(012), o(111). Habitus их пластинчатый с сильным развитием формы (111). Спайность совершенная по (101) и (010). Типичный кристалл изображен на рис. 64.¹

¹ Анализы анапаита из Железного Рога приведены в прежней моей работе (Попов, 1910).

Апатит и фосфорит. Как порообразующий минерал, апатит в Крыму нередок. П. Двойченко (1914) указывает, что в породах Чамлы-Буруна кристаллы его настолько крупны, что легко различаются простым глазом; я могу констатировать то же для некоторых пород Аюдага.

Фосфорит встречается исключительно в отложениях верхнего мела. В западном Крыму месторождения фосфорита были разведаны в 1930 г. М. Персовой (1930). В район обследования входили долины рек Черной, Бельбека и Качи и их водоразделы. По данным М. Персовой, фосфоритовый горизонт в районе Инкермана занимает место на границе верхнего маастрихта и низов датского яруса; в Бахчисарайском — на границе маастрихта и верхнедатского мшанкового известняка. В первом фосфоритовое вещество встречается, главным образом, в скоплениях, выполняющих полости пелиципод и гастропод; в меньшем количестве фосфорит пропитывает глауконитовые песчаники, на глубину в 0.75—0.80 м; по Г. Вебер эти песчаники относятся к нижнему горизонту датского яруса. Фосфоритовый горизонт прослежен до д. Ст. Шули; далее он не был встречен почти до Бахчисарая, но в районе последнего вновь появляется. На высотах Тепе-Кермен и Хыс-Бурну фосфори-

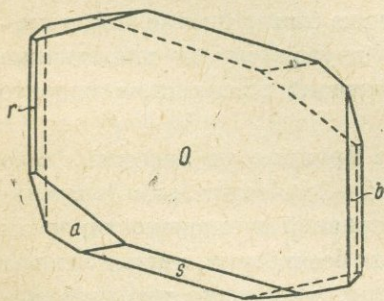


Рис. 64. Кристалл апатита из Железного Рога.



Рис. 65. Схематический разрез горы Аджилар.

1 — Задернованный склон. 2 — Известняк глауконитовый. 3 — Слой с фосфоритами. 4 — Нуммулитовый известняк с глауконитом. 5 и 6 — Нуммулитовый известняк.

товый горизонт образован прослойками кремнисто-мергелистых желваков в рыхлом глауконитовом песчанике. Прослойки имеют вид карманов, 0.10—0.15 м мощностью. Фосфорит встречается в них в виде зерен. Содержание P_2O_5 в нем не превышает 18%. В виду малой мощности и прерывистости горизонта, едва ли это месторождение имеет промышленное значение.

Далее к востоку, в районе Карасубазара, фосфоритовый горизонт повышается до границы нуммулитового известняка и датского яруса, обнажаясь в обрывах возвышенностей Ак-Кая и Аджилар (рис. 65).

ГЛАВА VIII

КЛАСС V. СОЛИ КИСЛОТ, ПРОИЗВОДНЫХ ОТ АНГИДРИДОВ
ТИПА RO_3

Группа 1. Сульфаты

а) Безводные сульфаты

Барит $BaSO_4$, ромб. с., $a : b : c = 0.8146 : 1 : 1.3129$.

Сернокислый барий довольно распространен в Крыму как в виде сплошных масс, так и довольно хорошо образованных кристаллов. Первое упоминание о барите в Крыму мы находим у Гюо (Huot, 1840—1842), констатировавшего присутствие его в окрестностях Карасубазара; это было подтверждено и дальнейшими исследователями.

Изверженные породы

В месторождениях, связанных с изверженными породами, барит был найден в двух местах: а) в вулканической брекчии ущелья Гяур-Бах

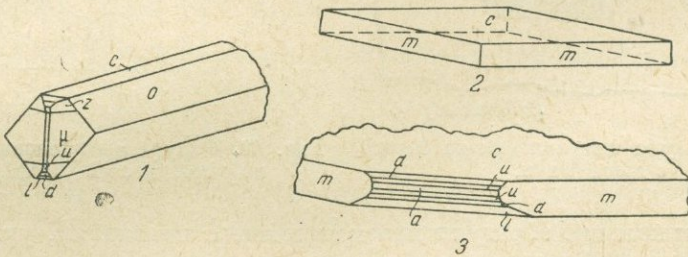


Рис. 66. Кристаллы крымских баритов.

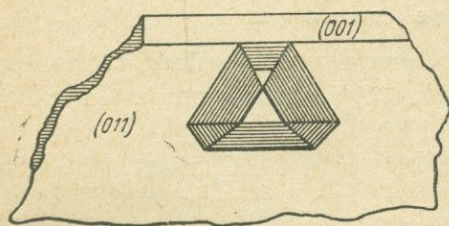
на Карадаге в виде зеленоватых лучистых сростков П. Двойченко (1914) и б) в кварцево-кальцитовых жилах Коккозского эруптива П. Мурзаевым (1930). По описанию последнего мелкие, 0,1—0,5 см диам., табличатые кристаллы барита сидят на кристаллах кварца и в свою очередь облекаются кальцитом. Комбинации их: 1) $m(110)$, $c(001)$, 2) $m(110)$, $u(101)$, $d(102)$, $l(104)$, $a(100)$, $c(001)$ (рис. 66, 2 и 3). На некоторых кристаллах наблюдались и неопределимые пирамидальные плоскости. Здесь и, вероятно, на Карадаге барит является гидротермальным выделением.

Осадочные породы

В триасовых сланцах у Тотай-Коя А. Е. Ферсман (1906) обнаружил кристаллы барита с формами a , c , d , m , в сопровождении доломита и накрита. По трещинам тех же сланцев у д. Русский Бодрак кристаллики барита совместно с кальцитом были встречены Е. Ревуцкой.

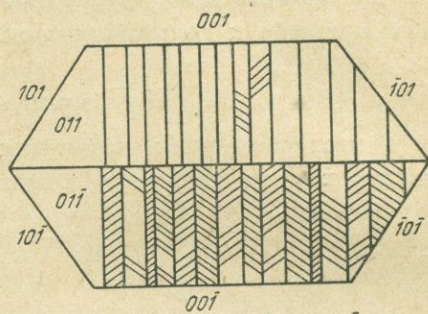
В песчаниках, близ д. Мамак, которые после работ А. Моисеева надо считать среднеюрскими, А. Е. Ферсман описывает голубоватые кристаллы барита до 2 см величиной, комбинации c , m , d , u , o .

В титонских мергелях на мысе Ильи мною были найдены довольно крупные, до 2,5 см, желтоватые кристаллы барита, описанные Я. Самойловым (1902); наилучше образованный кристалл представлял комбинацию c , b , o , u , d , $w(106)$, m , $z(111)$. Кристаллы столбчатые по оси X; господствующая форма (011). Иные грани покрыты треугольными отпечатками кристаллов кальцита, на месте которых помещаются кристаллы барита второй генерации вместе с целестином. На одном кристалле Я. Самойловым наблюдалась фигура, повидимому, вытравления, изображенная на рис. 67. Впоследствии Ф. Абрамовым (1926) в том же месторождении найдены кристаллы несколько иных комбинаций с гранями a , l , которых нет у Я. Самойлова, но без описанных последним граней (106) и (010) (рис. 66, I).



По Самойлову Я.

Рис. 67. Фигура вытравления на барите с мыса Ильи.



По Ферсману А.

Рис. 68. Фигура вытравления на барите из окрестностей Симферополя.

Барит и кальцит образуют перемежающиеся прослойки, уд. в. барита, по Ф. Абрамову, 4.45. Поиски в спектроскопе линии Ca и Sr дали отрицательные результаты.

II. Двойченко в верхнеюрских известняках между деревнями Аян и Янкой у подножия Чатырдага в кальцитовой жиле, вблизи гнезда псиломелана, были найдены прозрачные кристаллы барита (до 1 см величиной) с комбинацией $c(001)$, $o(011)$, $d(102)$.

Ряд месторождений барита в неокомских известняках окрестностей Симферополя описан А. Е. Ферсманом (1906), а именно:

1. В каменоломне между дд. Курцы и Саблы в трещинах известняков кристаллики барита располагаются на корке сплошного кальцита; они усажены конусовидными сростками марказита, на поверхности которых, в свою очередь, сидят кристаллики кальцита второй генерации. Кристаллики барита (до 8 мм диам.) имеют пластинчатый habitus и представляют комбинацию форм $c(001)$, $u(101)$, $d(102)$, $o(011)$ и $s''(027)$ (новая форма). Последняя, несмотря на слабое развитие в виде узкой площадки, встречается, однако, почти на всех кристаллах месторождения. Уд. в. 4.47. Присутствия Ca и Sr не обнаружено.

2. В неокомских известняках между дд. Битак и Чекурча встречаются кристаллы желтоватого барита на псевдоморфозах лимонита по сиде-

риту. Они представляют комбинации с, и, d, o, m. На гранях их наблюдаются фигуры вытравления (рис. 68) и треугольные фигуры отрыва. Уд. в. 4.47.

3. Следующими месторождениями являются отложения неокома у д. Курцы и у д. Петровское. В виду непосредственной близости к изверженным породам и наличия в последних бариевого цеолита (уэлльсит), А. Е. Ферсман приписывает этим месторождениям гидротермальное происхождение; он считает, что барий выносится горячими водами в виде бикарбоната и затем осаждается серной кислотой, происходящей от разложения обильных в этих неокомских отложениях пирита и марказита.

4. В аптских глинах у д. Султановки, близ Феодосии и д. Катырша-Сарай близ Карасубазара открыто богатое месторождение барита Г. Вебером и В. Мальшевой (Двойченко, 1914). Ими же были найдены конкреции барита в туронских мергелях окрестностей Чоргуна. Довольно много также конкреций барита в бартонских мергелях окрестностей Симферополя у д. Кият.

5. Очень распространен барит в рудных пластах Керченского полуострова. По моим наблюдениям (1910), выделения его здесь представляют:

а) Натечные массы радиально-лучистого строения (корки) и небольшие, очень правильные шарообразные образования, какие встречаются в Кыз-Аульском руднике. Они сидят большей частью в полостях раковин крупных кардид, иногда вместе с кристаллами гипса и вивианита. Примесью небольших количеств окиси железа они окрашены в буроватые цвета. К этому типу натечных выделений относится, повидимому, барит, анализ которого был произведен А. А. Кашинским (1909). Средние из двух анализов Кашинского, вычисленные мною, дают:

ТАБЛИЦА 58

№ анализа	BaO	SiO ₂	SO ₃	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ + + Mn ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	Сумма
170	63.34	0.19	34.31	0.16	0.74	0.08	0.22	99.04

б) Конкреции, составляющие наиболее обычную местную форму выделения барита, встречаются почти во всех мульдах. Они образуют довольно плотные массы, включающие оолиты богатого марганцем бурого железняка и нередко зерна кварца. Количество марганцово-железных оолитов в них от спорадически рассеянных в массе доходит иногда до такой сгущенности, что сам барит играет лишь роль связующего их цемента.

в) Псевдоморфозы барита по дереву. Они очень редки, особенно в Камыш-Бурунском руднике; в них прекрасно сохранилось строение дерева.

Некоторые конкреции и псевдоморфозы барита богаты кремневой кислотой, повидимому, в форме опала, которая количественно иногда превышает содержание самого сернокислого бария.

д) К р и с т а л л ы. Изредка в плотных конкрециях барита встречаются маленькие полости, сплошь выполненные кристаллическим прозрачным баритом, с ясно выраженной спайностью; кристаллы пластинчатые и плотно прилегают друг к другу. Судя по прямым углам с плоскостями спайности, господствующая по своему развитию грань их—плоскость пинакоида (001). Таким образом, мы имеем здесь таблицеобразные кристаллы барита, сплюснутые по (001). На рис. 69 дана проекция всех форм, встреченных на баритах крымских месторождений.

Целестин SrSO_4 , ромб. с., $a : b : c = 0.7808 : 1 : 1.2832$. В Крыму, как и почти повсюду, соединения стронция более редки, чем бариевые, и приурочены к более ограниченной серии геологических месторождений. Указаний на нахождение целестина, например, в жилах, связанных с изверженными породами, нет, хотя в цеолитах этих жил стронций имеется. В осадочных породах Крыма целестины появляются только в самых верхних юрской системы—в титоне. Титонские известняки и прилегающие горизонты неокома являются главными носителями выделенной сернокислого стронция. После большого перерыва эти соединения вновь появляются в мерделях верхнего

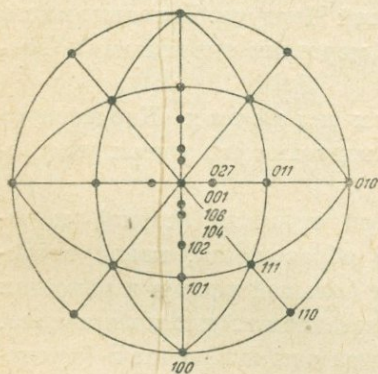


Рис. 69. Проекция всех форм крымских баритов.

м е л а и в покрывающем их плотном палеоценовом известняке на Лысой Горе близ Феодосии. Равным образом, очень ограничены месторождения стронциевых минералов и в пространственном отношении: они встречаются лишь на двух противоположных концах Крымских гор, — на востоке, в ближайших окрестностях Феодосии, и на западе — в высотах и обрывах между мысом Айя и Балаклавской бухтой.

В окрестностях Феодосии кристаллы целестина впервые были найдены О. Ф. Ретовским, в коллекции которого я их видел с этикетками, помеченными мысом Ильи и окрестностями Татарской слободки.

Месторождение мыса Ильи (рис. 70) описано мною (1906 г.) и позднее Ф. Абрамовым (1926). Табличатые кристаллы целестина (рис. 71, 2) встречаются в трещинах плотных, брекчиевидных известняков, образующих прослойки в рыхлом мергеле. Обыкновенно стенки трещины покрыты и кристаллами бурого шпата. Белые, полупрозрачные кристаллы целестина сидят на них, уже как более поздняя генерация. Простейшими формами их являются комбинации $c(001)$, $d(102)$, $l(104)$, $o(011)$; на некоторых кристаллах имеются еще небольшие площадки $m(110)$ и $z(111)$. Иногда бурый

шпат и целестин подстилаются еще крупными кристаллами или сплошной коркой кальцита. Сам целестин иногда выделяется в двух генерациях, тогда на крупных беловатых пластинках первой сидят прозрачные, лучше образованные, но мелкие кристаллики второй; из их измерений мною было вычислено отношение осей $a : b : c = 0.7814 : 1 : 1.2822$, которое принималось и другими авторами, работавшими по целестинам Крыма. В некоторых случаях наблюдались выветривание пластинок целестина и замещение его стронцианитом. Спектроскопически констатировано присутствие Ва и Sr.

В этом же месторождении наблюдаются небольшие жилы пластинчатого кальцита, по растворении которого в HCl остаются тонкие пластинки



Рис. 70. Мыс Ильи.

целестина, так что возможно, что и сам пластинчатый кальцит представляет здесь псевдоморфозу по целестину.

Судя по находкам О. Ретовского, выделения целестина распространяются и далее к востоку от мыса Ильи в высотах, подходящих к Феодосии с запада (неоком).

Другого типа кристаллы целестина и в отложениях другого характера мы встречаем на изолированной возвышенности, носящей название «Лысой Горы» и расположенной с северо-восточной стороны Феодосии, почти у черты города.

Гора в основе сложена верхнемеловыми довольно мягкими мергелями; вершина же ее венчается твердыми известняками, предположительно относимыми к палеоцену.

Доставленные мне оттуда ¹ штуфы целестина были двух родов: одни представляли обыкновенные друзы его на кальците, повидимому, жильного образования; другие, более оригинальные по структуре, взятые из мергелей, являлись обломками шаров, полых внутри. Стенки этих шаров образованы массою мелких, вплотную сросшихся, почти слившихся кристаллов целестина, причем как наружная, так и внутренняя поверхности стенки покрыты щетками свободных кристаллов, в первом случае более крупных, во втором — значительно более мелких.

Habitus кристаллов в штуфах обоих родов весьма сходен; кристаллы шаровых конкреций, в общем, мельче жильных, хуже образованы и к концам (по оси X) утончаются. Характер комбинаций совершенно идентичен.

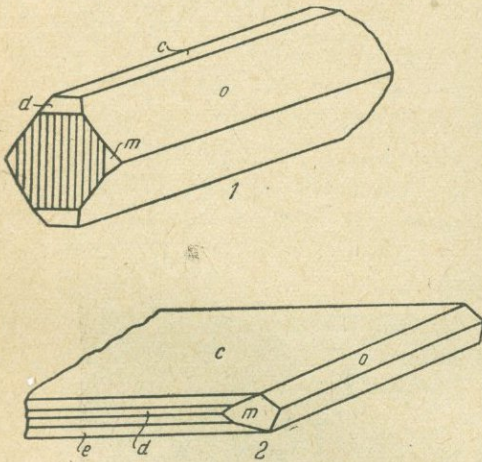


Рис. 71. Кристаллы целестина крымских месторождений.

(рис. 71, 1): $a(100)$, $c(001)$, $m(110)$, $o(011)$ и $d(102)$. На некоторых кристаллах можно различать под микроскопом узенькую грань, притупляющую угол между (102) и (001) , по всей вероятности (104) . Преобладает форма (011) , базопинакоид является узкой полоской, (110) и (102) — маленькими площадками. Комбинация вполне соответствует наиболее обычной для целестинов и баритов, как это было указано Я. Самойловым. Плоскости пинакоида (100) развиты очень значительно, но всегда сильно иштрихованы параллельно оси. Под лупой видно, что штриховка обусловливается распадением плоскости (100) на ряд мелких площадок, параллельных плоскостям (110) (рис. 71, 1). На плоскостях (011) видны фигуры вытравления в виде треугольников, обращенных острыми вершинами к ребру с базопинакоидом.

Произведенные качественные пробы показали присутствие кальция; барий же не был обнаружен ни путем спектрального анализа, ни реакцией Sorensen 'а. Уд. в. 3.96.

На тех и других кристаллах местами сидят мелкие шарики кальцита радиально-лучистого строения. В сплошной массе стенок конкреций местами замечается переход целестина в стронцианит. В основной породе месторождения, плотном известняке, встречаются друзы прозрачных кристаллов кварца и превосходные кристаллы кальцита в форме тупых ромбоэдров.

Число кристаллических форм целестина здесь не велико, всего установлено 5 форм

¹ В. С. Муралевичем в 1904 г.

Другие известные в Крыму месторождения целестина обнаружены на противоположном, западном, конце Крымских гор. В высотах, отделяющих Байдарскую долину от моря, найдены два сходных по характеру и расположенных недалеко одно от другого месторождения. Первое, обнаруженное В. И. Вернадским, находится в известняках берегового обрыва, по которому спускается дорога к курорту Баты-Лимены; белые пластинчатые кристаллы целестина сидят в пустотах известняка на корке, состоящей из бурого железняка или бурого шпата; вместе с целестином встречаются пирит или шарики марказита, а иногда лучистые сростки тонких кристаллов гипса. Измерения кристаллов целестина, произведенные Ф. Абрамовым, установили присутствие форм: $c(001)$, $d(102)$, $l(104)$, $o(011)$, $m(110)$ (рис. 71, 2). Уд. в., по Абрамову, 3.90. Примеси ни Ва, ни Са спектроскопическим путем не обнаружены. И по типу и по облику кристаллы совершенно сходны с целестинами мыса Ильи. Второе месторождение, описанное П. Мурзаевым, находится близ д. Кайту, километрах в трех от Баты-Лименского; тип его тот же — гнезда целестина, с тем же парагенезисом, в глыбах плотного известняка, являющихся делювием титонских известняков гор Кутур-Кая. Целестин выкристаллизовался в жеодах разной величины, от 0.5 до 6 см диам., в сопровождении тех же минералов, что и в Баты-Лименах. Обычная последовательность выделений в жеодах: 1) бурый железняк, 2) бурый шпат, 3) целестин, иногда также 4) кальцит, который образует тогда стенку жеоды, и 5) лучистые сростки марказита. В некоторых мелких жеодах П. Мурзаев обнаружил также халькопирит. Формы целестина: $c(001)$, $o(011)$, $d(102)$, $l(104)$, $z(111)$. Кристаллы табличатые, во всех отношениях идентичные с баты-лименскими. Рис. 72 представляет проекцию всех форм целестинов Крыма.

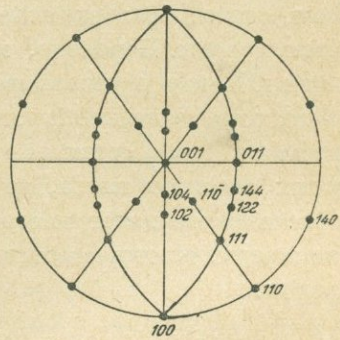


Рис. 72. Проекция кристаллических форм целестинов Крыма.

Б. Мокринский (1916) нашел целестин в Чукур-Кояше на Керченском п-ве. Вместе с кальцитом и серой он образует корки в трещинах гипсовых мергелей средиземноморского яруса. Кристаллы его, до 1 см в длину, представляют два типа: 1) $c(001)$, $m(110)$, $d(102)$, $o(011)$ и 2) $c(001)$, $m(110)$, $o(011)$, $d(102)$, (140) , (144) . Среди крымских месторождений целестина Чукур-Кояшское является связанным с наиболее молодыми по возрасту породами.

Обращаясь к генезису целестинов и баритов Крыма, можно сказать следующее:

Целестины Крыма, за исключением Чукур-Кояшских, определенно приурочены к двум свитам геологических отложений: 1) титон — нижний неоком и 2) верхний мел — палеоцен. То же самое распространение

Целестины Крыма, за исключением Чукур-Кояшских, определенно приурочены к двум свитам геологических отложений: 1) титон — нижний неоком и 2) верхний мел — палеоцен. То же самое распространение

целестин имеет и на Северном Кавказе и в Туркестане; в первом он связан преимущественно с нижним мелом и верхней юрой, в Туркестане — с верхнемеловыми и третичными отложениями. ¹ Я. Самойлов ставит это явление в связь с биогеохимическими условиями эпохи не только по отношению к целестину, но и бариту. Во всяком случае широкое распространение известняков, содержащих стронциевые минералы, заставляет искать источника стронция в самой породе, а не в привносе его со стороны. В известняках мыса Ильи стронций был обнаружен, и можно думать, что анализы и многих других известняков показали бы содержание этого элемента, если бы его искали. Но все же появление стронциевых минералов в значительных количествах должно указывать на увеличение первоначального содержания стронция в породе. Перейдя вместе с кальцием в раствор в виде бикарбоната, стронций при встрече с ионами серной кислоты, снова образовавшейся от выветривания пирита, осаждается в пустотах породы. Вероятно, само образование жеод месторождений Баты-Лимен и Кайту обуславливается растворяющим действием этой кислоты; характерное сочетание бурого железняка (иногда бурого шпата), целестина и весьма нередко остатков пирита или марказита, а иногда и наличие лучистых сростков гипса, не оставляют сомнений в характере процесса. То же явление имеет место на мысе Ильи, хотя там преобладают жилы, а не жеоды. Месторождения барита с определенными горизонтами менее связаны.

b) Водные сульфаты

М и р а б и л и т (глауберова соль) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, мон. с., $a : b : c = 1.1161 : 1 : 1.2382$, $\beta = 107^\circ 45'$.

Осаждение глауберовой соли в холодное время года происходит в многих соляных озерах Крыма. С наступлением тепла выделившиеся кристаллы ее вновь растворяются; в Сакском озере она частично добывается. Есть указания, что в некоторых почти высохших озерах юго-восточной части Керченского полуострова (Эльгинское озеро) имеются постоянные скопления этой соли. Иногда к глауберовой соли относят выцветы солей, появляющихся на глинистых сланцах, вблизи просачивающихся источников. Вероятно, на такую глауберову соль указывает Гюо (Huot, 1840—842). Паллаас (Pallas, 1799—1801) трактует эти выцветы, как *Sel d'Epsom*.

Г и п с $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, мон. с., $a : b : c = 0.6896 : 1 : 0.4133 = 98^\circ 58'$.

О месторождениях столь широко распространенного минерала, как гипс, приходится говорить в более общих чертах, остановившись лишь

¹ В. Зильберминц. Целестины из Кубанской области. Изв. Акад. Наук, 1914. — В. Орловский. О целестине и шелите В.С.Н.М. 1898. — П. Сушинский. О целестине с полуострова Мангышлака. Тр. СПб. общ. ест., XXVII, № 7—8, 1906. — Я. Самойлов. О целестинах Туркестана. Сб. им. Вернадского. М., 1914. — Я. Самойлов. Изв. Акад. Наук, 1910 — 857; 1911 — 475 и 1912, 939.

на определенных их типах, или на месторождениях, выдающихся по своей значительности. По генезису все они могут быть разбиты на три группы: а) месторождения, возникшие в связи с выветриванием сернистых соединений; б) отложения из водных растворов в жилах, жеодах и т. п. и с) отложения в озерах. Однако, не всегда можно провести между ними резкие границы, особенно между первой и второй группой. Отложения последнего типа происходили исключительно в третичную и современную эпохи. К первой группе или к первому типу относятся месторождения гипса в изверженных породах. Минерал образует корки или небольшие кристаллические сростки в непосредственной связи с серными колчеданами или другими сульфатами. Таковыми являются, например, корки прозрачного гипса на скалах б. Георгиевского монастыря или в проникнутых пиритом породах Эски-Ордынской каменоломни.

В сланцах таврической формации гипс сравнительно редок; мне случалось находить небольшие кристаллы его вместе с бурым шпатом близ Аутки (Ялтинский район) и более крупные близ Ангары (Симферопольский район), а также в сланцах Коккозского района.

Для средней юры П. Двойченко указывает сростки гипса в восточном Крыму в Судакской долине и у дд. Таракташ и Коктебель. В келловейских глинах Мигало-Яло, близ Балаклавы, гипс указывается Н. Головкинским; он наблюдается там и мною.

В верхнеюрских известняках крупные выделения гипса всегда явственно связаны с выветриванием пирита. Таковы многочисленные корки и кристаллы гипса в титонских мергелях мыса Ильи и волокнисто-лучистые сростки, наблюдаемые иногда вместе с целестином в Баты-Лименских жеодах. Мелкие, волосовидные, кристаллы наблюдаются в нерастворимых остатках известняков Балаклавского района (титон-киммеридж).

Имеются указания на листочки гипса в глинистых и песчано-глинистых отложениях неокома, ¹ апта и альба районов Симферополя и Карасубазара.

Очень много имеется указаний на наличие гипса в верхнемеловых отложениях; он широко распространен и в третичных, где скопления его достигают наиболее крупных размеров и приобретают промышленное значение.

В эоцене (бартонский ярус) крупные кристаллы гипса, двойники («ласточкин хвост»), часто попадаются в мергелях продольной долины по линии железной дороги от Симферополя до Бельбека (Двойченко, 1914).

В майкопских глинах (олигоцен—нижний миоцен) Керченского полуострова кристаллы гипса очень обыкновенны как в западной, так и в восточной частях полуострова.

¹ В. Соколов. *Bullet. Soc. Nat. Moscou* (1883), 335, 1884.

В более верхних пластах средиземноморского яруса, глинистых и мергелистых чокракских, караганских и конкских слоях, гипс также не редок, особенно много его в оливковых глинах конкского горизонта (А. Архангельский).

Много также гипса, иногда в виде очень крупных выделений, в глинах нижнего и верхнего сармата.

Мне представляется совершенно бесполезным и невозможным перечислять все месторождения гипса Керченского полуострова, так как почти повсюду, во всех отложениях глинистых пород миоцена, можно встретить крупные или мелкие его кристаллы, осколки, сростки разнообразной и оригинальной формы и т. д. В работах акад. Андрусова по Керченскому полуострову постоянно встречаются указания на гипс; и таких указаний можно привести в десятки раз больше. Крупные кристаллы гипса легко найти в самом городе Керчи на склонах горы Митридат; далее, на мысе Ак-Бурун, мысе Тархан, Казантипском полуострове, в береговых обрывах к югу от Тобечикского озера и во многих других местах внутри полуострова.

Миоценовым же отложениям подчинены и крупнейшие месторождения гипса в Крыму. Первое по величине находится в юго-восточной части полуострова в нескольких километрах к северо-востоку от северного конца Узунларского озера у д. Элькеджи-Эли. Оно было обнаружено еще акад. Андрусовым и в 1929 и 1930 гг. разведано партиями ВИСМ под руководством А. И. Спасо-Кукоцкого. Деревня Элькенджи-Эли находится в 30 км к юго-западу от Керчи, в 15 км к югу от ближайшего ж.-д. пути и в 15 км от берега моря и Чукур-Кояшского серного рудника, где имеется пристань.

Гипс выработывался здесь уже в конце прошлого столетия частными предпринимателями; разработки находятся в 0.5 км к юго-западу от деревни.

Район месторождения охватывает отрезок северной части параболической дуги Парпачского гребня. Последний сложен отложениями чокракского, караганского и конкского ярусов среднего миоцена. В верхах глинистых и песчано-глинистых караганских отложений в районе месторождения залегают зеленовато-коричневые глины; они покрываются горизонтом плотных глин, петрографически сходных как с нижележащими караганскими, так и вышележащими нижнесарматскими. Точный возраст этих глин пока не определен. Этот горизонт и является вмесителем отложений гипса.

Гипс сероватый, местами прозрачный, местами более или менее загрязненный примесью глины; залегает сплошным, несколько изогнутым пластом.

Согласно данным разведки А. Спасо-Кукоцкого, пласт гипса имеет от 2.95 до 5 м мощности (редко опускаясь ниже 3.5),

а разведанная площадь равна 36.056, откуда запасы его исчисляются:

по А	в 2 140 000 м ³
» В	» 390 000 »
» С	» 767 000 »
<hr/>	
Итого	3 297 000 м ³

Другим крупным месторождением может считаться пласт гипса у Чукур-Кояшского озера. Отложения гипса подчинены здесь спаниодонтеллевому (караганскому) горизонту. Здесь встречаются кристаллы обычных комбинаций: (010), (110), (111) и парижские двойники. Запасы гипса, по разведке Козлова в 1931—32 гг., определены:¹ по В — 66 790 и по С — 200 980 м³.

В миоценовых отложениях вне Керченского полуострова на находившиеся прозрачных хорошо образованных кристаллов гипса в мергелях у д. Кият, близ Симферополя, указывает П. Двойченко. Кристаллы длиной в 1—3 см представляют снова обычную комбинацию (010), (110), (111) и (111̄). Он же описывает огромные сростки (до 0.6 м велич.) и одиночные кристаллы (двойники «ласточкин хвост») в красных плиоценовых глинах (ярус «пестрых мергелей»), обнажающихся по берегу Черного моря между устьем р. Бельбека и Сакским озером и по берегам последнего. Кристаллы наблюдались двух типов: одни представляют комбинацию форм (110), (111), (111̄), почти без следов пинакоида (010), другие дают комбинацию (010), (111) и (110).

Гипс весьма распространен в рудных пластах Керченского полуострова, главным образом, в виде конкреций, местами рассеянных без определенного порядка, местами образующих правильные пропластки. Конкреции имеют очень неправильные формы; кристаллы в них не ясны, но при ударе они раскалываются по блестящим плоскостям спайности. Реже попадаются сростки некрупных плоских кристаллов с плохо образованными гранями (110), l(111), e(103), b(010).

Иногда гипсовые прослойки состоят из чрезвычайно тонких, около 0.25—0.5 см, и хрупких пластинок, причем нередко прослойка на протяжении нескольких десятков метров состоит из одного ряда таких пластинок; пластинки попадают иногда и внутри оолитов. Спайные осколки и тонкие волосовидные кристаллики гипса можно различить под микроскопом в землистом буром железняке и сидерите.

Всем такого рода гипсовым образованиям, можно думать, следует приписать характер первичных образований, одновременных с теми слоями бурого железняка, в которых они заключаются. В них, подобно тому,

¹ Подробнее месторождение описано при обзоре месторождений серы (стр. 267).

как и в конкрециях барита, сконцентрировалась вся сера сернистых и сернокислых соединений железа, сероводорода и, равным образом, органических веществ.

Совсем иной, вторичный, характер имеют выделения гипса в виде очень хорошо образованных водянопрозрачных кристаллов в полостях раковин, а также в пустотах и трещинах бурого железняка. Иногда случается находить раковины дрейссенсий, в которых сидят 2—3 прекрасных кристаллика гипса и ничего более. Но чаще с ним ассоциируются вивианит

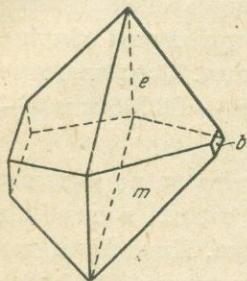


Рис. 73. Гипс из Камыш-Буруна.

и бурый железняк. Формы кристаллов не отличаются от обычных: $m(110)$, $l(111)$, $v(010)$, $e(\bar{1}03)$. Последняя грань всегда округла, что, как известно, составляет для этой формы гипса явление постоянное. Кристаллы иногда несколько вытянуты по оси z , реже по оси y ; в последнем случае сильно развиты плоскости призмы, а пинакоид (010) или слабо выражен или отсутствует. Отсутствует иногда и форма $(\bar{1}03)$. Гипс, выкристаллизовавшийся в трещинах, представляет иногда пластинки тесно прижатых друг к другу мелких столбчатых кристаллов, перпендикулярных к стенкам трещин. Определенных форм эти столбики не представляют.

Гипс конкреционный наиболее распространен в Керченской и Эльтигенской мульдах. Лучшие кристаллики вторичного гипса встречаются в Камыш-Буруне.

Переходя к четвертичным отложениям, можно указать на крупные (до 3 см) кристаллы гипса и их сростки (0.2 м) в солоноватых глинах Присивашского района (Ратынский, 1932).

Наконец, в значительных размерах образование гипса происходит и в современных соляных озерах. Наиболее полные данные в этом отношении имеются для Сакского озера. Дно всей восточной части озера покрыто сплошной гипсовой коркой, толщиной около 2—3 см, состоящей из сероватых несовершенных кристаллов гипса величиной 0.5—2 см. Гипс, как наименее растворимый компонент рапы соляных озер, вообще легко из нее выпадает, и нахождение его в донных отложениях довольно обычно; однако, нигде оно не достигает таких размеров, как в Сакском озере. Причина этого кроется в искусственном режиме, давно уже упрочившемся на этом озере существующими на нем соляными промыслами. Повторные напуски морской воды, при постоянном извлечении хлористых солей, вызывают увеличение концентрации сернокислых солей и садку гипса. Поэтому гипсовая корка и образуется именно в восточной подвергающейся эксплуатации части озера.

В настоящее время накопившиеся запасы гипса столь велики, что возникает вопрос об их эксплуатации. Серый цвет кристаллов гипсовой корки обуславливается примесью глинистого вещества, в более крупных из них

ясно различаются полосы серой глинистой мути. А. Е. Ферсман считает их годовыми кольцами, соответствующими периоду занесения в озеро глинистой мути тальми водами.

Эпсомит $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, ромб. с., $a : b : c = 0.991 : 1 : 0.5709$. Эпсомит был обнаружен мною и Е. Белевич в Эски-Ордынском массиве, как продукт выветривания породы, совершенно уже разрушенной, превращенной в беловатую пористую массу, сильно пропитанную мелким кристаллическим пиритом. В стадии разработки в 1928 г. заложенной в этой породе каменоломни, северный бок ее представлял гладкую отвесную стену, в летнее время густо покрывавшуюся белыми и желтоватыми налетами сернокислых солей. Уже по внешнему виду можно было различать среди них два вещества: одно совершенно белое, в виде очень тонких пленок; другое — желтоватое, образующее гроздевидные натечные массы. Собрать достаточное количество этих веществ, пригодное для анализа, очень трудно, особенно первого, так как при соскабливании тонких его пленок захватывается и сама порода; то обстоятельство, что минерал легко растворим в воде, облегчает задачу его анализа; с большими затруднениями приходится встречаться и при определении воды.

Количество нерастворимого остатка очень велико (26.11%). Нижеследующий анализ перечислялся на навеску с исключенным нерастворимым остатком.

ТАБЛИЦА 59

Лаборатория Крымского п.-п. ин-та, аналитики С. Попов и Е. Белевич

Компоненты	№ анализа 171			
	I	II	III	IV
SO ₃	35.22	32.23	32.29	33.17
MgO	15.44	—	—	—
CaO	1.51	—	—	—
Na ₂ O	1.53	—	—	—
H ₂ O	45.61	—	—	—
Сумма	99.31	—	—	—

При вычислении по числам первого анализа получается формула сернокислого магния с шестью частицами воды; однако, повторные определения серной кислоты дали числа 32.23—33.17%, более близкие к теоретическому содержанию ее в семиводной соли (32.5%). Так как вообще образование шестиводной соли минерала в природе наблюдалось лишь в редких случаях, при особых условиях равновесия водных растворов (см. ниже

сакиит), то можно не сомневаться, что здесь мы имеем дело с обыкновенным эпсомитом, находящимся лишь в стадии дегидратации.

Появление сернокислых солей стоит в прямой зависимости от погоды: после дождей они совершенно исчезают и вообще накапливаются в достаточном количестве лишь в сухое летнее время. Выделение их на стенке каменоломни, обращенной к югу, подвергающейся сильнейшей инсоляции, вполне объясняет процесс дегидратации.

Возможно, что эпсомит входит в состав в ц в е т о в солей, оставляемых источниками сульфатного типа, связанными со сланцами таврической формации.

В соляных озерах, как показали наблюдения Н. Курнакова и В. Николаева на Сакском озере, садка эпсомита начинается при концентрациях рапы в $29\text{--}30^\circ \text{Вé}$; эпсомит садится (вместе с хлористым натрием) и продолжает садиться до концентрации в 37.4°Вé , далее вместо него садится уже шестиводная соль, которая и получила название сакиита.

Сакиит $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, мон. с. Минерал осаждается в особых садочных бассейнах на промыслах Сакского озера. Образование этой соли, а не семиводной, происходит благодаря сильно обезвоживающему действию рапы, накапливающей к этому моменту значительные количества хлористого магния (от 20 до 26% MgCl_2). Сакиит садится, то в виде длинных копьевидных иголок, достигающих размеров до 10 см в более слабых рапах, то в виде укороченных, тонких или толстых, в рапах более крепких ($35\text{--}36^\circ \text{Вé}$). Эти иглы крайне хрупки. Кристаллографические константы сакиита, определенные В. Бокием¹ на искусственных кристаллах, следующие: $a : b : c = 1.3982 : 1 : 1.7083$, $\beta = 98^\circ 21'$. Строго говоря, выделение сакиита является не вполне природным процессом, ибо происходит лишь в искусственных бассейнах, и пока указаний на образование его в Крымских озерах при более естественных условиях кристаллизации нет.

Пиккерингит $\text{MgAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$. Поверхность изверженных пород в обрывах б. Георгиевского монастыря во многих местах покрыта корками белых или желтых солей, — сульфатов алюминия и железа; они не остались незамеченными еще Палласом (*terre vitriolique*). Соли эти отчасти смешаны друг с другом, отчасти содержат много примеси породы, иногда серного колчедана, почему отбор чистого материала их очень затруднителен. Наиболее чистыми веществами являются корочки или почковидные образования белого цвета с легким голубовато-зеленым отливом. Под микроскопом они кажутся состоящими из тонких пленок зеленоватого цвета, к поверхности переходящих в сростки тончайших, лучистых, совершенно прозрачных и бесцветных кристалликов. В порошке вещество имеет чисто белый цвет, обладает слабым двупреломлением. В соляной и азотной кислотах легко

¹ В. Бокий. Зап. Минер. о-ва, 2 сер., т. LXII, в. 1, 1933. — В. Доливо-Добровольский, *ibid.*, т. LXIII, в. I, 1929.

растворяется. Водой при кипячении разлагается с выделением белых хлопьев. Помещенное в эксикатор над водой, жадно ее поглощает и в конце концов расплывается. Анализ его дал следующие результаты:

ТАБЛИЦА 60

№ анализа	Аналитик, год	SO ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	NiO	CuO	N ₂ O	H ₂ O	Нераствор. остаток	Сумма
172	Лаб. Нов.-Александр. с.-х. ин-та, С. Попов, 1913 . . .	36.25	11.42	сл.	4.08	0.42	0.38	0.63	0.40	45.78	0.74	100.10
172	Теоретические числа для формулы Mg Al ₂ (SO ₄) ₄ · 22H ₂ O	37.29	11.90	—	4.70	—	—	—	—	46.41	—	100 —

Из данных анализа ясно, что минерал является пиккерингитом, в котором часть магния замещена соответствующим количеством меди, никеля, марганца и натрия. Такое замещение было констатировано и в других анализах пиккерингита.¹

Значительный интерес представляет присутствие в составе этого минерала небольших, но заметных количеств меди и никеля. Эти элементы качественными пробами обнаружены мною и в других сульфатах, но происхождение их пока не ясно. Серная кислота явно образуется за счет разложения серного колчедана, но происходят ли тяжелые металлы Cu и Ni из пиритов, не выяснено. Пробы на эти элементы в некоторых пиритах не дали положительных результатов.

Натроярозит. По личному сообщению Ф. В. Чухрова, натроярозит найден в рудных слоях Камыш-Буруна.

Нахождение других сернокислых минералов в Крыму менее достоверно, так как указания на них или недостаточно обоснованы, или мало убедительны.

Так, например, Н. Головкинский указывает на наличие в верхнеюрских конгломератах близ Балаклавы (г. Спидия) водной сернокислой окиси железа, называя ее *копиапитомимизи*. В. Соколов, описывая сульфаты б. Георгиевского монастыря, определяет их как *галотрихит*. У П. Двойченко есть указание на *садку астраханита* в некоторых соляных озерах Крыма. А. Архангельский неоднократно упоминает

¹ См. сводку анализов пиккерингита у Dana: Syst. of mineralogy 1892.

нает о налетах я р о з и т а в глинах майкопской свиты. Все это весьма вероятно, но нуждается в более точных фактических данных. Минеральные вещества эти встречаются большей частью в виде порошковатых налетов, часто в разной степени дегидратации и окисления, загрязненные примесями; определения их поэтому сопряжены со значительными трудностями и требуют полных анализов. Можно назвать и еще ряд месторождений сульфатов окиси железа и алюминия в виде простых или двойных солей. Так, например, в титонских мергелях мыса Ильи и в глинах разного возраста Керченского полуострова желтые сульфаты железа в значительных количествах сопровождают пирит и марказит. Вообще, в различных местах Крыма, повидимому, встречаются не одни и те же сульфаты, и вполне возможно, что и сульфаты б. Георгиевского монастыря представлены не одним пиккерингитом. Для этой группы минералов в Крыму имеется богатый материал, совершенно еще не изученный и ждущий научной обработки.

ГЛАВА IX

КЛАССЫ VI, VII и VIII. СЕРНИСТЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, СУЛЬФОСОЛИ И САМОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

КЛАСС VI. СЕРНИСТЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

а) Сернистые соединения кислотного характера

Сероводород H_2S . Осадки морских бассейнов, отличавшихся недостаточным содержанием кислорода и значительным развитием сероводородного брожения, надолго сохраняют приобретенные ими в эпоху их формирования отличительные черты. Таковыми являются: черные или, по крайней мере, темные цвета их (от примеси органических веществ), иногда запах сероводорода и обилие сернистых соединений, закисных солей и, наконец, некоторое развитие сернокислых соединений в лице гипса и сульфатов железа в результате уже вторичных процессов. Такие черты одинаково характеризуют и майкопские глины Керченского полуострова, и некоторые (табачные) глины киммерийского яруса, и большую часть таврических сланцев, несмотря на огромную разницу в их возрасте. Конечно, минералогический состав их претерпевает известные изменения: в табачных глинах нет пирита, но они имеют явственный запах сероводорода и выделяют его при действии HCl ; в майкопских глинах замечается накопление мельчайших зерен пирита; вместе с тем воды, для которых эти глины служат водоупорным горизонтом, отличаются иногда исключительно высоким содержанием сероводорода. В таврических сланцах двусернистое железо сосредоточилось уже в форме стяжений марказита и пирита. Как майкопские глины, так и таврические сланцы богаты органическими веществами, а все три группы — солями закиси железа. Выделение свободного сероводорода в таврических сланцах известно лишь в одном пункте — в источнике

Аджи-су, близ Коккоз; однако, в восточной части Крыма есть несколько сероводородных источников на горе Перчем и у Кизильташского монастыря, связанных со среднеюрскими или келловейскими сланцами, по генезису имеющими много общего с таврическими. Небольшое содержание сероводорода имеют и некоторые воды нижнего мела (апт и альб). Огромное содержание сероводорода показывают воды, выходящие по границе майкопских глини чокракских известняков. Немало сероводородных источников известно и в сарматских известняках. В громадных количествах образование сероводорода в результате бактериального процесса происходит в современных соляных озерах; непрерывные выделения этого газа и вызываемые ими реакции (образование гидротроилита) являются одним из главных факторов образования мощных отложений черного лечебного ила в озерах Сакском, Чокракском, Донузлаве.

Среди газов, выделяемых сопками, указываются лишь следы сероводорода. По отношению к другим породам, например, известняковым, прямых указаний на содержание в них сероводорода нет. Акад. В. И. Вернадский давно обратил внимание на частое содержание сероводорода в известняках и доломитах;¹ весьма вероятно, что и некоторые известняки Крыма, например, Чокракские или черные лейясовые, также обнаружили бы его содержание, но опытных данных в этом направлении пока нет.

в) Сернистые соединения основного характера

Галенит (свинцовый блеск) PbS , прав. с. Свинцовый блеск достоверно известен в Крыму в двух пунктах: первым из них является кварцево-кальцитовая жила Эски-Ордынского месторождения.

Относительно небольшая, она является, однако, настоящей рудной жилой и пока единственной в Крыму. Рудные элементы ее галенит, сфалерит и пирит сосредоточиваются в боковых частях в виде тонкой мути или мелких кристалликов, вкрапленных в массу кальцита. Наибольших размеров (до 1—2 мм) достигают кристаллики именно галенита. Впервые сернистые соединения в этой жиле обнаружены в 1913 г. Е. Д. Ревуцкой (1914).

Второе месторождение находится в Аюдагском массиве. Здесь галенит был найден П. Мурзаевым и мной на береговом пляже в одном огромном валуне диорита. Впоследствии П. Мурзаев (1925) нашел его также в контактовой зоне сильно проникнутых пиритом глинистых сланцев, в том месте, где береговой пляж сменяется крутыми обрывами. Галенит встречается здесь в маленькой жилке самостоятельными кристалликами величиной в 1—2 мм.

¹ В. Вернадский. О сероводороде в известняках и доломитах. Изв. Ак. Наук 1917, Птб., 1917.

С ф а л е р и т (цинковая обманка) ZnS , прав. с., как выше указано, вместе с галенитом и пиритом входит в состав мелкой рудной пыли в кальцитовых жилках Эски-Ордынского месторождения. Кристаллики его, различимые простым глазом, редки.

Как и для галенита, вторым месторождением является Аюдаг, где цинковая обманка была обнаружена мною в 1907 г. Распространена она здесь значительно больше, чем пирит, в виде пленок в трещинках господствующей здесь породы диорита, обычно настолько тонких, что заметить их можно лишь тогда, когда диорит при ударе по ним раскалывается; редко они достигают 0.5 см мощности. Цинковая обманка всегда сопровождается прозрачным кальцитом, иногда также пиритом. Ничтожные размеры этих трещинок или жилок указывают, что сами они не могут играть роли жил, вынесших минеральные вещества с больших глубин. Для объяснения нахождения здесь цинка более правильным кажется допустить, что эти жилки находятся в связи с какой-либо более мощной, не открытой жилой, быть может, даже не достигающей поверхности. Во всяком случае естественно предположить, что здесь мы имеем гидротермальный процесс. Кристаллы сфалерита на Аюдаге неизвестны; в Эски-Ордынском месторождении А. Е. Ферсманом (1907) указаны формы: $o(111)$, $o'(1\bar{1}1)$, $a(100)$, $d(110)$ и двойники по (111) .

П и р р о т и н Fe_7S_8 , гекс. с. Минерал этот был найден мною также на Аюдаге в виде вещества, как бы пропитывающего отдельные участки диорита. Особенно обильно было его содержание в куске породы, бедном цветными компонентами и богатым кварцем, выделившимся местами в маленьких пустотах в виде друз; кристаллы пирротина были очень мелкие и очень плотно сидели в породе. Выделить их цельными не удавалось, все же возможно установить обычную, простейшую комбинацию гексагональной призмы и базопинакоида. Магнитность слабая, но достаточно ясная. Качественная проба на никель посредством весьма чувствительной реакции Чугаева дала отрицательные результаты.

А. Е. Ферсманом указывается нахождение мелких зерен пирротина в изверженных породах у д. Курцы.

В недавнее время (1936) пирротин обнаружен В. Чухровым в виде мелких зерен и их агрегатов в «табачной руде» Керченского железорудного района, в Камыш-Бурунской мульде.

Г р и н о к и т CdS обнаружен А. Е. Ферсманом в 1913 г. в виде тонких налетов в жилах эски-ордынского эруптива.

Сомнительным приходится пока считать нахождение в Крыму к и н о в а р и. В естественно-исторический музей в Симферополе были доставлены образцы зернистой киновари и окатанных ее галек, а также кварцевого песчаника с ее вкраплениями из Байдарской долины в районе деревень Скеля, Узен-Баш и Уркуста. Однако самые тщательные поиски по руслу р. Черной близ д. Уркуста, предпринимавшиеся мною и П. Мурзаевым, не обнаружили никаких признаков этого минерала. Помимо того, об-

разцы эти имеют большое сходство с образцами из Никитовки, на что раньше указывал мне и М. Н. Тригопи, ассистент Сталинского горного института, хорошо знакомый с Никитовским месторождением. Вопрос этот подробно разобран П. М. Мурзаевым (1931) в особой статье.

е) Полисернистые соединения

П и р и т FeS_2 , прав. с. Легко привлекающий к себе внимание своим металлическим блеском пирит довольно обстоятельно, иногда с указанием кристаллических его форм, описывался уже старейшими исследователями Крыма (Габлиц, Паллас, Нюот).

И з в е р ж е н н ы е п о р о д ы почти все содержат пирит; нет лишь определенных указаний на присутствие его на Карадаге ни у Лагорио, ни у предшественников его по изучению этой вулканической группы. Равным образом, и я лично не находил никогда здесь серного колчедана; не упоминают о нем ни П. Двойченко, ни акад. Левинсон-Лессинг. Однако, по личному сообщению А. Ф. Слудского, пирит весьма постоянен в контактовой зоне изверженных и осадочных пород хребта Карагач.

Далее к западу пирит начинает уже появляться в эруптивах у д. Куру-Узень к востоку от Алушты. Он образует здесь вместе с халькопиритом тонкие корочки на кальците в трещинах порфирита, являясь, таким образом, гидротермальным жильным образованием.

На южных склонах Кастели и Аюдага давно известны выделения крупных кубических его кристаллов в 1—2 см и более диаметром. Их легче всего находить в огромных валунах на береговом пляже, а также в осыпях на артекском склоне Аюдага. Кристаллы обычно находятся в различной стадии выветривания и превращения в бурый железняк. Других форм в них, кроме куба, я не встречал; попадаются двойники прорастания с двойниковой осью параллельной L^3 . Хотя мы имеем здесь несомненно пирит первичный магматического происхождения, все же выделения более крупных его кристаллов приурочиваются, повидимому, к наружным частям массива, и общее обогащение здесь породы сернистыми соединениями произошло не без влияния контактового процесса. Кристаллы с береговых пляжей, превращаясь при выветривании в псевдоморфозы бурого железняка, сохраняют свою форму. В аюдагских оползнях картина выветривания иная: кристаллы пирита обращаются в рыхлую массу, состоящую из неизменных его остатков, смешанных с мелкими зернышками кварца и силикатов окружающей породы и иногда осколками гипса; при этом и сама порода оказывается сильно разрушенной. Очевидно, здесь имело место окисление пирита в серноокислые соли, унесенные водой, и серную кислоту, которая и оказала разрушающее влияние на заключавшую пирит породу. На восточном склоне Аюдага крупных выделений пирита нет, но иногда можно встретить мелкие кристаллики его, вкрапленные в породу. Очень интересны выделения пирита на артекском склоне Аюдага близ моря, в зоне контакта глинистых сланцев с изверженными породами, где тонкие жилки золо-

тистого кристаллического пирита образуют красивые узоры на черном фоне сланцев.

Удельный вес пирита (из диорита) 4.62. Грани кристаллов не имеют штриховки.

Другую, гораздо более редкую, форму представляют выделения пирита в тонких кристаллических пленках, совместно со сфалеритом и кальцитом.

В небольших эруптивах, окружающих Аюдаг, П. Мурзаев (1925) отмечает наличие мелких кристалликов пирита, вкрапленных в массу породы, но относительно редких. Еще далее к западу, в районе Ялты, мною наблюдались мелкие пириты в порфирите, близ водопада Учан-Су.

В большом обилии содержится пирит в породах района б. Георгиевского монастыря, на что указывал уже Паллас. Пирит здесь мелкий, кубический; выделяется частью в мелких жеодах и жилках вместе с кварцем, частью сплошь пропитывает отдельные участки породы, обыкновенно при этом сильно разрушенной и часто превращенной в рыхлые зеленые массы; из них пирит можно отмывать, иногда здесь наблюдались накопления пирита, образовавшегося путем естественного отмыва. Мелкие кристаллики пирита составляют значительную примесь в корках сульфатов. Эти выделения скорее всего можно признать импреньяциями периферических частей массива пневматолитическими и гидротермальными процессами.

Любопытно, что в этом месторождении совершенно не наблюдается обычного процесса превращения пирита в бурый железняк; импреньированные им участки породы покрыты корками и гроздьями сернокислых солей алюминия и железа, но остатки пирита в них полностью сохраняют свою свежесть и блеск.

В изверженных породах северных склонов Крымских гор широко распространен пирит в районе окрестностей Симферополя, где он указывался еще Гюо. В Эски-Ордынской каменоломне он, с одной стороны, входит в состав сульфидных жильных минералов, с другой — импреньирует породу подобно тому, как и в районе б. Георгиевского монастыря; также и здесь разложение его идет по пути образования сернокислых солей (эпсомита и др.), а не бурого железняка.

Имеются выделения пирита и в других эруптивах района, равно как и в коккозских эруптивах, но известно о них мало.

В осадочных породах пирит может быть констатирован в отложениях всех их возрастов.

В пермо-карбонových известняках окрестностей Симферополя пирит наблюдался мною по трещинам в виде тонких корочек.

В таврических и среднеюрских сланцах выделения его очень многочисленны и указываются многими наблюдателями, хотя далеко не всегда они отличают пирит от марказита, что при полевом исследовании иногда и действительно трудно. Двусернистое железо в этих сланцах по преимуществу образует округлые конкреции, но встречается

и в жилках; последние наблюдались мною в подчиненных этим сланцам сидеритах в окрестностях Ялты. Наличие пирита в этих сланцевых породах разными авторами указывается на всем их протяжении как по южному, так и по северному склону гор; но, вероятно, многие из этих указаний следует отнести к марказиту. По П. Двойченко, в контактовой зоне триасовых сланцев с изверженными породами Джиен-Софу Симферопольского района пирит выполняет центральные части конкреций сидерита.

В юрских мраморовидных известняках пирит довольно редок. При исследовании нерастворимых остатков известняков Балаклавского района мне всего лишь два попались мелкие кристаллики пирита, и то раз они были связаны со включениями мелких галек кварца. В окрестностях Ялты, в осыпях близ водопада Учан-Су, мной наблюдались включения в известняке псевдоморфоз бурого железняка по мелким додекаэдрическим кристаллам пирита. Тонкие жилки из кубических его кристалликов с изогнутыми плоскостями встречались в титонских мергелях мыса Ильи. П. Двойченко указывает пирит в юрских известняках у Аяна и д. Демерджи.

В меловых отложениях пирита не меньше. В неокомских песчаниках, развитых в районе изверженных пород окрестностей Симферополя, А. Е. Ферсманом и П. Двойченко констатируются жильные выделения пирита. В кристаллах его здесь А. Е. Ферсманом определены следующие комбинации: 1) (100), (111) и ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$); и 2) (100) и (210); 3) (100), (210), (111) и ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$); 4) (210). Додекаэдры пирита из этих местностей указывал еще Гюо (Huot.) В известняках неокома наблюдаются вкрапления пирита и в конкрециях сидерита. Едва ли можно сомневаться в присутствии его во многих аптских и альбских глинах, хотя прямых указаний на это не имеется. Повидимому, к нижнемеловым глинам относятся сростки крупных кристаллов его, до 5 см диам., на которых А. Е. Ферсманом определены формы (100), (210), (111) и ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$). В верхнемеловых мергелях для пирита обычна форма сростков плохо образованных кристаллов.

В эоценовых мергелистых глинах пирит указан П. Двойченко.

Для черных глин майкопской свиты, по данным А. Архангельского, присутствие чрезвычайно мелко раздробленного пирита является типичным. В этом пирите следует признать продукт превращения малоустойчивого гидротроилита в условиях малого доступа кислорода.

В миоценовых глинах мыса Тархан встречаются конкреции пирита, указанные еще Н. И. Андрусовым. С поверхности они часто покрыты коркой мелких кристаллов.

В киммерийском ярусе пирит найден В. Чухровым (1936) в штуфе сидеритизированного известняка из основания железорудной толщи в Камыш-Бурунской мульде.

Наконец, мелко раздробленный пирит находится и в сопочных грязях.

Марказит FeS_2 , ромб. с., $a : b : c = 0.7623 : 1 : 1.2167$. В этой форме двусернистое железо обладает также значительным распространением; плотные его разновидности обычно не отличаются от пирита и часто описываются как последний.

Являясь выделением из холодных растворов, марказит редко встречается в связи с изверженными породами; все же такие выделения в Крыму имеются.

А. Е. Ферсманом (1906) описаны выделения в трещинах изверженных пород и пластов неокома в Симферопольском районе марказита с кальцитом и баритом в последовательности генераций: кальцит I, барит, марказит, кальцит II. Таким образом, марказит и вторичный кальцит являются последними продуктами гидротермального процесса. Марказит образует конусовидные зростки, плотно облегающие кристаллы барита.

В. Гринев находил шарики марказита лучистого строения на корках десмина в трещинах изверженных пород горы Хыр.

Мною описаны оригинальные марказитовые образования в поверхностных выветрелых частях порфирита у водопада Учан-Су в Ялтинском районе, имеющие вид цилиндрических трубок или сплошных, не полых прутьев, иногда у основания расширяющихся и сплюснутых. Они заключаются не только в поверхностной рыхлой массе породы, но частью и в жилах белого непрозрачного кальцита. Так как эти жилки проходят в совершенно выветрившихся частях породы, то возможно, что они заполнены минеральными веществами, выделившимися уже из холодных растворов. Удельный вес этого марказита 4.83.

В таврических сланцах марказит встречается в форме шаровых конкреций, окруженных несколькими концентрическими глинистыми оболочками. Иногда марказит нацело превращен в бурый железняк. Встречаются шарики его и внутри сидеритовых конкреций. Такого рода образования я наблюдал в окрестностях Ялты и на всем побережье до Алушты; иные авторы относят их к пириту. В этих конкрециях двусернистого железа и сидерита сконцентрировалось все железо илистых осадков, из которых образовались эти сланцы.

Пластинчатые выделения марказита внутри конкреций сидерита наблюдались мною также в келловейских глинах окрестностей Балаклавы в обрыве Мигалс-Яло.

В верхнеюрских известняках окрестностей Ялты, в каменистом холме, на склоне большого холма вправо от тропы, идущей из города в д. Узенбан, мною наблюдались оригинальные марказитовые образования. Марказит заключается в сплошном кальците, выполняющем трещины и пустоты известняка в виде округлых конкреций, тонких пластинок и, наконец, мелких, довольно хорошо образованных кристаллов, представляющих, повидимому, всегда одну и ту же, не редкую для марказита,

комбинацию: $m(110)$, $e(101)$ и $l(011)$. По habitus, однако, кристаллы довольно сильно отличаются друг от друга благодаря неодинаковому развитию той или иной их грани, как это видно на рис. 74; кристаллы неполные, всегда образована лишь часть их, именно, концы осей Z или Y . Округлые конкреции встречаются в известняках и в других местах того же района.

В титонских брекчиевидных известняках мыса Ильи мне попадались шарики марказита до 0.5 см диам. Извлеченные из породы растворением ее HCl , они имели пористое, губчатое строение.

А. Е. Ферсман описывает гребенчатые сростки марказита в меловых мергелях около д. Курцы. П. Двойченко — такие же сростки и лучистые конкреции в верхнемеловых отложениях

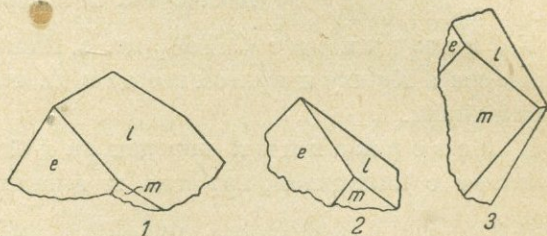


Рис. 74. Кристаллы марказита из окрестностей Ялты.

окрестностей Карасу-базара и Мангуша. Гюо (Huot) указал на находки обломков марказита в отложениях еникальских грязевых сопок.

д) Гидраты сернистых соединений

Гидротроилит. Этот гидрат сернистого железа, с точно не выясненной формулой, в виде черного геля образует обычную форму выделения железа повсюду, где происходит образование сероводорода. Наиболее богаты им озерные и лиманные грязевые отложения, которые ему обязаны своим черным цветом; отложения эти можно наблюдать во многих крымских озерах (Сакское, Чокракское, Донузлав); минерал этот является неизменной и ценной составной частью лечебной грязи. ¹ Почти во всех выходах сероводородных источников также можно наблюдать образование гидротроилита, так что характерная по внешности, богатая гидротроилитом, черная грязь может служить надежным признаком наличия выделения сероводорода. По Сидоренко выделения гидротроилита имеют форму шариков, квадратиков, прямоугольников, ленточек и пр., но большей частью являются в виде хлопьев. По Вериге «объемистая, вполне однородная пластичная черная масса коллоидного гидрата сернистого железа... проникает все тончайшие поры песчано-глинистого остова, охватывает все его мельчайшие частицы».

Массовое выделение железа из силикатного ила действием сероводорода в форме гидротроилита — это один из путей образования железных руд. Сам по себе коллоидный гидросернистый гель не устойчив, но при изменении условий в сторону доступа кислорода он быстро окисляется в гидрат окиси железа, особенно интенсивно при участии микроорга-

¹ Формы выделения гидротроилита в лиманах описаны в работах Сидоренко, Вериге, Надсона и Егунова, цитированных мною в главе о железных рудах.

низмов; при отсутствии же окислительного процесса, повидимому, медленно переходит в пирит и марказит. Отсюда богатство этими веществами пород, образовавшихся некогда в условиях зон бедных кислородом с развитым процессом сероводородного брожения. Возможно, впрочем, что он может сохраняться и долее, чем это обыкновенно принимается, и темные, пахнущие сероводородом глинистые породы содержат еще его остатки.

КЛАСС VII. СУЛЬФОСОЛИ]

Халькопирит CuFeS_2 , кв. с. Единственной сульфосолю, встречающейся в Крыму и притом всегда в ничтожных количествах, является халькопирит.

В изверженных породах он найден на Аюдаге П. Мурзаевым в жилках с кальцитом, пиритом и цинковой обманкой в контактовых зонах.

По В. Гриневу, халькопирит образует примазки в трещинах изверженных пород у д. Куру-Узень, к востоку от Алушты, и встречается в виде включений вместе с пиритом в породах Эски-Орды.

Им же и мною он был обнаружен вместе с малахитом в аянских юрских известняках; иногда кристаллики халькопирита сидят внутри почки малахита. Таким образом, в Крыму всего четыре месторождения халькопирита.

КЛАСС VIII. САМОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Класс самородных элементов в Крыму представлен единственным, достоверно констатированным элементом¹ — серой в двух полиморфных разновидностях: α -сера и β -сера.

α -сера ромбич. с., $a : b : c = 0.8131 : 1 : 1.9034$. О том, что сера в Крыму имеется, известно было давно. Уже в 1849 г. Антипов производил изыскания на серу на берегах Чокракского озера. У Гюо (Huot) есть указания на серу у Еникале. Немало указаний на отдельные находки ее встречается в работах Н. Головкинского и Н. Андрусова; последнему принадлежит честь открытия крупнейшего в Крыму месторождения — Чукур-Кояшского (Андрусов, 1887).

Все крымские месторождения серы по генезису могут быть сведены к трем типам: 1) месторождения, образовавшиеся путем разложения серных колчеданов; 2) путем разложения сероводорода (восстановление сульфатов) и 3) месторождения, связанные с нефтью.

К первому типу относятся все месторождения серы, связанные с изверженными породами; сера имеется в разрушенных породах Аюдага, в сульфатах б. Георгиевского монастыря, в эруптивах Симферопольского района.

¹ Не считая газообразных веществ, о которых говорится при общем обзоре распространения элементов в Крыму.

В породах осадочных сера указана Н. Головкинским (1883) в прослойках глины в юрских конгломератах горы Спидии, в окрестностях Балаклавы, в связи с сульфатами и гидратами железа; судя по такому парагенезису, мы имеем здесь тот же процесс выветривания пирита.

Очень сходные по генезису образования — рыхлые массы сульфатов и гидратов железа с остатками пирита и мелкими кристаллами серы — наблюдались мною в титонских мергелях мыса Ильи в 1916 г.; кристаллики серы очень мелки, но хорошо образованы; с помощью лупы и микроскопа можно было установить обычную для α -серы комбинацию $p(111)$, $s(113)$, $n(011)$, $c(001)$, а также различить более редкие острые кристаллики простой формы (111).

П. Двойченко указывает на наличие кристаллической серы в трещинах таврических сланцев, например, в окрестностях Алушты.

В некоторых сероводородных источниках, связанных с меловыми отложениями, например, Акмелезских, близ Старого Крыма, также наблюдаются выделения серы.

Главными же местителями серы в Крыму должны быть признаны трещинные породы и отложения современных водных бассейнов. В первых сера встречается в двух видах. В одних случаях она является образованием современным — результатом окисления сероводорода источников; выделения ее можно видеть во многих их выходах. Особенно эффектны и крупны они в большом Караларском источнике (С. Попов и Е. Белевич, 1932), где пленки серы покрывают на значительном протяжении поверхность медленно текущей реки, образовавшейся из источника; сера коллоидальная, кристаллы не наблюдались. Подобные же образования имеются и в Чокракских источниках, впадающих в Чокракское озеро, или подводных; здесь на воде или на грязи также можно видеть тонкие пленки серы. Антипов, производивший в 1849 г. разведки на серу в районе озера, пишет об осаждении ее источниками на поверхности глины или по трещинам известняка, при этом упоминает и о кристалликах ее, которых нам, однако, не приходилось наблюдать.

Иной тип отложений серы представляют месторождения, связанные с гипсами. Из них наиболее мощными являются известное Чукур-Кояшское, давно уже разрабатываемое.

Месторождение неоднократно разведывалось в первый раз в 1916 г. геологом Мокринским (1916), определившим запасы серы: действительный в 16 000 т, вероятный — 60 000 т и возможный — 130 000 при содержании серы в разведанном слое 20.49%.

В 1925 г. серное поле было разведано партией Геологического комитета (инж. Константов). Месторождение состоит из двух участков, очерченных диагональными сбросами. Среднее содержание серы для одного южного участка оказалось равным 17.42%, для другого, северного, — 10.8%, что при средней мощности отложений в 4.6 м в первом и 30 м во

втором и соответствующих площадях — 70 000 км² и 40 000 км² — дает запасы серы в 32 000 и 30 000 т, всего 62 000 т чистой серы.

Результат последней геологической разведки в 1930 г. Марковым изложен ниже.

Месторождение приурочено к южной оконечности Парпачского гребня, последний участок которого носит название Чукур-Кояшской гряды.

Геологический район сложен третичными отложениями, начиная с нижних темных сланцевых глин (майкопских) и кончая нижнесарматскими глинами.

Чукур-Кояшская гряда морфологически разделяется некоторым понижением на два гребня: внутренний, сложенный чокракскими отложениями, и наружный — спаниодонтеллиевыми (караганскими) слоями. Чокракские выражены снизу песками и песчаниками, в средней части — известняками; венчаются мергелями со *Spirialis*. К Чокраку приурочены серные источники, выходящие на берегу Чукур-Кояшского озера и у д. Мариевки.

Спаниодонтеллиевые слои состоят внизу из битуминозных глин, выше из глинисто-мергелистых пластов, которые и являются гипсоносными. Первые переходят во вторые постепенно; в верхних их частях появляются прослойки кварцевого песка, все увеличивающиеся, затем появляются мелкие вкрапленники молочного гипса; прогрессивно обогащаясь им, глины превращаются в плотную, синеватую, крупнокристаллическую породу; все это пропитано сероводородными водами. В восточном и западном районах месторождения гипсоносные породы превращены вторичными процессами в мергелистую, известково-кремнистую массу, со включениями вторичного гипса, кальцита и серы.

Спаниодонтеллиевые отложения дают следующий разрез (снизу вверх):

Песчанистая свита	{	b) красного цвета песчаник, песчаные мергеля и глины	90 м
		a) Пески и песчанистые глины	
Глинисто-мергел. слои	{	b) глинисто-мергелистая толща	100 м
		a) гипсоносные породы	2 м
Нижние глины			15 м

Отложения серы приурочены к гипсоносным породам.

Запасы серы в разведанной площади в 168 776 м² (по расчетам Маркова 1928—1929 гг.):

По А ₂	11 278 т
» В	6 615 »
» С	4 024 »

При работе получен ряд данных, свидетельствующих о существовании к востоку нового месторождения, которое предстоит разведать.

Генетические соотношения между гипсом и серой подробно выяснены В. Мокринским, который пишет: «Гипс по своему характеру довольно

резко разделяется на две части. Вверху лежит слой сплошного крупнокристаллического гипса с отдельными кристаллами, достигающими 4 вершков, ориентированными перпендикулярно к плоскостям напластования. Нижняя часть гипсов песчанее и значительно рыхлее. Она состоит из целой серии прослоечков мелкокристаллического гипса, где отдельные индивидуумы ориентированы также перпендикулярно плоскостям напластования, но между собой почти не связаны. Мощность обоих слоев не превосходит 12 см, причем на долю плотного гипса приходится от 50 до 70 см. Там, где гипс находится в непосредственной близости с серой и пропитан сероводородными водами, он приобретает синеватую окраску и содержит довольно значительное количество включений серы. Включения не превосходят величины волошского ореха, имеют плотную структуру, внутри янтарно-смоляного цвета, на периферии более бледного... Там, где по условию залегания сероводородных вод нет, нет и серы... В непосредственной близости, под слоем гипса, лежат темные сланцевые глины. Верхняя часть их содержит серу. Сера располагается небольшими правильными прослойками, от 1 мм до 1,5 см, чередуясь с прослойками гипса. Цвет ее яркожелтый. Она непрозрачна, имеет волокнисто-жилковатую структуру... Мощность пласта глин с прослойками серы колеблется от 35 до 55 см. Сероносный пласт снизу подстилается темной сланцевой глиной, лежащей на рыхлых мергелях». Означенный порядок отложений автор называет нормальным. В северных штольнях обнаруживаются другие соотношения. Здесь нет слоя гипса, сероносными породами являются известково-глинистый песчаник и сверху глина. Сера содержится в них в виде прослоек или желваков различной величины, от 2 см до 0,3 м. Сера плотная, желтая; внутренние части желваков большей частью выполнены тонким серным цветом; иногда же представляют полости, содержащие кристаллы серы и целестина. Сера наблюдается только в южной части полосы гипсов, в небольшом секторе (400 м). Основываясь на парагенетических соотношениях месторождения, В. Мокринский принимает для генезиса Чукур-Кояшской серы известную гипотезу восстановления гипса органическими веществами до тиогидрата кальция с последующим разложением его водами, содержащими углекислоту. Источником органических веществ автор считает не имеющую стока равнину, к северу от Кояшской гряды, в которой «несомненно в широких масштабах может происходить концентрация продуктов органического распада».

По поводу его соображений можно высказать следующее. В. Мокринский правильно подчеркивает то обстоятельство, что месторождение серы занимает лишь очень небольшой участок гипсоносной свиты: «на значительном протяжении Парпачского гребня, говорит он, и той его части, где известняки нижней спаниодонтеллевой толщи замещаются гипсами, т. е. на протяжении всей «параболической» и половины Кояшской гряд, сера нигде не обнаружена. И только в самой южной части выхода гипсов, в небольшом секторе (220 саж.) Кояшской гряды, мы наблюдаем,

в общем, очень закономерное залегание серы». Но и лежащее несколько севернее еще более мощное Элькеджинское месторождение гипсов (того же возраста) также нигде не обнаруживает присутствия серы.

В. Мокринский склонен объяснить появление ее действием вод, проникающих из безотточной впадины, богатых органическими веществами. Мне представляется, что воды этой впадины едва ли много богаче ими, чем любые другие поверхностные воды Керченского полуострова, и едва ли могли произвести столь исключительный эффект — восстановление гипсов, — совершенно не наблюдающийся в других ближайших местах.

Кроме того, здесь имеется еще одно обстоятельство, которое нельзя не учесть. Гипсоносную свиту пород спандонтеллиевых (караганских) отложений с месторождениями серы здесь непосредственно подстилают майкопские глины; но эти последние являются носителями и сероводорода и органических веществ; воды, для которых они служат водоупорным горизонтом, дают богатейшие сероводородные источники и по сообщению М. Дубровского, содержат исключительно большие количества органических веществ. Мне представляется поэтому возможным, что восстановительный процесс здесь объясняется именно проникновением в гипсоносные слои майкопских вод, точнее говоря, вод, для которых майкопские глины являются водоупорным горизонтом. Это и создает особо благоприятную обстановку для образования серы: с одной стороны, эти воды приносят сероводород, с другой — органические вещества, обуславливающие возможность восстановления гипса.

Обычная форма выделения серы в Чукур-Кояше — это в плотных, землистых массах; иногда наблюдается описанное Мокринским волокнистое ее строение. Реже имеются выделения ясно кристаллической янтарно-желтой полупрозрачной серы в виде разной величины желваков, а иногда и в виде сростков плохо образованных кристаллов. Несомненно в них присутствие форм $r(111)$ и $s(113)$; повидимому, существуют $n(011)$ и $c(001)$. Определение землистой серы как α -серы довольно условно, возможно, что она в значительной массе, а может быть и по преимуществу, относится к β -сере или к параморфозам α по β . С химической стороны интересно присутствие в Чукур-Кояшской сере мышьяка (до 0.06%) и следов селена.

В 1930 г. Э. Штейнвандом были обнаружены гнездообразные выделения серы, по типу вполне сходные с Чукур-Кояшскими, километрах в 20 к югу от ст. Салынь. Впоследствии КНИИП здесь было заложено несколько шурфов, давших, однако, отрицательные результаты. Точных указаний на возраст пород, в которых найдены эти гнезда, не имеется.

Особый характер имеет описанное мною месторождение серы близ с. Маяк и Еникальского маяка, в мшанковых известняках верхнего сармата, слагающих небольшой скалистый мыс, носящий название Голубиногo. Известняки сильно пропитаны битуминозными веществами, по трещинам их и пустотам выделяется нефть; в явной генетической связи с нею имеются здесь выделения серы и α и β . Последняя будет описана

ниже, что же касается α -серы, то ее характерной чертой являются хорошо образованные мелкие кристаллики, буровато-желтые, полупрозрачные, большей частью образованные со всех сторон. В них констатированы формы $r(111)$, $s(113)$, $n(011)$ и $c(001)$; обыкновенно господствует основная пирамида.

Кроме описанных месторождений, в описаниях геологов нередко отмечаются налеты серы в трещинах сланцеватых глин олигоцена, сармата; возможно, что в некоторых случаях это и действительно имеет место, хотя нередко с нею смешивают землистые сульфаты железа.

Наконец, содержание порошковатой серы констатировано в грязевых отложениях соляных озер. Запасы ее в одном Сакском озере исчислены в 60 000 т.

β -сера. Мон. сист., $a : b : c = 0.9957 : 1 : 0.9988$. $\beta = 84^\circ 14'$ (Митчелл на кристаллах искусственной β -серы).

Первые указания на нахождение β -серы в природе, именно на яванских вулканах, были сделаны Ратом (Rath);¹ очевидно, она здесь выкристаллизовалась из расплавленной жидкой серы, процесс, который столь легко получается искусственно.

В 1901 г. β -сера или, точнее, параморфозы по ней α -серы были найдены мною (Попов, 1902), как выше указано, в связи с нефтью, выполняющей трещины и пустоты в асфальтовых известняках Голубино

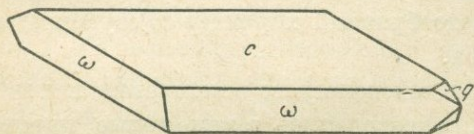


Рис. 75. Кристаллы β -серы из окр. Керчи.

биного мыса близ Еникальского маяка, на берегу Керченского пролива. Если я не ошибаюсь, это был первый случай нахождения β -серы при обычных условиях земной поверхности.

β -сера образует мелкие светложелтые, непрозрачные пластинки. Под микроскопом ясно видно, что такие пластинки или пластинчатые кристаллики представляют собою сростки кристалликов α -серы. Однако первоначальные формы их остались неприкосновенными и допускали измерения; определены были грани: $c(001)$, $q(011)$ и $\omega(111)$ (рис. 75).

Надо полагать, что в этом случае β -сера выделялась из раствора ее в нефти, как получается она и искусственным путем из растворов в углеводородах.

Впоследствии широкое развитие β -серы в связи с нефтяными месторождениями было выявлено В. И. Вернадским.²

Я уже упоминал, что вполне достоверных сведений о нахождении в Крыму других самородных элементов нет. К числу их относится и ртуть, природное происхождение которой нуждается в дальнейшем выяснении.

¹ v. Rath. Ann. d. Physik B. V VI, 1874, 359.

² В. Вернадский. Bull. soc. Nat. Mosc. 1902. Также лекции описательной минералогии, I, М. 1899, и Опыт описательной минералогии, I, в. 3. СПб. 1910, стр. 485.

Ртуть Hg была найдена в 1902 г. в сарматских известняках берегового обрыва, близ развалин древнего Херсонеса; капельками ртути был пропитан участок известняка около метра диаметром. Полная изолированность такого скопления ртути в осадочных породах, отсутствие всяких следов киновари и каких-либо других ртутных руд во всей ближайшей местности сразу возбудили сомнение в естественном ее происхождении и вызвали ряд предположений об искусственном занесении ее человеком в недавние или более отдаленные времена. Если она и впредь не будет найдена в других местах района, придется остановиться на последнем предположении.

Г Л А В А X

КЛАСС IX. ГАЛОИДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Г а л и т (каменная соль, поваренная соль) NaCl. Прав. с. Все крупные месторождения хлористого натрия связаны с соляными озерами и в качестве новосадки поваренную соль легко наблюдать в большинстве крымских озер. Соль садится в виде мутнобелых, полупрозрачных сростков кубических кристаллов, покрывая сплошным слоем дно и берега их. Нередко кристаллы имеют скелетообразный характер со ступенчатыми углублениями на плоскостях куба.

В результате прежней жизни озера, многолетнего накопления и перекристаллизации садившихся солей, образовались в нем целые пласты так называемой «донной» соли, залегающие на большей или меньшей глубине под озерным илом. Такая донная соль была обнаружена бурением И. Мушкетова (1895) в Сакском озере и работами М. Боженко — в Перекопских озерах. Озерный ил весь проникнут соленой рапой, а потому там, где он обнажается, соль выкристаллизовывается как на его поверхности, так и во всей медленно высыхающей его массе. Солоноватые глины (например, сивашские) являются не чем иным, как древним илом отступивших морских бассейнов. Выцветы солей на солончаковых и солонцовых почвах «толях», «засухах» Керченского полуострова являются выделениями соли, вынесенной на поверхность капиллярными водами. Также и в выцветах, покрывающих поверхность отложений грязевых вулканов, поваренная соль является одним из главных компонентов.

Принимая во внимание, что значительные накопления поваренной соли и других галоидных соединений связаны с соляными озерами, я считаю необходимым остановиться на них возможно подробнее и попытаться разобраться в сложных геохимических процессах, в них протекающих.

С о л я н ы е о з е р а

Озера Крыма являются в огромном большинстве береговыми озерами, т. е. отделившимися от моря участками в результате ряда геологических процессов. Расположены они в северных, восточных и западных частях полуострова, там, где берега имеют более или менее низменный характер.

В этих бывших морских заливах первоисточником всех образовавшихся в них характерных для озер рассолов, солей и донного ила является морская вода; но они возникли в результате ее постепенного изменения или ее взаимодействия с веществами, приносившимися с окружающего материка или слагавшими озерное дно.

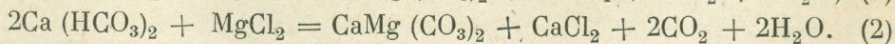
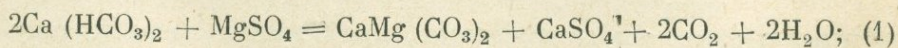
Географически крымские озера разбиваются на: 1) озера, расположенные в районе Евпатории — Евпаторийская или Западная группа; 2) озера, прилегающие к Перекопскому перешейку и Азовскому морю, — Сивашская группа и 3) озера Керченского полуострова. Наиболее крупной из них является Сивашская или Северная группа; в состав ее входит и огромный Сиваш — залив Азовского моря, находящийся на пути превращения в озеро. Всего на территории Крымской АССР насчитывается до 157 озер; точное число их фиксировать трудно, так как между многими озерами, солончаками и засухами нет резких границ; все сколь угодно значительные озера Крыма являются солеными.

Прежде чем перейти к детальной их характеристике, я остановлюсь на некоторых общих положениях, касающихся химической их природы и генезиса.

В настоящее время сделалось почти общепринятым предложением акад. Курнаковым деление озер по характеру их рапы на два класса: к 1-му относятся озера, рапа которых в общем сохраняет основной состав морской воды, т. е. содержит, кроме хлористых солей NaCl и MgCl_2 , еще значительные количества сернокислых CaSO_4 , MgSO_4 , Na_2SO_4 .

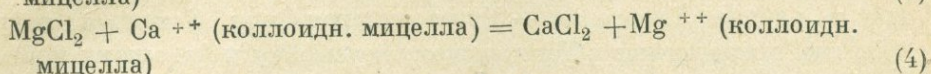
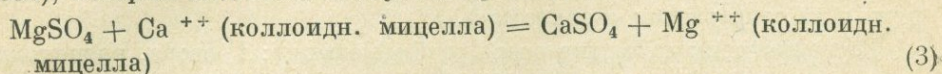
В озерах второго класса серной кислоты хватает лишь на насыщение иона кальция или и еще меньше; тогда в растворе появляется уже и хлористый кальций. Общий состав этих солей, таким образом, будет NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 , CaSO_4 . Понятно, что озера морского происхождения должны принадлежать к 1-му классу; ко 2-му же классу первоначально относили озера, считавшиеся материковыми, рапа которых образовалась путем выщелачивания окружающих пород. Однако, вскоре было установлено, что и морские озера 1-го класса могут быть превращены в озера 2-го класса поступающими в них материковыми водами, содержащими карбонаты кальция.

Происходящие в этом случае реакции выражаются следующими уравнениями Гайдингера и Мариньяка:

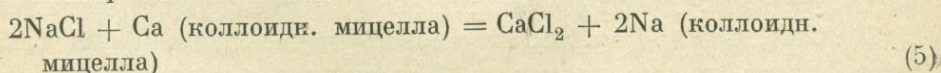


В результате этих реакций из рапы озера исчезают сернокислые соли магния и натрия, но появляется хлористый кальций, в осадках же озера — доломит, двойная соль $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ и гипс. Б. П. Кротов, развивая те же идеи, дает далее идущие подразделения озер по типу рапы, указывая, что по второй реакции и количество хлористого магния уменьшается и озера обращаются в хлоро-кальциевые.

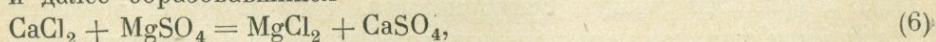
Но, кроме взаимодействия между растворенными солями, на изменение рапы влияют также реакции между ними и коллоидными веществами озерного дна. Вопрос этот разработан в последнее время С. А. Щукаревым (1930), который выдвигает следующие реакции:



По первой из этих реакций серная кислота удаляется из раствора в виде мало растворимого гипса; по второй — происходит обогащение раствора хлористым кальцием за счет хлористого магния; таким образом, как и реакции Гайдингера и Мариньяка, они приводят к исчезновению из рапы ионов серной кислоты, а затем и магния. Существенное отличие обоих процессов заключается в дальнейшей судьбе магния, который при первом освобождается в виде доломита, а во втором — частью остается адсорбированным в коллоидной силикатной и органической массе, частью переходит обратно в раствор в виде хлористого магния (путем обменной адсорбции с солями натрия). Таким образом, результатом реакций 1 и 3 будет исчезновение из озера сернокислого магния и крайнее сокращение содержания свободной серной кислоты. Количество хлористого магния, если принимать во внимание одну реакцию Гайдингера, остается неизменным; следовательно, в коэффициенте метаморфизации $K = \frac{\text{MgSO}_4}{\text{MgCl}_2}$ происходит только уменьшение числителя; по теории же обменно-адсорбционной может происходить также и реакция



и далее образовавшийся



т. е. часть сернокислого магния непосредственно переходит в хлористый, и коэффициент метаморфизации растет; таким образом, процесс метаморфизации будет происходить быстрее. Реакция (5) важна еще тем, что указывает на возможность уменьшения содержания хлористого натрия в рапе химическим путем, т. е. на возможность уменьшения коэффициента $\frac{\text{NaCl}}{\text{MgCl}_2}$ и, следовательно, приближение озера к типу чисто

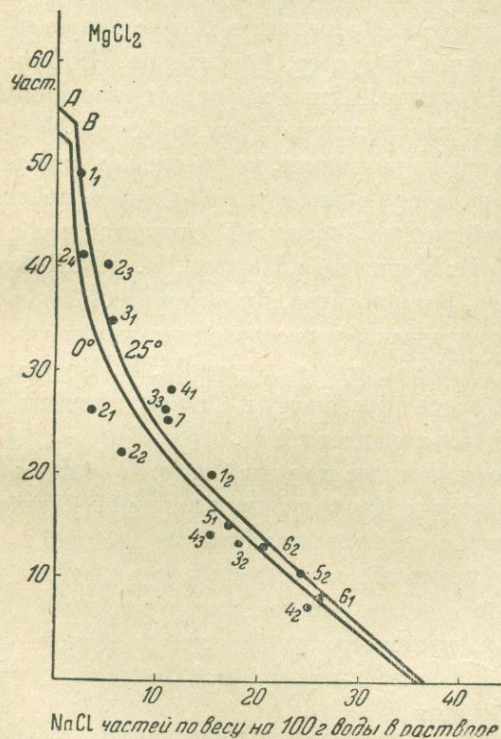
хлоромagneзиевого, что реакциями Гайдингера и Мариньяка необъяснимо.

С другой стороны, обменно-адсорбционные реакции могут противодействовать реакциям Гайдингера и Мариньяка и несколько компенсировать их результаты. Так, при накоплении в рапе по реакции Мариньяка CaCl_2 нарушается равновесие раствора с коллоидной системой ила; часть магния будет вытеснена из коллоида и перейдет обратно в рапу в виде хлористого магния; с этой точки зрения, следовательно, невозможно образо-

вание чисто хлорокальциевых озер, они всегда будут содержать некоторое количество хлористого магния.

Уменьшение содержания хлористого натрия в рапе может произойти и в силу уменьшения растворимости этой соли при поступлении в раствор другого компонента с тем же анионом; так, при увеличении содержания $MgCl_2$ часть $NaCl$ может выпасть. Зависимость концентрации обеих солей представлена в нижеприведенной диаграмме акад. Курнакова (рис. 76).

Следующим фактором, влияющим на состав рапы и процессы ее изменения, являются поступающие в озеро грунтовые воды. Во многих озе-



- 1₁. Оз. Круглое . . . (1895 г.)
- 1₂. Оз. Круглое . . . (1916 г.)
- 2₁. Оз. Старое . . . (1912 г.)
- 2₂. Оз. Старое . . . (1880 г.)
- 2₃. Оз. Старое . . . (1895 г.)
- 2₄. Оз. Старое . . . (1916 г.)
- 3₁. Оз. Красное . . . (1895 г.)
- 3₂. Оз. Красное . . . (1916 г.)
- 3₃. Оз. Красное . . . (1916 г.)
- 4₁. Оз. Киятское . . . (1895 г.)
- 4₂. Оз. Киятское . . . (1912 г.)
- 4₃. Оз. Киятское . . . (1916 г.)
- 5₁. Оз. Кыркское . . . (1895 г.)
- 5₂. Оз. Кыркское . . . (1916 г.)
- 6₁. Оз. Керлеутское (1895 г.)
- 6₂. Оз. Керлеутское (1916 г.)
- 7. Оз. Айгульское (1916 г.)

Рис. 76. Диаграмма растворимости смесей хлористого натрия и хлористого магния

рах, например в Красном, констатировано наличие значительного количества родников, состав воды которых не может не оказывать своего влияния. Если озеро невелико и мелководно, а, следовательно, и остаточный морской запас воды в нем невелик, то, естественно, фактором главенствующим явится влияние грунтовых и других вод, питающих его, а первоначальное происхождение озера будет мало отражаться на современном составе его рапы. Но с другой стороны, если у озера сохраняется подземная связь с морем через водопроницаемые породы, то может сохраняться и влияние последнего.

Наконец, весьма значительную роль в изменении состава вод этих озер имеет и деятельность человека. Богатство Крыма солью известно со

времен классической древности, уже тогда происходили и добыча ее и вывоз. Трудно учесть огромные массы извлеченного из озера этим путем хлористого натрия. Так как до последнего времени человек добывал в них исключительно хлористый натрий, то результатом этого неизбежно должно было быть понижение содержания этой соли, тем большее, чем усиленнее она эксплуатировалась.

Обратимся к первой, с е в е р н о й группе озер, остановившись лишь на более значительных водоемах, по отношению к которым имеются, те или иные эмпирические данные. Группа эта состоит: из озер, лежащих на Перекопском перешейке, и из озер Арабатской стрелки; в Перекопскую подгруппу входят озера: Старое, Красное, Круглое, Айгульское, Киятское, Керлеутское, Кырское, Чайка и Пасурман. К ним же надо присоединить и залив Сиваша Алгазы, близкий к превращению в озеро (карта № 10).

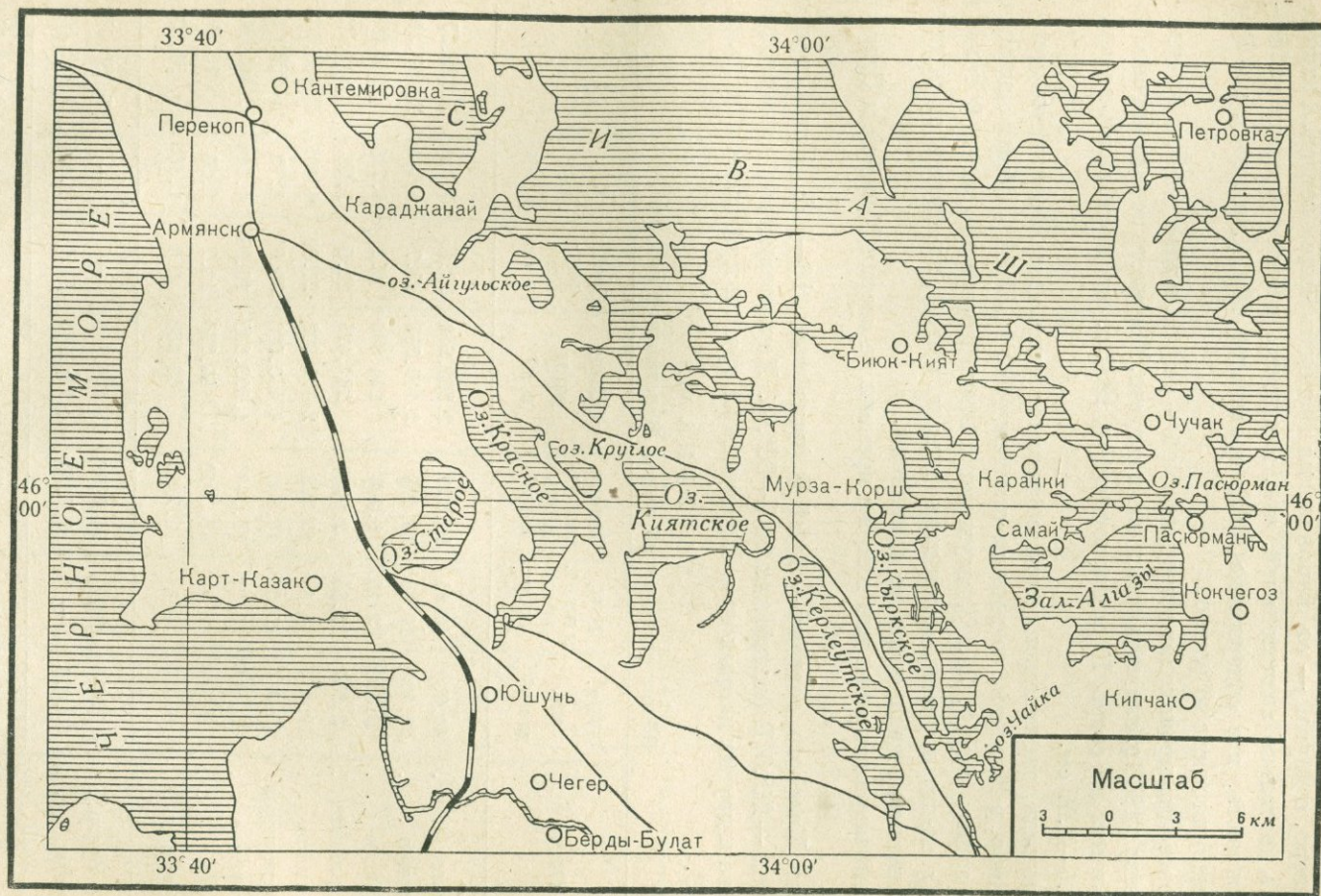
Этой группе озер было уделено много внимания, изучением ее занимались многочисленные исследователи, о ней существует обширная литература. Можно указать на старые работы еще Гебеля и Гассгагена; к числу более поздних принадлежат работы И. Мушкетова, Першке, И. и А. Каблукowych, Н. Курнакова и Жемчужного, Никольского, Дубровского. В последние годы озера ее подверглись систематическому и всестороннему обследованию геологическими партиями ГГРУ под руководством М. П. Боженко; пока имеются отчеты их лишь по озерам Красному и Старому; данные их и приняты в основу нижеприведенных характеристик.

Озера перекопской группы расположены на узкой полосе суши, шириной всего в 5—7 км, между Сивашем и Каркинитским заливом Черного моря. Местность здесь представляется степной равниной, по которой проходят очень пологие увалы, иногда круто обрывающиеся к озерным бассейнам; между озерами Красным и Айгульским они достигают высоты в 23 м над уровнем моря; в понижениях, например, на перешейке между озером Красным и Круглым, высота их не превышает 1 м.¹ Уровень самых озер всегда отрицательный, а именно:

Старое озеро	—4.003 м
Красное озеро	—2.808 »
Киятское »	—8.630 »
Круглое »	—2.100 »
Керлеутское озеро	—4.280 »
Кырское озеро	—3.350 »

Все озера очень мелководны: глубина их большей частью измеряется сантиметрами. Консистенция рапы сильно колеблется, в зависимости от времени года и смены сухих и влажных годов; в некоторые засушливые годы (1923, 1925) наблюдалась садка хлористого магния, происходящая при 35° В. В 1930 г. Красное озеро почти совершенно пересохло. Замечается также различие концентраций солей в разных частях озера;

¹ Высокие места в окружающей степи заняты каштановыми несолонцеватыми почвами, более низкие — каштановыми солонцеватыми, еще более низкие — солонцами и солончаками.



Карта № 10.

последнее зависит, с одной стороны, от места выходов источников, питающих озеро, с другой — от направления господствующих ветров. Разница бывает настолько значительной, что, например, в Красном озере наблюдаются места, где содержание NaCl превышает MgCl_2 , и места, где эти соли меняются своею ролью.

Новосадка происходит в пределах май — август, в зависимости от сухости лета; в 1933 г. она началась лишь в августе. Мощность новосадки сильно колеблется; на озере Красном в октябре 1932 г. она колебалась в пределах 0.5—3.57 см.

Площадь, занимаемая рапой, составляет лишь часть котловины озера, например, в Красном, по данным октября 1932 г., 57.58% общей площади было занято водой, 36.5% засухами; в Старом озере под засухой только 8.43%; таким образом, отношения между общей площадью и водной в различных озерах очень не одинаковы.

Концентрация рапы для того же времени на озерах Красном и Старом была:

Для Красного средняя — $21^{\circ}.1$ В (колебания 16— 26°). Для Старого средняя — $24^{\circ}.3$ В (колебания 20.7— $30^{\circ}.6$). Характеристика химического состава и других данных озер Перекопской группы приведена в табл. 61, 62, 63.

ТАБЛИЦА 61

Общие сведения об озерах Перекопской группы

Озеро	Общ. пл. в км ²	В % к площ. всех озер	Водная поверхность в км ²	Объем рапы в м ³	Средн. глубина в см	Уд. вес рапы	Общий вес в т
Старое . . .	11.939	10.14	10.921	2.564.250	23.45	1.257	3.225.570
Красное . . .	23.433	19.95	13.694	2.147.775	15.7	1.214	2.607.399
Круглое . .	2.5505	2.16	1.401	114.050	8.1	1.210	138.000
Айгульское .	2.837	2.35	2.071	282.425	13.6	1.21	341.734
Киятское . .	17.155	14.6	12.238	2.679.800	21.89	1.187	3.180.923
Керлеутское	21.0002	17.85	14.830	4.450.500	30.01	1.19	5.296.095
Кыркское . .	37.4818	31.92	17.9438	1.893.995	10.54	1.142	2.162.942
Чайка	0.5070	0.42	0.3770	44.225	11.7	1.06	46.879
Пасурман . .	0.7305	0.61	0.7305	43.830	6.0	1.162	50.930
Всего . .	117.634	100%	74.2063	14.220.850	—	—	17.050.472
Алгазы . . .	31.871	—	7.8185	1.256.043	11.1	1.145	1.438.169
Всего . .	149.505	—	82.0248	15.476.893	—	—	18.488.641

Примечание. По всем озерам, в том числе и оз. Старому — данные геолпартии Боженко от 1932 г.; по оз. Пасурман — по Н. Курнакову и С. Жемчужному от 1916 г., обработанные геолпартией.

СОСТАВ РАПЫ ОЗЕР ПЕРЕКОПСКОЙ ГРУППЫ:

ТАБЛИЦА 62

Состав рапы оз. Старого

На 100 г рапы содержится:

По данным лаборатории ЦНИГРИ 1931 г. № 174					По данным НИССТ 1932 г. № 175		
Ионы	граммы	мг-экв	соли	мг-экв	соли	граммы	% к солевой массе
Ca ^{..}	1.06	52.09	Ca(HCO ₃) ₂	2.05	Ca(HCO ₃) ₂	0.02008	0.071
Mg ^{..}	5.16	424.34	CaSO ₄	0.73	CaSO ₄	0.02702	0.096
Na ^{..}	1.503	65.35	CaCl ₂	49.31	CaCl ₂	3.134	11.045
Сумма	—	541.78	MgBr ₂	1.75	MgBr ₂	0.179	0.635
HCO ₃ '	0.125	2.05	MgCl ₂	422.55	MgCl ₂	22.625	79.871
SO ₄ "	0.035	0.73	NaCl	65.35	KCl	0.0635	0.223
Cl'	19.05	537.22			NaCl	2.232	8.059
Br'	0.44	4.75					
Сумма	27.073	541.75		541.74		28.283	100%

Состав рапы оз. Красного

На 100 г рапы содержится:

№ 176	По данным НИССТ 1932 г.					
И о н ы	граммы	мг-экв	соли	граммы	мг-экв	% к солевой массе
Ca ^{..}	1.122	56.01	Ca(HCO ₃) ₂	0.0207	0.256	0.08
Mg ^{..}	2.542	209.0	CaSO ₄	0.05553	0.9627	0.25
K ^{..}	0.07254	4.855	CaCl ₂	3.041	54.792	11.94
Na ^{..}	4.806	208.902	MgBr ₂	0.0874	0.9497	0.34
Сумма	—	475.767	MgCl ₂	9.908	208.051	38.90
HCO ₃ '	0.01561	0.256	KCl	0.1383	1.855	0.54
SO ₄ "	0.04624	0.9627	NaCl	12.12	208.902	47.95
Cl'	16.79	473.6				
Br'	0.0759	0.9497				
Сумма	25.47	475.768		25.47	475.768	100%

Продолжение табл. 62

Состав рапы оз. Круглого

На 100 г рапы содержится:

№ 177	По данным НИССТ 1932 г.						
	И о н ы	граммы	мг-экв	соли	граммы	мг-экв	% к со- левой массе
Ca ⁺⁺	0.7053	35.21	Ca(HCO ₃) ₂	0.00958	0.1183	0.0377	
Mg ⁺⁺	1.5010	123.50	CaSO ₄	0.09948	1.461	0.3921	
K ⁺	0.02417	0.6181	CaCl ₂	1.867	33.641	7.3590	
Na ⁺	6.861	298.367	MgBr ₂	0.0567	0.6157	0.2235	
Сумма	—	457.695	MgCl ₂	5.850	122.8843	23.07	
HCO ₃ '	0.007218	0.4183	KCl	0.0461	0.6181	0.1817	
SO ₄ "	0.0702	1.461	NaCl	17.44	298.357	68.74	
Cl'	16.15	455.50					
Br'	0.0492	0.6157					
Сумма	25.368	457.695		25.369	457.695	100%	

Состав рапы оз. Айгульского

На 100 г рапы содержится:

№ 178	По данным НИССТ 1932 г.						
	И о н ы	граммы	мг-экв	соли	граммы	мг-экв	% к со- левой массе
Ca ⁺⁺	0.757	37.64	Ca(HCO ₃) ₂	0.0167	0.206	0.0655	
Mg ⁺⁺	1.973	162.37	CaSO ₄	0.082	1.205	0.3215	
K ⁺	0.0365	0.490	CaCl ₂	2.0201	36.410	7.920	
Na ⁺	6.415	266.65	MgBr ₂	0.0677	0.713	0.2658	
Сумма	—	467.21	MgCl ₂	7.6949	161.59	30.165	
HCO ₃ '	0.0125	0.206	KCl	0.0365	0.490	0.1432	
SO ₄ "	0.0578	1.205	NaCl	15.590	266.60	61.110	
Cl'	16.565	465.09					
Br'	0.0570	0.713					
Сумма	25.573	467.21		25.51	467.21	100%	

Продолжение табл. 62

Состав рапы оз. Киятского

На 100 г рапы содержится:

№ 179	По данным НИССТ 1932 г.						
	И о н ы	граммы	мг-экв	соли	граммы	мг-экв	% к со- левой массе
Ca ⁺⁺	0.370	18.5	Ca(HCO ₃) ₂	0.01794	0.2213	0.06949	
Mg ⁺⁺	1.8615	154.1	CaSO ₄	0.2202	3.235	0.8529	
K ⁺	0.04195	0.073	CaCl ₂	0.8345	15.0437	3.232	
Na ⁺	6.826	296.8416	MgBr ₂	0.06061	0.6583	0.2347	
Сумма	—	469.5146	MgCl ₂	7.256	152.4417	28.1	
HCO ₃ '	0.0135	0.2213	KCl	0.080	1.073	0.3100	
SO ₄ "	0.1550	3.235	NaCl	17.35	296.8416	67.21	
Cl'	16.50	465.4					
Br'	0.0526	0.6583					
Сумма	25.82	469.5146		25.82	469.5146	100%	

Состав рапы оз. Керлеутского

На 100 г рапы содержится:

№ 180	По данным НИССТ 1932 г.						
	И о н ы	граммы	мг-экв	соли	граммы	мг-экв	% к со- левой массе
Ca ⁺⁺	0.0661	3.305	Ca(HCO ₃) ₂	0.01848	0.228	0.077	
Mg ⁺⁺	1.1375	93.7	CaSO ₄	0.2094	3.077	0.8726	
K ⁺	0.02983	0.764	MgSO ₄	0.7173	11.753	2.947	
Na ⁺	7.511	326.639	MgBr ₂	0.03225	0.350	0.1344	
Сумма	—	424.408	MgCl ₂	3.887	81.596	16.19	
HCO ₃ '	0.0139	0.228	KCl	0.05701	0.764	0.2375	
SO ₄ "	0.712	14.83	NaCl	19.09	326.639	79.55	
Cl'	14.50	409.00					
Br'	0.0287	0.350					
Сумма	24.05	424.408		24.00	424.408	100%	

Продолжение табл. 62

Состав рапы оз. Кыркского

На 100 г рапы содержится:

И о н ы	По данным НИССТ 1932 г.					
	граммы	мг-экв	соли	граммы	мг-экв	% к солевой массе
Ca ⁺⁺	0.311	15.5	Ca(HCO ₃) ₂	0.1338	0.165	0.07316
Mg ⁺⁺	1.105	90.9	CaSO ₄	0.4104	6.03	2.225
K ⁺	0.03277	0.838	CaCl ₂	0.5163	9.305	2.824
Na ⁺	5.09	221.342	MgBr ₂	0.0355	0.385	0.1942
Сумма	—	328.580	MgCl ₂	4.309	90.514	23.57
HCO ₃ [']	0.01067	0.165	KCl	0.0625	0.818	0.3419
SO ₄ ^{''}	0.2895	6.03	NaCl	12.94	221.342	70.78
Cl [']	11.42	322.0				
Br [']	0.0308	0.385				
Сумма	18.289	328.580		18.41	328.560	100%

Состав рапы оз. Чайка

На 100 г рапы содержится:

И о н ы	По данным НИССТ 1932 г.					
	граммы	мг-экв	соли	граммы	мг-экв	% к солевой массе
Ca ⁺⁺	0.1454	7.26	Ca(HCO ₃) ₂	0.03096	0.3823	0.395
Mg ⁺⁺	0.4426	36.41	CaSO ₄	0.4682	6.876	5.98
K ⁺	0.00629	0.161	MgSO ₄	0.9394	15.612	12.01
Na ⁺	2.116	92.019	MgBr ₂	0.00724	0.0786	0.092
Сумма	—	135.85	MgCl ₂	0.986	20.72	12.61
HCO ₃ [']	0.02331	0.3823	KCl	0.012	0.161	0.153
SO ₄ ^{''}	1.080	22.49	NaCl	5.379	92.019	68.76
Cl [']	4.003	112.9				
Br [']	0.00628	0.0786				
Сумма	7.8228	135.85		7.8228	135.85	100%

Продолжение табл. 62

Состав рапы оз. Пасурман

На 100 г рапы содержится:

Соли	По данным Курнакова и Жемчужного 1916 г.	
	граммы	% к солевой массе
CaSO ₄	0.21	1.01
MgSO ₄	0.56	2.70
MgCl ₂	3.21	15.60
KCl	0.06	0.29
NaCl	16.51	80.4
Сумма	20.55	100%

Состав рапы зал. Алгазы

На 100 г рапы содержится:

И о н ы	По данным НИССТ 1932 г.					
	граммы	мг-экв	соли	граммы	мг-экв	% к солевой массе
Ca ⁺⁺	0.066	3.322	Ca(HCO ₃) ₂	0.027	0.3304	0.1425
Mg ⁺⁺	0.596	49.08	CaSO ₄	0.203	2.9916	1.0770
K ⁺	0.204	5.230	MgSO ₄	0.965	16.0384	5.104
Na ⁺	6.187	269.004	MgBr ₂	0.034	0.3754	0.1830
Сумма	—	326.636	MgCl ₂	1.555	32.6607	8.240
HCO ₃ [']	0.020	0.330	KCl	0.390	6.230	2.063
SO ₄ ^{''}	0.914	19.03	NaCl	15.72	269.0038	83.20
Cl [']	10.88	306.90				
Br [']	0.03	0.376				
Сумма	18.897	326.636		18.894	327.630	100%

ТАБЛИЦА 63

Общие запасы солей в тоннах

Оз е р а	По данным геолпартии			По данным НИССТ	Отклонения данных НИССТ от данных геолпартии
	1931 г.	1932 г.	Отношение NaCl к остальным солям	1932 г.	
Старое	1 132 101	1 209 547	0.423	1 307 557	+ 15 456
Красное	—	1 205 227	2.28	1 133 784	— 71 443
Круглое	—	61 756	—	61 756	—
Айгульское	—	129 263	2.91	132 189	+ 2 926
Киятское	—	1 081 334	3.8	1 199 943	+ 118 609
Керлеутское	—	1 271 063	—	1 271 063	—
Кыркское	—	395 386	—	395 386	—
Чайка	—	3 667	—	3 667	—
Пасурман	—	10 466	—	10 466	—
Итого	—	5 290 263	—	5 515 811	—
Зал. Алгазы	—	271 670	—	—	—
Всего	—	5 561 933	—	—	—

Примечание. В общую сумму 5 561 933 т входят цифровые данные по оз. Старому за 1931 г., по остальным — за 1932 г.

Для удобства обозрения приведем еще сводную таблицу процентного содержания солей по всем озерам, относящуюся к 1932 г. (табл. 64).

ТАБЛИЦА 64

Процентное содержание солей в Перекопских озерах

Компо- ненты	Старое	Красное	Круглое	Айгуль- ское	Киятское	Керлеут- ское	Кыркское	Чайка	Пасурман	Алгазы
Ca (HCO ₃) ₂	0.071	0.08	0.0377	0.0655	0.06949	0.077	0.07316	0.395	Не опр.	0.1425
CaSO ₄	0.096	0.25	0.3921	0.3215	0.8529	0.8726	2.225	5.984	1.01	1.0770
CaCl ₂	11.045	11.94	7.359	7.920	3.232	—	2.824	—	—	—
MgSO ₄	—	—	—	—	—	2.947	—	12.01	2.70	5.104
MgCl ₂	79.871	38.90	23.07	30.165	28.1	16.19	23.57	12.61	15.60	8.240
MgBr ₂	0.635	0.34	0.2235	0.2658	0.2347	0.1344	0.1942	0.092	Не опр.	0.1830
KCl	0.223	0.54	0.1817	0.1432	0.3100	0.2375	0.3419	0.153	0.29	2.063
NaCl	8.059	47.95	68.74	61.110	67.21	79.55	70.78	68.76	80.4	83.20

В следующей таблице мы располагаем озера Перекопской группы по степени метаморфизации их растворов на основе данных анализов НИССТ 1932 г., которые имеют уже то преимущество, что все относятся к одному и тому же времени — октябрь 1932 г., лишь для оз. Пасурман пришлось воспользоваться более старыми данными Курнакова и Жемчужного.

ТАБЛИЦА 65

Компоненты	Чайка	Алгазы	Керлеут-ское	Пасурман	Киятское	Кыркское	Старое	Айгуль-ское	Красное	Круглое
$k = \frac{\text{MgSO}_4}{\text{MgCl}_2}$. .	0.93	0.62	0.18	0.17	0	0	0	0	0	0
$k^1 = \frac{\text{MgCl}_2^1}{\text{CaCl}_2}$. .	—	—	—	—	8.7	8.3	7.02	3.8	3.3	3.1

Из табл. 65 видно, что озеро Чайка и залив Алгазы имеют тот же коэффициент k , что и морская вода; в Керлеутском и Пасурмане коэффициенты уже сильно упали, озера эти уже приближаются к переходу в тип озер II класса; для всех следующих озер $k = 0$, и первый этап процесса метаморфизации для них является законченным; вместе с этим в них началось по реакции Мариньяка образование хлористого кальция; в этом отношении далеко пошли вперед озера Круглое и Красное и близко к ним Айгульское; наоборот, Киятское и Кыркское находятся только в начальной стадии этого процесса; неожиданно близким к ним оказывается и Старое озеро.

Если проследить теперь взаимоотношения хлористого натрия и хлористого магния, то для этих двух главных озерных солей мы получим следующий ряд:

ТАБЛИЦА 66

Компоненты	Старое	Красное	Айгуль-ское	Киятское	Круглое	Кыркское	Керлеут-ское	Пасурман	Чайка	Алгазы
$\frac{\text{NaCl}}{\text{MgCl}_2}$	0.128	1.2	2.03	2.4	2.98	3.03	4.91	5.14	5.46	10.10

¹ Мы берем этот коэффициент в такой форме, а не в обратной $\frac{\text{CaCl}_2}{\text{MgCl}_2}$, как делает акад. Курнаков, в виду единообразия с предыдущим коэффициентом $\frac{\text{MgSO}_4}{\text{MgCl}_2}$, так как в принятой нами форме в обоих случаях уменьшение коэффициента указывает на увеличение метаморфизации, тогда как при коэффициентах $\frac{\text{MgSO}_4}{\text{MgCl}_2}$ и $\frac{\text{CaCl}_2}{\text{MgCl}_2}$ увеличение метаморфизации связано с уменьшением первого и увеличением второго;

Здесь бросается в глаза бедность NaCl озера Старого, в котором содержание MgCl₂ раз в восемь превышает содержание хлористого натрия;

близок к единице коэффициент $\frac{\text{NaCl}}{\text{MgCl}_2}$ в озере Красном, в котором, как показывают анализы, относящиеся к более сухим месяцам (Курнаков и Жемчужный, 1917), он может опуститься и ниже единицы; в озерах Айгульском, Киятском, Круглом и Кыркском коэффициент этот равен 2—5; впрочем, маленькому Круглому озеру свойственны весьма резкие колебания концентраций, в зависимости от атмосферных условий, вследствие чего в нем коэффициент этот также в жаркое время года падает гораздо ниже единицы, приближаясь к величинам озера Старого (Курнаков и Жемчужный, 1917). Старое озеро показывает преобладание MgCl₂ во всех анализах.

В целях выяснения генезиса озер интересно также проследить относительное распространение в них брома как элемента, мало участвующего в реакциях метаморфизации; в этом отношении, согласно данным лабораторий ЦНИГРИ (1931), оз. Старое и остальные озера, по данным НИССТ (1932) и Н. Дубровского, располагаются в следующий ряд:

ТАБЛИЦА 67
на 400 г рапы содержится:

Br	Старое	Красное	Айгуль- ское	Киятское	Круглое	Кыркское	Алгазы	Керлеут- ское	Чайка
По ЦНИГРИ . . .	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—
НИССТ	—	0.0759	0.0570	0.0526	0.0492	0.0308	0.03	0.0237	0.00628
Дубровскому . .	0.1903	0.0713	0.0458	0.0445	0.0362	0.0196	—	0.0312	—

Бросается в глаза богатство бромом оз. Старого; следующее, Красное, имеет уже вдвое меньшее его содержание; в остальных оно падает приблизительно пропорционально понижению степени метаморфизации.

Н. И. Дубровский, считая близкое к морской воде процентное содержание брома показателем морского происхождения озера, дает следующую таблицу наблюдаемых и вычисленных (теоретических) количеств брома, получив последние путем приведения содержания брома в морской воде к концентрации рапы озера (табл. 68).

Цифры указывают, что относительное процентное содержание брома в озерах Красном, Айгульском, Круглом и Кыркском соответствует таковому в морской воде, это же имеет место и в заливе Алгазы. Озера Киятское и Керлеутское имеют значительно меньший процент содержания брома, а оз. Старое, наоборот, более чем вдвое, повышенный.

Отсюда Н. И. Дубровский приходит к выводу о морском происхождении рапы озер первой указанной группы, тогда как для двух остальных (Кият-

ское и Керлеутское) признает изменение состава их рапы под влиянием грунтовых вод; грунтовые же воды районов озер Старого и Красного показывают полную близость по процентному содержанию брома к морской воде.

Основываясь на всех вышеприведенных данных и на общей геологической истории местности, изложенной в работах Андрусова, Архангельского, Двойченко и др., попытаемся более определенно выяснить вопрос о происхождении Перекопских озер и их солевых растворов.

Вопрос этот поднимался не раз и получал иногда диаметрально противоположные решения. В виду близости Перекопских озер к Черному морю и Сивашу, вполне естественным было предположение о морском их происхождении; поворотным моментом в толковании их в этом смысле явилась работа И. Мушкетова (1895), который, на основании геологических данных, приписал Перекопским озерам происхождение континентальное, — путем выполнения материковыми водами впадин, образовавшихся размывом трещин сдвигов. Еще раньше тот же взгляд был высказан К. К. Фохтом, считавшим, что они образовались в результате провалов. На основе химических данных состава рассолов континентальное происхождение их поддерживал и акад. Курнаков. К ним в общем примыкает и П. А. Двойченко. С другой стороны, ряд исследователей (Першке, Никольский, Дубровский) придерживается теории морского происхождения, а М. П. Боженко считает происхождение Перекопских озер комплексным.

При внимательном рассмотрении доводов, приводимых в защиту того или иного толкования, многие противоречия оказываются только кажущимися. Прежде всего, в происхождении озера надо различать два момента: а) образование его впадины и б) происхождение его рапы. То и другое может быть совершенно различным и относиться к совершенно разным геологическим эпохам. Как известно, область Северного Крыма впервые вышла из-под уровня моря в среднеплиоценовую эпоху (киммерийскую); континентальный период продолжался и весь верхний плиоцен и четвертичный период, исключая краткие промежутки морских трансгрессий. Геологические исследования в районе озер экспедиции Боженко показали следующий разрез отложений:

ТАБЛИЦА 68

	Вг по анализу (средн. вычисл.)	Вг по вычислению
Старое	1.903	0.762
Красное	0.579	0.549
Айгульское	0.458	0.457
Круглое	0.381	0.361
Кыркское	0.196	0.180
Киятское	0.404	0.553
Керлеутское	0.312	0.459
Зал. Алгазы	0.226	0.216

1. Понтический известняк
2. Пески среднего плиоцена
3. Пески верхнего плиоцена

4. Четвертичные отложения

- | | |
|---|--|
| { | а) Глины одноцветные, |
| | б) глины разных цветов, |
| | в) болотные образования, торф, |
| | г) морские отложения (сине-серые глины, содержащие фауну), |
| | д) озерные грязи. |

По данным Боженко, котловина озера Красного целиком заключается в четвертичных отложениях, тогда как котловина Старого в некоторых местах достигает верхнеплиоценовых песков. Котловины обоих озер имеют колеблющуюся глубину; преобладающая глубина Красного 4—6 м, Старого 7—8 м, максимум 14 м.

На основании приведенных данных и общего характера геологического строения местности можно заключить, что впадины Перекопских озер образовались путем процессов выдувания и выщелачивания в сухие периоды промежуточной эпохи между рисским и вюрмским оледенением. При засушливом климате в стране развились все явления, свойственные пустыням и полупустыням, в том числе и образование солоноватых или пресных озер в котловинах выдувания и в понижениях рельефа. В последующий период (вюрмское оледенение) климат изменился в сторону большей влажности, что сопровождалось увеличением водной массы озер и их опреснением (торф, болотные отложения, пресноводные глины). К концу четвертичного периода относится последняя морская трансгрессия, поведшая к образованию Азовского моря в его современном виде и Сиваша; ей обязаны своим существованием и морские отложения в области озер, обнаруженные М. П. Боженко. Морская вода заполнила озерные впадины, и историю водной массы озер надо начинать с момента нового отступления моря и обособления озер. И, однако, современный состав рапы нельзя рассматривать только как обычный процесс изменения солевого рассола отделившегося от моря бассейна. Последней стадией образования озер является их усыхание по отступанию моря, отложение донных солей и накопление масс озерной грязи. Выше была указана крайняя мелководность Перекопских озер и небольшой объем их рапы (см. табл. 61). Нет основания думать, что в прежних стадиях их существования в этом отношении существовали резкие отличия от современного состояния; лёссовидные суглинки, ныне слагающие обрывистые их берега, отложились после отступления моря. В засушливые годы были случаи совершенного усыхания озер. При таких обстоятельствах главное значение для образования состава современной рапы будет иметь не столько метаморфизация первоначальной морской водной массы, сравнительно небольшого объема, сколько непрерывное поступление вод, притекающих из окружающих отложений, т. е. будут иметь место те условия, которые ведут к образованию рапы озер

континентального происхождения. Возобновление или пополнение водной массы озера совершается за счет притекающих вод, грунтовых и других, и состав последних не может не иметь огромного значения. Все указанные выше реакции метаморфизации имеют в виду обновление рапы обычными поверхностными водами, т. е. несущими преимущественно бикарбонат кальция, который и обуславливает дальнейшие реакции превращения. Но если поступающие воды будут иметь особый характер, например, будут солеными или богатыми магниевыми солями, то весь ход процесса метаморфизации значительно изменится. По данным М. П. Боженко (рукопись), относительно Красного и Старого озер, последние питаются следующими водами: 1) грунтовыми, 2) пластовыми водами четвертичных отложений (миндельскими) и 3) плиоценовыми; влияние последних ничтожно, но первых и вторых — велико. Боженко пишет: «выходы грунтовых вод наблюдаются у обрыва озера почти повсеместно... в летнее время, при пониженном уровне, выходы их прослеживаются очень хорошо... на «засухе», ширина которой достигает 700 м, видны источники, через которые также выходят грунтовые воды». По данным инж. Давыдовского, постель водоносного горизонта в районе Перекопских озер лежит в пределах от 0.6 до минус 8.1 м; в районе озера Красного — в пределах от минус 4—5 м, т. е. ниже поверхности рапы на 0—1.1 м.

По данным Боженко, средний состав грунтовых вод района озер Красного и Старого выражается следующими цифрами (в % к сумме солей) (табл. 69).

ТАБЛИЦА 69

NaCl	Na ₂ SO ₄	Ca (HCO ₃) ₂	CaCO ₃	CaSO ₄	CaCl ₂	MgBr ₂	MgCl ₂	MgCO ₃	Mg (HCO ₃) ₂	MgSO ₄
Для Красного озера:										
54.25	2.79	4.59	1.42	9.05	8.00	0.13	25.68	2.60	3.45	3.82
Для Старого озера:										
40.5	10.4	4.2	2.9	—	5.8	—	35.4	9.6	—	17.6

Состав вод четвертичных отложений (средние цифры в граммах на литр) приведен в табл. 70.

ТАБЛИЦА 70

	CaCO ₃	CaSO ₄	CaCl ₂	MgCl ₂	MgBr ₂	NaCl
Для Красного	0.041	0.014	1.223	3.866	0.037	6.091
Для Старого	0.03	0.17	0.37	1.45	—	1.62

Состав верхнеплиоценовых вод (средние цифры в граммах на литр) приведен в табл. 71.

ТАБЛИЦА 71

	CaCO ₃	CaSO ₄	MgSO ₄	MgCl ₂	NaCl
Для Красного	0.019	0.267	0.013	0.292	0.395
То же в % к сумме солей . .	2.0	27.0	1.4	29.6	40.0

Из сравнения этих цифр с цифрами содержания солей в озерной рапе ясно видно сходство химического характера этих вод с характером рапы озер; особенно это резко сказывается для грунтовых вод, которым и принадлежит главная роль в питании озер; то же преобладание хлористых солей, то же развитие хлористого магния и падение содержания сернокислых солей. Словом, процесс метаморфизации явно имеет место не только в озерных водоемах, но происходит и в грунтовых и пластовых водах, связанных с озером. Если учесть положение постели водоносного горизонта ниже уровня рапы и сильные колебания объема последней в разные времена года, то можно допустить и постоянную взаимную связь ее с грунтовыми и четвертичными водами — обе категории вод охвачены одним и тем же процессом метаморфизации, который достигает в рапе лишь наиболее совершенных стадий. Что здесь имеет место процесс именно метаморфизации, а не простого выщелачивания солей из грунта, видно из следующих соображений: соли, приносимые притекающими водами, слагаются из двух рядов компонентов: а) из продуктов разложения силикатов окружающих пород и б) из выщелоченных из этих пород растворимых солей (хлористых и др.). Последним, даже в континентальных лёссовидных породах, надо приписать морское происхождение. Они могут быть привнесены 1) в результате морских трансгрессий; 2) в результате импультверизаций; область Перекопских озер есть узкий перешеек между двумя морскими заливами, в атмосфере здесь всегда много солей; после продолжительного пребывания в районе озер на одежде и лице начинает ощущаться присутствие соли, особенно при ветрах определенных румбов, и 3) вследствие просачивания подземной морской воды. Связь с морем, пока не констатированная прямым наблюдением, имеет очень много вероятия. Уровень всех озер группы отрицательный, ниже уровня моря на 2—4 м, а постель горизонта грунтовых вод — в пределах минус 4—5 м, т. е. еще на метр ниже; это делает просачивание морской воды вполне возможным. Как было указано выше, по данным Н. Дубровского, процентное содержание брома в грунтовых водах района весьма близко к таковому в морской воде. Если, таким образом, признать, что растворимые соли в окружающих озера отложениях — морского происхождения, а в то же время состав грунтовых и пластовых вод имеет тот же характер, что и рапа озер (близок к II классу, Курнакова), то ясно, что процесс метаморфизации имеет место уже в самих грунтовых и четвертичных пластовых водах.

Некоторое превышение содержания бикарбонатов в грунтовых водах, сравнительно с рапой озер, есть результат лишь разных стадий процесса метаморфизации.

Суммируя приведенные нами соображения о генезисе Перекопских озер, мы приходим к следующим положениям:

Образование озерных впадин и начало процессов, приведших к образованию современной их рапы, относятся к разным геологическим моментам.

1. Озерные впадины их имеют континентальное происхождение.

2. Первоначальным источником озерных солей являются, по преимуществу, морские соли; частью остаточные, частью привнесенные путем просачивания морской воды и импультверизацией. В этом смысле за озерной рапой следует признать морское происхождение.

3. Состав современной рапы есть результат сложного процесса метаморфизации, протекающего как в самых озерах, так и, главным образом, в водах, питающих озеро и пропитывающих окружающие материковые отложения.

Все озера Перекопской группы можно разбить на следующие типы:

а) Озера I класса, сохранившие общий тип морской воды. Коэффициент $k = 0.6-0.9$. Сюда относятся только озеро Чайка и приближающийся к состоянию озера залив Алгазы.

б) Озера I класса, имеющие очень малый коэффициент k (меньше 0.2) и находящиеся уже на границе перехода в озера II класса, Керлеутское и Пасурман.

в) Озера II класса, с заметным преобладанием NaCl над MgCl_2 . Коэффициент $\frac{\text{NaCl}}{\text{MgCl}_2} = 2-3$; Айгульское, Кыркское, Круглое, Киятское.

г) Озера II класса, с коэффициентом $\frac{\text{NaCl}}{\text{MgCl}_2}$, меньшим единицы или близким к ней (хлормagneиевые озера) — Старое, Красное, Круглое.

Озеро Круглое с резкими колебаниями состава рапы по временам года может быть отнесено и в группу в) и в группу г). Озеро Старое обнаруживает в некоторых отношениях резкие отклонения, например, коэф-

фициент $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{CaCl}_2}$ в нем очень велик, тогда как в связи с другими его

свойствами можно бы ожидать здесь ту же степень метаморфизации, что в оз. Красном и даже большую; с другой стороны, содержание брома в нем необычно велико. Повидимому, на этом озере более всего сказались последствия эксплуатации его человеком. Самое название «Старое» свидетельствует, что им пользовались как местом добычи соли, раньше дру-

гих. По Пейсоннелю (Peysonnel),¹ на этом озере сосредоточивалась, главным образом, соляная промышленность в ханские времена. Систематическое извлечение хлористого натрия должно было совершенно нарушить процентное соотношение солей в рапе и нормальный ход процесса метаморфизации.

К северной группе крымских озер относятся, как уже было отмечено, также озера района Генического, т. е. расположенные по северному побережью Сиваша, на Чонгарском полуострове и в северной части Арабатской стрелки; из них только последние принадлежат собственно Крыму. Арабатская стрелка в большей своей части представляет узкий наносный бар (0.5—2 км шир.), отделяющий Азовское море от Сиваша; но северный ее конец сложен третичными и послетретичными отложениями и является бывшим островом, к которому стрелка примкнула. Таким образом, и по положению и по составу слагающих пород эта часть Арабатской стрелки стоит в тесной связи с остальной частью Северного Крыма. С южной стороны этого северного расширения стрелки, против Сивашского острова Каялы, лежит Геническое соленое озеро. Оно довольно велико — около 8.5 км², садка соли в нем начинается с половины июня; слой ново-садки достигает 4—5 см, по составу рапы оно приближается к озерам II класса, так как количество серной кислоты в ней очень мало и, по видимому, почти вся она связана с кальцием. Старые анализы лаборатории Департамента горн. и сол. дел дают, например, следующие цифры процентного состава солей Генического озера:

NaCl	MgCl ₂	CaSO ₄	Na ₂ SO ₄	H ₂ O
95.33	0.53	0.68	0.28	3.04

К этой группе надо отнести и сам огромный Сиваш, соединяющийся с морем лишь узким (40—60 саж. шир.) проливом у горда Генического в значительной степени осолонившийся. Площадь Сиваша около 2400 км²; глубина его очень невелика, в среднем около 0.75 м. Залив ясно делится на две, очень отличных друг от друга части: западную, вытянутую в широтном направлении от Перекопского перешейка до вдающегося со стороны Украины Чонгарского полуострова, и восточную, около 110 км длины, в меридиальном направлении — от Генического до начала Керченского полуострова. Западная часть, наиболее мелкая, распадается на множество небольших длинных заливов; средняя концентрация ее 12—13° Вé летом; в заливах и «засухах» осолонение идет гораздо дальше и в некоторых наблюдается садка соли. Восточная сторона менее солоната: 5—6° Вé; в ближайших к Геническому проливу местах солоность настолько мала, что здесь свободно живет рыба; по мере приближения к южному, слепому кольцу залива солоность повышается. Если заливы за-

¹ Так, по крайней мере, можно истолковать следующее место в описании Peysonnel (1787): «on ne tire le sel que de selui (lac) qui est vers le couchant».

падной части, как Алгазы, уже теперь расцениваются как источники соли, то восточная, наоборот, привлекает внимание, как область возможного широкого развития рыбного хозяйства.¹ Соленость в Геническом проливе — 1.1%; в северных, прилегающих к Сивашу частях пролива, 1.3—5%, к югу она повышается и у южной оконечности, у д. Тохтаба, достигает часто 16%. Аналитические данные имеются следующие (табл. 72).

ТАБЛИЦА 72

№ анали- за	Место взятия пробы	Аналитик	Год	NaCl	MgCl ₂	CaCl ₂	KCl	CaSO ₄	MgSO ₄	Сумма	$k = \frac{MgSO_4}{MgCl_2}$
185	Залив к востоку от оз. Пасурман	Курнаков и Жемчужный	1916	7.27	1.02	—	0.18	0.20	0.80	9.47	0.80
186	Сиваш к востоку от Чонгарского моста	Лаборатория СПб. Горного института	1895	3.65	0.42	—	—	0.14	0.30	4.51	0.71

Коэффициент k очень близок к имеющемуся в Азовском море (0.82 по Бурксеру), так что, несмотря на значительное осолонение западной части, метаморфизация рапы Сиваша очень незначительна.

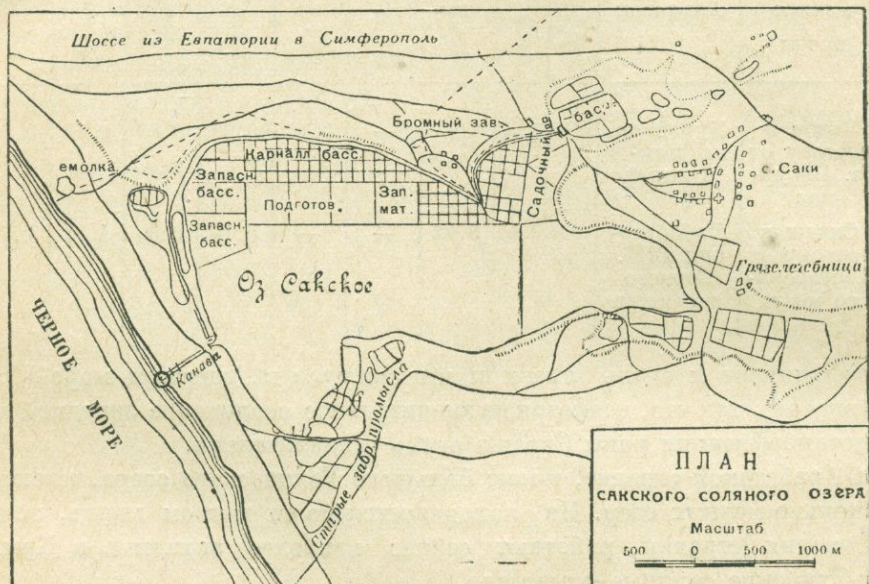
На Арабатской стрелке, кроме большого Генического озера, имеются и несколько мелких озер. На находящихся на ее южном конце, почти у основания стрелки, работают сейчас наиболее активные в Крыму Крым-Элийские соляные промысла.

Западная группа. В эту группу мы относим озера по берегу Крыма, от Севастопольской бухты до начала Перекопского перешейка. Все они лежат в непосредственной близости к Черному морю и большинство их отделено от него лишь узкими косами недавнего происхождения. Как отметил еще Мушкетов, одни из них являются устьевыми расширениями балок; другие — отделившимися от моря заливами. Остановившись только на более крупных, можно отметить следующие: 1) озеро Кизил-Яр, на широте ж.-д. ст. Сарабуз, у самого берега моря; 2) Сакское озеро, немного севернее предыдущего; 3) озеро Сасык-Сиваш; 4) Майнакское; 5) озеро Б. Конратское; 6) Ойбурское; 7) Донузлав; 8) озеро у д. Караджа; 9) оз. Сасык; 10) Джарылгач и 11) Бакал.

1. **Кизил-Ярское озеро** представляет собой сильно заиленный бассейн с вполне метаморфизированной рапой; сульфатов в нем почти нет, имеется некоторое содержание $CaCl_2$; дно озера покрыто голубовато-серою грязью. Длина его около 8.5, ширина до 2.5 км.

¹ Цееб Я. Труды Крым. н.-иссл. ин-та, т. III, в. 2.

2. Сакское озеро, столь известное как своими промыслами, так и высоким бальнеологическим качеством своих грязей, является небольшим устьевым озером; наступление моря залило соединенное устье двух балок. Озеро вытянуто с востока на запад; общая площадь его около 1000 га, глубина около 0.5 м; уровень воды на 1.5 м ниже уровня Черного моря; отделяется от него узкой пересыпью, около 3 км длиной и до 0.5 км шириной (см. карту № 11); через последнюю проведена канава, питающая озеро морской водой. В северной части его расположены садочные бассейны соляного промысла. Восточный конец, отделенный от остальной части озера искусственной перемычкой, находится



Карта № 11.

в распоряжении грязелечебницы; здесь добыча соли не производится. Морская вода, плотностью около 2°Вé , поступает по канаве в восточную часть озера, где путем естественного испарения достигает концентрации в $12\text{--}15^{\circ}\text{Вé}$; дальнейшая концентрация производится в подготовительных бассейнах. До концентрации в 16°Вé выпадают гидраты железа и углекислый кальций; далее садится гипс; главная масса его выпадает при достижении концентрации в 25°Вé . С 26°Вé начинается садка хлористого натрия; при $29\text{--}30^{\circ}\text{Вé}$ к нему присоединяется семиводный сернокислый магний-эпсомит. Наблюдения Н. Курнакова и В. Николаева (1929) показали, что при концентрации рапы 37.4°Вé , вместо эпсомита начинает садиться шестиводная соль магния (сакиит). Диаграмма равновесий, по Николаеву (1929), приводится на рис. 77.

Характер рапы озера, в силу искусственного накачивания морской воды, в настоящее время не может считаться соответствующим нормаль-

ному, природному; тем не менее направление процессов метаморфизации здесь то же, что и в других озерах Крыма. Коэффициент k , несмотря на постоянное поступление морской воды, является, по сравнению с коэффициентом k морской воды у Сакского побережья (0.65 по Щукареву), уже значительно меньшим, до 0.47—0.51. Большая часть площади дна восточной части озера покрыта коркой гипса в 2—3 см толщиной. Отложения грязи, по Мушкетову, имеют мощность в десятки метров; верхние ее слои сильно пропитаны рапой (грязевой раствор). Так как глубина рапы не велика, то главная масса солевого раствора заключается именно в верхних слоях грязи; по данным Щукарева, коэффициент k грязевого раствора близок к 0.5, к величине k в рапе озера. На глубине 2—3 м в грязевом слое залегают прослойки твердой каменной соли; в рапе озера содержится около 600 000 т NaCl, в грязевом растворе — 2 400 000 т; магниевых солей в рапе 200 000 т, в грязевом растворе — 670 000 т. Содержание солей в последнем (водные вытяжки) колеблется, в зависимости от места взятия пробы, в следующих пределах:

NaCl 4.0—10.4%, MgSO₄ 0.8—1.8%, MgCl₂ 0.4—2.4%.

Грязь обладает черным цветом, высокими коллоидными свойствами и сильно развитыми биохимическими процессами. Восстановительным процессам биохимического характера С. А. Щукарев приписывает главную роль в изменении коэффициента метаморфизации озера.

Сакское озеро принадлежит к числу тех, которые эксплуатировались человеком с древнейших времен; соляной промысел существует здесь, повидимому, уже около 3 000 лет.

3. Озеро Сасык-Сиваш является самым большим в Крыму; имеет форму неправильной трапеции, длинная сторона которой лежит вдоль пересыпи. На севере его имеются три больших залива, продолжающиеся в балках. От моря до конца северо-восточного залива — 15 км. Ширина пересыпи, отделяющей озеро от моря, около 400 м. Уровень рапы летом минус 0.9 м. Концентрация ее от 10—18°Bé; рапа мало метаморфизирована. Коэфф. $k = 0.63$. Площадь, по Мушкетову, около 75 км².

4. Майнакское озеро или, вернее, группа Майнакских озер находится к северо-западу от Евпатории, близ самого города. Подле более крупного озера имеются несколько медких. Подобно Сакскому, это озеро используется как для соледобывания, так и в бальнеологических целях. Сходно оно с Сакским и по генезису, представляя также затоплен-

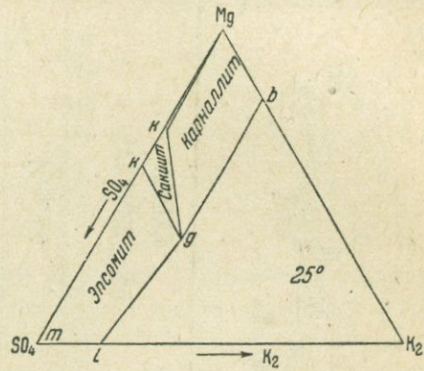
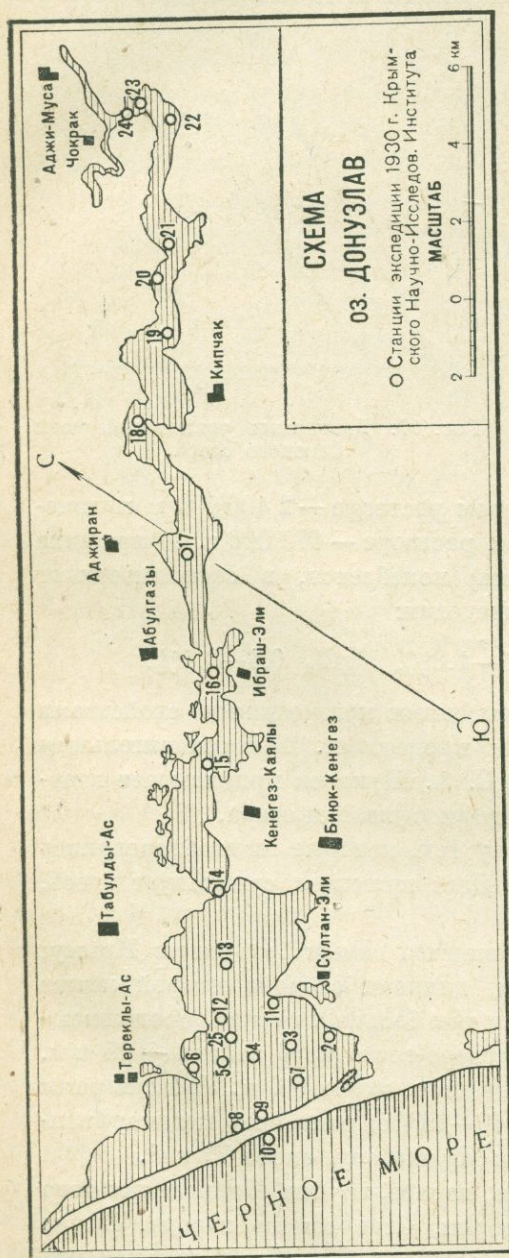


Рис. 77. Диаграмма равновесия рапы Сакского озера.

ное морем устье балки. По Двойченко (1930), дно ложбины озера сложено аллювиальными отложениями (галечник), на которые налегает серия морских синевато-серых илов, сверху переходящих в пески. Выше лежат илистые отложения самого озера, мощностью до 4 м. Грязь его, сверху черная, с запахом сероводорода, книзу переходит в голубовато-серый ил. В настоящее время озеро делится пересыпью на два самостоятельных бассейна. Концентрация рапы в летний период — 17°Вé , весной — $11\text{--}12^{\circ}\text{Вé}$. Коэффициент метаморфизации $k = 0.70$, т. е. почти идентичен с коэффициентом черноморской воды.



Карта № 12.

Относительно озер Конратского и Ойбурского (5 и 6) имеется мало данных. Большое Конратское озеро, сильно усохшее к половине прошлого столетия, было в 1860 г., в целях соледобывания, искусственно наполнено морской водой, после чего промыслы на нем на некоторое время возобновились.

7. Озеро Донузлав, второе после Сасык-Сивашского по своим размерам, обладает многими своеобразными чертами, сильно отличающими его от обычного типа соленых озер Крыма.¹ Оно сильно вытянуто в северо-восточном направлении (см. карту № 12); наибольшая его длина 27 км, общая площадь около 50 км². Пересыпь, отделяющая его от моря, имеет 9 км длины, при ширине 300—600 м. Уже по

своей большой глубине, до 19 м, оно резко выделяется из среды дру-

¹ Озеро изучено в 1932 г. экспедицией Крымского н.-и. ин-та (П. Данильченко, 1932).

гих озер Крыма. Причины этого надо искать в особом характере впадины Донузлава, которая явно тектонического происхождения (трещина сдвига).

Распределение глубин его видно из нижеследующей табл. 73 и карты № 15.

ТАБЛИЦА 73

Станция №	4	14	15	16	17	18	19
Глубина в метрах	19	14	17	11.5	11.5	5	1.5

С пункта 18-го, лежащего в 17 км от пересыпи, начинается мелководная зона озера. Концентрация рапы в Донузлаве летом достигает 9.6 Вé , т. е. ниже даже концентрации рапы западного Сиваша (12° Вé), лишь восточный Сиваш ($5\text{--}6^\circ \text{ Вé}$) стоит по концентрации еще ниже. Соленость в различных пунктах озера колеблется в пределах $9.62\text{--}9.91\%$; содержание хлора $5.31\text{--}5.47\%$; уд. вес $1.0719\text{--}1.0745$. По степени концентрации рапы оно может быть разделено на 3 участка: 1-й простирается от пересыпи до ст. 17, концентрация рассола в нем колеблется в узких пределах $9.62\text{--}9.70\%$; 2-й — в 9 км длины, между ст. 17 и 21, с концентрацией $9.7\text{--}9.9\%$ (макс. 9.91); 3-й участок охватывает верховье озера; это мелководный участок (0.5 м глуб.), с резко пониженной соленостью — 0.89% ; в самых крайних частях содержание солей всего $0.17\text{--}0.19\%$, вода становится пресной. Изучение солености по вертикали показало отсутствие заметных различий между донными и поверхностными слоями; колебания солености по временам года также незначительны. Анализы рапы станций 15, 18 и 25, произведенные лаборат. Крым. н.-и. ин-та (Данильченко, 1932), указывают на полную их близость и, следовательно, однообразие химического состава в разных частях озера, если не считать его опресненного конца (табл. 74).

Для сравнения состава рассолов Донузлавского озера с черноморской и океанской водой П. Т. Данильченко приводит нижеследующую таблицу коэффициентов (табл. 75).

Согласно этой таблице, Донузлав принадлежит к озерам 1 класса с малой степенью метаморфизации воды. Последняя, главным образом, сводится к уменьшению сравнительно с черноморской водой содержания ионов Ca и $\text{НСО}'_3$. Это обстоятельство находится в прямой связи с концентрацией его рапы 9.6° Вé , при которой осаждается только углекислый кальций; садка последнего начинается при $3\text{--}5^\circ \text{ Вé}$ и заканчивается при $16\text{--}17^\circ \text{ Вé}$; и действительно, осадок CaCO_3 в виде мелких сферолитов констатирован экспедицией П. Данильченко на дне озера, где он образует местами небольшую корку, проросшую водорослями.

Таким образом, Донузлав можно считать озером, находящимся в начальной стадии развития, сохранившим еще связь с морем путем проса-

ТАБЛИЦА 74

Аналитик и год	П. Данильчинко 1932 № 187	Н. Дубровский 1928	
		№ 188	№ 189
Озеро	Донузлав ¹	Джарылгач	Бакал
в граммах на литр			
Ca ⁺⁺	0.1171	4.553	2.593
Mg ⁺⁺	0.3747	5.028	8.460
Na ⁺	2.9170	58.135	108.643
K ⁺	0.1129	—	—
Cl [']	5.349	102.800	181.800
Br [']	0.0189	—	—
SO ₄ ^{''}	0.7636	12.732	20.980
HCO ₃ [']	0.0217	—	—
CO ₃ ^{''}		0.112	0.215

¹ Средние из трех анализов.

ТАБЛИЦА 75

Коэффициенты	В средних цифрах		
	Океан	Черное море	Донузлавское озеро
$\frac{\text{Ca} \cdot 100}{\text{Cl}}$	2.17	2.51	2.19
$\frac{\text{Mg} \cdot 100}{\text{Cl}}$	6.81	6.75	6.99
$\frac{\text{SO}_4 \cdot 100}{\text{Cl}}$	13.87	13.44	14.27
$\frac{\text{HCO}_3 \cdot 100}{\text{Cl}}$	0.43	1.94	0.40
$\frac{\text{Br} \cdot 100}{\text{Cl}}$	0.34	0.32	0.34
$\frac{\text{Na} \cdot 100}{\text{Cl}}$	55.35	54.60	54.53
$\frac{\text{K} \cdot 100}{\text{Cl}}$	1.98	2.37	2.11
$\frac{\text{Сумма солей}}{\text{Cl}}$	1.808	1.809	1.811
$\frac{\text{MgSO}_4}{\text{MgCl}_2}$	0.67	0.70	0.65

чивания воды его через пересыпь. Возможно, что обмен рассолами между морем и озером происходит не только от первого к последнему, но, временами, и обратно: уровень Донузлава, по Ильинскому, минус 28 см, при известных атмосферных условиях (восточные ветры) он может сравниться и даже превысить морской; в таком случае ток воды через пересыпь получит обратное направление.

Материковые воды, питающие озеро, относительно богаты солями и по характеру также принадлежат к рассолам I класса; влияние их сказывается наиболее сильно в отдаленном от моря опресненном участке озера.

Дно Донузлавского озера покрыто мощным слоем черного ила, весьма сходного с грязью Сакского озера, и местами, как уже упоминалось, покрытого тонкой коркой углекислого кальция.

Несмотря на малую концентрацию рапы, Донузлавское озеро, благодаря своей огромной водной массе, содержит очень большие запасы солей, общая сумма которых доходит до 50 млн. т.

Относительно остальных озер Евпаторийской группы химических данных мало. Из анализов Н. Дубровского (табл. 74) рапы озера Дж а р ы л г а ч и Б а к а л можно заключить, что второе сохраняет еще тип озера I класса, тогда как первое, Джарылгач, очень близко к типу II класса. Оба образовались в результате затопления устьевых расширений балок; площадь котловин их довольно велика, до 8 км² каждое. Летом оба озера пересыхают.

К е р ч е н с к а я г р у п п а. Керченский полуостров богат озерами; одни из них явно морского происхождения, другие, вдали от моря, представляют выполнение материковых впадин; более крупные принадлежат к первым. Большинство их находится в периоде усыхания. Вдоль берега Азовского моря главнейшими озерами являются: на востоке большое А к т а ш с к о е о з е р о, соединяющееся с Казантипским солончаком, вместе с которым, по Комарову (1858), оно имеет более 40 км в окружности; слой рапы в нем летом 2—3 см; на западе — Ч о к р а к с к о е о з е р о, окружностью около 12 км. Берега Чокракского озера высоки и сложены с восточной стороны караганскими и чокракскими отложениями, а близ выхода к морю — четвертичными ракушечниками. Чокракский известняк круто обрывается к озеру; почти у уровня рапы из него выходит ряд серных источников, выходы которых замечаются и в самом озере. С западной и южной стороны берега сложены сарматскими глинами, на которые налегают верхнесарматские известняки, с многочисленными каменоломнями. У юговосточных берегов расположена грязелечебница; у северо-восточных — соляные промыслы. Дно озера покрыто мощным слоем черной лечебной грязи высокого качества. Глубина рапы летом у берегов измеряется сантиметрами, но в центральных частях озера доходит до 1.5 м. В рапе констатировано, по Комарову, содержание сероводорода (0.97 по объему) и борной кислоты (0.30%) (Николаев, 1931).

ТАБЛИЦА 76

№ 190. Анализ рапы Чокракского озера (В. Николаев, 1931)			
В % к сумме солей		В солях	
Сух. остаток	33.34		
Cl'	15.63	MgSO ₄	9.35
SO ₄ "	7.46	Mg Cl ₂	15.27
Mg	5.74	KCl	2.35
K	1.23	NaCl	5.43
Na	3.02	Na ₂ B ₄ O ₇	0.47
H ₃ BO ₃	0.30	Сумма	32.87
			d=1.3022
			k=0.612

По берегам Керченского пролива расположены два больших озера — Чурубашское (Камыш-Бурунское) и Тобечикское. Оба вытянуты в направлении, перпендикулярном к проливу, и вследствие усыхания, далеко отошли от него. Глубина рапы летом в них измеряется сантиметрами.

На берегу Черного моря лежат на востоке озера Элькенское (Кояшское, Опукское) и большое, сильно усохшее, Узунларское, имеющее около 9.5 км длины; на западе имеются озера между Феодосией и д. Сарыголь. В центральных частях полуострова — небольшие озера материкового происхождения, например, озеро у д. Марфовки. Все озера Керченского полуострова очень слабо изучены.

Б и ш о ф и т MgCl₂·6H₂O. Монокл. с. Кроме поваренной соли в состав рапы озер входят и другие галоидные соли магния, калия. В искусственных бассейнах наблюдается их садка, равно как и садка различных двойных солей (например, карналита), в зависимости от условий концентрации и температуры. Некоторые из них должны садиться и в природных условиях, особенно хлористый магний, в хлоромagneиных озерах, тем более, что в некоторые годы наблюдается полное их усыхание, и садка хлористого магния действительно происходит. По личному сообщению А. П. Булавенко, в перекопских озерах можно наблюдать сростки длинных (несколько сантиметров) игольчатых кристаллов бишофита.

Г Л А В А XI

УГЛЕВОДОРОДЫ И ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

КЛАСС X. УГЛЕВОДОРОДЫ

а) Газообразные углеводороды

Выделение углеводородных газов на Керченском полуострове давно известно. Здесь с ними связаны грандиозные сопочные явления и местами выделения нефти; последние по своему возможному экономическому значению всегда привлекали к себе усиленное внимание. Вне Керченского

полуострова газовые выделения, наоборот, лишь в недавнее время возбудили к себе некоторый интерес.

Еще в 1897 г., во время экскурсии в окрестностях Симферополя, мною была неожиданно обнаружена на правом берегу р. Салгира, ниже д. Аян, небольшая замирающая грязевая сопка; сопка эта, совершенно уже прекратившая свою деятельность, существует и по настоящее время. В 1927 г. во время работ по проводке водопровода из Аянского источника в Симферополь, с целью выяснения геологического строения местности, был заложен ряд скважин и шурфов. Одна из скважин глубиною до 50 м, метрах в 200 от сопки, дала значительное выделение газов, преимущественно метана (до 35%), в воде заметны были пленки нефти. Пройденные нижнемеловые породы оказались песчано-глинистой толщей, в которой более песчаные и более глинистые слои многократно сменяют друг друга.

Анализы вод этой скважины, как и соседних, показали на некоторой глубине обогащение их содой и обеднение серной кислотой, т. е. обнаружили черты, характерные для нефтяных вод.

Вторым выходом углеводородных газов в горной части Крыма является знакомый уже нам источник Аджису близ д. Коккоз. Из углеводородов в нем констатированы метан (21—24%) и этан (0.80%). Бессульфатный характер вод этого источника также указывает на близость их к нефтяным водам, на что указывает и А. Черепенников (1932).

Других достоверных данных относительно выделения углеводородных газов не имеется; возможна, однако, некоторая примесь их и в других газифицирующих источниках, например, сероводородных; к сожалению, анализа их газов не имеется. Равным образом, возможно присутствие газообразных углеводородов и в некоторых содовых водах Феодосийского района, в которых указывалось наличие пленок нефти.

Большое число месторождений углеводных газов находится на Керченском полуострове, что, в связи с распространением здесь грязевых сопкок, вполне понятно, ибо основной причиной извержений грязевого вулкана является именно напор газовых струй. Поэтому все сопочные группы можно рассматривать и как месторождения углеводородных газов. Выделяются ли в них таковые неравномерно или равномерно, постоянной струей или периодически, в зависимости от внешних условий, их источник на глубине может считаться устойчивым. Наиболее могучим такого рода месторождением является Центральная сопка Булганакской группы, непрерывным или коротко периодическим выделением газов которой пользовались для выпаривания борнокислых растворов на существовавшем здесь заводе. Среди сопочных газов углеводороды являются подавляющими количественно; они составляют большей частью 90—99%, редко снижаясь до 60—70%.

На полуострове, однако, имеется ряд газовых месторождений и не связанных непосредственно с сопками; они были обнаружены при разведках

на нефть. Некоторые скважины в Чонгелеке и Чорелеке под давлением обильных газов давали нефтяные фонтаны. Газация замечается иногда также в шурфах, колодцах и старых заброшенных скважинах.

Наиболее подающим надежды газовым месторождением является Борзовское, близ д. Баксы и Борзовского мыса на Керченском проливе. После того, как здесь при разведках на нефть появились сильные выделения газов, КНИИП и Азнефтью была поставлена на них разведка. Изыскания производились также в Коп-Кочегене, Кармыш-Келечи, Булганаке. Заложённые в Борзовке скважины прошли пять газоносных слоев; некоторые скважины, доведенные почти до 1000 м, углубились в майкопские глины. Газоносные горизонты лежат преимущественно в караганских и конкских слоях. Несмотря на образующиеся пробки, скважины давали до 10 000 м³ газа в сутки. В составе газов преобладает метан (87—99%), далее — более тяжелые углеводороды (0.8—1.2%), CO₂ (0—2.4%), CO (0—0.8%), O₂ (0.2—0.6%), азот реже; лишь в скважине в Коп-Кочегене содержание азота достигало 26.2%. Исчисляя общую газоносную площадь в 1000 км² и принимая заполнение породы газами в 10%, при давлении в 80 атм., А. Слудский ориентировочно определил запас горючих газов на Керченском полуострове в 80 млрд. м³.

Едва ли можно думать, что газы месторождений, не связанных с сопками и с ними связанных, генетически различны; в химическом отношении они обнаруживают полное сходство. Караганские слои, являющиеся главными их вместителями, играют по отношению к ним лишь роль коллекторов; область же их первоначального образования надо искать или в майкопских слоях или ниже их, т. е. там же, где образуются и газы сопочных месторождений.

в) Жидкие углеводороды (нефть)

Поисковые работы на нефть в Крыму ведутся уже более 100 лет. Первые известия о ней относятся к 1792 г., когда Каблуковым были привезены в Николаев образцы крымской нефти, а в 1823—1925 гг. уже производил разведки на нее известный маркшейдер Козин. Более обстоятельные работы начались значительно позднее; в 1881 г. — французской анонимной компанией, в 1907 г. — фирмой А. Раки, заложившей до семи довольно глубоких скважин в Джерджаве и Чонгелеке. Одной из этих скважин (№ 4) приписывается фонтанирование с выбросом 30 000 пудов нефти, что, впрочем, достоверно не установлено; имеются указания и на более значительные выбросы — 50 000 пудов (Двойченко, 1914); во всяком случае производительность скважин быстро падала и сколько-нибудь прочная установка добычи нефти в Крыму не налаживалась; в конце двадцатых годов настоящего века производительность всех скважин не превышала 500 ведер в месяц. Новые попытки добиться серьезных результатов начались в 1926 г., когда Нефтесиндикат приступил к разведкам в Керченском районе.

Признаки нефти в Керченском районе имеются повсюду и прежде всего там, где существуют грязевые сопки; но и помимо них просачивание нефти и наличие закированности наблюдаются почти по всему полуострову. Разведки, однако, нигде не дали положительных, в промышленном смысле, результатов.

В качестве носителей нефти, обычно, выдвигаются породы свит: майкопской и средиземноморской. Майкопский ярус, сложенный преимущественно сланцеватыми, непористыми глинами, является мало благоприятным для накапливания нефти. И хотя на гребнях антиклиналей в этих глинах почти всегда замечаются ее признаки, майкопские породы и Прокоповым и Архангельским признаются мало надежными по отношению к содержанию нефти в масштабе промышленного значения. Несколько более благоприятными представляются условия на юго-западе полуострова в районе Керлеута, где в этих глинах имеются песчаные прослойки.

Лучшие условия в структурном отношении (пористость) представляют породы средиземноморского яруса, почему к разведке и предлагались, главным образом, антиклинали, в строении которых принимают участие именно породы этого яруса; в западной части полуострова — антиклинали Акташская и Казантипская, в восточной — Широкая Балка (Борзовка), Коп-Кочегенская, Бабчикская, Чонгелекская и Чорелекская.¹

Разведочные работы последних годов сосредоточились в месторождениях Акташ, Борзовка и Чонгелек.

В Акташе скважина, доведенная до глубины 420 м, нефти не обнаружила.

Разведки на Борзовке и Чонгелеке продолжаются; наибольшие надежды возлагаются на Чонгелек.

ТАБЛИЦА 77

Разгоночные фракции (данные Нефтяного института, по А. Архангельскому)

	I	II	III	IV	V
Газолин 92 — 150° . . .	11.24	—	—	(123—150°) 0.80	(138—150°) 0.41
Керосин 150 — 275° . .	41.49	46.32	(200—275°) 27.69	36.39	33.29
Соларовый дистиллат 275 — 300°	8.61	15.05	12.05	10.97	9.29
Мазут	38.07	38.41	59.49	51.34	56.52
Потери	0.59	0.22	0.78	0.50	0.79

¹ Крупнейшими работами, посвященными геологии крымских месторождений нефти, в последние годы являются труды Прокопова, Алферова и Архангельского.

I и II — урочища Казан и Шейхэли, таганашская антиклиналь, III — коджаларская антиклиналь, IV — Кармыш-Келечи, V — с. Султановка, султановская антиклиналь.

По последним сведениям («Красный Крым», 1937, № 30), работы на Чонгелеке привели к вполне благоприятным результатам.

Физико-химические свойства керченских нефтей: уд. в. от 0.869 до 0.925; вязкость около 1.24.

Содержание серы в нефти колеблется в пределах 0.10—0.30 %; иодное число 5.64—12.10; кислотность 0.482—1.264. Нефти являются керосиновыми. Лишь в первом случае содержание бензина довольно значительно.

с) Твердые битумы

А с ф а л ь т. Месторождение его на Г о л у б и н о м мысу в пропитанных битумами сарматских известняках давно известно и некоторое время разрабатывалось. Месторождение невелико; новая разведка его, произведенная в 1931 г., дала малоблагоприятные результаты (запас в 20 тыс. м³ известняка с содержанием 2.15% битумов). Существуют указания и на другие месторождения, например, у д. Ташлы-Яр, но более точных данных о них не имеется.

Явления закированности наблюдаются очень нередко вблизи мелких выходов нефти и некоторых сопков.

д) Каменные угли

А н т р а к с о л и т. Под этим именем¹ В. Аршинов (1914) описал в 1914 г. выделения угля в кератофирах партенинского лакколита и в изверженной породе скалы Караул-Кая, близ Лимен. В обоих случаях антраксолит образует в породе небольшие блестящие черные включения (диам. 1—2 см), иногда округлые. Химический состав и физические свойства его представлены в табл. 78 (по В. Аршинову).

Включения антраксолита в партенитовой породе иногда связываются тонкими жилками того же вещества и местами сопровождаются кварцем и кальцитом; в массе самой породы углерод обнаружен в виде СО₂. В силу этого автор считает антраксолит не выделением из расплавленных масс, а образованием жильным. Такой вывод подтверждается тем, что во втором месторождении, у Лимен, автор наблюдал миндалины битуминозного кальцита (антраконита) и в одном случае включение в кальците нефти.

Источники углерода В. Аршинов ищет в углистых и битуминозных веществах глинистых сланцев и других осадочных пород Крыма. Появление минерала в трещинах изверженных пород есть результат возгонки под влиянием контакта расплавленных масс с пропитанными органическими веществами осадочными породами.

¹ Самое название «anthraxolite» принадлежит Chopman.

ТАБЛИЦА 78

Компоненты	№ анализа 191				№ анализа 192			
	П а р т е н и т				Л и м е н ы			
С	90.03	90.40	90.22	91.82	91.35	—	91.35	92.79
Н	3.33	3.69	3.51	3.57	3.67	3.81	3.74	3.80
О	—	—	3.32	3.38	}	—	3.36	3.41
S	0.42	0.46	0.44	0.45				
N	0.73	0.81	0.77	0.78	}	—	1.33	—
H ₂ O	1.14	1.25	1.20	—				
Зола	0.36	0.72	0.54	—	0.20	0.24	0.22	—
Сумма	—	—	100.00	100.00	—	—	100.00	100.00
Уд. вес	1.38	1.39	1.40		1.38	1.39	1.38	—
	1.41	1.42			1.38	1.39	1.38	—
Твердость	3 — 3.5				2 — 2.5			
В S ₂ C	н е р а с т в о р и м							
При нагрев. в закрытой стекл. трубке	Выделяет воду со щелочной реакцией							

В том же году мною (Попов, 1914) наблюдались выделения углистого вещества в авгитовом порфирите, обнажающемся близ водопада Учан-Су. В некоторых кварцевых его жилах кристаллики кварца оказались покрытыми тонкой, очень плотно к ним приставшей, пленкой углистого вещества. Условия выделения его вполне сходны с теми, какие описаны В. Аршиновым, но свойства несколько отличны: вещество легко сгорает в запаянной трубке, давая густой дым, тогда как В. Аршинов характеризует партенитский антракосолит как сгорающий на крышке тигля лишь, «когда превращен в мелкий порошок». Возможно, что найденный мною минерал менее богат углеродом, чем антракосолит (антрацит).

К а м е н н ы й у г о л ь .

Вопросом о нахождении в Крыму каменного угля интересовался еще Паллас и уже маркшейдер Козин ставил на него разведки. В восьмидесятих годах поиски угля в Балаклавском районе производил Н. Головкинский пришедший, как и Козин, к неблагоприятным заключениям. Но тогда же

П. Давыдовым на северном склоне первой Крымской гряды, в районе Бешуя, по р. Донге, был найден уголь. Последовавшие разведочные работы дали основание признать за этим районом промышленное значение, но, повидимому, он является и единственным в Крыму. На нем сосредоточилось всеобщее внимание, ему был посвящен ряд работ разведочного, геологического, химического и экономического характера. В смысле выяснения залегания и исчисления запасов угля особую ценность имели разведки Долгорукова, Вноровского и Скворцова; позднее — Обручева и Моисеева. Геологически наиболее полно и обстоятельно месторождение изучено было А. Моисеевым (1929), в работе которого изложена история вопроса и приведена вся литература, как печатная, так и оставшаяся в рукописных отчетах и докладах. После Моисеева работы по бешуйскому углю производились КНИИП, в них принимал участие и автор, и затем Крымской конторой Геолтреста.

Каменные угли Крыма подчинены среднеюрским отложениям, в более древних он обнаружен не был, в более молодых известен лишь в ничтожных количествах. Отличительной чертой средней юры в Крыму является прерывистость ее отложений, что ясно видно на прилагаемой карте (№ 13). Правда, отчасти она кажущаяся и объясняется, например, тем, что в средней своей части отложения эти скрываются под мощной толщей известняков Яйлы; но, это лишь отчасти, так как местами пласты доггера действительно выклиниваются и верхнеюрские, а иногда и меловые отложения, на значительных площадях покоятся непосредственно на таврических сланцах. Повидимому, на границе средне- и верхнеюрского времени был перерыв и отложения доггера подвергались размыву.

Литологический характер доггера, однообразный в смысле общего состава пород, дает значительные вариации не только в вертикальном, но и горизонтальном направлении, что затрудняет параллелизацию отложений. Породами его являются песчаники, конгломераты, сланцы и реже глины (рис. 78). Признаки угля в виде небольших гнезд, пропластков, часто обугленных остатков растений, обнаружены в них во многих пунктах, но нигде, кроме Бешуй-Шора, несмотря на все поиски, не было найдено хоть сколько-нибудь значительных его скоплений, а поиски производились неоднократно и в течение многих десятков лет, неизменно с одинаково отрицательными результатами.

Самое Бешуйское месторождение расположено на р. Чуюн-Илга, притоке р. Качи, в 8 км от д. Коуш и в 35 км от ст. Сюрень; рудник находится на водоразделе рр. Чуюн-Илги и Япналаха (приток р. Альмы), у самой р. Чуюн-Илга.

Уголь образует прослойки в сланцевых глинах. Старыми разведками установлены 3 сравнительно крупных его пласта: верхний — «Эки-Хат»,



Карта № 13 распространения средней юры в юго-западном Крыму

средний — «Биюк» и нижний, наиболее слабо выраженный, — «Долгоруковский». Мощность пластов весьма различна, максимума достигает «Биюк» (2—2.5), среднюю имеет «Эки-Хат», около 95 см (см. рис. 79).

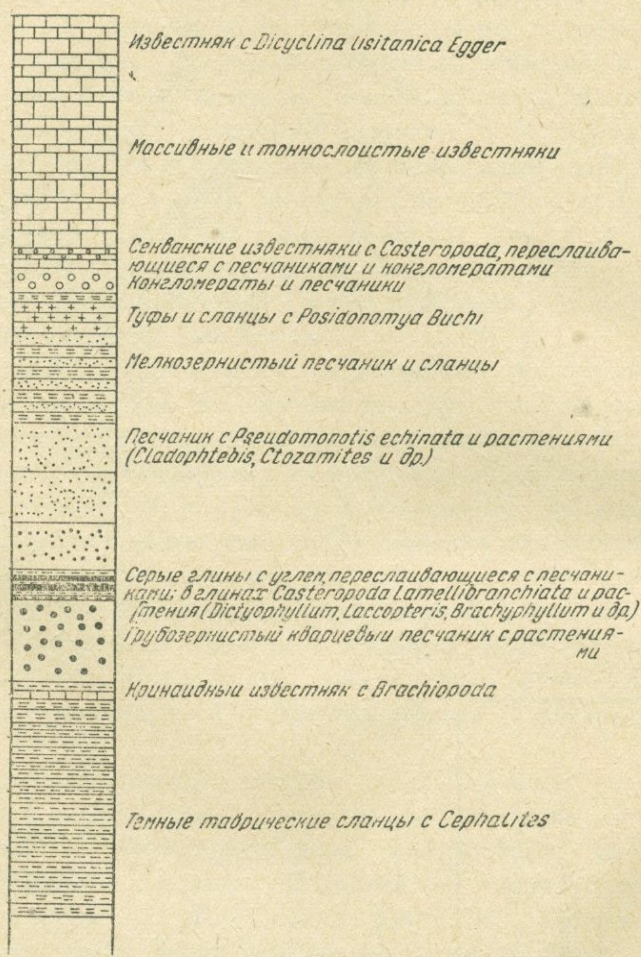


Рис: 78. Схематический сводный разрез отложений, развитых в районе Вешуйского месторождения каменного угля (по А. Моисееву).

Вешуйский уголь относится к газовым углям. Еще в старых описаниях выделены три его разновидности, почти в точности принятые и всеми последующими авторами. Разности эти следующие.

1. Смолистый уголь — хрупкий, блестящий, черного цвета, с раковистым изломом, легко загорается и горит с выделением пламени и с сильным запахом.

2. Тот же уголь, но загрязненный прослойками глины буровато-черного цвета, трудно загорающийся.

3. Гагат черный, со смоляным блеском, твердый, годный для поделок. По данным А. Моисеева на изломах его можно видеть строение древесины. Встречается в виде гнезд, преимущественно в кровле Эки-Хата.

Средняя проба смолистого угля (пласт Эки-Хат).

**Химические данные (по материалам химической лаборатории
Таврического ун-та)**

Содержание золы (в %)

В смолистом угле шахты в Эки-Хате	11
» сланцевом угле штольни в Бююке	43—53
» гагате	2.67

Средняя проба смолистого угля (пласт Эки-Хат)

ТАБЛИЦА 79

	Нижняя пачка (в %)	Верхняя пачка (в %)
Кокса (спекающегося)	60.70	60.50
Золы	11.35	11.80
Влажности	2.68	2.58
Серы	1.94	2.15
Летучих веществ	34.68	34.77

Технические анализы лаборатории Геологического комитета дали следующие результаты:

ТАБЛИЦА 80

	Образцы пласта «Бююк»	Образцы пласта «Эки- Хат»	Гагат
Влажность	2.4—3.0	2.3—2.8	3.2
Летучие вещества	20.7—29.1	21.6—37.2	52.3
Беззольный кокс	27.8—39.0	30.0—46.7	43.3
Зольный кокс	67.8—76.6	59.2—76.3	44.4
Зола	28.8—46.6	5.8—46.3	1.1
Сера	1.6—3.09	1.9—2.3	1.0
Характер пламени	длинное	—	длинное
Вид кокса	спекающийся	—	—

Элементарный анализ той же лаборатории (1929) табл. 81.

Газ содержит много сероводорода. Смола жидкая, уд. вес 1.029.

Теплопроизводительность угля пласта «Биюк» — 4890 кал.; пласта «Эки-Хат» — 5171 кал. Бешуйский уголь горит ярким коптящим пламенем.

По данным Харьковского углехимического ин-та, зольность бешуйского угля — от 14 до 55%, содержание серы от 2.05 до 3.13%, летучих веществ от 29 до 37%. Теплопроизводительная способность от 3623 до 6552 кал.

Запасы бешуйских углей

В. А. Обручев в 1921 г., на основании осмотра старых выработок и данных прежней разведки, дал следующий подсчет запасов: действительные — 12 301 т, возможные — 264 932 т.

По подсчетам инж. Вознесенского (1932 г.), действительные — 150 тыс. т, вероятные (до глубины 200 м) — 520 тыс. т и возможные — до 2 млн. т.

Разведки, произведенные в 1932 г. инж. Борисовым, показали следующие запасы:

по А₂ — 82 тыс. т.
по В — 971 » »
по С — 617 » »

ТАБЛИЦА 81

	№ 193	№ 194
	Образец пласта «Эки-Хат»	Образец пласта «Биюк»
С	59.32	47.78
Н	4.25	3.48
Н+О	8.80	8.66

ТАБЛИЦА 82
Перегонка сухая

	Образец пласта «Эки-Хат»	Образец пласта «Биюк»
Газ	9.4	8.8
Вода	8.2	9.6
Смола	8.0	6.4
Кокс	74.1	74.8
Потеря	0.3	0.4
	100.0	100.0
Уд. вес газа . . .	0.61	0.70

Разведки, произведенные в последующие годы Крымской конторой Геолтреста, должны эти цифры уточнить.

Другие выходы угля в том же районе находятся: 1) на правом берегу р. Камбич, в 3 км к СЕ от Бешуй-Шора, 2) в урочище Деминьер, на правом берегу р. Качи, ниже впадения в нее р. Донги, 3) в местности Плякья, на правом берегу р. Стиля, близ д. Стиля, 4) в местности Домузоран, на правом берегу р. Каспаны, также в районе д. Стиля. Все эти месторождения, повидимому, практического значения не имеют; местами в них встречаются довольно значительные гнезда гагата (до 70 см в поперечнике).

На южной стороне гор обнаружен уголь у д. Дегерменкох, почти против Бешуйского месторождения; на основании статиграфических и палеонтологических данных А. С. Моисеев заключает, что Дегерменкойская угленосная свита близка в свите Бешуй-Шора.

Далее к западу по южному берегу, по указанию Козина, имеются пропластки угля у Никитского мыса. А. Моисеевым здесь были найдены лишь гнезда гагата. Мелкие углистые прослойки были найдены в Ялтинском районе, близ деревень Ай-Василь, Дереккой и Верхняя Аутка; затем прослойки гагата на северном склоне г. Мегаби и в Орианде, у г. Хач-Лакаясы и еще далее к западу — мелкие гнезда в районе Кикинеиза, Мухолатки и Ласпи. В районе Балаклавы разведки на уголь производил еще Головкинский, также обнаруживший здесь лишь гнезда гагата. В северо-западном Крыму следы угля указывались близ деревень Богатырь, Биюк-Узенбаш, Янджи и Теренаир; в восточном — на западном склоне мыса Киик-Атлама, близ д. Токлук, Судака и в Воронской долине.

Отложения доггера, которым подчинены каменные угли, являются отложениями прибрежными. А. С. Моисеев нашел в них многочисленные остатки разнообразной флоры, преимущественно папоротниковых и хвойных. Флора специально бешуйской угленосной свиты сближается им со среднеюрской флорой Англии; в кусках гагата можно различить строевые древесины. Таким образом материалом для образования бешуйского угля послужили, главным образом, остатки древесной растительности, а, следовательно, по генезису он должен быть отнесен к обыкновенным, а не сапропелевым углям.

КЛАСС XI. ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Соли органических кислот

Т и р ш и т (вевеллит) $\text{Ca C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. В 1907 г. В. Шкателовым (1907) было произведено химическое исследование белых налетов на поверхности известняка под мхами и лишайниками в районе Кацивели, близ Симеиза. Автором определены в соскобленном материале щавелевая кислота, далее CaCO_3 , окислы железа и алюминия, фосфорная кислота и органические вещества. Появление такого рода налетов, несомненно, под влиянием жизнедеятельности растительных организмов легко наблюдать во всей области распространения яйлинских известняков. Возможно, что составу этих налетов не вполне отвечает вышеприведенная формула минерала, но во всяком случае наличие в них щавелевокислой извести не подлежит сомнению.

Кроме этих поверхностных образований, вещества битуминозного или гумусового типа широко распространены в большинстве осадочных пород. Вещества гумусовые обнаружены в керченских железных рудах; сухие остатки вод многих источников показывают высокое содержание

органических веществ; примесь их имеется и в большинстве глин и известняков. Обычно на них внимания не обращают; при анализах они попадают в «потерю от прокаливания» и в лучшем случае отмечаются как органические вещества, без всяких попыток проникнуть в их сущность. В настоящее время когда создается биогеохимия, изучение этих мало заметных, но существенно важных для целого ряда геохимических вопросов веществ представляет особый интерес.

ГЛАВА XII

ОБЗОР РАСПРОСТРАНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КРЫМУ

Широкое развитие геохимии в последние десятилетия выдвигает общее изучение химического состава всех компонентов, слагающих данную страну, на первое место. Точные подсчеты химического состава всей земной коры и ее отдельных оболочек, произведенные крупнейшими геохимиками мира, дали ту основу, из которой выводятся самые смелые и часто неожиданные заключения о распространении и значении того или иного элемента; мы видели, как подсчеты Гольдшмидта, касающиеся распространения бора в осадочных породах, заставили в значительной степени изменить господствовавшие мнения о почти исключительной связи этого элемента с поствулканическими процессами. Совершенно ясно, что процессы образования минералов, минералогенезис, имеющий место в данной области, вполне зависит от общего химического состава слагающих ее горных масс и циркулирующих в ней водных растворов. Тот или иной частный химический процесс, приводящий к образованию какого-либо минерального вида, является лишь известной стадией, частичным проявлением общего геохимического процесса, протекающего в данной области. К процессам минералообразования относится образование рудных и других полезных ископаемых, т. е. той важнейшей сырьевой базы, которой обуславливается развитие промышленности страны. Таким образом, и с теоретической и с практической точки зрения изучение общего химического характера области распространения химических элементов в ней и, в конце концов, точный количественный подсчет ее химического состава являются одной из тех неотложных задач, которые нам ставит ближайшее будущее; идеи о таком подсчете для отдельных областей Союза уже существуют и несомненно будут рано или поздно приведены в исполнение. В виде подготовительных данных к такому химическому изучению нашей области я считаю не лишним привести обзор тех сведений о распространении в Крыму химических элементов, какие могут быть даны в настоящее время. В 1914 г. такой обзор был уже дан А. Е. Ферсманом в его вступительной статье к работе Двойченко (Минералы Крыма), но с тех пор появился ряд данных, которые необходимо учесть. Из тех элементов, которые остаются для Крыма неизвестными, весьма многие при уточнении анализов будут

найлены; для некоторых имеются недостоверные, случайные указания, для других — проверка не подтвердила первоначальных указаний.

Водород (H). О роли водорода как элемента, входящего в состав воды, говорить не приходится. Особо интересно было бы проследить распространение свободного, газообразного водорода, например, в выделениях грязевых сопков; пока, однако, никаких точных данных в этом отношении не имеется.

Гелий (He). Этот высокоценный элемент констатирован в Крыму с несомненностью. Особенно ясно наличие его в составе газов источника А д ж и - С у («большое содержание», по Черепенникову). Повидимому, гелий имеется и в сопочных газах.

Литий (Li). Этот ценный в бальнеологическом отношении элемент минеральных вод констатирован в Крыму для ряда источников: Катырша-Сарай, А д ж и - С у, Сеит-Эли, Булганакская сопка. К сожалению, при анализах вод он определяется редко. Обращает на себя внимание значительное содержание лития в Катырша-сарайском источнике. Литиевые минералы в Крыму до сих пор неизвестны. Не указывается литий и в анализах горных пород.

Бор (B). О распространении этого элемента было подробно указано в главах о боратах и боросиликатах.

Углерод (C). Распространение его, конечно, огромное. Главные массы его приурочены к карбонатным породам. Второй формой его выделения являются углеводороды, нефть, газы каменного угля. В составе угольной кислоты, свободной или связанной в растворимых солях, углерод присущ очень многим водам. В виде гумусовых веществ содержится во всех почвенных горизонтах и некоторых осадочных породах, например, в железных рудах. Битуминозные вещества широко распространены в триасовых глинистых сланцах. Наконец, входит в состав всех организмов.

Азот (N). В свободном состоянии азот составляет главную часть газов источника А д ж и - С у (75%); он обилен и в газах некоторых скважин Керченского района (до 26%). В связанном состоянии азот находится в виде селитры в некоторых известняках Крыма и в почвенных горизонтах. Содержание аммиака, азотистой и азотной кислот установлено во многих водах Крыма, в том числе и почти во всех грунтовых.

Кислород (O). Вопрос о распространении кислорода, связанного или свободного, ясен сам по себе. Выделение его в свободном состоянии констатировано в источниках А д ж и - С у и среди газов некоторых буровых скважин.

Фтор (F). В незначительных количествах содержится в минерале апофиллите на Карадаге; должен содержаться в фосфоритах.

Неон (Ne). Обнаружен в составе газов А д ж и - С у.

Натрий (Na). Имеет огромное распространение: 1) в изверженных породах и их дериватах, в составе полевых шпатов, натровых цеолитов и др.; 2) в рапе и осадках соляных озер в виде хлористых и сернокислых

соединений; 3) в сопочных водах в виде хлористого, сернокислого и двууглекислого натрия, 4) в составе вод многих источников, особенно щелочных; 5) в составе солей некоторых почвенных горизонтов (солонцы, солончаки).

Магний (Mg). 1) находится в огромном количестве в изверженных породах, входя в состав минералов группы пироксенов и роговых обманок; 2) во вторичных магнезиальных силикатах (пальгорскит, кил); 3) в карбонатных породах: доломитах Керченского полуострова и в виде примеси почти во всех известняках; 4) в составе солей соленых озер в виде сернокислого и хлористого магния; 6) в составе вод многих источников.

Алюминий (Al) 1) после кремния является главным элементом алюмосиликатовых минералов изверженных пород; 2) главным компонентом всех глинистых пород; 3) в виде свободных гидратов распространен в красноземах; 4) в небольших количествах встречается в некоторых минералах выветривания (квасцы и т. п.); 5) составляет значительный процент в железных рудах Керченского полуострова.

Кремний (Si). В виду всеобщей распространенности его во всех силикатных породах особо останавливаться на нем нет нужды. О выделении его в виде свободного SiO_2 (кварца, халцедона, опала) можно сказать следующее: хотя многочисленные кварцевые жилы и прожилки встречаются повсюду, но крупных кварцевых жил в Крыму нет; это обстоятельство сказывается на бедности Крыма многими ценными минералами, с ними связанными. Огромны накопления кварца в виде песчаника в отложениях таврической формации и средней юры. Кварцевые пески приурочены ко многим третичным отложениям. Стяжения кремней обычны для меловых мергелей.

Фосфор (P). В наибольших количествах фосфор связан: 1) с железными рудами Керчи в виде фосфатов железа и 2) с верхнемеловыми отложениями в виде фосфоритов. Незначительное количество его указывается для верхнеюрских известняков, а также для некоторых пород Карадага.

Сера (S): 1) крупнейшие выделения самородной серы связаны с гипсами и являются результатом восстановления сульфатов и дальнейшего разложения сероводорода (Чукур-Кояш); 2) в небольшом количестве ее выделения известны из нефти (Еникале); 3) содержание мелкораздробленной серы констатировано в грязевых отложениях соленых озер; 4) в незначительных количествах она выделяется при выветривании пиритов (мыс Ильи, б. Георгиевский монастырь); 5) наибольшее ее количество находится в составе сернокислых солей, главным образом гипса, затем барита, мирабилита и др.; 6) распространена в сернистых соединениях (пирит и др.); 7) огромные количества ее содержатся в сероводороде осадочных пород и связанных с ними серных источников.

Хлор (Cl). Главная масса хлора сосредоточена в виде растворимых хлористых солей в соленых озерах и во многих источниках. Незначитель-

ное количество хлора констатируется во многих осадочных и изверженных породах.

А р г о н (Ar) констатирован среди газов Аджи-Су.

К а л и й (K) 1) является непременным компонентом изверженных пород в составе полевых шпатов и слюд; однако, как было указано выше, породы Крыма относительно бедны калием; 2) в небольших количествах содержится в большинстве глинистых пород; 3) в виде растворимых солей входит в состав рапы соленых озер; 4) в виде азотнокислого калия содержится в почвах и некоторых известняках меловой системы.

К а л ь ц и й (Ca). О распространении этого элемента, являющегося главным компонентом известковых пород и входящего в состав известково-натровых полевых шпатов, говорить нет надобности.

Т и т а н (Ti). Входит в небольших количествах в состав всех изверженных пород. Констатировано его нахождение в киле.

В а н а д и й (V). Заметное количество ванадия обнаружено в керченских рудах.

М а р г а н е ц (Mn). В незначительных количествах содержится во всех изверженных породах. Вторичные выделения марганцевых минералов имеются в яйлинских известняках. Довольно много марганца в керченских рудах, особенно в так называемых «черных». Содержится в сидеритах и некоторых колчеданах.

Ж е л е з о (Fe). Содержится во всех изверженных породах и почти во всех осадочных. Образует огромные скопления в рудных пластах Керченского района. В виде карбоната встречается во многих глинистых породах как третичных, так и более древних. Значительную роль играет в составе пород красноземного типа, в красных известняках. В виде корок и примазок гидраты и отчасти сульфаты железа встречаются почти повсюду.

К о б а л ь т (Co). Следы кобальта обнаруживают некоторые марганцевые минералы.

Н и к е л ь (Ni). Небольшое содержание никеля констатируется, с одной стороны, в марганцевых рудах, с другой — в сернокислых минералах выветривания в изверженных породах б. Георгиевского монастыря.

М е д ь (Cu). Известно около 10 месторождений меди в Крыму как в изверженных (Аюдаг, Эски-Орда), так и в осадочных (Аян) породах. Медь находится частью в виде сернистых, частью в виде кислородных соединений. Вообще признаки меди в Крыму не составляют редкости; однако указаний на месторождения ее промышленного значения не имеется.

Ц и н к (Zn). Содержится в жилах пород Эски-Орды и Аюдага в незначительных количествах.

М ы ш ь я к (As). Заметные количества мышьяка обнаружены в керченских рудах и в сернистых рудах Эски-Орды.

С е л е н (Se). Имеется незначительная примесь в серных рудах Чукур-Кояша.

Б р о м (Br). В заметных количествах содержится в рапе соленых озер. Наибольший процент его обнаружен в озере Старом Перекопской группы, далее в Красном, Сакском и др. Обнаружен во многих источниках и при тщательных анализах в небольших количествах, вероятно, будет найден и в большинстве вод, имеющих значительную минерализацию.

К р и п т о н (Kr). Содержится в газах источника Аджи-Су.

Р у б и д и й (Rb)(?). В виду наличия следов рубидия в воде Черного моря и нахождения этого элемента в рассолах Одесских лиманов, можно ожидать и наличие его приблизительно в таких же количествах и в рассолах соленых озер Крыма.

С т р о н ц и й (Sr). Содержание стронция в виде сульфата характерно для известняков титонского яруса; встречается он также в известняках меловых отложений. Стронций содержат некоторые цеолиты Карадага и Курцов и вода источника Паша-Тепе в Феодосии.

Ц и р к о н и й (Zr). Имеется указание на минералы циркония в некоторых изверженных породах и в таврических сланцах.

К а д м и й (Cd). Среди эски-ордынских минералов был найден сернистый кадмий.

С у р ь м а (Sb). Присутствие сурьмы обнаружено в сернистых рудах Эски-Орды.

И о д (I). Содержится в заметных количествах в сопочных водах и грязях. Имеются указания на присутствие его в водах некоторых источников и соленых озер.

К с е н о н (Xe). Возможно, входит в состав газов источника Аджи-Су.

Б а р и й (Ba). В виде минерала барита встречен во многих породах Крыма — титонских мергелях, неокомских песчаниках, глинах апта, рудных пластах и брекчиях Карадага. Входит в состав некоторых цеолитов Курцовского массива.

Р т у т ь (Hg). Ртуть для Крыма указывалась в двух местах: глинистых сланцах Байдарской долины и в сарматских известняках у Севастополя; оба месторождения сомнительны.

С в и н е ц (Pb). Свинцовый блеск имеется в малом количестве в жилах пород Эски-Орды и Аюдага.

Относительно радиоактивных элементов можно сказать, что слабая радиоактивность обнаружена во многих источниках Крыма, в сопочных грязях, в киле и в железных и марганцовых рудах. Сильных проявлений радиоактивности нигде не замечено и никаких более точных данных о них не имеется.

ГЛАВА XIII

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ КРЫМА

Особо благоприятные условия теплого южного климата и роскошной природы, эффективное сочетание горного ландшафта с подступившим к самым горам морем, вечнозеленая растительность, южные культуры

и, наконец, памятники исторического прошлого создали Крыму и, в особенности, его южному берегу громкую известность среди широких слоев населения нашего государства. Они привлекают к нему ежегодно огромные массы людей, ищущих отдыха, исцеления от недугов, и просто туристов; на них было обращено внимание и правительственных учреждений. Уже с самых первых времен присоединения Крыма к России русские врачи посылают сюда больных, и очень скоро репутация Крыма, как противотуберкулезной здравницы, устанавливается прочно.

Совсем другое мы видим по отношению к его ископаемым богатствам. Их знали мало и еще менее ими интересовались. Лишь на крымских озерах основались с отдаленных времен соляные промыслы, причем, однако, добывалась исключительно поваренная соль; все остальные богатства оставались неиспользованными, и лишь нужды военного времени поставили на очередь добычу в них брома. О существовании керченских железных руд знали уже Габлиц и Паллас и, однако, понадобилось более полувека, чтобы был решен вопрос об их разработке. Такими же темпами развивались и другие стороны горнопромышленной жизни Крыма. И несмотря на существование уже керченского металлургического завода, едва ли в довоенное время кому приходило в голову, что, наряду с лечебными станциями, в Крыму могут возникнуть и крупные промышленные центры общегосударственного значения. Только в последние десятилетия обильный бурный рост промышленности Союза вызвал к жизни ряд мощных предприятий по использованию ископаемых богатств Крыма и тем самым положил начало превращению некоторых частей его в промышленные области, каковыми они и должны быть по своим природным ресурсам.

Полезные ископаемые Крыма, конечно, весьма различны по своему экономическому значению: одни из них имеют общегосударственное значение, другие могут претендовать лишь на удовлетворение местных нужд.

Главнейшими, несомненно всесоюзного значения, являются железные руды, стройматериалы и отложения соляных озер.

Железные руды

Железные руды Керченско-Таманского района (на Тамань приходится лишь небольшая часть их), если оставить в стороне пока мало еще выясненный район Курской аномалии, являются по запасам первыми в Союзе и стоят в ряду наиболее крупных мировых месторождений. Разработка их началась в 1846 г., когда близ Керчи была построена доменная печь. В крымскую войну этот заводик был разрушен. В эти годы в районе разрабатывалось уже несколько рудников: Керченский, Эльтигенский, Ортельский, Кыз-Аульский, Железный Рог, и стал производиться вывоз руды на заводы Мариуполя и Таганрога. Прочно был восстановлен завод только в 1926 г.; в 1929 г. была пущена первая его доменная печь. Первоначально он работал, главным образом, на криворожской руде лишь с небольшой примесью керченской. В 1932 г. пущен на ней в ход ванадие-

вый цех. На Камыш-Бурунском руднике строится мощная аггломерационная фабрика, имеющая задачей снабжение аггломератом строящегося в Мариуполе завода Азовстали. Большое будущее имеет постройка получения на Керченском заводе томасшлаков и феррованадия. Томасшлаки, по анализам лаборатории завода за 1931 г., показали содержание P_2O_5 от 14 до 19.5% (Керченск. проблема, 1933, стр. 60). Содержание ванадия в рудах колеблется в пределах 0.01—0.08%, чаще всего 0.03—0.04%, причем оно одинаково почти для всех керченских мульд. В настоящее время ванадий получается в виде ванадата кальция.

Огромные запасы руды, чрезвычайно выгодное географическое положение у берегов пролива и вблизи Донбаса, легкость выработок — все это создает для керченских руд весьма крупные перспективы.

Запасы руд по разведкам Геологического комитета выражаются в следующих цифрах: по A_2 — 1096 млн. т, по В — 546 млн. т, по С — 1084 млн. т. Всего 2726 млн. т. Обзор запасов по мульдам дан выше (см. Железные руды Керченского п-ва).

Строительные и флюсовые материалы

Разнообразие горных пород, общая характеристика которых была уже дана в геологическом очерке Крыма, обуславливает наличие в нем мощных запасов строительных материалов разного вида и качества.

Они могут быть разделены на следующие группы: а) материалы, которые дают изверженные породы, б) пески и песчаники, в) глины, г) мраморовидные яйлинские известняки, д) плотные белые пыльные известняки (датского яруса и эоцена), е) верхнетретичные ракушечные известняки, ж) цементные мергели, з) трассы, и) доломиты, к) трепел и л) гипс.

а) Изверженные породы

Изверженные породы Крыма представляют интерес и как строительный материал, в узком смысле этого слова, и как цементный материал; пока они используются, главным образом, как материалы для мощения дорог (формовка, брусчатка, щебенка). Разработка в значительных массах производится в каменоломнях в районе Симферополя: Курцы, Саблы, Эски-Орда; также на южном горном склоне в районах Ялты и Партенита. Для постройки зданий изверженными породами пользуются мало, между тем как по своей красивой внешности и своим техническим достоинствам, они заслуживают серьезного внимания.¹

Запасы их неисчерпаемы, условия транспорта, в виду близости многих выходов к морю, очень выгодны. Разведочных работ по этим породам пока имеется очень немного, можно указать на:

1. Партенитское месторождение, разведанное А. И. Спасо-Кукоцким (ВИСМ), он дает запасы:

¹ Известный Алупкинский дворец построен из этих материалов.

Участок	В	С	Общий запас
Приморский	377 100 м ³	1 134 620 м ³	1 511 720 м ³
Садовый	779 880 »	1 255 760 »	2 035 640 »
Хвостовой	—	—	786 100 »
Всего	—	—	4 333 460 м ³

2. Запасы Аюдага, также по А. И. Спасо-Кукоцкому, выражаются цифрами порядка сотен миллионов кубометров.

3. Курцовское месторождение разведано Соболевской (ВИСМ) в 1930—1931 гг.

Месторождение	А ₂	В	С	Общий запас
Курцовское	1 227 300	592 300	433 400	2 253 000 м ³

б) Песчаники и пески

Песчаники Крыма, различного геологического возраста, по качеству являются весьма разнообразными, начиная от сравнительно мягких, сцементированных глиной, и кончая весьма твердыми кварцитами. Используются они сравнительно незначительно, как строительные и абразивные материалы исключительно местного значения. Более крупные их месторождения находятся у дд. Варнутка, Биюк-Узенбаш и Саблы. Специальная разведка в Саблах выяснила их запасы в следующих цифрах:

Разв. Лысовой (ВИСМ, 1930) (в м³)

Саблыинское месторождение	А ₂	С	
Лысая гора	13 611	—	Столярный камень
»	5 245	—	Слесарный камень
»	—	100 807	Жерновой камень
Гадючий шпиль	6 274	—	Стек. шлиф. камень
Барбиная поляна	6 283	—	
Итого	31 413	100 807	

Пески в окрестностях д. Мазанки, Симферопольского района, разведаны были партией ВИСМ в 1929 г. (Борхсениус); общий запас их определен в 25 млн. м³.

А. Ф. Слудским обнаружены у Заморска (Азовское побережье Керченского полуострова) мощные залежи кварцевых песков большой чистоты; запасы их огромны (до 18 млн. т, по данным Горнопромтреста; 1326 тыс. м³, по данным Геолтреста).

в) Г ли н ы г о н ч а р н ы е и к р а с я щ и е

Глины, годные для гончарного производства, известны во многих местах по всему горному району Крыма как в составе юрских, так и меловых (особенно аптских) отложений; имеются также и среди третичных (например, олигоценовых) и аллювиальных. У Балаклавы серовато-зеленоватые аптские глины тянутся полосой от д. Камары к Сухой балке и оттуда к д. Варнутке. На этих глинах работал ряд местных небольших заводов, изготовлявших кирпич и черепицу. В Байдарской долине разрабатываются глины аллювиального происхождения. В окрестностях Симферополя, в районе д. Саблы, олигоценовые глины Ойсенкойского месторождения, по Слудскому, представляют геологический запас в 3320 тыс. т и промышленный — в 240 тыс. т. Азекское месторождение, в том же районе, по разведке Рамзеса, содержит запасы по А — 474 тыс. м³, по В — 20 700 м³. Качество глины, по видимому, невысокое. Далее у Курцов, Карагача, Саблов, развиты снова нижнемеловые (аптские) глины. Запас курцовских глин исчисляется в 4600 тыс. м³ (по А₂ и В). В низовьях долин рек Черной, Бельбека, Качи развиты глины аллювиального происхождения. По данным Кельина (разв. 1929 г.), в низовьях Бельбека серо-синие прибрежные и лагунные глины составляют 197 061 м³, песчанистые — 72 530 м³, каолинистые — 59 770 м³, смешанные — 16 117 м³.

Главную ценность имеют каолинистые.

В 1929 г. В. Ратынским (1932) были обследованы четвертичные (сивашские) глины окрестностей г. Джанкоя. Испытания показали пригодность этих глин, без каких-либо добавок, лишь для производства кирпича; запасы их неисчерпаемы.

Цветные красящие глины разных оттенков встречаются не редко и местами используются жителями для побелки и покраски стен; среди них имеются красные, желтые, белые, зеленые и оливковые. Месторождения в западном Крыму были обследованы в 1929 г. П. Мурзаевым, и значительными признаны месторождения в долинах нижних течений рек Черной и Альмы. В Коккозской долине, у д. Кокклуз, запас зеленых глин фиолетового оттенка у д. Арпат. В районе Сарабуза запас глин, пригодных для производства кирпича, по разведке ВИСМ (1929), исчислен в 6 млн. м³.

г) М р а м о р о в и д н ы е я й л и н с к и е и з в е с т н я к и

Плотные юрские мраморовидные известняки широко используются для строительных целей и обжига на известь; большинство зданий южного берега (гг. Ялты, Алушты) построено из этого материала. Особую ценность представляют мраморовидные известняки окрестностей Балаклавы, подробно охарактеризованные во II главе. Разведка на них, как

на флюсовый материал, поставленная в 1932—1934 гг. Крымнерудстроем (А. Ф. Слудский), выяснила следующие запасы:

1. Участок к западу от Балаклавы: верх. титон, по A_2 — 29.63 млн. т; по В — 4.51 млн. т; нижн. титон, по В — 21.99 млн. т; Киммеридж, по С — 29.93 млн. т.

2. Гора Псилерахи: верхн. титон, по С — 5 046 300 т; нижн. титон, по В — 7 341 797 т; по С — 2 609 100 т; Киммеридж, по В — 25 896 546 т; по С — 13 330 200 т.

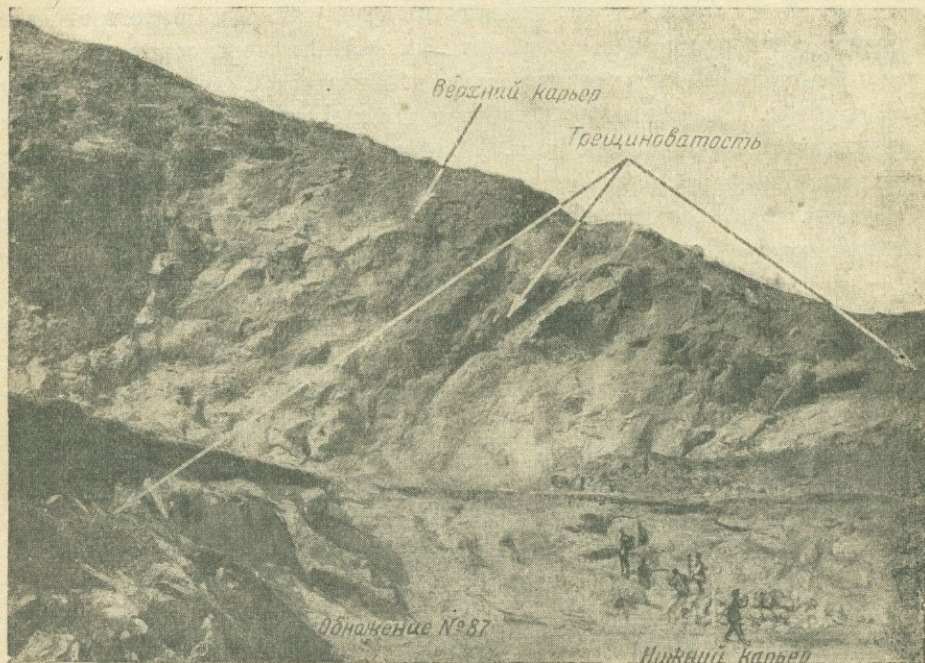


Рис. 81. Балаклавская каменоломня

3. Каранский участок. Общий запас по всем геологическим ярусам:

категор. А — 231.94₂ млн. т. Известняки являются очень чистыми

» В — 77.16 » » Содержание $CaCO_3$ — 96.3 — 98.3%

» С — 210.86 » » Содержание SiO_2 — 0.70—2.27%.

Эксплуатация известняков Балаклавского района достигает уже крупных размеров; к Балаклаве подведена специальная ж.-д. ветка; город превращается в промышленный центр.

В настоящее время (1935) в районе его ведутся разведки на сорта известняка, наиболее пригодные для поделок и построек.

д) Белый плотный пильный известняк

1. В Инкерманском месторождении, близ ст. Инкерман, пильным камнем является мшанковый известняк датского яруса.

Практически пригодны средние части массива. Запасы, по разведке Б. Рамзеса (ВИСМ, 1930), в кубометрах исчисляются:

A ₂	B	Всего
1 890 891.5	890 272.5	2 781 164

При применении открытых разработок можно рассчитывать еще на 60500 м³.

2. Ливенское месторождение в 6 км от Симферополя, к северу от Феодосийского шоссе, во второй гряде Крымских гор. Пильный камень относится к нуммулитовому горизонту среднего эоцена. По разведке Соболевской (ВИСМ, 1930) запасы известнякового месторождения выражаются 12 млн. м³, из них пильных 5.1 млн. Новый участок, разведанный Куниной (ВИСМ, 1931), дает по A₂ — 420 тыс., по B — 97 тыс. м³. В более мелких месторождениях: Ипречском — 626 тыс. м³ по B; Цыганской каменоломне — 3270.5 тыс. м³ по C; Чекурчинском — 1600 тыс. м³ (по материалам Крым. Госплана).

е) Пильные ракушечные известняки

Район северного Крыма. Желтый ракушечник (по данным ВИСМ).

1. Бешеранское месторождение, в 15 км от ст. Биюк-Онлар. Разведано Б. Рамзесом 1930 г. Понтический известняк. Запасы (в кубометрах).

2. Байгельдинское и 3. Котурское месторождения в Евпаторийском районе, близ ст. Саки. Меотические и понтические известняки.

Каменоломня	A ₂	B
Александровская .	53 279	—
Кипчакская . . .	421 000	360 000

Горизонты представляют значительные фациальные изменения.

По Байгельдинскому геологический запас 944.549 км³, из них 100 000 по B, остальные по A₂.

В Котурском — по A₂ 1 482 650, по B — 898 150 м³ (разв. Крылова, 1930).

4. Самавское (Таш-Казган-Конратское) месторождение, у д. Самав, Евпаторийского района. Понтический ярус. Разв. Путилова. Запасы по A₂ — 5 515 852 м³.

5. Ак-Мечетское месторождение

Понтический известняк. Разв. Лысиновой. Геологический запас 6 313 294 м³.

6. Ялы-Майнакское месторождение, у д. Ялы-Майнак, в 9—10 км к юго-западу от Евпатории. Понтический известняк. Разв. Шильдкрета, 1931 г. Запасы по A — 85 842, по B — 62 733 м³.

В виду неоднородности состава, промышленное значение месторождения сомнительно.

7. М а м а й с к о е м е с т о р о ж д е н и е , в 2—3 км к северу от озера Сасык. Разв. Крылова 1931 г. Два горизонта понтического известняка с геологич. запасами в 414 650 и 6 559 330 м³. Промышленный запас 65—75% геологического.

К е р ч е н с к и й р а й о н . Белый ракушечник меотического, понтического и сарматского ярусов (по данным ВИСМ, Туруновский).

1. О с с о в и н с к а я м у л ь д а . Запасы не выяснены.

2. К е з е н с к а я м у л ь д а . Разрабатываются известняки разных горизонтов сарматского яруса. Дырнинские каменоломни (средний сармат) над Чокракским озером; запас 275 000 м³. Общие запасы по разным горизонтам превосходят 2 млн. м³.

3. К е р ч е н с к а я м у л ь д а . Месторождение у ст. Багерovo состоит из ряда пластов, из которых промышленное значение имеют 3-й и 4-й; запас по 3-му—10 млн., по 4-му—3.4 млн. м³. Известные Аджимужайские каменоломни в значительной степени выработаны.

4. К а р а л а р с к о е м е с т о р о ж д е н и е . Модиловый известняк меотического яруса. Запас 3.1 млн. т. Далее имеются залежи у с. Джейлав, Салынь, Скасиев Фонтан.

5. К а м ы ш - Б у р у н с к о е м е с т о р о ж д е н и е . Меотический ярус. Оливенские каменоломни — 9.2 млн. м³. Понтические известняки мулды дают камень высокого качества, порядка десятков миллионов куб. метров.

6. В юго-восточном углу полуострова имеются месторождения: В а к у п с к а я скала — до 60 000 м³; гора О п у к , состоящая из твердых (не пыльных) известняков, лишь в верхних горизонтах есть пыльный камень верхнего меотиса.

7. В средней части полуострова (Л е н и н с к и й район) среднесарматские известняки. Запасы порядка десятков млн. куб. метров.

8. На западе, близ перешейка, А к м а н а й с к о е месторождение (н. меотис); в значительной степени выработано и заброшено. Новыми разведками обнаружены два пласта с запасом в 1 215 тыс. куб. метров.

Б. Я. Рамзес (1931) дает следующие цифры п р о м ы ш л е н н ы х запасов Керченского района:

1. Багеровское месторождение	6 250 тыс. м ³
2. Булганакское »	450 » »
3. Камыш-Бурунское »	5 000 » »
4. Караларское »	1 250 » »

ж) Цементные мергеля

Окрестности Бахчисарая (разв. ВИСМ, 1930 г., М. Муратов). Толща мергелей сходного общего характера относится к верхнему мелу. Удовлет-

ворительными в качественном отношении являются верхние части свиты. Разведан участок в 3.5 м² у с. Ак-Кая, к северо-западу от Бахчисарая. Запасы (в кубометрах) по А₂:

Нуммулитовый известняк	24 460 000
Мергеля (2—8 слои)	18 525 700
Глинист. мергель (9-й слой)	1 152 200
Мергелистые глины (10—12 слои)	3 201 500
<hr/>	
Всего	47 339 400
(в тоннах)	123 111 800)

Геологический запас на том же участке, подсчитанный до глубины в 50 м, дает для мергелей (слои 2—9) 72 млн. м³; для глин — 29.7 млн. м³. Общий геологический запас на протяжении 10 км, на участке Ак-Чокрак-Сюрень до той же глубины, для мергелей — 480 млн. м³, для глин — 200 млн. м³.

Ф е о д о с и й с к и й р а й о н. Мергелистые породы широко развиты как в непосредственной близости от г. Феодосии, в двух небольших кряжах к северу и северо-западу от него, так и далее к западу, в горах, лежащих к северу от Карадагской группы.

Л ы с а я Г о р а близ Феодосии. По разведке А. Слудского, геологический запас по лит. В, по одному разведанному участку — 184 000 м³, по другому — 62 000 м³.

Р а й о н к северу от К а р а д а г а. Разведка Д. Соколова (ГГРУ, 1932). Мергеля и мергелистые известняки. Выявлены следующие запасы (в тоннах):

	по А ₂	по В
1. Палеоценовый мергель	2 363 000 000	—
2. Датский мергель	3 250 000	—
3. Сеноманский мергель	840 000	—
4. Титонская глина	45 763 000	—
5. Альбская глина	436 000 000	—
6. Древний аллювий	47 000 000	—
7. Маастрихтский мергель	122 000 000	—
8. Мергелистая глина валенжана и готерива	441 200 000	—
9. Мергеля берриаса	583 000	—
10. Верхнеюрские известняки	36 436 000	8 343 000

з) Т р а с с ы

Как было уже указано, трассы Карадага, по данным акад. Левинсон-Лессинга, лишь в незначительной части являются обломочной породой,

главные же их массы представляют застывшую кислую лаву. Однако наличие активного кремнезема сообщает этой породе все технические свойства трасса. Первые разведки трассов были произведены инж. Лялиным и Крусором в 1905 г., а в 1913—1914 гг. уже производились работы по добыче их на склонах Карадага и Святой Горы.

Запасы трасса на Карадаге, по данным ГГРУ (1931), в миллионах тонн: по A_2 — 15.9, по В — 21.0, по С — 64.4. Всего 101.3 млн. т.

и) Доломиты

Известные до настоящего времени запасы доломитов в Крыму (Керченский полуостров) очень незначительны; они не удовлетворяют требованиям даже одного Керченского завода.

Запасы в кубометрах	В	С	Всего
В Джерджавском месторождении (ГГРУ)	30 400	3 700	34 100
Старая Керченская крепость	21 400	11 900	33 300

к) Трепели и трепельные глины

(Разведка А. Спасо-Кукоцкого, ВИСМ, 1930—1931 гг.)

Баксинское месторождение	747.8 тыс. м ³
Яныш-Такильское месторождение	7300.0 » »

л) Гипс

Общие запасы по Джелъкеджи-Элийскому месторождению—3 300 тыс м³, по Чекур-Каяшскому — 267.5. Для целей технических признан пригодным лишь гипс первого месторождения.

3. Соли

м) Поваренная соль

Добыча ее в крымских озерах является едва ли не наиболее старой промышленностью Крыма. Во второй половине прошлого века на некоторых озерах имелись уже довольно благоустроенные промыслы. Однако вплоть до мировой войны промышленность на соляных озерах ограничивалась исключительно добыванием поваренной соли. Лишь во время войны, как уже упоминалось, на Сакском озере был построен завод для добывания брома. На перекопских озерах строится большой комбинат для добывания не только брома, но и магниезиальных солей. Существовавшие раньше соляные промыслы далеко не все возобновлены в настоящее время. На Керченском полуострове работает, напри-

мер, лишь промысел на Чокракском озере. Интенсивно работают сейчас Крым-Элийские (на южном конце Арабатской стрелки) и Сакские промыслы. В последние годы производятся усиленные разведочные работы на озерах перекопской группы (партия М. П. Боженко). Обследовались также озера Евпаторийской группы (Дзюнс-Литовский). Запас солей в перекопских озерах исчислен в 5 560 тыс. т. Подробнее см. гл. X.

Из числа водных борнокислых солей, связанных с сопочными отложениями Керченского полуострова, к сожалению, запасы боро-натро-кальцита оказались очень небольшими (1000 т) и в настоящее время нацело выработаны. Запасы буры велики, но извлечение ее из грязи связано с большими трудностями и потому, несмотря на ряд исследований и проектировок, к работам в этом направлении еще не приступлено. Разведано детально только Булганакско-Тарханское месторождение, общий запас буры которого — 124 тыс. т; для соседних таманских месторождений, Карабетки, — 115 тыс. т и Гнилой — 13 200 тыс. т.

Имеется на Керченском полуострове и еще одно крупное месторождение порядка Булганака и Карабетки, это гора Джау-Тепе, но оно не разведано; остальные грязевые группы невелики и едва ли могут представлять значительную практическую ценность. Во всяком случае, по запасам керченские месторождения заслуживают внимания и рано или поздно придется ими заняться, хотя открытие, по видимому мощного, Индерского месторождения может надолго задержать их разработку.

Прочие полезные ископаемые

Остальные полезные ископаемые Крыма выражены гораздо более скромными запасами и в большинстве случаев могут иметь лишь местное значение.

1. С е р а. Известно лишь одно ее месторождение промышленного значения, Чекур-Кояшское, выявленные запасы которого относительно невелики: по Маркову, до 22 000 т.

2. К и л. Мендеровское месторождение (разв. А. Слудского) — 13.3 тыс. м³. Курцовское месторождение (данные Килкомбината, 1933 г.) — 1143.0 тыс. м³.

3. К а м е н н ы й у г о л ь, в количествах, достаточных для разработки, имеется лишь в Бешуйском месторождении. Точные цифры запасов должна выявить разведка, ведущаяся Крымским геологическим трестом (см. стр. 311).

В виду сравнительно небольших запасов и невысокого качества (большая зольность), крымский уголь может иметь лишь местное значение.

4. Н е ф т ь. Образовавшийся в 1933 г. трест «Крымгазнефть» энергично повел бурение; в 1934 г. была пробурена скважина в 1010 м глубины, в 1936 г. пробурено 3000 м; в 1937 г. предполагается пройти разведочным бурением 6 тыс. м, причем одна скважина должна дойти

до 1300 м. В последнее время все работы сосредоточены в Чонглеке и Чорелеке, особенно в первом. После установки глубоких насосов будет приступлено к эксплуатации месторождения, параллельно с продолжением разведки. Последние известия (1937 г.) дают основания ожидать поставку нефтедобывания в Крыму на прочную почву.

5. Газы. Большие надежды возбудило открытие при работах на нефть значительного содержания газов, преимущественно метана, в караганских и конкских горизонтах восточных частей Керченского полуострова. По ориентировочным подсчетам А. Слудского, запас газа очень велик (до 80 млрд. м³). Обилие газовых выделений на полуострове при сопочных процессах является большим доводом в пользу существования мощных газоносных горизонтов.

ЛИТЕРАТУРА

При составлении указателя литературы автором приведены все замеченные им работы, имеющие минералогический, геохимический и петрографический характер. Что же касается геологической литературы, то из нее указаны лишь работы общего и сводного характера или такие, в которых много минералогических данных.

- А б и х Г. Геологический обзор полуострова Керчи и Тамани. Зап. Кавк. отд. Русск. географ. общ., 8, 1873.
- А б р а м о в Н. К вопросу об изучении русских пущолоанов. Изв. Ст. исп. мат. при Ал.-Дон. пол. институте в Новочеркасске, в. 3, 1913.
- А б р а м о в Ф. Материалы по кристаллографии крымских целестинов и баритов. Труды Крымск. научно-исследов. инст., I, в. 1, 1926.
- А б р ю ц к и й. Об испытании керченских железных руд. Горн. журн., II, 1850.
- А л е к с е е в. Заметки о грязевых вулканах. Зап. Киев. общ. естеств., VI, 1880.
- А л е к с е в с к и й П., Л и д о в В., П р о т о п о в С., Ш у м а н Б. Краткая характеристика железных и марганцевых руд СССР. М. — Л., 1931.
- А л ф е р о в Б. Нефтяные месторождения в юго-восточной части Керченского полуострова. Поверхн. и недра, № 4, 1927.
- А л я н ч и к о в П. Чокракское соляное озеро. Труды 1-го съезда деятел. по климат., гидрол. и бальнеолог. СПб., 1, 1899.
- А н д р у с о в Н. Геологические исследования в западной половине Керченского полуострова. Зап. Новоросс. общ. естеств., XI, в. 2., 1887.
- А н д р у с о в Н. Геотектоника Керченского полуострова. Матер. геол. России, XVI, 1893.
- А н д р у с о в Н. О форме крымских лакколитов. Зап. Киев. общ. естеств., XX, в. 3, прот. 1906.
- А н д р у с о в Н. Верхний плиоцен Черноморского бассейна. Геология СССР, под ред. А. Карпинского. Л., изд. Геол. комит., IV, в. 3, 1929.
- А н с т е д. Грязевые вулканы, Русск. вестн., 1868.
- А н т и п о в. Краткий обзор окрестностей Чокракского озера и последствия разсыхания серы. Горн. журн., I, 1865.
- А н т и п о в - К а р а т а е в И., А н т о н о в а М. и И л л ю в и е в В. Почвы Никитского сада. Л., 1929.
- А н ц и ф е р о в И. К вопросу о восстановлении лиманной грязи. Русск. архив-патологии, клинич. медиц. и бактериол., II, в. 3, 1900.

- Архангельский А. Несколько слов о генезисе грязевых вулканов. Бюлл. Моск. общ. исп. прир., отд. геол., III, № 3—4, 1925.
- Архангельский А., Блохин А., Меннер В., Осипов С., Соколов М., Чепилов К. Краткий очерк геологического строения и нефтян. местор. Керченского полуострова. Тр. ГГРУ, в. 13, 1930.
- Аршинов В. К геологии Крыма. I. О вулканических туфах окрестности Балаклавы. II. Об эрратических камнях окрестности Балаклавы. Изд. Петр. и-та Lithogaea. М., 1910.
- Аршинов В. О включениях антраколита в изверженных горных породах Крыма. Изд. Петр. и-та Lithogaea. М., 1914.
- Аршинов В. Аллюминиевые руды в России. Матер. КЕПС, № 6, 1916.
- Д'Асколи. Описание Черного моря и Татари, 1634. Одесса, 1902.
- Байков А. Полезные ископаемые Крыма как производительные силы. Экономич. жизнь Крыма, № 1, 1920.
- Байков А. О поездке в Саки. Крымск. курорты, № 1, 1932.
- Бекетов В. Иод, бром и борная кислота в сопочных и нефтяных водах. Изв. Акад. Наук, 1916.
- Белянкин Д. Отчет о микроскопическом исследовании изверженных пород. Камен. строит. мат. Изд. КЕПС, 41. Сб. 1. Петр., 1923, стр. 106.
- Берг Л. Очерк исследования окраин России в гидрологическом отношении (Крымск. озера, стр. 13), Петр., 1923.
- Бертенсон Л. Лечебные воды, грязи и морские купания в России и за границей. СПб., 1901.
- Богданович К. Литературная справка о распространении в Закавказье и Крыму вулканических пород, заслуживающих применения их в качестве добавок к гидравлическим цементам. Изв. Геолог. ком., XXIV, 1905.
- Богословский Н. Несколько слов о почвах Крыма. Изв. Геолог. ком., XVI, № 8—9, 1897.
- Боженко М. Отч. об иссл. озер Старого и Красного в 1932—1933 г. Рукопись хранится в библиот. Крым. конт. Геол. треста.
- Боргман И. Радиоактивность некоторых русских лечебных грязей. СПб., 1905.
- Борисяк А. Огрязовой сопке близ Владиславовки. Изв. Геолог. ком., 26, 1907.
- Бринкен О. О кристаллах натролита г. Карадаг. Изв. Акад. Наук, 1914.
- Бурксер Е. Солони озера та лимани Украины. Всеукр. Акад. Наук. Труды Физ. мат. вид., VIII, в. 1, 1928.
- Бурксер Е. Некоторые итоги физико-химического исследования рапы и грязи соляных озер Украины и Кубанской обл., Изв. И-та Физ.-хим. анализ., IV, в. 2, 1930, стр. 133.
- Бухштаб Б. К вопросу о происхождении и образовании соляной грязи. Фармац. вестн., 1905 и Труды Симфероп. общ. врачей, VI. Прот.
- Вагнер. Обзор Таврического полуострова. Горн. журн., ч. IV, кн. 10, 1843.
- Василевский П. и Желтов П. Гидрогеологические исследования горы Чатырдаг. Труды ВГРО, в. 142, 1932.
- Ваховский Г. К вопросу о месторождении серы на Керченском полуострове при д. Чукур-Кояш. Сборн. «По Крыму» Кр. об. ест., № 3, 1916.
- Вержинский А. Соляно-щелочный источник Паша-Тепе. Труды съезда улучш. отечеств. лечеб. мест, в. 2, 1915.
- Вериго А. О характере соляной массы в рапе Куяльницкого и Хаджибейского лиманов. Горн. журн., III, 1880.
- Вериго А. Отзывы о сакских грязях. Отчет Тавр. губ. земства за 1885 г.
- Вернадский В. Явления скольжения кристаллического вещества. Учен. зап. Моск. унив., в. 13, 1897.

- Вернадский В. и Попов С. Еникальские грязевые вулканы, Прот. зас. М. об исп. пр., 1899.
- Вернадский В. и Самойлов Я. Обзор работ по минералогии России за 1897—1898 гг. Ежегодн. геолог. и минерал. России, IV, № 8—9, 1901 и VI, № 7—8, 1903.
- Веселовский. Об артезианских колодцах Таврической губ. Журн. Минист. гос. им., 10, 1844.
- Виленский Д. О красноземовидных почвах южного берега Крыма. Бюлл. почвовед., № 7, 1926.
- Вильберг и Беклемишев. Об отыскании воды в степной части Крымского полуострова с пом. бур. арт. кол. в Айбарах. 1871.
- Вознесенский. Бешуйский каменный уголь. Эконом. и культ. Крыма, № 1—4, 1932.
- Вознесенский А. Климат Крыма. Путевод. «Крым», изд. 3-е, Симферополь, 1929.
- Вологдин С. Керченские руды и их роль в металлической промышленности юга России. Горн. журн., № 12, 1923.
- Габлиц К. Физическое описание Таврической области. СПб., 1785.
- Гайдуков В. Камыш-бурунское строительство, Симферополь, 1932.
- Гаркема. Крымский соляной промысел. Горн. журн., IV, 1891.
- Гасхаген Х. Результаты химических исследований морских озерных и лиманных вод и грязей Новороссийского края. Новоросс. календарь, 1850.
- Гасхаген Х. Химическое разложение воды и грязей Чокракского соляного озера. Новоросс. календарь, 1851.
- Гасхаген Х. Очерк геогностического описания Крыма. Новоросс. календарь, 1858.
- Гасхаген Х. Обзорение некоторых минеральных источников Крымского полуострова. Новоросс. календарь, 1861.
- Гельмерсен. О месторождениях нефти и разработке их в окрестностях Керчи и Тамани. Горн. журн., III, 1864.
- Гельмерсен. Отчет о геологических исследованиях, произведенных в 1864 г. Горн. журн., ч. I, 1865.
- Гембицкий С. Извержение Джау-Тепе. Южн. инж., № 4, 1914.
- Гемпиан В. А. О составе и свойствах целебных средств крымских лиманов. СПб., 1909.
- Гемпиан В. А. Анализы грязей и рапы Сакского озера. Отчет Таврич. губ. земства. Симферополь, 1917.
- Герасимов А. Каменная соль и соляные озера. КЕПС, IV, в. 35, 1924.
- Гинзбург И. Глины адсорбционные. Годов. обзор минерал. ресурсов СССР за 1926—1927 гг.
- Гинзбург И. Радиоактивность марганцовых руд Иад. Ак. Наук. Сер. геол. № 2, 1937.
- Глинка К. Почвы России и прилегающих стран. ГИЗ, 1923.
- Головкинский Н. К геологии Крыма. Зап. Новоросс. общ. естеств., VIII, в. 2, Одесса, 1883.
- Головкинский Н. Результаты геологических изысканий на ископаемый уголь окрестностей Балаклавы. Зап. Новоросс. общ. естеств., VIII, 1883.
- Головкинский Н. Отчеты гидрогеолога Таврич. губ. земск. управы за 1887—1899 гг., Симферополь.
- Головкинский Н. Артезианские колодцы Таврической губ., Одесса, 1890.
- Головкинский Н. Отчет гидрогеолога за 1892, 1895, 1896 гг., Симферополь.
- Головкинский Н. Источники Чатырдага и Бабугана, Симферополь, 1893.

- Головкинский Н. О современном положении артезианского дела в Крыму, Симферополь, 1896.
- Голубинин. Минеральные воды и лечебные грязи. Изд. 2-е, М., 1912.
- Горюнов М. Поисковые маршруты в юго-восточной части горного Крыма. Тр. Геол.-разв. бюро газовых местор., в. 2, 1932.
- Грамматикаки. О соляных озерах Керченского полуострова. 8-й съезд русск. естеств. и врачей, СПб., 1890.
- Григорович В. Перспективы промышленного использования грязевых сопки Керченского полуострова. Сборн. «Керченская проблема», Керчь, 1933; Культ. и эконом. Крыма, № 1—2, 1933.
- Гринев В. Месторождение датолита в г. Хыр в Крыму. Доклады Акад. Наук, 1925.
- Гринев В. Минералы г. Хыр на южном берегу Крыма. Труды Крымского науч.-иссл. ин., I, в. I, 1926.
- Гринев В. Медьсодержащие минералы Крыма. Труды Крымск. н.-исследов. ин-та, I, в., 2, 1927.
- Гринев В. Некоторые данные о латеритных глинах из плиоценовых отложений Крыма. Труды минер. муз. Акад. Наук, III, 1928.
- Грищинский П. Кристаллографические и химические исследования известнякового шпата с полуострова Киик-Атлама. Зап. Киев. общ. естеств., XXI, в. 1, 1909.
- Грищинский П. Явления скольжения на кальцитах г. Карадаг. Зап. Киев. общ. естеств., XXIV, 1915.
- Грищинский П. Явление скольжения на кальците полуострова Киик-Атлама, Зап. Киев. общ. естеств., XXVI, 1917.
- Груль К. Полное систематическое практическое описание минеральных вод, лечебных грязей и купаний в Российской империи. Гл. III — Сакские грязи. СПб., 1855.
- Губкин И. Обзор геологических образований Таманского полуострова. Изв. Геол. комит., XXXII, 1913.
- Гурьев и Воскобойников. Геогностическое описание гор южного берега Крыма. Горн. журн., кн. 5, 1832.
- Гурьев О керченских рудах. Горн. журн., № 3, 1838.
- Густавсон Г. Исследования о составе соли, выделяющейся из Генического соляного озера в Крыму при различных плотностях раствора. Журн. Русск. физико-химич. общ., 1874.
- Гуткова Н. О находке минерала группы кэффекулита в третичных отложениях Крыма. Докл. Акад. Наук, № 1, 1929.
- Давыдов П. Очерки Крыма (полезные ископаемые). Прилож. к Южно-русск. горн.-зав. листку, 1881.
- Дагаева В. Наблюдения над жизнью соленого озера Круглой бухты у Севастополя. Изв. Акад. Наук, 1927.
- Данильченко П. О соотношении сухого остатка и хлора в воде Черного моря. Зап. Крымск. общ. естеств., IX, 1926.
- Данильченко П. Материалы по гидрохимии соляных озер. Донузлавское озеро. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, III, 1932.
- Данильченко П. и Равич М. О щелочности природных рассолов морского происхождения. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, I, в. 2, 1927.
- Двойченко П. Гидрогеологический очерк населенных пунктов Перекопского уезда. Симферополь, 1911.
- Двойченко П. К вопросу о водоснабжении селений в Таврической губ. Симферополь, 1913.
- Двойченко П. Извержение грязевой сопки Джау-Тепе. Природа, 1914.
- Двойченко П. Минералы Крыма. Зап. Крымск. общ. естеств., IV, 1914.

- Двойченко П. Артезианские воды Симферопольского и Севастопольского округов. Материалы по водн. хоз. Крыма, в. 1, 1922.
- Двойченко П. Артезианские колодцы и буровые скважины Евпаторийского округа. Симферополь, 1922.
- Двойченко П. Сакское озеро в Крыму. Журн. «Крымские курорты», № 1, 1922.
- Двойченко П. Естественные производительные силы Крыма. Путеводитель «Крым» Кр. об. ест., изд. 2-е. Симферополь, 1923.
- Двойченко П. Воды Крыма. Изв. Гидрол. инст., № 12, 1924.
- Двойченко П. Геологическая история Крыма. Зап. Крымск. общ. естеств., VIII, 1926.
- Двойченко П. Стратиграфия Крыма, ч. 1 и Основы литературы по стратиграфии Крыма за 150 лет. Зап. Крымск. общ. естеств., IX, 1926.
- Двойченко П. Чонгелеское месторождение нефти. Нефт. хоз-во, № 5, 1926.
- Двойченко П. Геологические разрезы артезианских скважин г. Симферополя. Труды естеств. муз. «Таврида», 1, 1927.
- Двойченко П. Геологические условия Майнакского озера. Изв. Инст. физ.-хим. анал., IV, в. 2, 1930.
- Дзенс-Литовский А. И. Полигональные отдельности на соляных озерах. Вестник ВГРО, № 3—4, 1932.
- Дзенс-Литовский А. И. Гидрогеологические условия Евпаторийской группы соляных озер. Труды I Всесоюзн. гидрогеол. съезда. Л., 1933.
- Дзенс-Литовский А. И. Пересыши и косы приморских соляных озер Крыма. Эконом. и культ. Крыма, Симф. № 9—10, 1933.
- Дзенс-Литовский А. И. Геологические и гидрогеологические условия Сакского озера. Сборн. «Саки-курорт». Крымгосиздат, в. 1, 1935.
- Дитмар. Железородная промышленность южной России в 1903 г. Стат. бюро съезда горнопром. южн. России, Харьков, 1903.
- Добрянская М. Щелочность воды Черного моря. Изв. Акад. Наук, 1930.
- Добровольский А. Чокракское грязелечебное заведение в Крыму. Ялта, 1901.
- Добрынин Б. К геоморфологии Крыма. Землеведение, в. I, 1922.
- Добрынин Б. Крымские горы. «Крым», изд. РОПИК, М., № 1, 1925.
- Добыча железной руды в Керченском районе в 1914 г. Вестн. финанс., № 7, 1916.
- Доливо-Добровольский В. и Николаев В. Соляная экспедиция по изучению режима Сакского озера. Отчет о деят. Акад. Наук СССР за 1928 г., Л. 2, 1928.
- Долинский А. О полезных ископаемых Крыма. Зап. общ. с. х. южн. России. № 5—6, 1891.
- Дрессер. Исследование сакских грязей. Журн. Мин. внутр. дел, 1837.
- Дружинин С. Русские трассы. Вестн. силик. пром., № 3—4, 1922.
- Дубиневич В. Анализ грязи из Еникальского грязевого вулкана. Варш. унив. изв. № 6, 1885.
- Дубровский Н. Химич. исследование вод Крыма с таблицей анализов лаборатор. Крым. Наркомзема за 1925—1930 гг. Симф., 1930 (рукопись).
- Егунов М. Сернистое железо и водная окись его в почвах лиманов Черного моря. Ежегодн. по геол. минер. России, II, 1896.
- Жемчужный С. К вопросу об эксплуатации магниевых озер Крымского полуострова. Изв. Инст. физ.-хим. анал., III, в. 1, 1926.
- Жерве Ф. Работы лаборатории Мин-ва финансов. Горн. журн., № 6, 8, 9, 1902.
- Жерве Ф. Работы лабораторий Мин-ва финансов. Горн. журн., № 2—8, 12, 1899.
- Зайцев А. Подземные воды. Одесса, 1908.

- Зайцев А. К петрографии Крыма. I—III. Ежегодн. геолог. и минерал. России, X, в. 5—6, 1908; XII, в. 3—4 и 7—8, 1910.
- Землячченский П. Железорудная промышленность Криворожского и Керченского районов. Изв. Стат. бюро сов. съезда горнопром. Юга России, Харьков, 1901.
- Землячченский П. Кальцит с г. Форос и первые русские николи. Труды СПб. общ. естеств., XXXII, в. 4, 1901.
- Землячченский П. Месторождение известкового шпата г. Челеби-Яури-бели в окрестностях Байдарских ворот. Труды СПб. общ. естеств., XXXIII, в. 1, 1902.
- Зильбермиц и Рожкова. Распределение ванадия, мышьяка и марганца в керченских железных рудах. Минер. сырье, № 5, 1928.
- Зуев В. Выписка из путешественных записок. Месяцеслов, СПб. 1783.
- Ибянский С. Горько-соленое озеро Аджи-голь. Сборн. статей по экон., быту и истории Феодос. района. Изд. ОПИК'а, 1931.
- Ибянский С. Минеральный источник Паша-Тепе. Сборник статей по вопросам курортного строительства в Феодосии и районе Феодосии, № 2, 1933.
- Иванов. Анализы керченских руд. Горн. журн., IV, 1854.
- Иванов П. Опыт химического и петрографического исследования сакской грязи по слоям. «Курортн. дело», № 10—11, 1926.
- Иванчин-Писарев А. Минеральные богатства Крыма. Симферополь, 1927.
- Изгарышев Н. и Слудский А. Грязевые вулканы Керченского полуострова и Темрюкско-Таманского района. Рудн. вестн., II, № 3—4, 1917.
- Ильин С. Тобечикская нефтеносная площадь. Вестн. Геол. ком., № 4, 1927.
- Ильинский В. Сакские грязи. Из отч. VII съезда естеств. и врачей в Одессе. Военно-медич. журн., 1885.
- Ильинский В. Бромное дело в России. Техноэконом. вестн., III, № 1—3, 1923.
- Ильинский В. Сакское озеро. «Экономика и техника», 1925.
- Ильинский В. Сакское соляное озеро и его значение. Журн. прикл. химии, II, 1925.
- Ильинский В. Бром. Сборн. «Нерудные ископаемые», т. I, Л., 1926.
- Ильинский В. Соль поваренная. Сборн. «Нерудные ископаемые», т. 2, Л., 1927.
- Ильинский В. Щелочность соляных рассолов Сакского озера. Журн. химич. пром., № 7—8, 1928.
- Исаченко Б. О розовой соли и красных озерах. «Природа», 1919.
- Исаченко Б. Значение биологических процессов в режиме Сакского озера. «Курортное дело», № 1—2, 1925.
- Искюль З. К вопросу о почвах Крыма. Матер. изучен. русск. почв, в. 18, 1909. Ископаемые и строительные материалы Таврической губ. Горн. журн., 2, 1859.
- Каблуков И. и Каблуков А. Крымские соляные озера. Изв. Моск. с.-х. инст., ч. XXI, 1915—1916 гг.
- Кантор М. Керченская проблема. Соц. реконстр. сельск. хоз., № 3, 1930.
- Кантор М. Исследование керченских руд на мышьяк. Гипромет, Л., № 7, 1930, и Керченск. металлургия, 1, 1934.
- Кантор М. Химико-металлургическая характеристика железных руд северной части Чегене-Сальнской мульды Керченского полуострова. Сов. металл., № 8, 1932, и Керченск. металлургия, 1, 1934.
- Каракаш Н. Об условиях залегания артезианских вод в Феодосийском уезде. Труды СПб. общ. естеств., XXI, 1870.

- К а р а к а ш Н. Нижне-меловые отложения Крыма и их фауна. Труды СПб. общ. естеств., XXXII, 5, 1907.
- К а р а к а ш Н. и Ф о х т К. О залежах ископаемого угля в Крыму. Изв. Геолог. ком., XXI, № 5—6, 1902.
- К а ш и н с к и й. Анализы барита из керченских рудников. Зап. Горн. инст., 2, 1909.
- К а ш и н с к и й П., М а л ь ч е в с к и й С. С л а в с к и й Н. Результаты исследований Сакского озера. Гидрохим. материалы, т. II, отд. I, в. 3 и 4, 1916.
- К е л ь х е н. Исследование крымской сукновальной земли. Труды Вольноэкономич. общ., XLVI, 1792.
- К е п п е н А. Местонахождение железных руд близ г. Керчи. Горно-зав. лист., № 7—8, 1899.
- К е р ч е н с к а я м е т а л л у р г и я. Труды комиссии по керченским рудам, т. I. Под ред. М. Кантора. М. — Л., Свердловск, 1934.
- К е р ч е н с к а я п р о б л е м а. Сборник под редакцией Н. Цапкина и М. Эрлиха. Керчь, Крымгосиздат, 1933.
- К е р ч ь и н д у с т р и а л ь н а я. Сборн. под ред. Н. Цапкина и М. Эрлиха. Керчь, 1931.
- К л е п и н и н Н. Сборник по основной статистике. Южная часть, в. II. Симферополь, 1906.
- К л е п и н и н Н. Ледяная пещера Бузлук. Зап. Крымск. общ. естеств., II, 1912.
- К л е п и н и н Н. Геологический очерк Крыма. Путев. по Крыму. Изд. Крымск. общ. естеств., Симферополь, 1914.
- К л е п и н и н Н. Грязевые сопки Керченского полуострова и извержения сопки Джау-Тепе. Записки Крымск. общ. естеств., I, 1914 и Сборн. «По Крыму», № 2.
- К л е п и н и н Н. К изучению крымских почв. Симф. 1914.
- К л е п и н и н Н. Солонцеватые почвы Крыма. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, III, в. 2, 1932.
- К л е п и н и н Н. Почвы Крыма. Госиздат. Кр. АССР. Симферополь, 1935.
- К л о б у к о в. Донесение о нефти, найденной в Крыму. Изв. Тавр. Архивн. комиссии. № 22, 1925.
- К о з и н. Геогностическое и минералогическое описание гор Крымского полуострова. Рукопись с планами, 1825.
- К о з и н. О приумножении музеума Горн. института. Горн. журн., III, 1826.
- К о л о т о в С. О составе соляной массы Черного моря. Журн. Русск. физ.-хим. общ., XXIV, 1892.
- К о л ю б и н с к и е В. и Р. Кальцит и исландский шпат у Байдар. ворот. Тр. Ломон. ин-та; VII, 1936.
- К о л ю б и н с к и й Р. Холодные колодцы Крыма. Эконом. и культ. Крыма. Симферополь, 1934.
- К о м а р о в Н. Соляные озера Таврической губ. Горн. журн., III, 1858.
- К о н д а р а к и В. Универсальное описание Крыма, т. 3. М., 1883.
- К о н о в а л о в Д. О Сакском соляном озере. Прот. Комиссии Мин. торг. и пром., Симферополь, 1914.
- К о н р а д и А. Сакский соляной промысел в Крыму, 1896.
- К о н с т а н т о в С. Работы по систематическому изучению железных руд Керченского полуострова. Отчет Геол. комит. за 1925—1926 гг. Изв. Геол. ком., 1927.
- К о н с т а н т о в С. Геолого-разведочные работы в Эльтиген-Ортельской, Кам. Бур., Кыз-Аульской и Нов.-Кар. мульдах Керченского полуострова. Отчет Геол. комит. за 1926—1927 гг. Изв. Геол. ком. XV, 1929.
- К о н с т а н т о в С. Разведочные работы по керченским железорудным месторождениям. Краткий отчет о работах институтов ГГРУ за 1927—1928 гг. и 1928—1929 гг. М. — Л., 1930.

- Константинов С., Кечек Г., Белоусов В. и Красильников А. Керченские железорудные месторождения. С отд. атласом. Тр. В. Г. Р. Об., вып. 325. М.—Л., Новосиб., 1933.
- Коншин А. Крымский соляной промысел. Горн. журн., кн. 11, 1877.
- Кочерин Д. Гидрометрические исследования в Крыму. Гидролог. вестн., № 1, 1916.
- Кошкуль. Горн. журн., № 7, 1865.
- Крамаревский. Анализ грязи из грязевого вулкана Булганака, Варш. унив. изв. № 1, 1886.
- Кротов Б. К вопросу о систематике самосадочных соляных бассейнов. Изв. Ин-та физ.-хим. анал., III, в. 2, 1927.
- Кротов Б. О необходимости физико-химического изучения реакции $2\text{CaCO}_3 + \text{MgSO}_4$. Изв. Ин-та физ.-хим. анал., III, в. 2, 1927.
- Крубер А. Карстовая область горного Крыма, М. 1915.
- Круссер В. Об изысканиях и топографической съемке г. Карадаг в месторождениях вулканических туфов, имеющих свойства пуццолановых веществ. Цемент, в. 1, 1908.
- Кузнецов. Результаты магнитно-метрической съемки Эльтигенских и керченских мульд. Краткий отчет о работе ГПРУ за 1927—1928 г., М.—Л., 1930.
- Кузнецов Е. и Лучицкий В. Петрографические провинции СССР, гл. IV. Крымский пол. ОНТИ, 1936.
- Кулланда В. Исследование бурых железняков. Новости техники, № 247, 1932.
- Кулланда В. Распределение железа по минеральным составляющим в керченской руде. Проблемы обогащения железорудных месторождений Керченского полуострова. Иссл. работы Ин-та механобра, М.—Л., в. I, 1932.
- Кульшин. Геогностическое строение Таврических гор, Одесса, 1839.
- Курбатов Н. Керченские железные руды и условия их правильного использования. Бюлл. Гипромез, Л. XVIII, № 5—6, 1929.
- Курнаков Н. О метаморфизации рассолов крымских озер. Зап. минер. общ., сер. 2, XXXIV, 1896.
- Курнаков Н. Об эксплуатации керченской железной руды. Крымск. вестн. № 301 и 306, 1897.
- Курнаков Н. О химическом составе рассолов Генического и Перекопского соляных озер в Крыму. Зап. минер. общ., сер. 2, XXXVIII, 1900.
- Курнаков и Жемчужный С. Магниеые озера Перекопской группы. Изв. Акад. Наук, 1917.
- Курнаков Н. и Ильинский В. О добывании калиевых и магниевых солей из маточных рассолов Сакского озера. Изв. И-та физ.-хим. анализа. № 12, 1919.
- Курнаков Н., Кузнецов В., Дзенс-Литовский А., Равич М. Соляные озера Крыма. Изд. Акад. Наук, М.—Л., 1936.
- Лагорио А. О кристаллических породах Крыма. Труды 6-го съезда русск. естествоиспыт. и врачей. СПб., 1879.
- Лагорио А. О некоторых массивных горных породах Крыма. Варш. унив. изв. № 5—6, 1887.
- Лагорио А. О кристаллических сланцах, впервые найденных на Таврическом полуострове. Труды общ. естеств. при Варш. унив., IX прот., 1894—1895.
- Лебединцев А. Предварительный отчет химического исследования Черного и Азовского морей летом 1891 г. Записки Новоросс. общ. естеств., XVI, в. 2, 1892.
- Лебединцев А. и Бондарев В. Химическое исследование образцов морской воды у Севастополя и Ялты и воды из сталактитовой пещеры Суук-Хоба. Записки Крымского горн. клуба, № 1, 1896.

- Леваковский И. Исследование над образованием Таврических гор. Труды общ. испыт. природы при Харьк. унв., 14, 1881.
- Левинсон-Лессинг Ф. и Дьяконова-Савельева Е. Вулканическая группа Карадага в Крыму, Л., Изд. Акад. Наук, 1933.
- Лидов А. Добывание железной руды в Феодосийском уезде. Крымск. вестник, № 253, 1895.
- Лидов А. Железные руды на Керченском полуострове. Делов. корр., № 163, 1895.
- Лидов А. О составе керченской асфальтовой руды. Журн. Русск. физ.-хим. общ., XXVII, 1895.
- Липский М. Керченские руды и их использование. Сов. металл., № 2, 1932.
- Листов Ю. Пещеры-ледники. Матер. геолог. России, XII, 1885.
- Листов Ю. Данные относительно тектоники Крымских гор. Изв. Русск. географ. общ., XXV, 1889.
- Листов Ю. Физико-географические исследования в Таврических горах. Изв. Русск. географ. общ., XXVIII, 1892.
- Лурье. Керченское месторождение железных руд и его значение. Вестн. металлпрома., № 5—6, 1927.
- Лучицкий В. Глинистые сланцы Крыма. Зап. Киев. общ. естеств., XIX, 1905.
- Лучицкий В. Крымские соляные озера. Эконом. жизнь Крыма, № 1, 1920.
- Лучицкий В. Свинцовый блеск из Крыма. Доклады. Акад. Наук, 1923.
- Лучицкий В. Месторождение кила в Крыму. Горн. журн., № 5—7, 1923.
- Лучицкий В. Керченский железорудный район. Труды Центральн. управл. пром. разв., в. 1, 1932.
- Лучицкий В. и Мокринский В. Месторождение серы на Керченском полуострове. Зап. Крымск. общ. естеств., VIII, 1926.
- Мейстер А. Материалы по петрографии Крыма. Изв. Геол. комит., XXVII, №10, 1908.
- Материалы по водным изысканиям в Крыму. Под ред. А. Стратоницкого, в. 3. Источники горной части, ч. 1—5, Симферополь, 1917.
- Милованов. Возобновление самосадочного соляного озера в Крыму. Горн. журн., III, 1856.
- Минский. О керченских рудах и их использовании. Сов. металл., № 2, 1932.
- Миронов С. Краткий отчет о поездке на Чонгелекский нефтяной промысел. Вестн. Геол. комит., № 2, 1926.
- Михайловский С. Гидрогеологические исследования в Кучук-Кое и Кикинеизе. Изв. Геолог. Комит., XLIV, 1925.
- Михайловский С. О водах и оползнях Лимен и Симеиза. Вестн. Геол. комит. № 5, 1925.
- Михайловский С. По поводу тектоники и яйлинских вод Кастрополь—Симеизского района. Вестн. Геолог. комит., № 2, 1926.
- Михайловский С. и Пчелинцев В. Гидрогеологические исследования в Кучук-Койском и Кикинеизском районах. Труды ВГРО, в. 19, 1932.
- Михайловский С. и Пчелинцев В. Гидрогеологическое исследование в Лименском районе, *ibidem* стр. 121.
- Могильников. Джага-Кушинское озеро. Эконом. и культ. Крыма, № 5—6, 1933.
- Моисеев А. Геологический очерк источника Аджи-Су. Труды Геол.-разв. бюро газов. месторожд., в. 2, 1932.
- Моисеев А. О Бешуйском каменноугольном месторождении в Крыму: Материалы общ. и прикл. геол., в. 100, 1929.
- Моисеев А. О средиземноморской орогенической зоне и отношении к ней Крымских гор. Труды Ленингр. общ. естеств., LIV, вып. 4, 1929.
- Моисеев А. К геологии юго-западной части главной гряды Крымских гор. Матер. общ. и прикл. геолог., Изд. Геол. ком., вып. 89, 1930.

- Моисеев А. Гидрогеологический очерк главной гряды Крымских гор. Труды ГГРУ, в. 30, 1931.
- Моисеев А. и Караваев Н. Асфальт. Сборн. «Нерудные ископаемые», т. I, Л., 1926.
- Мокринский В. Чекур-Кояшское месторождение серы. Отчет КЕПС, № 6, 1916.
- Морозевич. Анализ грязи из Еникальской сопки. Варш. унив. изв. № 3, 1888.
- Мурзаев П. К минералогии Аюдагского интрузивного района. Зап. Крымск. общ. естеств., VIII, 1925.
- Мурзаев П. Заметки по минералогии Крыма. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, I, в. 1, 1926.
- Мурзаев П. Извержение сопки Джау-Тепе в 1927 г. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, II, в. 1, 1928.
- Мурзаев П. О датолите и десмине с г. Карадаг. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, II, в. 2, 1929.
- Мурзаев П. К минералогии Крыма. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, III, в. 1, 1930.
- Мурзаев П. Месторождение киллоподобных глин в третичных отложениях Крыма. Изв. ВГРО, 50, в. 72, 1931.
- Мурзаев П. Об образце киновари из Крыма. Изв. ГГРУ, L, в. 25, 1931.
- Мушкетов И. Заметка о происхождении крымских соляных озер. Горн. журн., II, 1895.
- Мушкетов И. Физическая геология, I и II т., 1925.
- Мушкетов И. и Мержеевский В. Отчет экспедиции для исследования Сакского озера. Протокол Комит. мин. торг. и пром., Симферополь, 1914.
- Настюков и Телухин. Журн. Русск. физ.-хим. общ., XXI, отд. 2, в. 6. Проток. 1889.
- Невтонов Н. Керченские соляные промыслы и их соли. Труды Керч. научн. рыбохоз. станц., I, в. 2 и 3, 1927.
- Николаев А. Определение Р в керченских железных рудах. Отчет о сост. и деят. Геолог. комит. за 1926—1927 гг., Изв. Геол. ком., 1929.
- Николаев В. О влиянии грязевого комплекса на состав озерной рапы, Журн. прикл. химии, т. IV, в. 5, 1931.
- Николаев В. и Валяшко М. Сакское озеро. Природа, № 1, 1929.
- Николаев В. и Косман С. О борной кислоте Чокракского озера. Доклады Акад. Наук, № 18, 1930.
- Николаев В. и Косман С. К вопросу о борной кислоте Чокракского соляного озера. Журн. прикл. химии, IV, в. 5, 1931.
- О собрании российских минералов, доставленных Парижской Акад. Наук. Горн. журн., № 4, 1834.
- Обручев В. Каменный уголь в Крыму. Экон. жизнь Крыма, № 1, 1920.
- Обручев В. Ископаемые богатства Крыма. Горн. дело, № 1—2 (7—8) и № 3 (9), 1921.
- Обручев В. Месторождение нефти и газов Керченского полуострова. Нефть и сланц. хоз., № 5—8, 1921.
- Обручев В. Минеральный источник Бурун-Кая. Курортное дело, № 4—5, 1924.
- Обручев В. Керченско-Таманский нефтеносный район. Изд. Сов. нефт. пром., М., 1926.
- Оже С. Описание сакских грязей. Журн. Мин. внутр. дел, VI, 1832.
- Озерский А. О местонахождении и добывании селитры. Журн. мануф. и торговли, СПб., 1854.
- Паукер З. и Саленко Н. Химический состав руд Нов.-Карантин. рудника, Керч. металл., I, 1934.
- Паллас П. Путешествие по разным провинциям Российской империи. Перс нем., СПб., 1773—1778.

- Паллас П. Краткое физическое и топографическое описание Таврической области. Рига и СПб., 1795.
- Пантелеймонов Б. Магниеые соли из Сакского озера. Изд. Акц. общ. «Мельстрой», М., 1925.
- Пастак С. Гипс Сакского озера и его промышленное значение. Эконом. и культура Крыма, № 7—8, 1933.
- Педекас И. О ледяных пещерах Яйлы в Крыму. Труды СПб. общ. естеств., XXV, вып. I, прот. 1904—1905.
- Пенюгалов А. Климат Крыма. Матер. по водн. хоз. Крыма, в. 6, 1930.
- Перминов В. Сакские грязи в Крыму. Симферополь, 1874.
- Персова М. Краткий предварит. отчет о работах фосфорит. партии НИУ в западном Крыму летом 1930 г. Симф. 1930.
- Перфильев Б. Выводы гидробиологической экспедиции на Сакское озеро в сентябре 1925 г. Курортное дело, № 2, 1916.
- Перфильев Б. О бактериологических наблюдениях над образованиями лечебной грязи Сакского озера. Изв. Ин-та физ-хим. анал., IV, в. 1, 1930.
- Першке Л. Соляные озера северного побережья Черного моря и основания для рациональной их разработки. Горн. журн., I, 1880 и I, 1882.
- Подгаецкий Л. Керченский и Яныш-Такильский железные рудники. Сборн. техн. статей. Ежегодное прилож. к Горн.-зав. лист., № 5, 1903.
- Покровский Н. Разведка на бор и иод на грязевых сопках Таманского полуострова. Геолог. на фронте индустр., № 2, 1933.
- Попов С. Аянская сопка. Протоколы заседания моск. общ. естеств. прир. № 7, 1898.
- Попов С. Отчеты о поездках в Крым. Годичн. отчеты Моск. общ. испыт. природы за 1898—1899 гг., 1899—1900 и 1901—1902 гг.
- Попов С. Материалы для минералогии Крыма. I—VII, Bull. S. Nat. Mosc., 1898—1907.
- Попов С. Кристаллические фосфаты с берегов Керченского пролива. Изв. Акад. Наук, 1907.
- Попов С. Отчет по поискам алюминиевых руд. Изв. Геол. комит. 27, 1908.
- Попов С. Минералы рудных пластов Керченского и Таманского полуостровов. Труды Геол. муз. Акад. Наук, IV, 1910.
- Попов С. К кристаллизации карадагского датолита. Ежегодн. геол. и минерал. России, XIII, в. 5—6, 1911.
- Попов С. О некоторых сульфатах из окрестностей Георгиевского монастыря в Крыму. Изв. Акад. Наук, 1913.
- Попов С. Минералы окрестностей Ялты. Сборник в честь Вернадского. М., 1914.
- Попов С. Сопочные явления в окрестностях Симферополя. Труды Крымск. Науч.-иссл. ин-та, I, в. 2, 1927.
- Попов С. Грязевые вулканы. Природа, 1929.
- Попов С. О керченитах. Изв. Геол. комит., LXVIII, № 10, 1929.
- Попов С. Производительные силы Крыма. Путевод. «Крым». Изд. 3-е, Симферополь, 1929.
- Попов С. Минеральные источники Крыма. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, III, в. 1, 1930.
- Попов С. Химическое исследование солей из грязевых отложений Керченского и Таманского районов. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, IV, 1934.
- Попов С. Крымское месторождение марганцовых минералов. Труды Донецк. горн. техникума, 1925.
- Попов С. Некоторые месторождения известкового шпата в Крыму. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, III, в. 1, 1930.
- Попов С. Карта районирования Крыма по полезным ископаемым. Симферополь. Изд. Крымск. Госплана, 1935.

- П о п о в С. Геохимический очерк крымских подземных вод. Тр. Кр. педагог. ин-та, 1935.
- П о п о в С. Керченские железные руды. Геология СССР, т. VIII (печатается).
- П о п о в С. и Б е л е в и ч Е. Сульфаты из Эски-Орды. Труд Крымск. н.-иссл. ин-та, II, в. 1, 1928.
- П о п о в С. и Б е л е в и ч Е. Минеральные воды Крыма. Сероводородные источники Керченского полуострова. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, III, в. 2, 1932.
- П о т о ц к и й. Грязевые вулканы Крыма. «Колосья», 1888.
- П о т у л о в Н. Соляные озера Таврической губ. КЕПС, IV, в. 35, 1924.
- П о т ы л и ц ы н А. О нефтяных местор. Крыма Ж.Р.Ф.Х. об., XXVII, стр. 276 и 279, 1895.
- П о т ы л и ц ы н А. Состав вод, сопровождающих нефть и выбрасываемых грязевыми вулканами. Журн. физ.-хим. общ., т. XIV, 1882 и XV, 1883.
- П р а с о л о в Л. Работы Крымской почвенной экспедиции. Отчет о деятельности Акад. Наук. за 1927 г.
- П р а с о л о в Л. Буроземы Крыма и Кавказа. Природа, № 5, 1929.
- П р е н д е л ь Р. О кристаллических породах г. Капель. Зап. Новороссийск. общ. естеств., XI, 1886.
- П р е н д е л ь Р. Очерк геологического строения крымских гор. Зап. общ. с. х. южн. России, № 5—6, 1891; то же Зап. Крымск. горн. клуба, № 1, 1891.
- П р о з о р о в с к и й - Г о л и ц ы н. Об изверженных породах г. Карадаг в Крыму. Труды СПб. общ. естеств., XXII, 1892.
- П р о к о п е н к о Н. О магнитной аномалии в окрестностях Симферополя. Изв. Акад. Наук, 1925.
- П р о к о п е н к о Н. Нагретая жила главного тотайкойского эруптива вблизи г. Симферополя. Доклады Акад. Наук, 1928.
- П р о к о п о в К. О газах грязевых сопок. Изв. Ин-та прикл. геофизики, 1, 1925.
- П р о к о п о в К. Казантип и Акташ. Новые возможные нефтеносные площади на Керченском полуострове. Вестн. Геол. комит. № 2, 1927.
- П р о к о п о в К. Борзовка. Новый возможный нефтеносный район. Вестн. Геолог. комит., № 1, 1927.
- П р о к о п о в. Новые разведанные площади на Керченском полуострове. Нефт. хоз., № 4, 1927.
- П р о к о п о в К. Результаты геол.-разв. изысканий на нефть на Керч. пол. Поверхность и недра № 1, 1927.
- П р у т ы н М. О керченском асфальтовом заводе. Поверхность и недра, № 1, 1927.
- П у з а н о в И. Донузлав. Укр. мисл. та рибалка, № 11—12, 1929.
- П ч е л и н. Сакское озеро, его история и лечебные богатства. Курортн.-санат. дело № 9, 1930.
- Р а в и ч М. Некоторые данные о влиянии грунта на состав рапы соляных озер. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, I, в. 2, 1927.
- Р а в и ч М. и Ш у р П. О водных вытяжках ила соляных озер. Труды Крымск. науч.-иссл. инст., II, в. 1, 23, 1928.
- Р а в и ч М. и С и н а н и С. К вопросу о происхождении лечебной грязи в бассейнах, обслуживающих Майнакскую грязелечебницу. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, II, в. 1, 1929.
- Р а к и ц к и й Н. Экспортные возможности Крыма. «Крым», № 2, 1926.
- Р а м з е с Б. Строительный известняк-ракушечник Крымской АССР. Эконом. и культ. Крыма, № 3, 1931.
- Р а т ы н с к и й В. Сферосидериты Мангуша. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, III, в. 1, 1930.

- Р а т ы н с к и й В. Стройматериалы Крыма минерального происхождения. Симферополь. Крымск. Госиздат, 1931.
- Р а т ы н с к и й В. Кирпично-черепичные глины окрестностей Джанкоя. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, III, в. 2, 1932.
- Р е в у ц к а я Е. Отчет по командировке в Крым. Труды Геол. муз. Акад. Наук, в. 2, 1914.
- Р е в у ц к а я Е. Русские месторождения исландского шпата. Матер. КЕПС, № 14, 1917.
- Р о м а н о в с к и й Г. Геологический очерк Таврической губ. Горн. журн., № 10 и 11, 1867.
- Р о м а н о в с к и й Г. Заметки о геологическом строении Крыма. Записки Минер. общ., ч. VII, 1872.
- Р о с с и н с к и й Д. Минеральные воды, лечебные грязи и морские купания в СССР и за границей. М.—Л., 1926.
- Р у д з с к и й М. Вулканические горы Аю-Даг и Кагель. Записки Крымск. горн. клуба, № 2, 1895.
- Р у с и н Г. Чокракские минеральные источники. Сборн. «Керченская проблема». Керчь, 1933.
- Р у с и н Г. Перспективы бальнеотерапии в Крыму, Тр. Кр. научно-иссл. ин-та, т. III, в. 1, 1930.
- Р ы к о в с к о в А. и Н е щ а д и м о в а - Н е к л я в з Н. Исследование реакции Гайдингера. Труды 1-го Совещ. химиков, ГГРУ, М.—Л., 1931.
- С а б а н е е в А. Химический состав грязи одной из сопок Таманского полуострова, Bull. S. N. Mosc. 1884.
- С а в ч е н к о в. Отчет по лаборатории Минист. финансов и СПб. пробирн. палаты за 1884 г. Горн. журн., I, 1886.
- С а г а й д а ч н ы й А. К вопросу о режиме грязевого хозяйства. Труды Гос. ин-та прикладн. химии, в. 5, 1927.
- С а м о й л о в Я. Еникальские грязевые сопки. Протоколы заседан. Моск. общ. испыт. прир. № 7, 1898.
- С а м о й л о в Я. Материалы для кристаллографии барита. Bull. Soc. Nat. Mosc., XVI, № 1—2, 1902.
- С а п и р ш т е й н Д. Комплексное использование перекопских озер в сочетании с Сивашем. Эконом. и культ. Крыма, № 1—2, Симф. 1933.
- С б о р н и к «Социалистическая реконструкция южного берега Крыма», Госиздат Крымск. АССР. 1935.
- С б о р н и к «Саки-курорт». Крымгосиздат, 1935.
- С е в е р г и н В. Опыт минералогического описания Российского государства, II, СПб., 1809.
- С е д е л ь щ и к о в В. и К у л ь г а в о в Г. Извержение сопки Джау-Тепе. Матер. по естеств. истор. обл. района деят. Доно-кубано-терского общ. с. х., 1914.
- С е м е н о в Д. Бурение артезианского колодца близ ст. Айбар. Журн. с. х. и лес. СХХVI, отд. 2, 1879.
- С е р г е е в А. Сакские минеральные грязи. Диссертация. СПб., 1888.
- С и в е р с Л. Извержение Джерджавской сопки. Природа, № 1, 1931.
- С и д о р е н к о М. Конусовидные скалы у монастыря св. Георгия в Крыму. Зап. Крымск. горн. клуба, № 11—12, 1896.
- С и н а н и С. Об адсорбционной способности лечебной грязи, Тр. Кр. н.-иссл. ин-та, II, в. 1, 1928.
- С л у д с к и й А. Гора Карадаг в Крыму и ее геологическое прошлое. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, XXV, 1911, Зап. Крымск. общ. естеств., I, 1912.
- С л у д с к и й А. Карадаг, его естественно-историческое значение, научная и промышленная будущность. Времен. общ. им. Леденцова, № 2, 1913.

- С л у д с к и й А. О карадагском пуццолане в Крыму. Зодчий, 1913.
- С л у д с к и й А. К изучению Карадагской магнитной аномалии. Схема геологического строения Карадага. Изв. Центрального гидро-мет. бюро, в. 4, 1925.
- С м и р н о в Н., Глина из Крыма. Сб. геолог. и мин. кабинетов Моск. унив., 1916.
- С о к о л о в В. Материалы для геологии Крыма. Окрестности г. Симферополя в геологическом отношении. Bull. Soc. Nat. Mosc., LVIII, 1884.
- С о к о л о в В. Минеральные угли Крыма. Горн. журн., II, 1886.
- С о к о л о в В. Железная руда при Александровке, близ г. Карасубазара, Крымск. вестн. № 182, 1888.
- С о к о л о в В. О характере залегания кристаллических пород Крыма, Bull. Soc. Nat. Mosc. 1888.
- С о к о л о в В. Тектоника юго-западной части Крымского полуострова. Bull. Soc. Nat. Mosc. № 4, 1895.
- С о к о л о в В. Отчет о поездке в Крым. Bull. Soc. Nat. Mosc. Проток. 1898.
- С о к о л о в В. Месторождение кальцита у Байдарских ворот. Bull. Soc. Nat. Mosc, протоколы, 1898.
- С о к о л о в В. Исследование геологического строения окрестности Балаклавы. Год. отчет Моск. общ. исп. прир. за 1899—1900 г. М. 1900.
- С о к о л о в Д. Отрассах Карадага в Крыму. Труды Гос. эксперим. ин-та силикатов, в. 22, 1926.
- С о к о л о в Д. и Ф и о л е т о в а А. Новые данные о кислых вулканических породах Карадага в Крыму. Труды ин-та строит. материал., в. 34, 1934.
- С о к о л о в Н. О происхождении лиманов южной России. Труды Геол. комит. X, № 4, 1895.
- С о л я н н ы е промыслы Таврического горного округа в 1914 г. Вестн. финанс., пром. и торговли, IV, 1915.
- С п и р о Н. Грязевое хозяйство Майнака. Труды Крымск. науч.-иссл. ин-та, IV, 1934.
- С т р у в е. Керченский и Таманский полуострова в геологическом отношении. Морск. сборн., XXX, № 7, 1857.
- С у ш и ц к и й Л. Крымский кил и его применение в промышленности. Симферополь, 1932.
- С у ш к о в. О Крымских соляных источниках. Горн. журн. III, 1827.
- Т а н е е в а Н., Ц е й т л и н и М о р о з о в а. О содержании буры в природных растворах. Доклады Акад. Наук, № 5, 1934.
- Т а р а я н С. Горючие газы Крыма. Симферополь, 1932.
- Т а т а р с к и й А. и К у ч м и н с к и й М. Керченская железорудная проблема. Сборн. «Керченская проблема», Керчь, 1933.
- Т у р л е й Г. Булганакека группа грязевых вулканов. Труды Харьк. тов. досл. прир., 1930.
- У р а з о в Г. Физико-химическое исследование керченских железных руд. Труды 1-го совещ. химиков, ГГРУ, М. — Л., 1931.
- У р а з о в Г., Б е х о л ь ц е в Н. и З а р у д с к и й Л. Исследование керченских железомарганцевых руд. Отчет Геол. комит. за 1926—1927 гг. Изв. Геол. ком. 1926—1927 гг.
- Ф е д о р о в и ч Б. О возрастных соотношениях изверженных пород Крыма. Изв. Акад. Наук, 1927.
- Ф е д о р о в и ч Б. Пестрые рухляки Крыма. Докл. Акад. Наук, № 2, 1928.
- Ф е д о р о в и ч Б. Геологический очерк долины Коккоз в Крыму, Тр. Кр. н.-иссл. и-та, т. III, в. 1, 1930.
- Ф е д о р о в и ч Б., Щ е р б а к о в Д. Пильные известняки Крыма. Матер. КЕПС, № 67, 1928.

- Федченко Г. О самосадочной соли и соляных озерах Каспийского и Азовского бассейнов. Изв. общ. любит. естеств., антроп. и этногр. V, в. 1, 1870.
- Ферсман А. Барит окрестностей Симферополя. Bull. Soc. Nat. Mosc., XX, № 1—2, 1906.
- Ферсман А. К минералогии Симферопольского уезда, Изв. Акад. Наук, 1907.
- Ферсман А. Материалы к исследованию цеолитов России. 1. Ломонтит и леонгардит из окрестностей Симферополя. Труды геол. музея Акад. Наук, II, 1908.
- Ферсман А. Материалы к исследованию цеолитов России. 2. Уэллсит из окрестностей Симферополя. Труды Геол. музея Акад. Наук, III, в. 5, 1909; Дневн. XII съезда естеств. и врачей, М., 1909—1910.
- Ферсман А. Отчет Таврического губернского земства за 1910 г., Симферополь, 1910.
- Ферсман А. Исследование в области магнезиальных силикатов. Зап. Акад. Наук (сер. VIII), 32, № 2, 1913.
- Ферсман А. Химическая жизнь Крыма (вступительная статья к работе П. Двойченко «Минералы Крыма»), 1914.
- Ферсман А. Материалы к исследованию и систематике водных магнезиальных силикатов. Труды Геол. музея Акад. Наук, VII, в. 6, 1916.
- Ферсман А. Отчет о командировке в Керченско-Таманский район. Отчет КЕПС, №7, 1917.
- Ферсман А. К геолого-минералогическому исследованию Сакского озера. Матер. КЕПС, № 28, 1919.
- Ферсман А. Месторождение сукновальных глин. Матер. КЕПС, № 24, 1915.
- Ферсман А. Материалы к исследованию цеолитов России. 4. Общий обзор цеолитов России. Труды Геол. и минер. муз. Акад. Наук, II, в. 7, 1916.
- Ферсман А. Глины бетонитовые. Сборн. Нерудн. ископ., I, 1926.
- Ферсман А. Глины флоридиновые. Сборн. нерудн. ископаемых, т. I, Л., 1926.
- Ферсман А. Кил. Технич. энциклопедия, т. X, 1930.
- Ферсман А. Геохимические проблемы Союза. Очерк первый. Основные черты геохимии Союза. Л., 1931.
- Фохт К. Заметка об экскурсии в Крыму. Труды СПб. общ. ест., XVIII, 1887.
- Фохт К. О строении Евпаторийского плато Крымского полуострова. Труды СПб. общ. ест., XX, 1889.
- Фохт К. Пять профилей через Крымские горы. Изв. Геол. ком., XIX, № 3, 1900.
- Фохт К. Марганцево-железные руды д. Узунджи. Горно-зав. листок, №15, 1899; Изв. Геол. комит., XII, 1900.
- Фохт К. Кристаллические сланцы близ Еленовки и валуны их до ист. Карасубаши. Изв. Геол. комит., XXXI, 1912. Год. отч. засед. 1911 г.
- Фохт К. Боксит и другие руды алюминия. КЕПС, IV, в. 32, 1919.
- Хлопин В. Бор и его соединения. Матер. КЕПС, № 33, 1919.
- Хлопин Г. Новый минеральный источник в Крыму. Врач, № 4, 1898.
- Цветков и Рутковский И. Сакские минеральные грязи. Военно-медицинск. журн. № 2, 1849.
- Цейдлер Р. Несколько слов о керченских рудах. Горно-зав. листок, № 23, 1898.
- Цейдлер Р. Керченский рудный район. Горно-зав. листок, № 19, 1899.
- Цейтлин И. Использование борных месторождений СССР для получения бургы. Мин. сыр., № 5—6, 1931.
- Черномский Б. Пуццоланы и трассы. Сборн. Ин-та инж. путей сообщения, СПб., в. 30, 1910.
- Черномский Б. Исследование вулканических туфов Карадага. Матер. КЕПС № 48, 1924.
- Черепеников А. Особенности природного газа и воды источника Аджи-Су, Тр. Геол.-разв. бюро газовых местор., в. 2, 1932.

- Черные металлы. Отчет о работах ГГРУ за 1929 г., М.—Л., 1931.
- Четвериков С. и Фиолетова А. Селадонит из Коктебеля. Докл. Акад. Наук, № 3—4, 1935.
- Чирвинский П. Об анапайте и других минералах из рудных пластов Карченского и Таманского полуостровов. Ежегодн. Геол. и мин. России, VII, № 1, 1903, и Зап. Киев. общ. ест., XIX, прот. 1903.
- Чирвинский П. Новое месторождение исландского шпата в Крыму. Ежегодн. Геол. и мин. России, IX, № 3, 1907.
- Чирвинский П. Заметка о грязевых сопках Керченского полуострова. Зап. Киев. общ. ест. XX, 1908.
- Чирвинский П. К вопросу о возрасте вулканических извержений в Крыму. Ежегодн. Геол. и мин. России, XV, в. 8—9, 1913.
- Чирвинский П. Изверженные горные породы, вулканические брекчии и туфы Карадага. Изв. Донского политехн. ин-та, 5, 1916.
- Чирвинский П. и Орлов Н. Цеолиты Карадага. Ежегодн. Геол. и минер. России, XV, 1913.
- Чурин Н. О халцедонах Карадага. Рудн. вестн., № 1—4, 1918.
- Чухров Ф. Об анапайте на Керчен. пол., Тр. Ломон. и-та, VII, 1936.
- Чухров Ф. О пирротине и пирите в Керчен. рудах. Изв. Ак. Наук., сер. геол., № 1, 1936.
- Шапошников Н. Известняк-ракушечник и проблема его использования для строительства. Матер. КЕПС, № 67, 1928.
- Швецов Б. Отчет о командировке на Карадаг, Тр. гос. эксп. Ин-та силикатов, в. 22, 1926.
- Швецов М. Железные руды России. Библиотека горнорабочего, № 9, 1922.
- Шенк А. Природные и лечебные силы Крыма. Симферополь, 1928.
- Шкателов В. О нахождении щавелевой кислоты на известняках южного берега Крыма. Журн. физ.-хим. общ., XXXIX, 1907.
- Шкабара М. До мінералогії вибухової групи району Карадага. Учени записки Харьківск. унів. за 1936, № 6—7.
- Штебер Э. К вопросу о происхождении продуктов извержения грязевых вулканов. Труды науч.-техн. общ. Екатер. горн. ин-та, 1912.
- Штебер Э. Чередование бурн. и спок. извержений грязев. вулканов. Изв. Н.-техн. об. при Ек. г. ин., 1913.
- Штебер Э. Грязевые вулканы и происхождение нефти. Южн. инж. 1915; Природа, № 2, 1915.
- Штебер Э. Булганакские сопки в связи с вопросом о получении иода. Труды науч. техн. общ. Екатер. горн. ин-та, 1915.
- Штрум. Перспективы развития добычи бора в СССР. Журнал химич. промышл. № 9, 1933.
- Штукенберг А. Геологический очерк Крыма. Матер. геол. России, 5, 1873.
- Штукенберг А. О кристаллических породах Крыма. Труды СПб. общ. ест., V, № 2, 1874.
- Штукенберг А. Об исследовании в юго-западном Крыму. Труды СПб. общ. ест., 3, 1871.
- Щербаков А. Сакские грязи в Крыму. Медицинск. обозрение, М., 1884.
- Щербаков Д. Материалы по петрографии Крыма. Изв. СПб. политехн. ин-та, XXI, 1914, XXIII, 1915.
- Щербаков Д. Сера. Сборник «Нерудные ископаемые», II, 1926 (данные С. Константинова).
- Щербаков Д. Отчет о предварительном обследовании Крыма в отношении строительных материалов. Матер. КЕПС, № 41, 1923.

- Щукарев С. Сакское соляное озеро и проблема рационального грязевого хозяйства на нем. Курортное дело, № 2, 1929.
- Щукарев С. и Петров А. О механическом анализе лечебных грязей. II. Остов сакской грязи. Курортное дело, 1927.
- Щукарев С. / и Толмачева Т. Коллоидно-химическая теория соляных озер. Журн. Физ.-хим. общ., LXII, в. 4, 1930.
- Щукарев С., Косман О. и Пастак С. К вопросу о рац. хоз. Сакс. оз. Гипсовая корка. Курортное дело, № 3, 1928.
- Эберзин А. К стратиграфии надрудных отложений Камыш-Буруна. Изв. Геол. ком., XLVIII, № 10, 1929.
- Эберзин А. Геологическое исследование железорудных месторождений Керченского пол. Тр. ВГРО, в. 325, 1933.
- Яковлев А. О характере кристаллических пород Крымского полуострова. Горн. журн., № 7—8, 1881.
- Яковлев А. К вопросу о происхождении крымских кристаллических горных пород. Зап. Мин. общ., 7, 1882.
- Abich H. Mém. Acad. Sc., SPb., sr. VII, 1863, t. VI, No. 5.
- Abich H. Einleitende Grundzüge der Geologie der Halbinsel Kertsch und Taman. Mém. Acad. Sc., SPb., sér. VII, No. 4, 1865.
- Androussow N. Environs de Kertsch. Guide des excurs. du VII Congrès géol. intern. XXI, 1897.
- Androussow N. Die Schichten v. Kamyschburum und d. Kalkstein v. Kertsch in d. Krym. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien, XXXVI, 1886.
- Arndt. Bull. Soc. Nat. Mosc., 1850.
- Barrois Ch. Roches éruptives de la Crimée. Bull. Soc. Géol. Franc., sér. 3, XXV, 1897.
- Bayard. Note sur les gisements de minerais de fer de presque îles de Kertsch et Taman. Ann. d. mines, sér. 9., XV, 1849.
- Brunhes J. La série des phénomènes éruptives de la Russie méridionale. Rev. gén. d. sci. pures et appl., IX, 1900.
- Chaudoir S. On the geological structure of the Crimea. Proc. Geol. Soc., London, 6, No. 24, 1832.
- Dubois de Montpereux. Lettre à M. E. de Beaumont sur les principaux phénomènes géologiques du Caucase et de la Crimée. Bull. Soc. Géol. Franc., VIII, 1837.
- Dubois de Montpereux. Voyage autour du Caucase et en Crimée. Paris, V—VI, 1840—43.
- Engelhardt u. Parrot. Reise in die Krym und. d. Kaukasus. Berlin, 1815.
- Favre. Étude stratigraphique de la partie Sud-Ouest de la Crimée. Mém. Soc. phys. et d'hist. nat. de Genève, XXVI, 1877—78.
- Fersman A. Ueber Gmelinite. Cbl. f. Min., Nr. 18, 1906,.
- Fersman A. Ueber die Polygorskitgruppe. Bull. Acad. Sc., SPb., 1908.
- Fischer de Waldheim S. Description de la Kéffekelite de la Crimée. Mém. Soc. Nat. Mosc., I, 1806, I, 1811.
- Georgi J. Geographische, physikalische und naturhistorische Beschreibung des Russischen Reichs. Königsberg, 1797.
- Glaserapp. Ein neues Zentrum der russischen Eisenindustrie. Rigasche Ind. Zeitung, 1899, Nr. 7.
- Golovkinsky et Lagorio. Itinéraire géologique d'Alouchta à Sebastopol. Guide d. excurs. du VII Congrès. géol. intern., XXXIII, SPb., 1897.
- Goebel F. Reise in die Steppen des südlichen Russlands. B. I—II, Dorpat, 1837.
- Goebel A. Ueber die in d. Bestande einiger Salzseen d. Krym sich gehend. Veränderungen. Bull. Ac. Sc., SPb., V, 1863.

- Görgey u. Goldschmidt. Ueber Datolith. Z. Krist., XLVIII, 1911.
- Grimm. Wanderungen nach Südosten. 1. Die Taurische Halbinsel. Berlin, 1855.
- Guillemin J. Exploration minéralogiques dans la Russie d'Europe. Paris, 1859.
- Hablitzl C. Description physique de la Tauride. SPb., 1785.
- Helmersen. Rapport sur quelques roches de la Russie méridionale au Musée Minéralogique, rapport par M. Koeppen. Bull. Acad. Sc., SPb., V, 1839.
- Helmersen. Mém. Acad. Sc. SPb., sér. VII, t. XI, 1867.
- Hommaire de Hell. Considérations géologiques physiques et géographiques des Steppes de la mer Caspienne. Paris, 1843—45.
- Huot. Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée sous la direction de A. Demidoff. Vol. 2. Paris, 1840—42.
- La Haye. Description physique de la contrée de la Tauride. SPb., 1785.
- Lagorio A. Itinéraire géologique par le Kara-Dagh. Guide du. excurs. d. VII Congrès géol. intern., SPb., XXXI, 1897.
- Lagorio A. Vergleichend petrographische Studien über d. mass. Gesteine der Krym. Dorpat, 1880.
- Loczka. Z. Krist., 37, 438, 1903.
- Montadon C. Guide du voyages en Crimée. Odessa, 1834.
- Palache Ch. Crystallographic Notes on Anapaite. Z. Krist., 86, H. 3/4 1933,
- Pallas P. Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs. SPb., 1771—76.
- Pallas P. Tableau physique et topographique de la Tauride. Nova Acta Acad. Petropol., X, 1792.
- Pallas P. Bemerkungen auf einer Reise in den südlichen Statthalterschaften des Russischen Reichs, 1793—94. Leipzig, 1799—1801.
- Pallas P. Observations faites dans un voyage enterpris dans les Gouvernements méridionaux de l'Empire de Russie dans les années 1793—94. Leipzig, 1799—1801.
- Peysonnel de. Traité sur le commerce de la Mer Noire. T. I—II. Paris, 1787.
- Popoff S. Ueber Tamanit, ein neues Eisencalciumphosphat. Z. Krist., 37, 1903.
- Popoff S. Ueber zwei neue phosphathaltige Minerale von den Ufern der Strasse Kertsch. Cbl. Min., Nr. 4, 1906.
- Reifenberg A. Die Entstehung der Mediterran-Roterde. Kolloid-Chem. Beihefte, XXXIII, H. 3—5, 1929.
- Sachs. Sitzungsber. Acad. Wiss. Berlin, II, 1902.
- Segeth. Phosphorsaures Eisen. Bull. Acad. Sc. SPb., sér. VII, 1840, Nr. 1—3, Journ. f. prakt. Chemie, 20, 1840.
- Struve. Ueber die Zusammensetzung des Vivianit von Kertsch. Bull. Acad. Sc. SPb., XIV, 1856.
- Sueff V. Nachrichten von der Krym. N. S. Ptsb. Journ. I, 1783.
- Tshermak. Felsarten aus dem Kaukasus. Min. Mitt., 132, 1875.
- Vernadsky u. Popoff. Ueber d. Boraxgehalt von Eruptionsprod. aus d. Salzengebiet v. Kertsch u. Taman. Zeitscht. f. prakt. Geologie, 1902.
- Verneuil et Deshayes. Mémoire géologique sur la Crimée. Mém. Soc. géol. Franc., sér. 3, No 1, 1837.

УКАЗАТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ

- Авгит см. пироксен.
Агат 26, 129
Азурит **223**
Адушит 44, 132, 178, **179**
Альбит 21, 178, 190, 191
Альмандин **192**
Аметист 26, 134
Амфибол см. рог. обманка
Анальцим 22, 139, 194, 195, 202, 207, 213
Анапаит **241**
Андалузит **138**
Андезин 24, 190
Анкерит 44, 105, 174, 225, **227—230**
Антраконит **223**
Антракосолит **304**
Апатит 132, **242**
Апофиллит 24, **176**, 177
Астраханит 257
Асфальт **304**
Барит 49, 55, 112, 114, 115, 127, 131, 136, 218, 243—246
Биотит 182, **191**
Битовнит 190
Бишофит **300**
Боксит 96
Боронатрокальцит 138, 148, 153—160, 162, 166
Босфорит 108, 238
Ботриолит
Бронзит 176
Бура 138, 142, 153, 160—166
Бурый железняк 42, 55, 56, 99, 104—128, 148, 254
Бурый шпат см. анкерит
Вад 49, **167—173**
Вивианит 106, **233**, 245, 254
Витерит 232
Вода **66—93**
Гагат 310—311
галенит 34, **259**
Галит 272, 326
Галотрихит 257
Гейландит 194, **195**, 202, 225
Гематит 24, **100**, 101, 102, 103, 104
Гетит 99, 104
Гидрогематит 99, 100, 102, 103, 104
Гидротроилит 122, 259, **265**, **266**
Гипс 45, 48, 49, 52, 59, 95, 107, 112, 127
Глауберова соль см. мирабилит
Глауконит 55
Гмелинит 194, **202**
Гринокит 34, **260**
Гроссуляр 192
Датолит 26, 31, 129, 130, 138, **207—211**, 213
Делессит 36, 205, 207, 213, 217
Десмин 130, 194, **196**, 203, 233
Диоксид 176
Доломит 227—230, 243
Известковый шпат см. кальцит
Ильменит 173
Кальцит 27, 30, 34, 36, 42, 49, 59, 101, 104, 130, 131, 132, 165, 172, 184, 205 (к кальциту) 212—223, 243, 247, 262, 304
Каменная соль см. галит
Каменный уголь 40
Каолинит 44, 115, 132, 177, 217, 243
Кварц 24, 32, 34, 44, 46, 48, 115, 129—134, 174, 178, 205, 213, 243, 304
Керченит- α 237
Керченит- β 113
Кеффекилит см. кил
Кил **179—189**, 327
Киноварь 260
Клинохлор 205
Копиапит 257
Кремень 135, 142
Лабрадор 190
Лед **93**
Лейкоксен 173

- Леонгардит 34, 36, **195**, 197
 Ломонтит 36, 194, 197
 Люблинит **224**

 Магнетит 138
 Малахит 35, **232**, 266
 Манганит 44, 49, 55, 56, **167**
 Марказит 44, 49, 55, 56, 105, 225, 244,
 249, 258, **264**, **265**
 Мезолит 194
 Метан 45, 75, 301, 328
 Мизи 257
 Микроклин 189
 Мирабилит 250
 Митридатит 240

 Накрит см. каолинит
 Натролит 33, **194**, **203**
 Натроярозит 257
 Немалит 94
 Нефть 82, 86, 89, 147, 270, 302—304, 327
 Нонтронит 115, 127

 Оксикерченит **238**
 Оливин 173
 Олигоклаз 190
 Опал 135
 Ортоклаз 190

 Пальгорскит 174, 175
 Паравивианит **235—236**
 Пивкерингит **256**
 Пирит 42, 45, 47, 49, 55, 56, 59, 105,
 130, 142, 165, 216, 232, 249, 258,
 261—264
 Пироксен 176
 Пиrolюзит 137
 Плеонаст см. шпинель
 Полианит 137
 Пренит 130, **193**, 217
 Псиломелан 49, 51, 137, 167—173
 Птилолит 24, 194, **196**

 Роговая обманка 148, 176
 Ртуть 272
 Рутил 136

 Сакнит **256**
 Санидин 189

 Свинцовый блеск см. галенит
 Селадонит 205
 Селитра **233**
 Сера- α 249, **266—271**, 304, 327
 Сера- β 266, 271
 Сердолик 134
 Серицит 43
 Сероводород 59, 75, 81, 82, 84, 85, 86,
 87, 88, 89, 91, 113, 122, 142, **258**
 Серпентин 174
 Сидерит 44, 99, 100, 105, 108, 110, 112,
 125, 126, 142, 165, **225—227**, 249
 Силлиманит 44, 137
 Сода 142, 211
 Спорогелит см. боксит
 Стильбит см. десмин
 Строматолит 223
 Стронцианит **231**, 247
 Сфалерит 35, 216, 260, 262
 Сфен см. титанит

 Таманит см. анапат
 Титанит 173
 Тиршит 312
 Трепел 60, 136
 Трона 212
 Турмалин 32, 44, 45, 138, **311**
 Турьли см. гидрогематит

 Угольный ангидрид 137
 Уэллсцит 194, **199**

 Филлипсит 194, 199
 Фосфорит 57, 242

 Халцедон 26, 36, 129, **134**, 205
 Халькопирит
 Хлорит 48, 52, 55, 126, **205**

 Целестин 48, 79, 228, 231, 244, 246—250
 Цинковая обманка см. сфалерит
 Циркон 44, 138, 137

 Шпинель 138

 Эгирин-авгит 176
 Эпидот 33, **192**
 Эпсомит 35, 45

 Ярозит 257
 Яшма 135

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие	5
-----------------------	---

ЧАСТЬ ОБЩАЯ

ГЛАВА I

Исторический очерк развития минералогических исследований в Крыму . .	7
---	---

ГЛАВА II

Геолого-геохимический очерк Крыма	15
Орография и тектоника	15
Изверженные породы	18
Карадагская горная группа	21
Южнобережные группы	27
Северные группы	34
Домезозойские отложения	42
Сланцево-песчаниковая свита таврической формации и средней юры .	43
Верхнеюрские известняки	47
Меловые отложения	55
Третичные, послетретичные и современные отложения	58
Почвы	62

ЧАСТЬ СПЕЦИАЛЬНАЯ

ГЛАВА I

Описание минералов и их месторождений	65
Классификация:	65
Класс I. Окислы и гидраты	66
Группа 1. Окислы типа R_2O	66
Вода H_2O (жидкая фаза)	66
Атмосферные осадки в Крыму	66
Воды, связанные с изверженными породами	68
Воды, связанные со сланцами и песчаниками таврической формации и средней юры.	69
Воды, связанные с известняками верхней юры	75
Воды нижнего мела	76
Воды верхнего мела	78
Третичные воды	80
Грунтовые воды	90
Реки	92
Озера	92
Лед H_2O (твердая фаза)	93

ГЛАВА II

Окислы и гидраты (продолжение)	94
Группа 2. Окислы типа RO и их гидраты	94
Группа 3. Окислы типа R ₂ O ₃ и их гидраты	94
Окислы алюминия	94
Красноземы	95
Окислы железа	99
Гематит и гидрогематит	99
Гетит и бурый железняк	104
Железные руды Керченского полуострова	106
Группа 4. Окислы типа RO ₂ и их гидраты	129
Окислы кремния	129
Окислы титана	136
Окислы марганца	137
Группа 5. Комплексные окислы	137

ГЛАВА III

Класс II. Соли кислот, производных от ангидридов R ₂ O ₃	138
Группа 1. Аллюминаты и ферриты	138
Группа 2. Бораты	138
Грязевые вулканы и сопочные процессы	139
Бура	153
Боронатрокальцит	153
Месторождения боратов	

ГЛАВА IV

Класс III. Соли кислот, производных от ангидридов типа RO ₂ и комплексных ангидридов типа R ₂ O ₃ и RO ₂	166
Группа 1. Манганиты (соли кислот, производных от MnO ₂)	166
Манганит	167
Группа псиломелана и вада	167
Месторождения марганцовых минералов, связанные с известняками	168
Месторождения морского происхождения	172
Группа 2. Титанаты и силикаты	173
Титанаты и силикотитанаты	173
Ортосиликаты	173
Метасиликаты	175

ГЛАВА V

Соли кислот, производных от комплексных ангидридов типа R ₂ O ₃ и RO ₂	177
Группа 3. Аллюмосиликаты, феррисиликаты. Свободные алюмо-ферриксилоты (глины)	177
Каолинит	177
Алушит	179
Кэффекилит или кил	179
Месторождения кэффекилита в верхнемеловых породах	180
Месторождения в отложениях третичной системы	184
Химический состав кэффекилита	186

Соли алюмо-, ферри-, и боркремневых кислот	189
Группа полевых шпатов	189
Калиевый полевой шпат	189
Известково-натриевые полевые шпаты	190
Группа слюд	191
Группа гранатов	192
Группа эпидот-цоизита	192
Группа цеолитов	193
Группа хлоритов	205
Группа 4. Боросиликаты	207
Датолит	207
Турмалин	211

ГЛАВА VI

Группа 5. Карбонаты (соли угольной кислоты)	211
Углекислые соли одновалентных металлов	211
Углекислые соли двувалентных металлов гексагонального ряда	212
Кальцит	212
Месторождения кальцита в изверженных породах	212
Месторождения в осадочных породах	218
Строматолит и люблинит	223
Сидерит	225
Доломит и анкерит	228
Углекислые соли двувалентных металлов ромбического ряда	230
Арагонит	230
Стронцианит	231
Витерит	232
Водные соли двувалентных металлов	232
Малахит	232
Азурит	233

ГЛАВА VII

Класс IV. Соли кислот, производных от ангидридов типа R_2O_5	233
Группа 1. Нитраты	233
Группа 2. Фосфаты, арсенаты, ванадаты	233
Вивианит и его производные	233
Паравивианит	235
β -керченит и α -керченит	236
Окси-керченит	238
Босфорит	238
Митридатит	240
Анапаит	241
Апатит и фосфорит	242

ГЛАВА VIII

Класс V. Соли кислот, производных от ангидридов типа RO_3	243
Группа 1. Сульфаты	243

Барит	243
Целестин	246
Водные сульфаты	250
Мирабилит	250
Гипс	250
Эпсомит	255
Сакиит	256
Пиккерингит	256
Нагройрозит	257

ГЛАВА IX

Сернистые соединения, сульфосоли и самородные элементы	258
Класс VI. Простые сернистые соединения типа Rn Sm.	258
Сероводород H_2S	258
Галенит	259
Сфалерит	260
Пирротин	260
Гринокит	260
Пирит	261
Марказит	264
Гидраты сернистых соединений	265
Гидротроилит	265
Класс VII. Сульфосоли	266
Халькопирит	266
Класс VIII. Самородные элементы	266
α -сера	266
β -сера	271
Ртуть	272

ГЛАВА X

Класс IX. Галоидные соединения.	272
Галит	272
Соляные озера	272
Озера Перекопской группы	276
Озера Западной группы	293
Озера Керченского полуострова	299
Бишофит	300

ГЛАВА XI

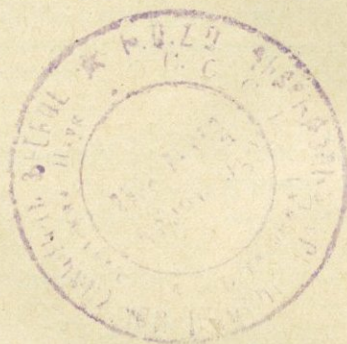
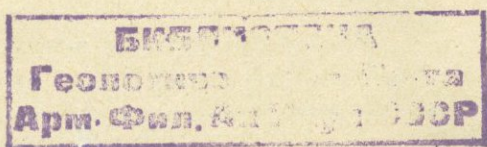
Углеводороды и органические соединения	300
Класс X. Углеводороды	300
Газообразные углеводороды	300
Жидкие углеводороды (нефть)	302
Твердые битумы	304
Каменные угли	304
Бешуйское месторождение каменного угля	306
Класс XI. Органические соединения	312
Тиришит	312
Гумусовые вещества	312

ГЛАВА XII

Обзор распространения химических элементов в Крыму	313
--	-----

ГЛАВА XIII

Полезные ископаемые Крыма	317
Железные руды	
Строительные и флюсовые материалы	318
Прочие полезные ископаемые	327
Литература	328
Указатель минералов	346



Ведущий редактор С. Л. Алмазов

Технический редактор П. П. Пошешулин.

Корректор П. М. Неймарк

Сдано в набор 27/VI 1937 г. Подписано к печати 23/II 1938 г. Формат $70 \times 108^{1/16}$. Объем 22 п. л. 86 рис., 48500 зн. в п. л., 23,35 уч.-авт. л. Тир. 850 экз. Уполн. Главлита № Б-39429. АНН 483. РИСО 281. Заказ № 2681.

1-я Образцовая типография Огиза РСФСР, треста „Полиграфнига“. Москва, Валовая, 23.

Цена 23 р. 75 к.
Перепл. 1 р. 25 к.

К-212

643

ПРИЕМ ЗАКАЗОВ И ПОДПИСКИ

ПРОИЗВОДИТСЯ:

НА ВСЕ ИЗДАНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

1. В Отделе Распространения Издательства Академии Наук СССР. Москва, Проезд Художественного театра, 2. Тел. 2-14-62; 3-77-24.
2. В Ленинградском отделении Издательства Академии Наук СССР. Ленинград, 104, Кр. Володарского, 53а. Тел. 1-66-81.
3. Доверенными Издательства, снабженными специальными удостоверениями.
4. Всеми отделениями КОГИЗа.

Внимание абонентов:

Научные работники и учреждения, состоящие абонентами, направляют запросы и заказы в Абонементный сектор Издательства Академии Наук СССР — Москва, Проезд Художественного театра, 2.