

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

---

**Т Р У Д Ы**  
**ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК**

ВЫП. 125. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (№ 46). 1950

Д. А. ВИТАЛЬ

**СОВРЕМЕННЫЕ КАРБОНАТНЫЕ КОНКРЕЦИИ СОЛЕННЫХ ОЗЕР  
КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ И ИХ ГЕНЕЗИС**



---

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Д. А. ВИТАЛЬ

**СОВРЕМЕННЫЕ КАРБОНАТНЫЕ КОНКРЕЦИИ СОЛЕННЫХ ОЗЕР  
КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ И ИХ ГЕНЕЗИС**

## Глава I

**ИЗ ИСТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНКРЕЦИЙ**

Предметом настоящей работы является литологическое изучение современных карбонатных конкреций, широко распространенных в соленых озерах Кулундинской степи Алтайского края, разбор их генезиса и места в осадкообразовании.

Понятие «конкреция» до сих пор не имеет четкого, краткого и исчерпывающего определения, которое дало бы возможность хорошо отличать собственно конкреции от других близких образований. Некоторые авторы ставят в прямую связь конкреции и оолиты. М. С. Швецов (1934) понятием «конкреция» обозначает различной формы и величины неорганические включения в осадочных слоях, отличающиеся от окружающей породы своим составом. Они сильно различаются по составу, форме, строению, отношению к окружающей породе и происхождению и являются результатом цементации, замещения или выделения.

По определению Л. В. Пустовалова (1940), конкреции представляют собой местные концентрации того или иного вещества, которое рассеяно или было рассеяно в окружающей среде.

Наиболее полным является определение М. С. Швецова. Однако все эти определения страдают или недостаточной четкостью, или недостаточной полнотой. Это можно объяснить, с одной стороны, большим разнообразием конкреционных образований, с другой — невозможностью провести резкую границу между собственно конкрециями и другими, генетически близкими к ним образованиями.

Учитывая все это, мы не ставим перед собой задачи дать точное определение конкреционных образований и условно будем относить к ним или описывать совместно с ними не только собственно конкреции, но и оолиты, пизолиты, а также отдельные разновидности и участки спемментированных осадков, которые имеют иногда довольно обширные размеры. Последние хотя и не представляют собой конкреций в полном смысле этого слова, но по генезису могут быть близкими к ним и являются как бы линзовидными или пластоподобными конкреционными образованиями.

В основу классификации конкреций можно положить различные принципы: форму, время образования, способ образования или генезис и т. д.

М. С. Швецов (1934) разделяет конкреции по времени их образования на 1) сингенетические — образовавшиеся в процессе отложения осадков, 2) позднесингенетические (диагенетические) и 3) эпигенетические — образовавшиеся уже в породе.

Большая часть иностранных работ по конкрециям страдает несколько односторонним подходом к их изучению. Обычно разбирается морфология конкреций и почти не затрагивается их происхождение и место в осадкообразовании.

В русской литературе конкреции упоминались вскользь в работах, посвященных другим вопросам, но можно с удовлетворением отметить, что за последние годы число работ, посвященных специально конкрециям, заметно увеличивается. Отметим следующие.

Известковые конкреции «аскырш», встречающиеся на поверхности пустынных равнин, описывались Д. И. Мушкетовым, А. Д. Архангельским (1915), С. С. Неуструевым (1911, 1915), И. П. Герасимовым в 1931—1937 гг. (Герасимов, 1937; Герасимов и Чихачев, 1931), А. В. Дановым в 1931 г. (Дзэнс-Литовская, 1942).

Конкреции на корнях растений в пустыне описывает Н. Н. Дзэнс-Литовская (1942) и В. Г. Гниловской (1939).

В последнее время ископаемых конкреций касаются заметки К. А. Баранова (1946<sub>1-4</sub>; 1947<sub>1-5</sub>), Т. И. Хандамирова (1942), А. И. Дзэнс-Литовского (1942) и др.

В отношении происхождения конкреций и оолитов существуют в основном две точки зрения: одна из них, распространенная за границей и отчасти у нас, приписывает конкрециям и оолитам органогенное происхождение, другая — неорганическое, физико-химическое. Некоторые авторы считают, что хотя конкреции и образуются физико-химическим путем, однако организмы или органическое вещество так или иначе являются причиной создания такой физико-химической среды, в которой образование конкреций становится возможным.

Большинство иностранных авторов являются сторонниками теории органического происхождения конкреций и оолитов, и лишь немногие в своих работах критикуют эту теорию.

У нас сторонниками органического происхождения оолитов являлись В. И. Вернадский (1923), допускавший возможность водорослевого происхождения их, Б. В. Перфильев (1927) и др.

Однако многие авторы придерживаются противоположной точки зрения и отрицают органогенное происхождение этих образований.

Так, неорганическое происхождение оолитов в местах, где воды насыщены карбонатом Са, доказывает А. Н. Заварицкий (1929), который главную причину их возникновения видит в движении воды; последнее он считает постоянным и необходимым механическим условием их образования. Он считает оолиты особой формой отложения кристаллического вещества и рассматривает их свойства прежде всего с этой точки зрения. А. Н. Заварицкий примыкает к сторонникам гипотезы, что известковые оолиты состоят из субмикроскопических волокон с расположением их по касательной; в последнем он видит существенное отличие от сферолитов. Наличие в некоторых оолитах радиально-лучистого строения автор считает явлением вторичным, возникающим в результате перекристаллизации. Следовательно, оолиты образуются в весьма подвижной и движущейся среде, а сферолиты, наоборот, в условиях малоподвижной, весьма вязкой среды.

Е. В. Рожкова и Н. В. Соловьев (1937) доказали опытным путем возникновение сферолитовой (и оолитовой) структуры без участия организмов, прямо из растворов. Они смешивали растворы соды, с одной стороны, и солей Са и Mg — с другой, и получали сферолиты, а в некоторых случаях и оолиты.

Словом, убедительных доказательств органического происхождения оолитов нет, в то время как во многих случаях доказана возможность неорганического их происхождения.

Таким образом, можно считать установленным, что оолиты образуются неорганическим путем, без заметного участия каких бы то ни было органических агентов. Наши наблюдения над условиями образования оолитов в Малиновом озере также подтверждают это.

Что касается происхождения конкреций, то дело обстоит несколько иначе: до настоящего времени существует определенное мнение о водорослевом, или бактериальном, происхождении конкреций. В отношении части изученных случаев такое мнение, повидимому, не лишено известных оснований. Так, концентрические известковые конкреционные образования пресноводных потоков и озер, повидимому, являются обизвествленными колониями водорослей.

Можно перечислить наших авторов, сторонников органогенного происхождения конкреций.

Чевотьев в 1910 г. наблюдал зерна барита в телах простейших корненожек, в связи с чем Я. В. Самойлов в 1917 г. выдвинул предположение, что баритовые конкреции являются органогенными образованиями.

М. С. Швецов (1934) в своей «Петрографии осадочных пород» и Ф. В. Чухров в работе «Коллоиды в земной коре» (1936) перечисляют возможные причины образования конкреций (коагуляция, испарение, обменные реакции и пр.) и упоминают в качестве одной из таких причин жизнедеятельность микроорганизмов, разлагающих различные соли.

В. П. Маслов в 1937 г. описал многочисленные конкреционные образования водорослевого происхождения из нижнего палеозоя Восточной Сибири. Все они имеют концентрически скорлуповатое строение (Маслов, 1937<sub>1,2</sub>).

М. Н. Книпович (1938), касаясь механизма конкрециеобразования, считает, что он заключается в осаждении веществ, слагающих конкреции, на различных предметах и поверхности дна из придонной воды, пересыщенной данным веществом; при этом он указывает, что в образовании конкреций, как известковых, так и железистых, марганцовых и других, играют роль некоторые бактерии.

Н. Н. Дзэнс-Литовская также полагает, что растения имеют значение в аккумуляции солей в пустыне в виде конкреций вокруг своих корней (1942).

Однако другие авторы описывают случаи неорганического физико-химического происхождения конкреций. Некоторые сторонники этой точки зрения хотя и не отрицают известной роли органогенных веществ, все же основными, главными процессами при выпадении карбонатов, в частности, в образовании конкреций, считают физико-химическую и геологическую обстановку окружающей среды.

Наилучшим путем к пониманию генезиса конкреций может служить изучение возникновения и роста современных конкреционных образований. Современные карбонатные конкреции и оолиты описывались многими авторами из различных мест: оолиты встречены близ берегов теплых морей, например, в Красном море, в лагунах Мексики, в водах около берегов Флориды и Багамских островов; оолиты и пизолиты образуются

в карлсбадских источниках Чехословакии, в Карлсбадской пещере в Новой Мексике, в Большом Соленом озере в Техасе.

У нас оолиты известны в осадках Каспийского моря, на что уже давно обратили внимание А. Ф. Носов и В. П. Батурич, а также Б. П. Кротов (1925). В. Ф. Соловьев в своем докладе, сделанном в Москве на сессии Азербайджанской нефтяной экспедиции в мае 1947 г., указал на распространение оолитового песка в прибрежной полосе Каспийского моря. Ядрами оолитов служат песчинки и обломки раковинок. Условия образования оолитов и цементированных корок близки; образуются они примерно в одних и тех же местах, и в оолитовых песках встречаются конкреционные образования, являющиеся цементированными оолитами и составляющие переход к цементированной корочке.

По устному сообщению Н. Г. Бродской, современные оолиты находятся в грунтах Аральского моря.

Так же широко распространены и современные карбонатные конкреции, известные из многих мест земного шара. Они встречены на дне гавани Окленд на Новой Зеландии; в разных местах найдены морские известковые корки (так называемый пелагозит); обнаружены «бисквиты» пересыхающих соленых водоемов Австралии.

Наиболее подробно современные карбонатные конкреции, так называемые «биогермы», были описаны Эрдлеем (Eardley, 1938) из Большого Соленого озера в Техасе.

Подробные описания современных карбонатных конкреций и оолитов, находящихся в пределах нашей родины, отсутствуют. Лишь в некоторых работах имеются краткие указания на присутствие конкреций в озерах Кулундинской степи.

Так, Г. И. Танфильев (1902) хотя и отмечает выходы кусков розового известняка на оз. Кучук и р. Кучук, но считает их выходами коренных пород, сходных с теми, которые обнажаются на р. Оби. При этом он вполне мог не заметить конкреции оз. Кучук и посчитать их остатками тех же пород. Кроме того, он отметил наличие конкреций на оз. Б. Кулундинском, хотя, не имея возможности наблюдать их лично, также принял их за коренные породы. На стр. 99 он пишет: «По северному берегу озера Кулундинского, как мне передавали крестьяне, „выметывает“ после сильных бурь крупные обломки какого-то камня, образцов которого мне, однако, не удалось видеть. Вероятно, это тот же известняк».

А. И. Дзенс-Литовский любезно предоставил выписку из своей рукописной работы 1929 г. «Доронинское содовое озеро», в которой он пишет: «Во многих местах по восточному берегу Доронинского содового озера в Забайкалье попадаются глыбы известкового туфа, достигающие иногда одного метра в поперечнике. По внешнему виду этот известковый туф походит скорее на известковый песчаник с большой примесью органических веществ и железистых окислов. Порода изобилует небольшими порами и пустотами, которые по стенкам покрыты известковыми натечками в виде небольших удлиненных бугорков. Порода напоминает туф, который находили мы на озере Жирном, в Кулундинской степи, в 1926 г.».

На основании анализов А. И. Дзенс-Литовский дает солевой состав туфов:  $\text{CaCO}_3$ —93.86%;  $\text{MgCO}_3$ —1.68% и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ —1.41%. «Таким образом туф состоит из карбонатов, главным образом из углекислой извести. Сопоставляя факт его нахождения в Доронинском содовом озере и в щелочном озере Жирном в Кулунде, можно предположить, что отложения углекислой извести при некоторых условиях являются характерным типом садки в щелочных озерах. По нашим наблюдениям, на озере

Доронинском туф отлагается на месте выхода подземных вод на дне озера в прибрежной зоне.

Осенью, после замерзания озера Доронинского, на местах образования туфовых конкреций видны долго не замерзающие круги.

Медленное просачивание грунтовых вод, видимо, способствует образованию туфа».

Л. В. Арнольди (1929) и Г. Д. Афанасьев (1933) отмечают наличие карбонатных конкреций в горном озере Севан.

Так, Арнольди на стр. 16—18 пишет, что «своеобразный тип скалистого берега представляет собой „травертин“ — конгломерат, состоящий из цементированной  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{SiO}_2$  гальки или песка. Он облекает местами берег сплошным щитом, уходящим до глубины в 3—5 метров, в редких случаях больше. Ниже располагается зона с конкрециями, которые имеют вид неправильных беловатых или буроватых комочков, довольно хрупких. Далее, на глубине около 45—65 м, имеются кристаллы кальцита, которые соединяются в подобие друз и местами покрывают собой дно сплошь. Грунт с кристаллами прочен наощупь и производит впечатление камня. Его распространение мало выяснено» (стр. 21).

То же описывает Афанасьев, причем, касаясь генезиса этих образований, пишет на стр. 123: «Процесс выпадения из воды озера Севан происходит в результате комбинирования физико-химических и бактериальных причин. Форма выпадающего  $\text{CaCO}_3$  всецело зависит от физических условий».

С. З. Макаров (1935) указывает на стр. 38, при описании грунтов оз. Кучук, для одного из пунктов: «У берега дно озера илистое с твердыми корками».

Е. Н. Иванова (1935) в своей работе, на стр. 72, пишет относительно осадков оз. Малинового, что там встречаются «конгломераты, представляющие собой в большинстве случаев песок, цементированный углекислым кальцием, совместно с углекислым магнием». В другом месте (стр. 76), в таблице анализов карбонатных осадков, она дает анализ: «Конкреции со дна озера Точило».

Д. Г. Сапожниковым в 1947 г. в прибрежной полосе оз. Иссык-куль были найдены известковые туфообразные новообразования, нередко прикрепленные к камням.

Несколько более подробно описаны конкреции оз. Малинового (в Кулундинской степи) автором настоящей работы (1948).

Этим исчерпываются наши сведения относительно современных карбонатных конкреций по СССР. Между тем, изучение конкреций важно не только для понимания осадкообразования и восстановления палеогеографических условий образования ископаемых осадочных пород; в ряде случаев осадки с конкрециями могут иметь большое значение как опорные горизонты, необходимые для выяснения стратиграфии, и как признаки при поисках и разведках разных ископаемых, в частности углей. Прослой, содержащие конкреции, могут выдерживаться на большом протяжении и служить опорными горизонтами, причем наличие в них конкреций определенного типа является поисковым признаком на уголь.

Изучение современных карбонатных конкреций может помочь выяснению условий их генезиса в прежние времена и, следовательно, углублению наших знаний об этих формах осадкообразования, часто играющих немаловажную роль. Образование конкреций в настоящее время — явление не случайное, а довольно распространенное, причем структура конкреций и характер цемента нередко закономерно связаны с условиями окружающей их среды. Об этом говорят и наши наблюдения над конкрециями в озерах Кулундинской степи.

Подводя итог тому, что нам известно из литературы о современных конкрециях, нужно сказать, что в этих сведениях немало пробелов, не дающих возможности составить себе ясную картину условий образования тех или иных конкреций. Причина этого заключается прежде всего в том, что, как мы уже упоминали, число работ, посвященных специально изучению конкреций, очень невелико. Обычно же о конкрециях помещаются небольшие заметки, глубоко не затрагивающие условий образований и генезиса конкреций, или, чаще всего, лишь случайные указания в исследованиях, посвященных другим вопросам.

Основным же недочетом этих сведений следует считать отсутствие подробного изучения или полное игнорирование физико-химической обстановки, в которой происходит данное явление. В некоторых случаях это может быть объяснено предвзятым мнением автора о причинах роста конкреций. Так, Эрдлей (Eardley, 1938), исходя из того, что «биогермы» — так он называет известковые конкреции Большого Соленого озера — неразрывно связаны с жизнью водорослей, которые на них обитают, видит в этом доказательство их водорослевого происхождения и не пытается изучить ту физико-химическую среду, в которой они образуются. Также и в сводке Пиа (Pia, 1933) указывается, что во многих случаях находок карбонатных новообразований для изучения их генезиса производилось осторожное растворение их в HCl. Обнаруженные при этом водоросли, оставшиеся нерастворенными, иногда в таком количестве, что представляли собой целый войлок нитей, считались достаточным доказательством водорослевого происхождения этих образований. Такое неполное и одностороннее изучение генезиса карбонатных новообразований в отрыве от окружающей среды не дает возможности понять всю сущность этого процесса.

**Материал и методика.** Объектом наших исследований являются современные карбонатные конкреции, найденные нами в соленых озерах Кулундинской степи, в первую очередь в озерах ее южной части — Соляноозерной степи.

Основным методом наших работ было всестороннее изучение как самого объекта исследований — конкреций, так и окружающей среды, т. е. гидрохимии тех водоемов, в которых они образуются.

Были изучены и описаны макро- и микростроение конкреций, химический и минералогический состав их цемента. Кроме того, для сравнения изучалась и вмещающая порода — рыхлые осадки озер.

Химические исследования были произведены в химической лаборатории Института геологических наук АН СССР под руководством Э. С. Залманзон и частично в Центральной аналитической лаборатории Гос. института геохимического сырья.

Растертые образцы перед анализом тщательно отмывались от солей. Минералогический состав цемента исследовался оптически, термически и методом хроматических реакций. Некоторая часть термоанализов, пока не была оборудована своя установка, выполнялась в термической лаборатории ИГН под руководством А. И. Цветкова.

Теми же методами производилось исследование и вмещающих рыхлых осадков.

Для изучения условий окружающей среды, гидрохимии водоемов, а также питания грунтовыми водами мы пользовались главным образом литературными данными, а отчасти и анализами, произведенными в химической лаборатории ИГН Академии Наук СССР; определение рН и щелочного резерва производилось непосредственно в поле.

Анализы воды, заимствованные из литературных данных, а также произведенные в нашей лаборатории, были единообразно пересчитаны

и представлены в виде дроби, у которой числитель показывает число миллиграммов на литр, а знаменатель — миллиграмм-эквивалентов на литр.

На основании всех этих данных были сделаны соответствующие выводы о генезисе конкреций.

Кроме того, для проверки возможности образования конкреций физико-химическим путем были поставлены опыты по искусственному получению конкреций.

Автор пользуется случаем выразить глубокую благодарность Н. М. Страхову за руководство и помощь в работе, Э. С. Залманзон за содействие при химической обработке материала и А. И. Цветкову за консультацию и помощь при производстве термоанализов.

## Глава II

### ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР СОЛЯНООЗЕРНОЙ СТЕПИ

#### 1. Общая характеристика озер Соляноозерной степи и системы Танатар

Соляноозерная степь представляет собой удлиненное пониженное пространство на юге Кулундинской степи. Длина и ширина ее достигают нескольких километров. Вытянута она с СВ на ЮЗ и окружена почти со всех сторон песками, покрытыми бором. Лишь с юго-запада степь открыта и бором не окаймляется. Вся поверхность ее покрыта сплошной сетью озер с небольшими межозерными пространствами.

Озера Соляноозерной степи скучены в систему водоемов, как бы низинных на водоток р. Бакланихи и осложненных боковыми водоемами. По данным С. З. Макарова (1935), р. Бакланиха в паводок соединяет ряд этих озер общим водотоком. В разлив 1901 г. вся Соляноозерная степь представляла собой сплошное озеро. В другое время года русло реки пересыхает и озера разобщаются.

Рельеф межозерных пространств Соляноозерной степи плоский, лишь местами слегка всхолмленный дюнами. Поверхность межозерных пространств покрыта негустым травяным покровом, в котором в большинстве случаев преобладают мелкие виды полыни. На берегу озер и солончаков растет несколько видов солянок, а в местах с обильными выходами пресных грунтовых вод — сочная зеленая растительность. В озерах, непосредственно близ берегов, нередко растет камыш.

Самые озера представляют собой неглубокие (в большинстве случаев до нескольких десятков сантиметров) понижения плоского рельефа, залитые водой. Хотя летом многие из них и не соединены друг с другом наружным стоком, они, по видимому, имеют подземную связь через посредство грунтовых вод.

Очертания озер нередко очень причудливы и непостоянны и могут меняться, иногда довольно значительно, за счет усыхания и зарастания отдельных заливов и проток или появления их вновь при поднятии уровня.

По берегам озер наблюдается много выходов грунтовых вод.

В засушливые годы, летом, в некоторых озерах происходит садка хлористого натрия (например, летом 1945 г.), а в пересохших содовых озерах лежит пылеобразный белый слой соды и сульфата, который развеивается ветром.



Рапа озер иногда бывает окрашена в розовато-малиновый цвет, который местами имеет и новосадка. Благодаря этой окраске, например, оз. Малиновое и получило свое название. Цвет его зависит от наличия микроскопических водорослей и может достигать такой интенсивности, что при освещении поверхности озера косыми лучами солнца низкие белые облака над озером приобретают розоватый оттенок (отражение от озера). Эта особенность озера была отмечена еще С. Г. Гмелиным более 200 лет назад. И. Лепехин (1769) описывает подобное явление на оз. Эльтон, где он видел на небе над озером «великое зарево».

Кроме озер, соединенных р. Бакланихой в одну цепь, во впадине Соляноозерной степи насчитывается немало озер и небольших солончаков, непосредственно не связанных с основным руслом реки.

Расположенная рядом с Соляноозерной степью система содовых озер Танатар представляет неправильную цепь понижений, местами связанных между собой поверхностными водотоками и повсеместно — подземными.

Все они расположены в лесу, главным образом в бору, в котором лишь пониженные сырые участки поросли смешанным лесом.

Хотя озера этой системы и не являются непосредственным объектом нашего изучения, они все же представляют для нас интерес с двух точек зрения. Во-первых, они могут служить примером почти чистой линии развития осолонения содовых вод, без влияния посторонних грунтовых вод, чего мы не имеем в Соляноозерной степи. Во-вторых, эти озера находятся в непосредственной близости к озерам Соляноозерной степи и топографически расположены на несколько метров выше их. Поэтому от них осуществляется подток содовых вод, влияющих на режим озер Соляноозерной степи.

Обе эти системы вместе иногда обозначаются в литературе как Михайловская группа озер.

Существенным различием этих двух соседних озерных систем — в Соляноозерной степи и в системе озер Танатар — является их природная обстановка.

Система бассейна р. Бакланихи расположена в открытой, широкой Соляноозерной степи, и лишь крайние ее озера граничат с лесом, притом сухим, не заболоченным, и Бакланиха, имеющая сток только весной, выходит из леса.

В системе Танатар большинство озер окружено лесами, в которых кое-где расположены болотистые понижения с богатой растительностью.

Последние этапы истории образования рельефа и жизни озер Танатар и соседних с ними озер Соляноозерной степи установлены исследованиями Н. М. Страхова, который пишет, что «озерные впадины являются котловинами выдувания, образовавшимися среди полосы бугристых песков около 7000 лет назад, во время ксеротермической фазы. После ксеротермической фазы уровень грунтовых вод поднялся и озерные котловины заполнились более или менее значительным слоем воды; между озерами появились кое-где протоки, разработавшие мелкие и примитивные долинки; эти протоки в некоторых случаях и связали серии озер в единое целое. Так как, однако, несмотря на некоторое увлажнение климата, он все же остался засушливым (т. е. таким, где испарение превышает атмосферные осадки), то появившиеся водоемы стали постепенно осолоняться, вплоть до превращения их в самосадочные озера. Осолонение оказалось максимальным у тех озер, которые расположены в рельефе наиболее низко и являются как бы бассейном стока, воспринимающим идущий по ложбине

сверху вниз (по падению) ток грунтовых вод. Озера нередко испытывают периодические колебания климата, то в сторону аридизации, вызывающей временное усыхание озер, в результате чего по берегам последних и наблюдаются терраски, то в сторону увлажнения».

## 2. Питание озер Соляноозерной степи

В питании озер Соляноозерной степи и в формировании их рапы участвуют как поверхностный сток, так и грунтовые воды. Поверхностный сток осуществляется, однако, ограниченное время в году, и не все озера им связаны. Поэтому большую роль приобретают грунтовые воды, открытым зеркалом которых на пониженных участках и являются озера. Питаются озера в значительной мере подземным подтоком. Испаряющаяся с поверхности вода непрерывно пополняется подтоком снизу. Поэтому во всех озерах можно видеть так называемые «продушины», или «продухи», т. е. места выхода грунтовых вод из глубины через дно озера. Продушины не всегда округлые; нередко среди них наблюдаются изогнутые и разветвленные, трещинообразные и продольные формы, соединенные друг с другом в сложную сеть. Продушины имеются во всех озерах, преимущественно в прибрежной полосе. От окружающего грунта дно озера такие продушины отличаются отчасти цветом, но главным образом консистенцией слагающих дно осадков — ил в них более насыщен водой, нередко состоит из более тонких минеральных зерен, чем окружающий грунт озера, и нога в таких местах обычно легко проваливается. В некоторых местах заметно, что вместе с водой из глубины просачивается более тонкий жидкий ил, который образует вокруг «кратера» (выхода вод) пологий грязевой конус. Такие конусы наблюдались нами, например, в оз. Приборовом, к востоку от оз. Иодного, и в оз. Кривом.

Продушины легко распознаются на обсохшей части дна озера, а также под тонким слоем рапы. В озерах, где имеется самосадка, нередко в местах выхода грунтовых вод она значительно тоньше или растворена полностью (озера Печатное, Кочковое).

Местами наблюдаются и напорные грунтовые воды. Так, буровая скважина в оз. Печатном дала небольшой фонтан грунтовых вод.

Несомненно, через подобные продушины выходят не только глубокие грунтовые воды, но и верховодка, а также подземные подтоки из других озер, если уровень вод в них выше, чем в данном озере, например, подток содовых вод из системы озер Танатар в соседние озера Соляноозерной степи, который доходит даже до середины восточного берега оз. Малинового. Кроме продушин, в самом дне озер выходы грунтовых вод наблюдаются и по берегам озер в виде небольших болот и луж. Они обычно расположены со стороны более высоких берегов озер, например, под боровыми берегами озер Малинового и Иодного, у восточной гривы оз. Малинового, со стороны борových берегов озер Глауберового, Менистрал и др. В лесу выходы грунтовых вод обнаруживаются в пониженных участках в виде небольших болот (в лесах вокруг озер Танатар) или более влажной почвы, на которой растут различные лиственные деревья и кусты, в том числе много ив. Грунтовая вода обычно находится на небольшой глубине, и в пониженных местах на огородах везде встречаются неглубокие колодцы. По берегам соленых озер всегда легко сделать небольшую закопушку, в которой выступает более или менее пресная вода.

**Химические анализы рапы озер Михайловской группы за**

№ п/п	О з е р а	Na выч.	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>
1	Кривое . . . . .	1570.47	89.98	30.06	399.99	1410
		68.29	7.40	1.5	11.28	29.36
2	» . . . . .	1639	89.98	13.03	419.85	1430
		71.27	7.4	0.65	11.84	29.77
3	Топ-Карагай . . . . .	2381.34	99.96	0	519.84	2120
		103.55	8.22		14.66	44.14
4	Николаев Берег . . . . .	9627.46	70.05	0	6099.12	7200
		418.64	5.76		172	150
5	» » . . . . .	118259.08	Следы	40.08	130498.83	59500
		5142.37		2	3680.17	1238.80
6	» » . . . . .	115560.15	Следы	30.06	139200	43400
		5025.01		1.5	3925.55	903.60
7	Березовое . . . . .	111657.33	—	—	1358827	46200
		4855.30			3832	961
8	Печатное . . . . .	138322.36	0	32064	171179.60	30888.09
		6014.80		16.00	4827.40	643.10
9	Живописное . . . . .	100329.47	0	0	37795.90	62800
		4362.72			1065.86	1307.52
10	Безымянное . . . . .	83631	0	0	32400.5	61400
		3656.62			913.72	1278.4
11	Приборное (узкое) . . . . .	46145.32	59.96	0	58906.15	30400
		2006.58	4.93		1661.20	132.93
12	Иодное . . . . .	71414.65	0	0	65790.00	35800.12
		3108.97			1855.33	745.37
13	Танатар I . . . . .	34009.80	599.9	0	20105.82	5379.36
		1478.88	49.32		567	112
14	» II . . . . .	14231.92	19.9	0	7943.04	1825.14
		618.86	1.64		224	38
15	» III . . . . .	14387.38	80.01	0	8297.64	2017.26
		625.52	6.58		234	42
16	» IV . . . . .	4502.81	39	0	4199.88	1198.79
		195.80	3.29		118.44	24.98
17	» V . . . . .	10912.77	30.04	0	6382.80	1440.09
		474.53	2.47		180	30
18	Бердыбай . . . . .	2824.03	90	30.06	499.98	2497.56
		122.80	7.40	1.50	14.10	52
19	Кучерпак . . . . .	33177.77	30.40	0	13130.84	1719.47
		1442.70	2.50		370.30	35.80
20	Точило . . . . .	66937.50	0	0	54699.89	44100.19
		2910.71			1542.58	918.18
21	Саксимбай . . . . .	28371.55	0	0	36000.06	3599.85
		1238.49			1015.23	74.95
22	Битибай . . . . .	19021.97	0	0	11200.04	1800.16
		827.15			315.85	37.48
23	Билибай . . . . .	43671.99	0	0	24100.03	4500.41
		1899.03			679.64	93.70
24	Демкино . . . . .	308.16	62.01	50.10	163.12	38.42
		13.40	5.10	2.50	4.60	0.80
25	Рублево . . . . .	4029.07	104.5	28.06	1957.39	725.25
		175.20	8.60	1.40	55.20	115.10
26	Малиновое . . . . .	57141.80	1730.00	199.99	68299.65	394998.72
		2484.75	142.27	9.98	1785.10	822.40

1928—1932 гг. (по данным Кулундинской экспедиции СОПСа)

Co.	NaCl	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	Тип воды
1096.50	659.40	0	2085.35	0	0	1465.45	312.06	75.07	I
36.55	14.28		29.36			27.65	7.40	1.50	
1131.30	692.13	0	2114.48	0	0	1571.98	312.06	32.53	I
37.71	11.84		29.77			29.66	7.40	0.65	
1589.10	856.98	0	3135.07	0	0	2371.75	346.63	0	I
52.97	14.66		44.14			44.75	8.22		
3072	10054.65	0	10653.90	0	0	5121.92	242.90	0	I
102.40	172		150			96.64	5.76		
6763	215135	0	87988	0	0	6540.45	0	100.09	I
225.40	3680.17		1238.80			223.40		2	
5820.80	229478.90	0	64180	0	0	10380.58	0	75.07	I
197.36	3925.55		903.60			195.86		1.50	
1869.31	224007.22	0	68256.95	0	0	3301.71	—	—	I
62.30	3832		961			62.30			
16811.80	282195.32	0	45677.46	0	0	28846.27	0	800.72	I
560.30	4827.40		643.10			544.30		16	
59950.15	62306.98	0	92869.22	0	0	105429.05	0		I
1989.34	1065.86		1307.52			1989.34			
43335	53413.75	0	90800	0	0	76558.50	0	0	I
1444.50	913.72		1278.40			1444.50			
6522.49	97108.77	0	9441.62	0	0	11259.25	207.90	0	I
217.38	1661.20		132.93			212.45	4.93		
15250.64	108457.02	0	52941.39	0	0	26936.78	0	0	I
508.27	1855.33		745.37			508.27			
25480.25	33145.12	0	7955.50	0	0	42395.24	2079.82	0	I
849.20	567		112			799.88	49.32		
10756.79	13094.37	0	2699.03	0	0	18914.29	69.16	0	I
358.5	224		38			356.86	1.64		
10687.78	13678.94	0	2983.13	0	0	18530.56	277.48	0	I
356.20	234		42			349.62	6.58		
1670.38	6923.65	0	1774.25	0	0	2776.24	138.74	0	I
55.67	118.44		24.98			52.38	3.29		
8011.34	10522.26	0	2130.81	0	0	14020.62	104.16	0	I
267	180		30			264.53	2.47		
1968.33	824.24	—	3693.40	—	—	3005.21	312.06	75.07	I
65.60	14.10		52			56.70	7.40	1.50	
31178.2	21646.63	0	2542.77	0	0	54941.87	105.42	0	I
1039.10	370.30		35.80			1036.60	2.60		
13500.75	90174.60	0	65215.57	0	0	23848.25	0	0	I
449.95	1542.58		918.18			449.95			
4450.04	59347.30	0	5323.47	0	0	7860.73	0	0	I
148.31	1015.23		74.95			148.31			
14216.97	18463.64	0	2662.09	0	0	25111.04	0	0	I
473.82	315.85		37.48			473.82			
33776.33	39729.72	0	6655.23	0	0	59663.82	0	0	I
1125.69	679.64		93.70			1125.69			
468.08	268.90	0	56.82	0	0	424.02	215.07	125.11	I
15.60	4.60		0.80			8	5.10	2.50	
3447.57	3226.83	0	1072.51	0	0	5559.91	362.66	70.06	I
114.90	55.20		15.10			104.90	8.60	1.40	
885.15	104351.59	0	49694.04	7387.10	0	0	823.16	499.45	II
29.50	1785.10		699.65	122.75		0	19.52	9.98	

№ п/п	О з е р а	Na выч.	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>
27	Малиновое . . . . .	57405.11	1500.54	60.12	63101.07	39000.36
		2496.20	123.40	3	1779.50	812
28	» . . . . .	55964.12	1730.00	140.08	62693.28	37400.96
		2433.54	142.27	6.99	1768	778.70
29	» . . . . .	56117.49	1699.97	100.00	63498.22	36498.00
		2440.21	139.80	4.99	1790.70	759.90
30	Глауберовое . . . . .	104945.20	5188.88	50.1	13998.58	84801.77
		4563.43	427.63	2.50	3214.85	1765.60
31	» . . . . .	49206.91	1540.06	50.1	59199.05	26899.68
		2139.71	126.65	2.50	1669.46	560.06
32	Менистрал . . . . .	101723.09	5188.88	100.2	128999.93	57936.19
		4423.32	427.63	5	3637.90	1206.25
33	» . . . . .	105248.76	5300.06	сл.	127202.11	67700.69
		4576.63	435.86		3587.20	1409.55
34	» . . . . .	104950.26	5300.06	160.32	131436.04	61901.06
		4563.65	435.86	8	3706.6	1288.80
35	Кочковое . . . . .	113366.01	4347.20	80.16	178718.4	10917.22
		4929.60	357.50	4.00	5040	227.30
36	Правый Близнец . . . . .	45983.19	1380.04	15.03	54700.60	25700.85
		1999.53	113.49	0.75	1542.60	535.10
37	» » . . . . .	45133.22	1399.98	70.14	53445.31	25676.84
		1962.57	115.13	3.5	1507.20	534.60
38	» » . . . . .	45525.45	1301.12	40.08	5379.99	25500.09
		1979.63	107	2	1517.20	530.92
39	» » . . . . .	44635.35	1399.98	70.14	52899.94	25399.70
		1941.36	115.13	3.50	1491.82	528.83
40	Левый Близнец . . . . .	53017.97	1369.97	50.1	60900.42	32000.47
		2305.43	111.84	2.50	1717.44	666.26
41	Ломовое . . . . .	96895.56	5572.93	561.12	133531.72	44629.48
		4213.40	458.30	28	3765.70	929.20

П о я с н е н и е

№ п/п	Дата (1931 г.)	Место взятия пород
1	10/IX	Устье р. Б. Бакланихи, поверхность
2	10/IX	Южная часть у высокой гривы, поверхность
3	10/IX	Поверхность у р. Бакланихи
4	9/IX	Поверхность
5	11/IX	Пересохший заливчик
6	11/IX	Северная часть озера
7	2/X	—
8	11/IX	Юго-восточный заливчик
9	11/IX	Поверхность
11	11/IX	Западная часть озера
12	8/IX	—
13	9/XI	—
19	25/VI	—
25	12/X	У берега
26	12/IX	Середина южной части озера, у дна

Таблица 1 (продолжение)

Co,	NaCl	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	Тип воды
933.16	103924.23	0	50905.05	5735.15	0	0	1184.98	150.14	II
31.10	1779.50		716.70	95.30			28.10	3	
1083.18	103351.98	0	47271.31	6809.97	0	0	1227.57	349.81	II
36.10	1768		665.54	113.16			29.11	6.99	II
1032.17	104678.95	0	46132.75	6643.27	0	0	1240.22	249.72	
34.40	1790.70		649.51	110.39			29.41	4.99	II
393.36	187930.49	0	95785.59	25096.26	0	0	447.42	125.11	
13.11	3214.85		1348.58	417.02			10.61	2.50	II
1180.40	97591.62	0	33400.45	5404.76	0	0	1553.54	125.11	
39.34	1669.46		470.25	89.81			36.84	2.50	II
354.06	212649.03	0	55786.03	25325.55	0	0	286.75	250.22	
11.80	3637.90		785.42	420.83			6.80	5	II
472.28	209696.95	0	70276.24	25282.82	0	0	663.76	0	
15.74	3587.20		989.43	420.12			15.74		II
393.36	216618.26	0	60943.72	25922.54	0	0	215.49	400.36	
13.11	3705.60		868.05	430.75			5.11	8	II
714.12	288169.63	5257.25	0	13678.91	0	0	834.97	200.18	
23.80	4929.60	110.40		227.30			19.80	4	II
1882.88	90175.77	0	32454.37	4704.27	0	0	1489.44	37.53	
36.07	1542.60		456.93	78.17			35.32	0.75	II
1182.20	88106.39	0	32343.56	4768.06	0	0	1513.90	175.16	
39.40	1507.20		455.37	79.23			35.90	3.50	II
1215.50	88690.96	0	32845.02	4121.73	0	0	1623.97	100.09	
40.51	1517.20		462.43	68.49			38.51	2	II
1180.40	87207.32	0	31929.48	4771.67	0	0	1511.37	175.16	
39.34	1491.82		449.54	79.29			35.34	3.50	II
1082.28	100396.39	0	41763.16	4710.29	0	0	1415.65	125.11	
36.07	1717.44		587.99	78.27			33.57	2.50	III
144.02	220131.52	0	31798.79	27580.49	1579.22	0	0	240.22	
4.80	3765.70		447.7	458.30	23.20		0	4.80	

к т а б л. 1

№ п/п	Дата (1931 г.)	Место взятия пород
27		В 300 м от южного берега
28	9/IX	Устье р. Бакланихи, на середине реки, поверхность
29	10/IX	Западный берег, у восточного залива, у прогиба мыса «А»
30	10/IX	II залив
31	16/IX	У западного берега; глубина 0.5 м
32	—	В 60 м от западного берега
33	—	Западный берег, середина
34	—	Западный залив, в 30 м от берега
35	4/IX	Середина озера
36	11/IX	Северо-западный залив, поверхность
37	10/IX	Восточный залив, середина
38	9/IX	Залив у устья реки, середина
39		Южный залив, середина, с поверхности
40	10/IX	Средний залив
41	10/IX	Юго-западная часть, середина

**Химические анализы рапы озер Михайловской группы за**

№ п/п	О з е р а	Na выч.	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
1	Кривое . . . . .	9943.21	95	28.5	10138	2661	3009
		432.37	7.81	1.42	285.90	55.40	100.30
2	» . . . . .	11268.07	2280	460	5990	2530	143672.94
		489.98	187.50	22.95	168.92	52.68	478.83
3	Приборовое (узкое) .	51186.72	828	144	55790	23340	72555.09
		2225.81	68.09	7.18	1573.32	485.95	241.81
4	Безымянное . . . . .	71632.66	41	1	68300	35700	134692.44
		3114.87	3.37	0.05	1926.11	743.28	448.90
5	Иодное . . . . .	72451.13	21	6.01	64300	37392	168226.03
		3150.46	1.73	0.30	1813.31	778.52	560.66
6	» . . . . .	120182.32	0	0	112089	54034	28205
		5226			3161	1125	940
7	Танатар VI . . . . .	24465.59	0	0	6500	7200	219234.53
		1063.86			183.30	149.90	730.66
8	Демкино . . . . .	480.87	121	20.04	177	66	7651.28
		20.91	9.95	1.00	4.99	1.37	25.50
9	Приборовое (узкое) .	77860.71	2130	295	79100	63010	990.16
		3385.69	175.16	14.72	2230.68	1311.89	33
10	Река Бакланиха . . .	87618.80	1870	396	115400	30700	2700.45
		3810.01	153.78	19.76	3254.37	639.18	90
11	Николаев Берег . . .	73268.67	4060	649	103900	28539	840.14
		3186.01	333.88	32.38	2930.06	59421	28
12	Малиновое . . . . .	47949	5095	280.56	68300	27905	330
		2085	419	14	1926	581	11
13	» . . . . .	95484	5496.32	360.72	134783.46	39000.36	270.04
		4152	452	18	3801	812	9
14	Березовое . . . . .	69454.85	3860	476	95450	31200	600.10
		3020.17	317.43	23.75	2691.76	649.59	20
15	Менистрал . . . . .	56266.07	7620	576	65959.86	58800	531.09
		2446.67	626.64	28.74	1860.12	1224.23	17.70
16	Правый Близнец . . .	77866.69	5250	796	121200	20840	167.13
		3385.95	431.74	39.72	3417.94	433.90	5.57
17	» » . . . . .	81552.88	1710	576	117600	18870	189.33
		3546.24	140.62	28.74	3316.41	392.88	6.31
18	Левый Близнец . . .	78641.92	2770	1000	111100	26750	219.34
		3419.66	227.80	49.90	3133.11	556.94	7.31

1941—1946 гг. (по данным Кулундинской экспедиции СОПСа)

NaCl	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	Тип воды
16712.86	0	3934.90	0	0	4826.89	329.36	71.06	I
285.90		55.40			91.07	7.81	1.42	
9874.56	0	3741.70	0	0	14224.68	7906.88	1148.53	I
168.92		52.68			268.38	187.50	22.95	
91971.57	0	34515.57	0	0	8826.95	2871.36	359.32	I
1573.32		485.95			166.54	68.09	7.18	
112594.61	0	52792.95	0	0	23611.33	142.11	2.50	I
1926.11		743.28			445.48	3.37	0.05	
106000.66	0	55295.94	0	0	29608.51	72.95	15.01	I
1813.31		778.52			558.63	1.73	0.30	
184783	0	79905	0	0	49822	0	0	I
3161		1125			940			
10715.17	0	10646.95	0	0	38726.44	0	0	I
183.30		149.90			730.66			
291.70	0	97.31	0	0	771.18	419.59	50.04	I
4.99		1.37			14.55	9.95	1.00	
130398.86	0	82036.90	9441.04	0	0	770.87	736.66	I
2230.68		1155.01	156.88			18.28	14.72	
190240.71	0	39465.44	5027.44	0	0	2962.02	988.89	II
3254.37		555.64	83.54			70.24	19.76	
171282.52	0	18179.36	20092.90	298.15	0	0	1401.26	III
2930.06		255.95	333.88	4.38			28	
112588	0	11293	25215	204.21	0	0	550.5	III
1926		159	419	3			11	
222195.06	0	24930.48	27200.36	612.63	0	0	450.41	III
3801		351	452	9			9	
157352.21	0	233325.98	19102.94	255.26	0	0	1000.90	III
2691.76		328.41	317.43	3.75			20	
108737.03	0	41660.89	37711.20	751.49	0	0	885.80	III
1860.12		586.55	626.64	11.04			17.70	
197932.48	1523.36	0	24056.96	2324.59	0	0	278.75	III
3385.95	31.99		399.75	34.15			5.57	
193867.38	0	16324.14	8462.51	1526.81	0	0	315.78	III
3316.41		229.83	140.62	22.43			6.31	
183152.21	0	20352.79	13709.00	2899.10	0	0	365.83	III
3133.11		286.55	227.80	42.59			7.31	



№ п/п	Дата	Место взятия проб
1	1945	Грунтовая вода в продухе
2	9/VIII 1944	У юго-западного берега
3	3/VIII 1944	» » »
4	31/VIII 1941	Юго-западный берег
5	30/VI 1944	—
6	6/VIII 1945	—
7	6/VII 1945	—
8	6/VII 1945	—
9	3/VIII 1944	—
10	3/VIII 1944	Близ оз. Николаев Берг (т. е. нижняя часть Бонюховских озер)
11	3/VIII 1944	—
12	6/IX 1945	—
13	5/VII 1945	—
14	9/VIII 1944	—
15	9/VIII 1944	У юго-западного берега
16	2/VIII 1944	У протока
17	2/VIII 1944	У юго-западного берега
18	2/VIII 1944	У моста

Широкое распространение грунтовых вод можно видеть и по густой сети проб грунтовых вод в Соляноозерной степи, взятых Кулундинской экспедицией СОПСа в 1931—1932 гг. (работы Белова и Лобовой, Герасимова, Ивановой, Макарова).

### 3. Гидрохимическая характеристика озер Соляноозерной степи и ее истолкование

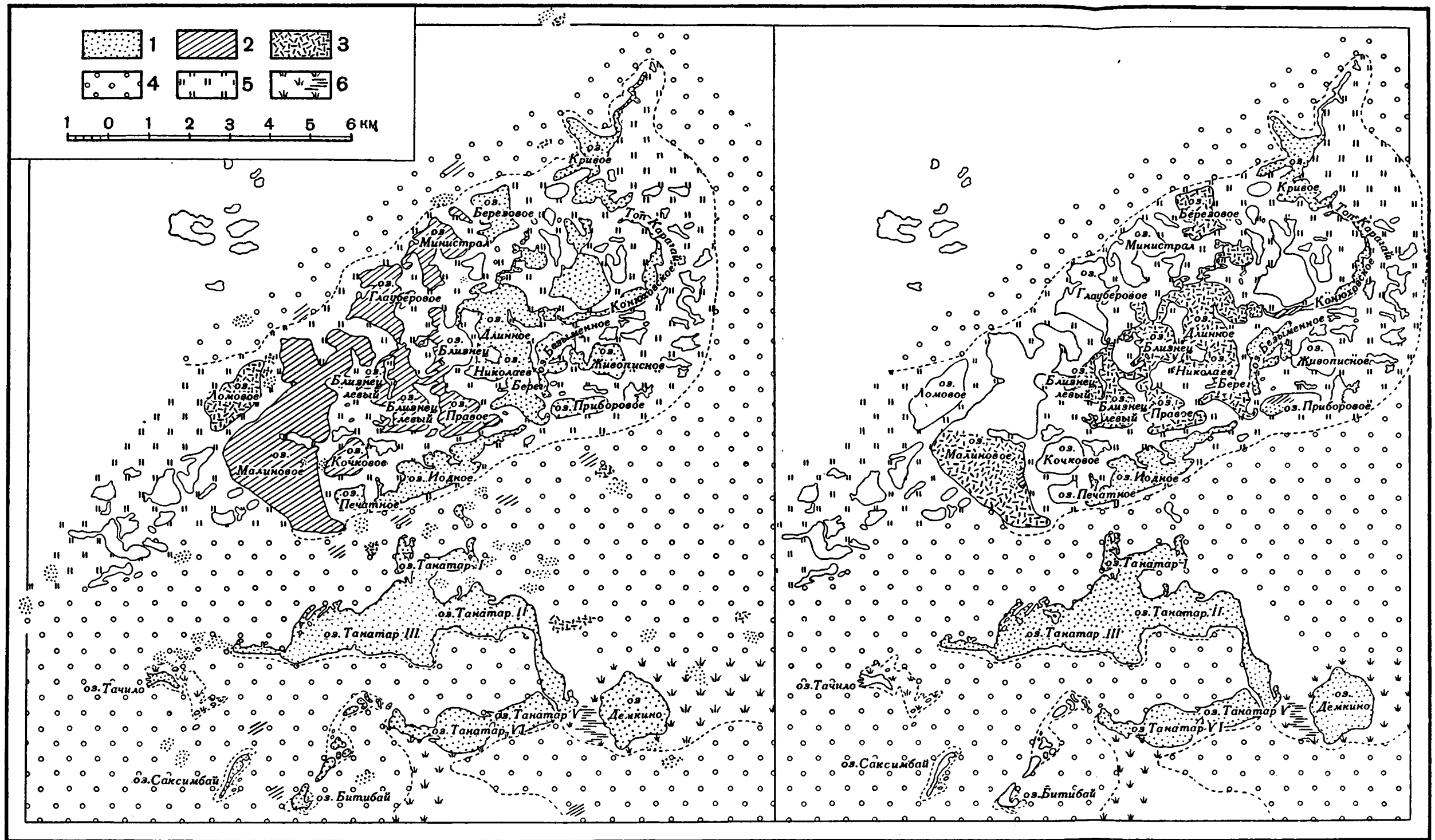
Анализы, которые мы используем в настоящей главе, частью взяты из литературных источников (С. З. Макаров, 1935; Е. Н. Иванова, 1935; И. П. Герасимов, 1934; и др.), частью выполнены в лаборатории Института геологических наук под руководством Э. С. Залманзон.

Все эти анализы были единообразно пересчитаны по общепринятому способу, чтобы можно было сравнивать их между собой.

Определение связанной  $\text{CO}_2$  производилось титрованием с фенол-фталеином и метил-оранжем, которые имеют тенденцию обесцвечиваться при высоких соленостях. Метил-оранж обесцвечивается слабее, но все же это его свойство может быть причиной несколько заниженных определений общего количества связанной  $\text{CO}_2$ . Фенол-фталеин обесцвечивается значительно сильнее, и потому особенно трудно ручаться, что разделение на  $\text{HCO}'_3$  и  $\text{CO}''_3$  произведено правильно.

При взгляде на таблицы анализов (табл. 1 и 2), прежде всего бросается в глаза то, что все озера четко делятся на две основные группы — содержащих соду и не содержащих ее.

Кроме соды, в описываемых нами озерах в количественном отношении большую роль играют сульфат натрия и хлористый натрий, меньшую — сульфат магния и карбонаты магния и кальция. Однако ввиду крупного значения карбонатного режима озер в образовании карбонатных конкреций нам кажется правильным принять для наших целей разбивку озер



Фиг. 1. Схема расположения карбонатных типов вод в Михайловской группе озер в 1928—1932 гг.  
 1— I тип, содовый; 2— II тип, углемагниеый; 3— III тип, углекальцевый; 4—лес; 5—степь; 6—болото

Фиг. 2. Схема расположения карбонатных типов вод в Михайловской группе озер в 1944—1946 гг.  
 Обозначения те же, что и для фиг. 1

по схеме, предложенной Н. М. Страховым. В этой схеме водоемы по карбонатным признакам делятся на три типа:

I тип — содовый. Он характеризуется тем, что  $\text{CO}''_3$  связывает весь  $\text{Ca}''$  и  $\text{Mg}''$ , а также часть  $\text{Na}'$ , вследствие чего в воде содержится сода.

II тип — углемагниевого. Здесь  $\text{CO}''_3$  связывает весь  $\text{Ca}''$  и часть  $\text{Mg}''$ . Остальной  $\text{Mg}''$  идет на  $\text{SO}''_4$ .  $\text{Na}'$  связан с  $\text{SO}''_4$  и  $\text{Cl}'$  (в этом типе водоемов происходит иногда садка доломита, например в оз. Балхаш).

III тип — углекальциевый. Здесь  $\text{CO}''_3$  связывает только часть  $\text{Ca}''$ .

На прилагаемой схематической карте Михайловской группы озер мы даем расположение различных по карбонатному режиму типов вод, как грунтовых, так и поверхностных (озера), по литературным данным 1928—1932 гг. (фиг. 1).

Здесь отчетливо видно обширное распространение в озерах содовых вод. Значительное место занимают и воды II типа. Воды III типа в количественном отношении имеют подчиненное значение и занимают лишь крайний западный водоем Соляноозерной степи — оз. Ломовое.

Сравнивая данные анализов рапы по озерам Соляноозерной степи за 1928—1932 гг. с данными анализов за 1941—1946 гг. (табл. 1 и 2), видим, что за этот промежуток времени картина распространения карбонатных типов рапы сильно изменилась (фиг. 2).

Многие озера Соляноозерной степи приобрели характер водоемов III карбонатного типа. Судя по анализам 1944—1946 гг., такому изменению подверглись как озера II типа — Малиновое, Правый и Левый Близнецы, так и озера содового типа — Березовое, Николаев Берог. Воды II типа оказались зажатыми между водами I и III типов, и их можно обнаружить, как видно на схеме, лишь в нижнем течении р. Бакланихи и в оз. Приборовом, в его северной части.

Чтобы понять, какие процессы протекают в озерах Соляноозерной степи и почему происходит такой переход одних типов вод в другие, проследим сначала, что происходит с солевым составом озерных вод по трем основным компонентам — соде, сульфату натрия и хлориду натрия. Воспользуемся для этого теми же данными Кулундинской экспедиции СОПСа, собранными в 1928—1932 гг. Эти данные сведены в табл. 1 в миллиграмм-эквивалентах на литр (абсолютные количества), а в табл. 3 — в процентном отношении к сумме всех трех солей. По первым данным можно получить представление об изменении абсолютных количеств каждой соли, а по вторым — относительных.

Проследивая изменение абсолютных количеств соды в озерах Соляноозерной степи, мы видим вначале постепенный рост ее концентрации от озера к озеру с востока на запад. Далее к западу наблюдается резкий скачок к несодовым озерам, где количество соли сразу спускается до нуля.

Интересно отметить, что резкий переход от содовых к несодовым водам нередко происходит в таких условиях, когда сода еще не достигла высоких степеней насыщения и не может дать значительной зимней садки. Растворимость как карбоната, так и бикарбоната натрия, по литературным данным, равна примерно 6.5% при 0° С. При 2° растворимость карбоната достигает 6%, а при 15° — около 14%. При повышении солёности (повидимому, вследствие увеличения концентрации  $\text{Na}'$ ) растворимость падает и при солёности около 20% (при 15° С) спускается до величины немногим меньшей 10%, т. е. уменьшается почти в полтора раза. Если экстраполировать эти данные применительно к нашим условиям, то окажется, что растворимость зимой должна уменьшаться примерно до 4%, т. е. зимняя садка соды может происходить лишь при концентрации

сода свыше 4%. Между тем в озерах Соляноозерной степи, при переходе по течению р. Бакланихи от содовых до несодовых озер, концентрация соды нигде не достигает величины, допускающей ее садку: суммарная величина карбонатов и бикарбонатов натрия на этом пути нигде не превышает 1.5% и лишь в оз. Иодном достигает почти 3%. Исключение составляют озера Живописное и Безымянное, в которых садка соды возможна, но они расположены в стороне и не могут заметным образом повлиять на переход от содовых к несодовым озерам.

Получается, что по пути следования поверхностного тока нет постепенного убывания абсолютных количеств соды,— она на этом пути не садится, а накапливается в растворе, а затем резко исчезает.

Относительное количество соды на том же пути вначале почти не меняется: 34—39%, затем в оз. Николаев Берег снижается до 19.9% и далее сразу сходит на-нет.

Распределение сернокислого натрия иное. Его абсолютное количество на этом пути возрастает и только в оз. Ломовом снижается. Наряду с этим необходимо отметить, что во многих озерах имеются отложения сульфата натрия (Топ-Карагай, Николаев Берег, Малиновое, Ломовое и др.).

Относительное содержание сернокислого натрия в начале поверхностного стока наиболее высокое, затем постепенно понижается.

Что касается содержания хлористого натрия в рапе озер Соляноозерной степи (табл. 1 и 3), то можно отметить, что абсолютные количества его растут в прямой зависимости от концентрации солей в рапе, тогда как относительные постепенно увеличиваются за счет потери части других компонентов.

Таблица 3

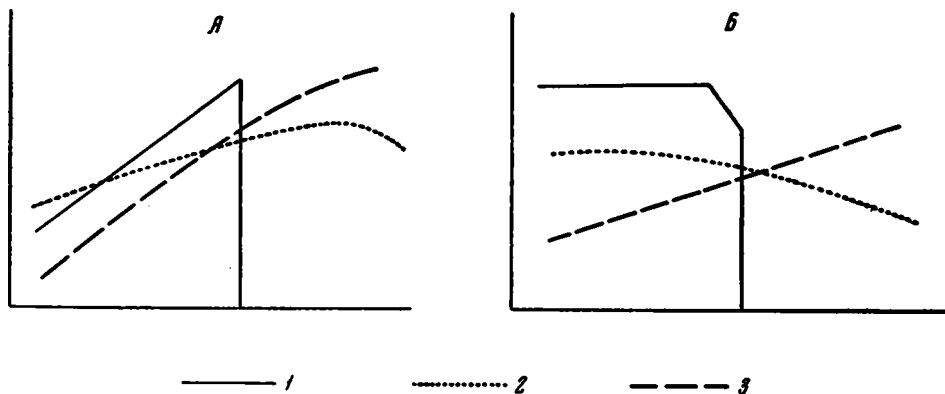
Относительное содержание солей в озерах Михайловской группы в %  
(по отношению к сумме солей)<sup>1</sup>

№ п/п	О з е р а	Сода	Сульфат Na	Хлорид Na
1	Ломовое . . . . .	0.0	19.8	80.2
2	Малиновое . . . . .	0.0	26.4	73.6
3	Близнец Левый . . . . .	0.0	28.7	71.3
4	Близнец Правый . . . . .	0.0	26.1	73.9
5	Глауберовое . . . . .	0.0	25.2	74.8
6	Менистрал . . . . .	0.0	22.3	77.7
7	Николаев Берег . . . . .	19.9	41.4	38.7
8	Березовое . . . . .	1.1	21.6	77.3
9	Кривое . . . . .	34.7	51.2	14.1
10	Топ-Карагай . . . . .	43.2	42.6	14.2
11	Пресное . . . . .	41.9	48.2	9.9
12	Конюховское . . . . .	39.1	49.4	11.5
13	Безымянное . . . . .	30.6	39.8	23.6
14	Живописное . . . . .	40.7	35.7	23.6
15	Приборовое . . . . .	7.4	28.8	63.8
16	Иодное . . . . .	12.4	28.5	59.1
17	Кочковое . . . . .	0.0	22.2	77.8
18	Печатное . . . . .	5.9	5.3	88.8
19	Танатар I . . . . .	56.0	10.6	33.4
20	» II . . . . .	54.0	10.0	36.0
21	» IV . . . . .	66.6	8.8	24.6
22	» V . . . . .	60.6	8.7	30.7
23	» VI . . . . .	56.2	7.8	36.0
24	Демкино . . . . .	68.0	9.8	22.2

<sup>1</sup> По данным 30-х годов.

Подводя итог, можно сказать, что в озерах Соляноозерной степи абсолютные количества солей по ходу стока вначале увеличиваются по всем трем основным компонентам, затем сода резко исчезает, количество сульфата возрастает и лишь под конец несколько убывает, а количество хлористого натрия продолжает постоянно нарастать (фиг. 3).

Относительные количества меняются следующим образом: сода почти не меняется и несколько убывает лишь в оз. Николаев Берег, затем сразу исчезает; сульфат натрия убывает постепенно. В непосредственной связи с этим отмечается непрерывный рост содержания хлористого натрия.



Фиг. 3. Схемы изменения солевого состава рапы озер Соляноозерной степи по течению р. Бакланихи

А — абсолютные количества солей; Б — относительные;  
1 — сода; 2 — сервокислый натр; 3 — хлористый натр

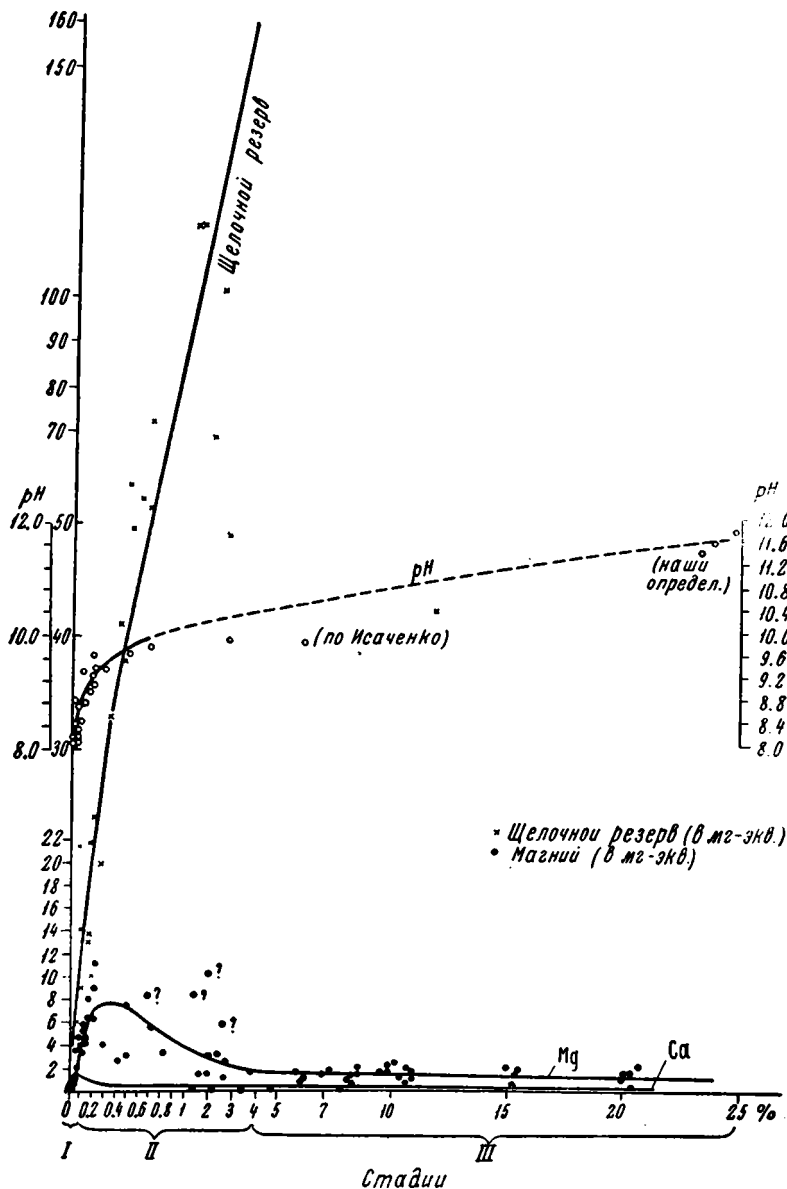
Все это создает условия для образования в непосредственной близости озер с различной рапой.

В литературе существует два взгляда на образование озер различных типов. Первый высказан был Е. Бережковым (1917), который большое значение придавал периодическому весеннему стоку. Того же взгляда держался и Л. Н. Богоявленский (1925), а позднее Е. Н. Иванова (1935), И. П. Герасимов (1934, 1935) и А. В. Николаев (1934).

Е. Н. Иванова, касаясь процессов, происходящих в озерах ленточных боров, по этому поводу пишет на стр. 74, что «для них выработана нами, совместно с И. П. Герасимовым и А. В. Николаевым, во время общих маршрутов по Соляноозерной степи схема дифференциального накопления солей в четковидных озерах, нанизанных на одно общее русло».

Эта схема сводится к тому, что грунтовые боровые воды, в которых Е. Н. Иванова устанавливает относительно высокое содержание карбонатов, концентрируясь, осаждают их вначале в виде карбонатов Са и Mg (озерный мергель), а по достижении известной концентрации, в зимний период, и в виде соды; при весеннем стоке, в относительно холодное время, сода не успевает раствориться, и стекает главным образом хлоридно-сульфидная рапа. По прекращении стока, при летнем потеплении, вся оставшаяся сода растворяется и озеро остается обогащенным содой (содовое звено). Стекающие ниже воды на определенной степени концентрации также осаждают зимой сульфат Na, который тоже при весеннем стоке может остаться в озере, а еще ниже стекает главным образом хлоридная рапа, которая концентрируется в конечных озерах. Таким образом, получается цепочка озер, состоящая из последовательных звеньев; верхнее звено содовое, затем следует сульфатное и, наконец, хлоридное.

Е. Н. Иванова, в частности, разбирает такую возможность для системы р. Бакланихи (стр. 77—87) и системы озер Танатар (стр. 92—106).



Фиг. 4. Карбонатная характеристика озер содового типа (по Н. М. Страхову)

Относительно системы р. Бакланихи, на стр. 79, Е. Н. Иванова приводит диаграмму количественного изменения компонентов минеральной части рапы. Она указывает, что соотношение  $\text{HCO}_3'$ ,  $\text{Cl}'$  и  $\text{SO}''_4$  не остается постоянным, но изменяется таким образом, что от Кривого к Николаеву Берегу происходит «абсолютное обеднение теми элементами, которые по

нашей схеме могли задержаться выше по пути (сода, сульфаты, а также карбонаты Са и Mg в виде донных, труднорастворимых осадков)».

Эта схема на первый взгляд кажется довольно правдоподобной, однако ближайшее рассмотрение вскрывает ее существенный дефект. Он заключается в невозможности объяснить таким путем накопление Mg и Са в «сбросовых» озерах.

Как показали работы Н. М. Страхова, основанные на большом материале, при концентрировании содовой воды ионы Са и Mg очень скоро удаляются из раствора, и уже при солености около 1—3% содовая вода практически не содержит Са (следы), а магний удерживается в количествах всего около 1 мг-экв. на литр (фиг. 4).

Допустим, что зимой сода в верхних озерах вымораживалась. Все же полностью из раствора в этом случае она не уходила, а лишь понижала свою концентрацию. Сток такой содовой воды в более низко расположенное озеро и последующее испарение ее там вновь повели бы к возрастанию в них  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и не дали бы физических возможностей накопления в них ни Са, ни Mg, ибо, пока сода остается в растворе, накопление этих элементов невозможно. Сколько бы раз ни повторять эту процедуру стока и вымораживания  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , только ею одной нельзя объяснить накопление в сточных озерах тех высоких содержаний Mg и Са, какие в них в действительности имеются.

Других взглядов на образование различной по солевому составу рапы придерживается С. З. Макаров (1935). Не отрицая некоторой роли сезонного поверхностного стока, он придает большое значение образованию в различных геологических условиях грунтовых вод различного состава и дальнейшему взаимодействию этих вод между собой, что и создает разнообразные типы озер.

На стр. 60 (ч. II), на примере бассейна озер Б. Кулундинского и Кучук, С. З. Макаров устанавливает следующее: «Ионные коэффициенты обнаруживают: преобладающий характер бикарбонат-иона для рек, связанных с бором, и сульфат-иона для рек, питающихся при выщелачивании чисто степных засоленных почв» (табл. 4).

Таблица 4

Отношение количеств  $\text{HCO}_3'$ ,  $\text{SO}_4''$  и  $\text{Cl}'$  к сумме солей  
(по С. З. Макарову)]

Место взятия проб	$\frac{100 \cdot \text{HCO}_3}{\Sigma \text{ солей}}$	$\frac{100 \cdot \text{SO}_4}{\Sigma \text{ солей}}$	$\frac{100 \cdot \text{Cl}}{\Sigma \text{ солей}}$
Река Кулунда . . . .	49.5	7.1	15.7
» Суетка . . . . .	35.6	30.2	6.6
» Кучук . . . . .	2.6	74.5	55.0
» Солоновка . . . .	0.99	70.7	56.0

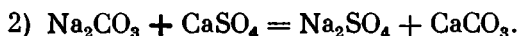
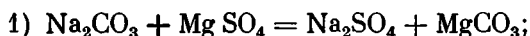
В другом месте, на стр. 105, касаясь Михайловской группы озер, С. З. Макаров отмечает значение различных грунтовых вод. Указывая на наличие в юго-западной части оз. Иодного так называемых «белых глин» (карбонатных), он говорит: «Весьма вероятно связь обильного распространения карбонатов по кромке бора с наличием содовых озер в непосредственной близости с бором, особенно при наличии общего падения поверх-

ности к содовым озерам и взаимодействии сульфатных вод, приносимых с сульфатно-соляной степи, с залегающими карбонатами по реакции  $\text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ».

Мы уже показали, что предложенная Бережковым и Ивановой схема образования различных озер на основе зимней садки и весеннего периодического стока в отношении Соляноозерной степи малопригодна. Более приемлемой нам представляется принципиальная установка С. З. Макарова, по которой воды боровые и степные, как грунтовые, так и озерные, имеют различный состав: в боровых водах преобладают карбонаты (по схеме Н. М. Страхова это I тип вод — содовый), в степных — сульфаты и хлориды (по схеме Н. М. Страхова это III тип вод — углекальциевый).

Мы согласны и со вторым принципом С. З. Макарова, согласно которому все разнообразие типов происходит путем различного смешивания немногих исходных типов вод.

В свете изложенных данных процесс образования в озерах Соляноозерной степи различных типов рапы представляется нам следующим. В Соляноозерной степи встречаются воды двух крайних карбонатных типов — содовые и углекальциевые, которые и вступают в химическое взаимодействие. Как известно, неизменные содовые воды содержат в основном соду и в меньшем количестве хлорид и сульфат натрия. Кроме того, в ничтожных количествах в них присутствуют карбонаты кальция и магния. Углекальциевые воды содержат в большом количестве хлориды (иногда Ca и Mg) и сульфаты Na и Mg, в меньшем —  $\text{CaSO}_4$  и совсем мало — карбоната Ca. При встрече и смешивании этих двух более или менее чистых исходных типов получаются гибридные воды. Совершенно ясно, что хлориды и сульфаты Na, присутствующие и в том и в другом исходных типах, остаются без изменений. Компоненты, присутствующие в больших или заметных количествах только в одном из этих типов, вступают между собой во взаимодействие. В содовых водах таким компонентом является сода, а в гипсовых — сульфаты Ca и Mg. При этом реакции текут согласно следующим уравнениям:



В результате этих реакций из воды III типа целиком исчезает гипс, которого в растворе было относительно немного, и увеличивается количество  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

В случае значительного избытка соды, последняя, согласно реакции 1, может нацело уничтожить  $\text{MgSO}_4$  и остаться в избытке. Образуется гибридный содово-сульфатно-хлоридный тип, примером которого может служить рапа оз. Иодного и некоторых других содовых озер Соляноозерной степи. Образующиеся при этом карбонаты Ca и Mg, по закону действующих масс, подавляются избыточными карбонатными ионами и уходят в осадок.

В случае избытка  $\text{MgSO}_4$  сода полностью вступает в реакцию и уходит из раствора, а  $\text{MgSO}_4$  остается в излишке, и рапа приобретает следующий состав:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , NaCl,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ .

При этом количество  $\text{MgCO}_3$  достигает довольно высокого предела, а  $\text{CaCO}_3$ , как менее растворимое соединение, в значительной степени уходит в осадок. При известной концентрации уходит в осадок и избыток  $\text{MgCO}_3$ .



Так образуется второй гибридный карбонатный тип воды, соответствующий, по схеме Н. М. Страхова, II карбонатному типу — углемагниевоу.

Между разобранными карбонатными типами вод могут существовать в любом количестве промежуточные, которые создают большое разнообразие в составе рапы различных озер.

Что касается источников двух типов смешивающихся вод, то для содовых вод он совершенно ясен. Это — вода р. Бакланихи и грунтовые воды, подтекающие с востока из боровых песков и с юга — от системы Танатар. Воды III класса, судя по расположению типов вод, должны подтекать откуда-то с северо-запада и запада, может быть, частично из здешних боровых песков.

Более определенное решение вопроса о путях движения этих вод требовало бы детального обследования полосы к северу и западу от оз. Ломового, что, к сожалению, пока, при наличных средствах, не могло быть выполнено.

### Глава III

#### КОНКРЕЦИИ ОЗ. МАЛИНОВОГО И ИХ ГЕНЕЗИС

Карбонатные конкреции были встречены нами в следующих озерах Соляноозерной степи: Малиновом, Иодном, Безымянном, Кривом и оз. Николаев Берег.

При изучении конкреций Соляноозерной степи было установлено, что они по ряду признаков, наблюдающихся и на конкрециях Кулундинской степи, вне пределов Соляноозерной степи (см. ниже), резко делятся на две основные группы: конкреции несодовых озер и конкреции содовых озер. К первым относятся конкреции оз. Малинового, ко вторым — озер Иодного и Кривого.

Несколько особняком стоят конкреции озер Безымянного и Николаев Берег, и мы условно выделяем их в группу конкреций неопределенного генезиса.

Мы начнем описание с конкреций, обнаруженных в оз. Малиновом как наиболее показательном и наилучше изученном.

#### 1. Общие черты морфологии и структуры конкреций оз. Малинового

Конкреции оз. Малинового расположены вдоль берегов и довольно отчетливо делятся по местонахождению на три группы: первая группа располагается вдоль южного и отчасти юго-западного берегов, вторая — по восточному берегу южнее косы («каменоломня») и третья — там же, но севернее косы («за косой») (фиг. 5).

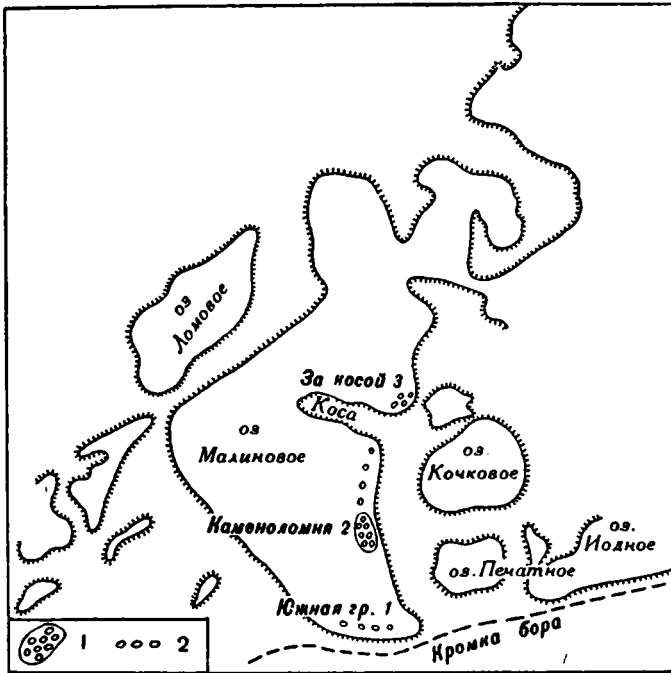
Внешний вид и размеры конкреций в этих местонахождениях достаточно разнообразны.

Вдоль южного берега они имеют вид плоских, тонких, нередко изогнутых черепков площадью в несколько квадратных сантиметров и толщиной в несколько миллиметров (табл. II, фиг. 1).

В каменоломне конкреции неправильной желваковой формы, несколько уплощены, караваеобразны, с более тонкими, чем середина, и несколько выпуклой верхней поверхностью. Нижняя поверхность у таких желваков-конкреций немного вогнута (табл. II, фиг. 2—5).

Конкреции достигают 2 м в поперечнике и 30—40 см толщины.

Кроме пельных конкреций, здесь находится масса их остроугольных обломков, образовавшихся вследствие искусственного раздробления при добыче, а отчасти — в связи с естественным выветриванием и растрескиванием. Нередко можно видеть конкрецию, от которой по трещинам отщепляются остроугольные обломки, более или менее параллельные поверхности; конкреция в результате такого выветривания приобретает скорлуповатое строение.



Фиг. 5. Схематическая карта расположения различных групп конкреций в оз. Малиновом

1 — местоименная группа конкреций; 2 — отдельные местонахождения их

Конкреции за косой также несколько приближаются по форме к неправильно желваковым, но они почти все уплощены и нередко неправильно плитчатые. Их размеры не превышают 30 см. Среди них также много остроугольных осколков, образовавшихся при естественном выветривании. Местами они налегают друг на друга, создавая впечатление тщательно уложенной черепицы. При ближайшем рассмотрении видно, что несколько наложенных одна на другую остроугольных конкреций прежде составляли одну, хотя отдельные осколки ее иногда уже значительно сдвинуты в сторону и даже разделены прослойками грунта — песка или ила.

Несмотря на многообразие внешней формы и размеров, строению всех конкреций оз. Малиновое присущи три особенности. Во-первых, у всех конкреций отчетливо различаются собственно тело конкреции и одевающая ее карбонатная корка более или менее заметной толщины, от долей миллиметра до нескольких сантиметров. Во-вторых, поражает многообразие состава и структур, присущих телу конкреций: в одних случаях — это почти чистые известняки, в других — настоящие песчаники. В общем

же можно выделить по крайней мере пять типов структур: пелитоморфную, песчаниковую, оолитовую, пизолитовую и брекчиево-конгломератовую. Характерно, что внутри одной и той же конкреции можно наблюдать несколько (2—3) этих типов, приуроченных к разным частям ее. В-третьих, всем конкрециям свойственны чрезвычайная пористость и кавернозность; поры и каверны в большом количестве видны не только под микроскопом, но и простым глазом; они, повидимому, сообщаются друг с другом и являются сквозными, так как вода, налитая на поверхность конкреции, очень быстро просачивается сквозь нее. Во время шлифовки образующийся при этом шлам, входя в поры и каверны, затем выступает из отверстий с другой стороны. Наиболее кавернозны конкреции, обладающие пизолитовой структурой и близкими ей брекчиевидной и оолитовой структурами.

Так как все перечисленные особенности конкреций оз. Малинового существенны для понимания их генезиса, мы подробно опишем их в дальнейшем.

## 2. Корка конкреций и ее строение

Наиболее сильно корка развита на желваковых конкрециях «каменоломни». Близка к ним корка «черепковых» конкреций южной группы. На конкрециях же «за косой» корки выражены менее ярко и носят несколько иной характер.

Начнем с описания корок, развитых на конкрециях в «каменоломне». С ними сходны и корки черепковых конкреций. Корки, одевающие конкреции «каменоломни», очень прочны и нередко достигают значительной толщины, в отдельных случаях до нескольких сантиметров. По внешнему виду это белые слоистые карбонатные оболочки, нередко пористые и иногда кавернозные. Слоистостью они разбиваются на ряд отдельных, налегающих друг на друга концентров или слоев, то очень плотных, с гладкой и местами блестящей поверхностью, то сильно пористых, иногда сплошь кавернозного, губчатого и бугристого строения. При раскалывании конкреции корки иногда отскакивают послойно, и тогда можно наблюдать поверхности отдельных слоев.

К поверхности отдельных слоев, главным образом в случае неровной поверхности, местами бывают прицементированы отдельные песчинки или оолиты; иногда они образуют даже прослой внутри корки. Нередко отдельные бугорки бугристой поверхности имеют как бы кратерообразный вид, т. е. бугорок представляет собой неправильный валик вокруг отдельных пор.

Корковые оболочки, или слои, обычно имеют белый цвет, иногда слегка желтоватый или как бы загрязненный, но некоторые из них, очевидно, содержат большую примесь глинистого материала и отличаются соответственно серым или темносерым, иногда почти черным цветом. Обычно темные прослой более плотны, чем соседние светлые.

Корки покрывают всю поверхность конкреции, повторяя все ее неровности. Если конкреция представляет собой обломок, уже покрытый с одной стороны коркой, то корка не только продолжает расти на прежних местах, но начинает расти и на новой поверхности желвака, в результате чего с одной стороны может оказаться толстая корка, в то время как с других сторон она тонкая.

Отдельные участки слоев, или оболочек, могут по той или иной причине откалываться, но вся поверхность конкреции продолжает покрываться коркой. В результате поверхность корки местами неровна и выглядит как бы мозаичной.

Характерно, что корка покрывает не только выступы и углубления поверхности желвака, но заходит и в каверны внутренней его части и в большей или меньшей степени покрывает поверхность всех внутренних полостей конкреции (каверн). Иногда корка может полностью выполнить каверну.

Корки, покрывающие конкреции «за косой», несколько отличаются по внешнему виду от корок конкреций «каменоломни»: они никогда не достигают большой толщины, не превышая 1—2 мм. Песчаники «за косой» обычно более крупнозернисты, нередко с большим количеством гравийного материала, а потому корка на них неизбежно включает в свою толщу выдающиеся над поверхностью зерна, которые не столько покрываются, сколько окружаются образующейся коркой, сквозь которую местами выступают наружу неприкрытые зерна песчаника. Корка здесь мелко-или крупнопориста и более хрупка, чем в конкрециях «каменоломни»; нередко она откалывается небольшими участками, местами в ней обнажаются крупные песчинки. Поэтому корковая поверхность конкреций «за косой» в большинстве случаев выглядит пестрой или пятнистой. Под микроскопом видно, что в простейшем случае корка представляет собой пелитоморфную массу карбонатных зерен размером 2—3 микрона, с большим количеством пор в 0.1—0.2 мм в диаметре.

Отдельные слои карбонатной корки различаются степенью перекристаллизации материала. Наиболее тонкозернистые слои состоят из карбонатных зерен в 2—3 микрона, у наиболее грубозернистых размер зерен доходит до 7—10 микронов. Обычно в таких случаях граница между различными слоями не резка и очень неровна. Обращает на себя внимание тот факт, что более перекристаллизованные слои обычно более пористы.

В корке находятся не только механические включения отдельных зерен в толще того или иного слоя; иногда верхняя часть корки обволакивает своими слоями отдельные включения (песчинки, оолиты) и соответствующим образом изгибается.

Отдельные слои, содержащие большое количество глинистого материала, обычно мало прозрачны, в шлифе имеют буроватый оттенок, а карбонатный материал в них почти всегда тонкозернист; поры большей частью отсутствуют. Редко встречающиеся поры окружены перекристаллизованными карбонатными зернами.

Нередко в довольно толстых (0.1—0.5 мм) глинисто-карбонатных слоях проходят 1—2 тонкие (5—10 микронов) прослойки или жилки перекристаллизованного чистого карбонатного материала. Отдельные слои корки бывают сплошь кавернозны. Каверны имеют различную неправильную форму, местами достигают большой величины и часто бывают более или менее параллельны направлению наслоения корки. Плотная корка, покрывающая внутренние стенки каверн в конкрециях или выполняющая их сплошь, сложена тонкокристаллическим карбонатным материалом с размером зерен в 2—5 микронов, с наличием некоторого количества каверн и пор и, местами, с инкрустацией по порам более крупнозернистого карбоната. В отдельных случаях какой-либо из прослоев корки может быть разломан и вновь сцементирован, что создает впечатление брекчиевидного или перематого строения (табл. III, фиг. 1).

Обычно корка, выстилающая вогнутые части поверхности конкреции, более толста, чем на выпуклых местах, однако местами боковая корка бывает более толстая, чем верхняя и нижняя (табл. II, фиг. 6).

В порах некоторых корок отлагаются кристаллы гипса, местами выполняя их.

### 3. Конкреции с пелитоморфной структурой

Характеристику структур, наблюдающихся в теле конкреций, удобно начать со структуры пелитоморфной.

Называя раздел «Конкреции с пелитоморфной структурой», мы подразумеваем, что здесь будет дано не только описание самой структуры, но и общая характеристика тех участков конкреций, которые имеют пелитоморфную структуру. То же будет относиться и к разделам конкреций с другими структурами.

Макроскопически участки с пелитоморфной структурой представляют собой более или менее плотный, однородный, светло- или темносерый известняк с массой пор и каверн. Под микроскопом известняк представляется чрезвычайно тонкозернистой массой, в которой, кроме карбонатов, присутствует глинистый материал. В эту карбонатно-глинистую массу вкраплены песчинки полимиктового песка различных размеров, обычно не имеющие собственных карбонатных оболочек. Местами в порах, а иногда и в самой массе пелитоморфного материала встречаются оолитоподобные тела с хорошо выраженными карбонатными оболочками. В последнем случае они, повидимому, образвались до включения их в пелитоморфную массу.

Некоторые разности отличаются почти полным отсутствием песчинок. В таком случае нередко в основной карбонатно-глинистой массе можно обнаружить разной величины комочки или сгустки округлой формы того же материала; по форме они порой напоминают копролиты. Иногда эти комочки едва различимы в общей пелитоморфной массе. В некоторых случаях весь пелитоморфный участок конкреции состоит из комочков и сгустков глинисто-карбонатного вещества различной величины и формы. Как указывалось, участки конкреций с пелитоморфной структурой разбиты массой пор и каверн, с которыми связаны интересные образования инкрустационного характера. Инкрустации имеют вид тонких оболочек, облекающих стенки пор и сложенных очень чистым, прозрачным, перекристаллизованным карбонатом с зернами разных размеров — от очень мелких до 75 микронов в диаметре. Оптически все они определяются как кальцит, с показателем преломления 1.658. Иногда инкрустационные оболочки противоположных сторон разрастаются до соприкосновения, и каверна (или пора) целиком выполняется чистым карбонатом. В таких местах остается хорошо заметный шов. Он заметен и в кавернах, не целиком выполненных карбонатом, в тех ее углах, где инкрустации противоположных стенок сомкнулись (табл. III, фиг. 2).

При достаточно толстой инкрустации пор, под большим увеличением, хорошо видны еще две существенные их особенности: во-первых, концентрическая полосатость, очевидно, отражающая постепенный рост инкрустации, и, во-вторых, радиальное расположение кристаллов в виде пучков, причем каждый из них имеет свой центр, от которого, повидимому, и растет. Однако, несмотря на радиальное расположение, типичное сферолитовое погасание, характерное для конкреций содовых озер (см. ниже), здесь отсутствует или выражено весьма слабо.

### 4. Конкреции с песчаниковой структурой

Участки конкреций оз. Малинового с песчаниковой структурой макроскопически представляют собой разнозернистые песчаники в виде сцементированной сплошной массы плохо отсортированного песка. Реже встречаются большие поры и небольшие каверны.

Карбонатные оболочки вокруг зерен не всегда видны под лупой, а если и видны, то большей частью кажутся очень тонкими пленками, обволакивающими зерна. Так как цемент часто бывает загрязнен глинистым материалом, общая окраска песчаника обычно темносерая или почти черная. Под микроскопом это полимиктовые разноминеральные песчаники, состоящие в основном из зерен разных минералов и пород — большого количества обломков эффузивов и зерен различных полевых шпатов. Единичными зернами попадаются роговая обманка, эпидот, иногда обломки разноцветных яшм. Песчинки различно окатанные. Среди мелких песчинок встречаются неокатанные. Между песчинками много мелких пор. Размеры зерен колеблются от нескольких микронов до размера гравия. Песчинки обычно имеют тонкие, непрозрачные, глинисто-карбонатные оболочки с преобладанием в них глинистого материала. При соприкосновении они цементируются друг с другом в общую массу. Оболочки песчинок могут быть и толстыми. Более чистые карбонатные оболочки в конкрециях, обладающих песчаниковой структурой, встречаются крайне редко. Зерна карбоната песчаниковых участков конкреций очень мелкие, и определить их оптическим путем не удалось. Местами поры между песчинками заполняются пелитоморфным цементом, и структура постепенно приобретает характер пелитоморфной. То же происходит при наличии вокруг песчинок толстых оболочек, сильно обогащенных глинистым материалом. Обычно такие толстые глинисто-карбонатные оболочки на отдельные слои не разбиваются. При меньшем содержании глинистого материала кристаллические оболочки могут состояться и из двух слоев, что иногда создает большее или меньшее сходство этих образований с оолитами. Местами среди песчинок встречаются округлые карбонатные или глинисто-карбонатные сгустки, которые в данном случае играют роль отдельных песчинок.

### 5. Конкреции с оолитовой структурой

Макроскопически и под лупой участки конкреций оз. Малинового с оолитовой структурой представляют собой как бы разноминеральный песчаник, состоящий из беловатых округленных песчинок — оолитов, скрепленных между собой большей частью лишь в местах соприкосновения. Между агрегатами оолитов находятся не только многочисленные поры, но и каверны.

При раскалывании конкреции видно, что оолиты имеют ядро и оболочки, заметные простым глазом. Ядро нередко окрашено в более темный цвет, чем оболочки, а потому свежий излом такой конкреции кажется серым или темносерым. Ядром оолитов служат зерна кварца, полевых шпатов, роговых обманок, эпидота, эффузивных пород, яшм и карбонатных пород, от нескольких микронов до 2 мм в диаметре (табл. III, фиг. 4). Песчинки большей частью окатаны, но встречаются и угловатые. Ядром может служить и пелитоморфный материал различного вида: глинистые или глинисто-карбонатные комочки или сгустки, типичные копролиты различной формы (округлые, овальные, палочковидные), состоящие обычно из пелитоморфного карбонатного или глинисто-карбонатного материала; возможно, что это фекальные массы *Artemia salina*. Мур указывает на широкое распространение и участие в образовании осадков копролитов (фекалий) мелких водных животных.

Некоторые участки наших конкреций из южного местонахождения (черепковские конкреции) почти сплошь состоят из копролитовых оолитов, среди которых лишь изредка встречаются песчаные оолиты (табл. III, фиг. 5).

Нередко ядром оолита является песчинка, включенная в комочек пелитоморфного материала, или же несколько мелких песчинок, спеменированных этим материалом. Кроме того, ядрами могут служить и обломки оболочек ранее существовавших оолитов, и тогда весь оолит имеет изогнутую лунообразную форму.

Оболочки оолитов различаются между собой как по минералогическому составу, так и по величине и расположению слагающих их зерен.

По составу оболочки оолитов бывают чисто карбонатные, глинисто-карбонатные и гипсовые.

Карбонатные оболочки образованы в одних случаях раскристаллизованным, в других — пелитоморфным материалом. Раскристаллизованная оболочка состоит из нескольких (2—3) параллельных центров тангенциально расположенных карбонатных кристаллов. В каждом центре можно еще различить концентрическую полосчатость, заметную лишь при большом увеличении; кроме того, в этих оболочках имеются и неясно различимые радиальные полосы (табл. III, фиг. 7). Внешняя граница оболочек этого типа идеально ровная и округлая (табл. III, фиг. 8, 9). Карбонат, слагающий подобные оболочки, довольно чист, и лишь местами между центрами можно заметить посторонние включения в виде тончайших зернышек в 1—2 микрона. Окраска раскристаллизованных оболочек в шлифе, при большой чистоте и прозрачности их материала, кажется слегка желтоватой.

Оолитов с оболочками такого типа встречается не очень много. В большинстве же случаев раскристаллизованная карбонатная оболочка представляет собой беспорядочно расположенные правильные карбонатные зерна различной величины, иногда до 15—20 микронов. В некоторых случаях заметно слабо выраженное радиальное расположение карбонатных зерен, однако типичного сферолитового креста обнаружено не было.

Пелитоморфные карбонатные оболочки оолитов состоят из беспорядочного скопления тонких карбонатных зерен размером не более 1—2 микронов (табл. III, фиг. 6). В шлифе эти оболочки представляются более или менее прозрачными, иногда с серым или слегка желтоватым оттенком. Иногда карбонатный материал загрязнен большим или меньшим количеством глинистой примеси. В таких случаях цемент имеет бурый оттенок и почти непрозрачен; при осторожном же растворении соляной кислотой (под микроскопом) остается глинистый или алевролитовый материал.

Наряду с карбонатами в составе оболочек принимает участие и гипс (табл. III, фиг. 10). В некоторых оолитах можно заметить, что одна из внутренних или внешняя оболочка оолита в скрещенных николях представляет собой серую зернистую массу, в которой местами расположены как бы веерообразные пучки кристаллов. Отдельные кристаллы достигают величины 3—5 микронов и по показателям преломления близки к гипсу и халцедону. Однако они растворимы в слабой соляной кислоте и потому не могут быть образованиями кремнекислоты, а должны быть отнесены к гипсу. Гипсовая оболочка может иметь различную форму: либо это определенный центр в оболочках оолита, параллельный остальным центрам оболочек, либо ее расположение плохо согласовано с остальными оболочками оолита. Последнее бывает, когда гипсовая оболочка является наружной и граничит со свободным пространством поры или каверны. В этом случае она имеет обычную, более или менее правильно округлую границу с предыдущей оболочкой и совершенно неправильную внешнюю границу.

Лишь в редких случаях оболочки оолитов целиком принадлежат одному какому-либо из описанных типов. Обычно они сложны по строению и состоят из чередования чистых карбонатных и глинисто-карбонатных концентров. Чистые карбонатные концентры бывают в одних случаях пелитоморфны, в других — перекристаллизованы. Глинисто-карбонатные концентры то менее, то более глинисты и всегда пелитоморфны. Создается впечатление, что при раскристаллизации какого-либо концентра глинистый материал отодвигается в сторону, создавая, с одной стороны, концентр оболочки, обогащенный глинистым материалом, а с другой — концентр из чистого перекристаллизованного карбонатного вещества.

Число слоев оболочек оолитов может в отдельных случаях достигать до 5—6. Для каждого данного участка конкреции (для данного шлифа) характерно свое специфическое сочетание как видов оболочек, так и их количества (табл. III, фиг. 4, 5).

Местами оболочки могут охватывать не только одно ядро, но и два — три, образуя оолит более сложного строения. Некоторые оолиты при соприкосновении друг с другом обрастают общей оболочкой; несколько таких групп, в свою очередь, одеваются общей карбонатной оболочкой и т. д. (табл. III, фиг. 11). В итоге образуется пизолит.

Подобные же явления наблюдал А. Н. Заварицкий (1929) в пизолитах Карлсбада и верхнетретичных оолитах Кубанского района.

Цемент, скрепляющий оолиты между собой, бывает различных видов. Иногда он встречается в виде инкрустации по порам, которая переходит с одного оолита на другой и цементирует их. Это — цемент кристификационный. При непосредственном соприкосновении оолитов во время перекристаллизации они срастаются. Перекристаллизация карбонатных оболочек скрепляет и цементирует самые оболочки. Это — цемент соприкосновения. При сочетании оолитового типа с иными структурными типами конкреций встречаются и другие виды цемента, например, цемент заполнения пор, который попадает в черепковых конкрециях.

В заключение можно отметить, что среди наших оолитов лишь некоторые по своей форме являются типичными оолитами. Большинство же несколько отличаются от обычных оолитов меньшей правильностью и меньшей округлостью оболочек. Отчасти это объясняется тем, что они в большинстве случаев образовались в неподвижной или малоподвижной среде и не подвергались окатыванию, которое вместе с равномерным нарастанием, придает типичным оолитам правильную округлую форму. Может быть, учитывая не совсем правильную их форму, следовало бы назвать наши образования не оолитами, а как-нибудь иначе, но, пока подходящего названия нет, мы продолжаем пользоваться привычным термином «оолиты».

Оолитовый тип почти не отделим от следующего — пизолитового, с которым он постоянно встречается вместе.

## 6. Конкреции с пизолитовой структурой

Пизолитовый тип структуры конкреций — наиболее многообразный из обнаруженных в оз. Малиновом.

Под пизолитами мы условно подразумеваем образования, состоящие из ядер, покрытых несколькими замкнутыми со всех сторон концентрическими оболочками. Диаметр пизолитов колеблется от 2 мм до нескольких сантиметров (табл. II, фиг. 7). Пизолиты имеют в большинстве случаев неровную, округленно-бугристую, иногда как бы почковидную поверхность со смягченными округленными контурами.



Ядрами пизолитов служат сцементированный песок или слабо песчаная глинисто-карбонатная масса ила (табл. III, фиг. 12). Песчинки и другие зерна, входящие в состав ядер пизолитов, имеют форму от угловатой до окатанной. Их величина колеблется от нескольких микронов до миллиметра и более. Отсортированы они плохо и соответствуют полимиктовому песку, т. е. состоят из зерен кварца, обломков эффузивов и зерен полевых шпатов. Встречаются единичные зерна роговых обманок, эпидота и других минералов. Кроме песчинок, внутри пизолитового ядра попадаются комочки или сгустки глинистого или глинисто-карбонатного состава различной величины и формы; мелкие обычно более или менее округлы, более крупные чаще бывают неопределенной формы. Нередко внутри таких комочков располагаются в большем или меньшем количестве песчинки. Оолиты, встречающиеся в ядрах, обладают тем же характером оболочек, какой был описан выше.

Цементом, скрепляющим зерна в ядрах пизолитов, бывает глинистый материал, пелитоморфный глинисто-карбонатный, пелитоморфный карбонатный и перекристаллизованный карбонатный. Местами участки различного цемента резко отграничиваются друг от друга, и, не имея определенных очертаний, производят впечатление механических включений.

Многие ядра пизолитов имеют большее или меньшее количество пор, а песчинки, находящиеся здесь, обычно обросли карбонатной оболочкой и иногда напоминают настоящие оолиты.

Концентрические оболочки, покрывающие ядра пизолитов, разнятся как по своему составу, так и по строению.

По составу оболочки бывают глинисто-карбонатные, карбонатные и иногда гипсовые. Глинисто-карбонатные пелитоморфные оболочки состоят из тонкозернистой массы карбонатов с большей или меньшей примесью буроватого глинистого вещества. Они обычно пор не имеют и, чем более глинисты, тем менее прозрачны в шлифе. Чистые карбонатные пелитоморфные оболочки под большим увеличением кажутся перекристаллизованными, но с тонкокристаллическими зернами, размер которых редко превышает 3—6 микронов. Бросается в глаза, что все перекристаллизованные участки являются более или менее пористыми, в отличие от участков или концентров, обогащенных глинистым материалом. В некоторых случаях внешней оболочкой пизолита служит инкрустация по порам или оболочка, сходная с ней по своему строению.

Вся оболочка пизолита в целом представляет собой, как и в оолитах, чередование концентров различного состава и строения. Большей частью чередуются участки глинисто-карбонатные и чисто карбонатные, местами пелитоморфные и перекристаллизованные, более плотные или, в отличие от оолитов, сильно пористые. Переслаивание бывает тонким и более грубым. Местами число отдельных концентров, считая и тонкие, доходит до 15—16. В некоторых более толстых глинисто-карбонатных концентрах выделяются отдельные пористые участки с более или менее перекристаллизованным карбонатом. Местами оболочки могут прихватывать посторонние, по отношению к внутреннему ядру, зерна минералов или оолиты и обволакивать их, включая в общее строение данного пизолита. Получаются усложненные пизолиты с более неровной, чем обычно, бугристой поверхностью.

Каждый последующий концентр, или слой, своей внешней поверхностью несколько сглаживает неровности предыдущего. Таким образом, от одного концентра к другому оболочки постепенно сглаживают неровности ядра, хотя обычно полного сглаживания не происходит и внешняя поверхность пизолита остается округленно-бугристой. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что не всегда характер оболочек вокруг

данного пизолита одинаков со всех его сторон. Иногда с одной стороны оболочка обогащается глинистым материалом, в то время как с другой она бедна им, причем изменение характера оболочки происходит более или менее постепенно. Так как нередко концентрическое строение бывает заметно главным образом по чередованию глинистых и чистых концентров, то хорошо выраженные с одной стороны концентры как бы исчезают на другой стороне, где их оказывается значительно меньше. В некоторых случаях, когда пизолиты более плотно соприкасаются между собой, чередование глинистых и чистых карбонатных концентров может резко обрываться у места соприкосновения оболочки с соседним пизолитом (табл. III, фиг. 3).

Кроме карбонатных, у пизолитов довольно часто встречаются гипсовые оболочки, которые располагаются то внутри пизолита, то по наружной его поверхности. Гипс был определен оптически (в шлифе) и по растворению в соляной кислоте (под микроскопом). Гипсовая оболочка пизолитов обычно сложена тонкозернистой разновидью этого минерала, среди которой отдельные участки образованы неполными веерообразными гипсовыми сферолитами с характерным погасанием.

Цементируются пизолиты между собой разными способами. В одних случаях несколько пизолитов покрываются общей оболочкой, которая их цементирует, причем ее внешняя поверхность остается обычно мелкобугристой. В других случаях срастаются соприкасающиеся между собой оболочки различных пизолитов, повидимому, путем общей перекристаллизации карбонатного материала, так что в шлифе совершенно невозможно установить границу соприкосновения между оболочками двух соседних индивидуумов. Иногда пизолиты как бы прицементированы друг к другу или к какому-нибудь участку конкреции с другой структурой. Встречаются случаи, когда пизолиты не соприкасаются между собой вовсе и погружены целиком в цементирующую их пелитоморфную глинисто-карбонатную массу.

## **7. Конкреции с конгломератово-брекчиевой структурой**

Близка к пизолитовой структура брекчиевидная, или конгломератовидная. Сходство ее с пизолитовой структурой в морфологическом отношении выражается в том, что в обоих случаях участки породы образованы из обособленных агрегатов различной величины. Различие же между ними состоит в том, что в брекчиевидной структуре агрегаты, образующие породу, более разнообразны по форме и по величине. В этом типе структуры резко выражено механическое накопление материала, который затем спцементирован. По форме агрегаты нередко остроугольны и имеют вид обломков (табл. II, фиг. 8), но иногда агрегатами бывают цельные, более мелкие конкреции разной величины и с различной структурой. Отличительной чертой является неправильное нагромождение всего этого материала, не только не отсортированного по величине, но и беспорядочно расположенного по отношению друг к другу.

Агрегаты, как и пизолиты, окружены обычно концентрическими оболочками, которые под микроскопом сходны с оболочками пизолитов. В образцах, относящихся к этому типу макроструктуры, огромное количество пор и каверн, иногда довольно крупных.

В заключение характеристики конкреционных структур напомним, что большинство конкреций представляет собой сочетание двух-трех структурных типов и имеет смешанное строение. Часто в одной и той же конкреции один участок относится к пелитоморфному типу, а другой —

к пизолитовому или к оолитовому. Даже в пределах очень ограниченных участков могут соединяться признаки нескольких структурных типов. Так, в «каменоломне» наблюдаются все пять типов структур. В черепковых конкрециях из южной части озера были встречены песчаниковая, пелитоморфная и оолитовая структуры, последняя — в ее копролитовой разновидности. За косой найдены лишь песчаниковая и пелитоморфная структуры. Наибольшим распространением среди структур пользуется песчаниковая, за ней следует пелитоморфная, потом идут оолитовая и пизолитовая; наименее развита конгломератово-брекчиевая структура.

## 8. Химико-минералогический состав конкреций оз. Малинового

Для выяснения химико-минералогического состава конкреций оз. Малинового прежде всего были произведены карбонатные химические анализы их (табл. 5).

Из этих анализов видно, что кластическая часть (в анализе — минеральный нерастворимый остаток, или м. н. о.) конкреций колеблется от 0.88 до 53.92%, что связано со структурными типами образцов. Так, наибольшее количество м. н. о., равное 53.92%, обнаружено в обр. 8, который имеет песчаниковый тип структуры и содержит большое количество песка. Большой нерастворимый остаток обнаружен в образцах 1, 2 и 4, которые относятся к оолитовому и пелитоморфному типам структуры. В первом находятся в большом количестве песчинки, в четвертом — глинистый материал. Наоборот, наименьшее количество м. н. о. (0.88%) обнаружено в конкреционной корке: песчинки здесь отсутствуют почти полностью и имеется только небольшое количество глинистого материала. В связи с этим в подобных конкрециях обнаружены и большие количества карбонатов, которые мы пересчитали на  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$ .

Из данных, приведенных в таблице, видно, что количество  $\text{CaCO}_3$  в конкрециях колеблется от 25.95 до 73.53% и  $\text{MgCO}_3$  — от 10.84 до 33.46%. Чтобы исключить из расчетов случайное влияние кластического материала и получить сравнимые цифры, количество карбонатов кальция и магния было пересчитано на сумму карбонатов. Оказалось, что количество карбоната кальция колеблется в пределах от 58.84 до 83.89%, а карбоната магния — от 16.11 до 35.20%, причем их относительные количества не зависят от содержания кластического материала.

Эти соотношения хорошо выражаются кальцито-магнезитовым коэффициентом, т. е. отношением карбоната кальция к карбонату магния, которое обычно колеблется от 1.43 до 2.76 и лишь в одном случае равняется 5.21. Отсюда следует, что в конкрециях оз. Малинового имеется довольно высокое относительное содержание карбоната магния.

Ранее все осадки, в которых химическими анализами было обнаружено совместное присутствие карбонатов кальция и магния, рассчитывались на доломит, а избыток карбоната кальция — на кальцит. Лишь некоторые авторы толковали анализы по-другому. Юм, например, отмечал, что в гроздевидных выростах на доках Александрии, появившихся от воздействия магнезиальных солей морской воды на карбонат кальция, в бетонных блоках образуются карбонаты кальция и магния. Юм считал их не доломитом, а смесью карбонатов кальция и магния.

Только с применением термографии, рентгенографии и хроматической реакции на магнезит стало возможным легко отличать магнезит от доломита, после чего появился ряд работ, обнаруживших в осадках, наряду с кальцитом, и магнезит.

## Химические анализы конкреций оз. Малинового

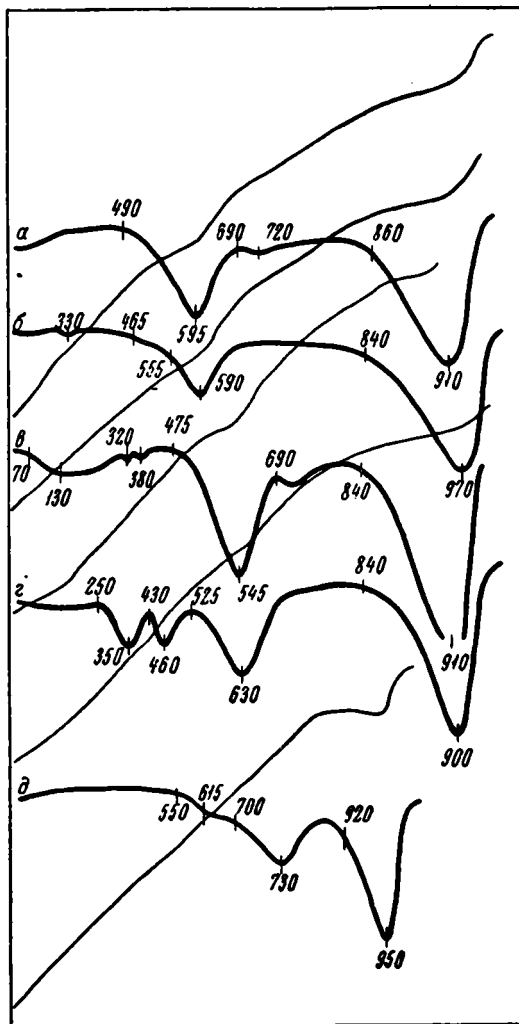
№ обр.	Место взятия и характеристика образца	Сумма	Минер. нераств. остаток	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	MgO остат.	В % по отношению к сумме карбонатов		CaCO <sub>3</sub> , MgCO <sub>3</sub>	
													CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>		
1	Каменоломня. Конкреции . .	98.01	52.48	1.81	0.17	16.88	6.57	20.10	0.29	29.91	14.32	0.20	67.62	32.38	2.09	
2	То же . . . . .	96.54	51.04	1.39		16.85	7.26	20.00		30.06	12.99	1.05	69.82	30.18	2.31	
3	» » . . . . .	95.76	8.99	0.51		33.84	12.37	40.05		60.39	25.85	0.01	70.03	29.97	2.34	
4	» » . . . . .	91.65	33.23	1.59		20.57	9.71	26.55		36.71	19.95	0.17	64.80	35.20	1.84	
5	Цементированные пизолиты	95.72	12.44	0.68	0.73	27.32	17.40	37.15	1.24	47.85	33.46	1.48	58.84	41.16	1.43	
6а	Конкреция { крупныe пизолиты в пелитоморфной массе . . . . .	95.84	9.94	0.89	0.68	34.80	11.03	38.50	1.16	61.25	22.17	0.43	73.42	26.58	2.76	
6б		мелкие пизолиты	95.83	5.55	1.18		41.20	8.20	39.70		73.53	14.12	1.45	83.89	16.11	5.21
6в		песчаник . . . . .	96.10	5.38	1.55		34.85	13.02	41.30		62.20	26.73	0.24	69.80	30.20	2.37
7	Каменоломня. Корочка с конкрециями . . . . .	87.53	0.88	0.32		33.64	14.91	37.78		60.04	21.81	4.48	73.35	26.65	2.75	
8	За косой. Конкреция из глубины . . . . .	94.52	53.92	2.24	0.52	14.90	5.87	17.07	0.88	25.95	10.84	0.68	70.53	29.47	2.39	

В 1945 г. Н. М. Страхов и А. И. Цветков (Страхов, 1945; Страхов и Цветков, 1944, 1946) обобщили как собственные, так и существующие в литературе данные по этому вопросу и показали довольно специфическое распространение магнезита, связанное с высокими степенями осолонения водоемов. Г. М. Бельковым был открыт магнезит в кунгурских отложениях башкирского Приуралья. В.Л. Ильинский, Г.С. Клебанов и Я. Б. Блюмберг (1936) указали на присутствие его в белых илах Кара-Богаз-Гола. В. В. Эпштейн отмечает избыток магнезита в осадках озер Звериноголовского и Горького-Введенского (1939, 1940). В солях Соликамского района магнезит установлен А. Е. Разумовской (микроскопически) и Ю. В. Морачевским (химически). Рентгеноскопически он был обнаружен в засоленных почвах Средней Азии Кудриным.

Совершенно естественно, что первой попыткой расшифровать минералогический состав карбонатов цемента изучавшихся нами конкреций были микроскопические определения. Лишь в исключительных случаях в конкрециях оз. Малинового встречались кристаллы карбоната достаточной для оптических определений величины, и в этих случаях был определен кальцит с показателем преломления (Ng), равным 1.658.

Подавляющая масса карбонатного цемента в конкрециях оз. Малинового находится в тонкозернистом пелитоморфном состоянии и оптически нами не могла быть определена. Поэтому пришлось прибегнуть к методам термоанализа (Берг, Николаев и Роде, 1944; Берг и Цуринов, 1942; Феодотьев, 1940; Цветков, 1949) и, где возможно, к хроматической реакции на магнезит (Разумова, 1939; Файгль, 1937).

Образцы конкреций были подвергнуты термическому анализу. Один, из каменоломни, представлял собой конкрецию с различной структурой отдельных участков. Эти участки и были подвергнуты анализу, в результате которого обнаружены 1) участок с песчаниковой структурой, 2) уча-



Фиг. 6. Термоквивые конкреций и рыхлых осадков оз. Малинового

а — крупные пизолиты в пелитоморфной массе; б — участок мелкопизолитовой и оолитовой структуры; в — участок с песчаниковой структурой; г — ил белый из-под конкреций близ каменоломни; д — ил белый близ косы

сток комбинированных структур — крупнопизолитовой и пелитоморфной, 3) участок мелкопизолитовой или крупнооолитовой структуры. Результаты термических анализов показали следующее. В конкреции из каменоломни участок с песчаниковой структурой, по данным химического анализа, содержит 26.73% карбоната магния и 62.2% карбоната кальция. Термокривая этого образца показала ясную эндотермическую остановку,ходящую до 545° и соответствующую магнезиту, и очень резкую эндотермическую остановку — до 910°, соответствующую кальциту. Кроме того, была получена слабая эндотермическая остановка при 700° с лишним, что может соответствовать ничтожно малому количеству доломита (фиг. 6).

Второй участок конкреции, содержащий пелитоморфную массу с крупными пизолитами, содержит 22.17% карбоната магния и 61.25% карбоната кальция.

На термокривой этого образца *a* ясно обозначалась эндотермическая остановка до 595°, соответствующая магнезиту, такая же, но еще более резкая — до 910°, соответствующая кальциту, и очень слабая — около 720°, что могло соответствовать, как и в предыдущем образце, ничтожному количеству доломита.

Третий образец этой конкреции с мелкопизолитовой структурой содержит 14.12% карбоната магния и 73.53% карбоната кальция.

Термокривая *b* показала ясную эндотермическую остановку до 590°, соответствующую магнезиту, и резкую — до 970°, соответствующую кальциту. В отличие от предыдущих двух образцов, здесь никаких намеков на доломит не обнаружено, хотя анализ производился несколько раз.

Может быть, это был наиболее чистый образец — здесь присутствуют только цементированные чистые оолиты и мелкие пизолиты, в которых никакого доломита нет. Следы доломита в двух других образцах можно объяснить механической примесью ила, с которым доломит мог попасть как в пелитоморфную, так и в песчаниковую часть конкреции.

Анализ песчаниковой конкреции из ила, взятого за косой, дал те же результаты, т. е. наличие магнезита и кальцита при отсутствии доломита.

Кроме указанных, были отмечены остановки при 480 и 250°. Они соответствуют разложению основных солей магния.

Установленное термоанализом наличие магнезита и гидромагнезита в конкрециях оз. Малинового было подтверждено хроматической реакцией на магнезит. Для получения этой реакции испытуемый образец кипятится 2—3 минуты в щелочном спиртовом растворе дифенил-карбазида, а затем промывается горячей водой до обесцвечивания промывных вод. Магнезит приобретает при этом розово-малиновую окраску, а кальцит и доломит не окрашиваются.

При проведении хроматической реакции на конкрециях оз. Малинового интенсивно розовое окрашивание подтвердило термические данные о наличии в них магнезита и гидромагнезита.

Анализ из разных частей одной и той же конкреции показывают также, что состав карбонатов весьма изменчив: в одной и той же конкреции кальцито-магнезитовый коэффициент колеблется от 2.37 до 5.21. Это показывает, что карбонаты отлагались очень неравномерно.

Для проверки такого заключения были соответственно обработаны образцы конкреций, в том числе и шлифы с оолитами, которые имели несколько карбонатных оболочек, пришлифовки с пизолитами и пр. (табл. IV, фиг. 2—3). Со шлифов конкреций с оолитами были сняты покровные стекла, а шлифы отмыты от канадского бальзама вначале бензолом, а затем спиртом. После этого шлиф был обработан, как обычно, дифенил-карбазидом и снова покрыт стеклом. Под микроскопом оказалось, что одни оолиты остались неокрашенными, в других же некоторые кон-

центры окрасились в малиновый цвет. Таким образом, магнезит не только в конкрециях вообще, но даже в каждом оолите откладывался обособленно. Пришлифовки с пизолитами окрашивались обычным путем в пробирке, куда помещались маленькие кусочки, отколотые от шлифовки. Здесь также было обнаружено, что не все оболочки красятся: нередко только наружная оболочка оказывалась покрытой тонким, но интенсивно окрашенным налетом. Иногда во внутренних частях оболочек можно было обнаружить окрашенный концентр, обычно очень тонкий и нередко слабее окрашенный, чем наружный.

Отдельные небольшие обломки различных конкреций оз. Малинового и их карбонатные корки также подвергались окраске. Шлифовки и отдельные обломки после обработки тщательно исследовались под лупой, а также под микроскопом, в отраженном свете. При этом обнаружилась следующая подробность: окрашенный слой обычно покрывает тонким налетом большую часть поверхности различных оболочек (оолитов, пизолитов, конкреций) как наружных, так и внутренних (пор, каверн). Окрашенное вещество не очень плотно облекает поверхность и довольно легко может быть удалено механически. Лишь местами оно более плотно. Под микроскопом можно обнаружить, что окраска не сплошная, а отдельными зернами или агрегатами, между которыми остаются неокрашенные места, чем и объясняется различная интенсивность окраски.

Если с этими данными сопоставить тот факт, что мы нигде не находили оптически определяемых зерен магнезита, можно прийти к заключению, что магнезит находится в очень тонкозернистом состоянии.

Таким образом, цементом, в точном смысле этого слова, в конкрециях является не магнезит, а только кальцит.

Кроме карбонатов, в цементе конкреций оз. Малинового нередко встречается и гипс в виде отдельных оболочек некоторых пизолитов и оолитов: о них более подробно говорится при описании оолитовой (стр. 34) и пизолитовой (стр. 35) структур конкреций.

## **9. Общая характеристика осадков оз. Малинового, включающих конкреции**

Осадки оз. Малинового в области нахождения конкреций представлены главным образом песками, а отчасти илами.

В засушливые годы летом в большей части озера осаждаются хлористый натрий, зимой же сернистый натрий, мирабилит, который к лету снова растворяется.

Илы и пески оз. Малинового в большей или меньшей мере являются карбонатными, что видно из приложенной таблицы их химических анализов (табл. 6).

Таблица показывает, что количество минерального нерастворимого в HCl остатка в рыхлых осадках озера колеблется от 14.85 до 89.18%. Этот остаток состоит, как и в конкрециях, из зерен полимиктового песка и алевроито-глинистого материала. Песчинки представлены в основном кварцевыми зернами; реже встречаются полевые шпаты, роговая обманка, эпидот; много обломков эффузивов.

По форме песчаные зерна различны — от остроугольных до окатанных; размеры их колеблются от алевроита до гравия. Нередко песчинки покрыты одной-двумя глинисто-карбонатными оболочками и представляют собой как бы зародышевые стадии оолитов.

Множество таких оолитов и пизолитов находится в белом карбонатном иле, вмещающем конкреции в каменоломне. Этот ил представляет собой белый рыхлый песчаный осадок с обилием карбонатов и гипса. Большая

№ обр.	Место взятия пробы	Характер образца	Сумма	Минер. нераств. остаток
1	Юго-восточная часть оз. Малинового	Песок черный . . . . .	94.89	59.05
2	Оз. Малиновое, каменоломня	Ил белый, из-под конкреций . . . . .	93.41	14.85
3	Там же, у косы	Ил белый . . . . .	100.3	51.28
4	Там же, севернее косы	Песок черный . . . . .	100.5	89.18
5	Там же	Ил белый, из-под конкреций . . . . .	95.22	55.4
6	» »	Гравий . . . . .	96.97	28.94

часть карбоната находится в тонкозернистом пелитоморфном состоянии, а меньшая образует оболочки вокруг песчинок. Число оболочек вокруг песчинок возрастает местами до четырех. Оболочки состоят из карбоната, который непосредственно возле песчинки находится в пелитоморфном состоянии. Иногда карбонат оболочки перекристаллизован и имеет размеры зерен до 0.017 мм, причем во всех этих случаях он оказывается кальцитом с показателем преломления  $n_g$ , равным 1.658. Если оолит имеет две оболочки, то нередко карбонат внутренней оболочки находится в пелитоморфном состоянии, в то время как карбонат наружной — перекристаллизован. При перекристаллизации глинистый материал, очевидно, оттеснялся в сторону, а потому с внутренней стороны перекристаллизованной оболочки всегда виднеется темная глинистая кайма.

Пелитоморфные оболочки обычно менее прозрачны, чем перекристаллизованные, что отчасти может зависеть от рассеянного в их массе глинистого материала. Глинистый или алевролитовый материал, как правило, присутствует в составе карбонатных оболочек оолитов, что видно из опытов при осторожном растворении карбонатных оболочек в HCl под микроскопом. Почти всегда вокруг освободившейся песчинки остается ободок тонкого глинистого материала или мелкие алевритовые зернышки.

Нередко вокруг карбонатных оболочек заметна каемка тонких гипсовых зерен.

Кроме оолитов, описанный ил содержит обизвествленные копролиты, а также агрегаты из двух, трех и более сцементированных оолитов, дающих начало пизолитам. Таких агрегатов в иле очень много, и они имеют самую разнообразную форму и величину, с постепенными переходами от пизолитов к более или менее крупным конкрециям. Судя по неправильной, иногда почти остроугольной форме некоторых из этих пизолитов, можно предположить, что они являются осколками более крупных конкреций, вокруг которых начали нарастать оболочки. Общих многослойных карбонатных оболочек эти пизолиты обычно не имеют и покрыты лишь одной, максимум двумя тонкими оболочками.

При морфологическом сравнении рыхлых осадков с конкрециями видно, что в рыхлых осадках оз. Малинового заключаются все структурные элементы, входящие в состав конкреций.

Исследование химико-минералогического состава карбонатов илисто-песчаных отложений дало интересные результаты.

Из приведенной таблицы химических анализов (табл. 6) видно, что количество карбоната кальция в них колеблется от 5.41 до 42.58%, а карбоната магния — от 3.56 до 40.64%.



## осадков оз. Малинового

R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	MgO остат.	CO <sub>2</sub> набыт.	В % по отношению к сумме карбонатов		CaCO <sub>3</sub> / MgCO <sub>3</sub>
										CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	
1.89	0.22	9.44	9.56	14.73	0.37	16.58	14.26	2.75	—	53.72	46.28	1.16
0.92	0.29	24.06	17.00	36.29	0.49	42.58	33.70	0.90	—	55.82	44.18	1.26
1.63	0.16	15.16	9.19	22.88	0.27	26.86	19.20	—	1.05	58.32	41.68	1.40
1.87	0.17	3.15	1.71	4.42	0.29	5.41	3.56	—	0.18	60.31	39.69	1.55
10.1	0.18	7.56	8.32	13.66	0.31	13.26	15.0	1.15	—	46.92	53.08	0.88
1.1	0.29	14.31	20.05	32.28	0.49	25.18	40.64	0.62	—	38.42	61.58	0.62

Исключив из расчетов случайное влияние кластического материала, получим колебание содержания карбоната кальция от 38.42 до 60.31%, а карбоната магния — от 39.69 до 61.58%, что вызовет колебание кальцито-магнезитового коэффициента от 0.62 до 1.55.

Сравнивая эти данные с цифрами, полученными для конкреций (табл. 5), нетрудно видеть, что относительное количество карбоната магния в илах заметно больше, чем в конкрециях, т. е. конкреции, по сравнению с рыхлыми осадками, обогащены карбонатом кальция. То же явление отмечалось для осадков Большого Соленого озера.

В связи с тем, что в рыхлых осадках оз. Малинового много карбоната магния, необходимо было выяснить его минералогическую форму. Методика работы была та же, что и при исследовании конкреций.

Исследованы были два образца белого карбонатного ила: один из каменоломни, из-под конкреций, а другой несколько севернее — близ косы.

В первом образце карбоната кальция оказалось 42.58% и карбоната магния 33.70%. Во втором — карбоната кальция 26.86% и карбоната магния 19.20%.

Соотношения карбонатов кальция и магния у них близки и равны 1.26 и 1.40. Однако результаты термического анализа получились различные (фиг. 6, *г* и *д*).

Образец белого ила из-под конкреций в каменоломне на термокривой (фиг. 6, *г*) дал ясные эндотермические эффекты — 350, 460 и 630°, соответствующие гидромагнезиту, и до 900°, соответствующий кальциту. Никаких признаков доломита в этом образце нет.

Образец белого ила, выступающего из продушины вблизи косы, несколько южнее ее, дал на термокривой (фиг. 6, *д*) иной результат: здесь имеется заметный эндотермический эффект при температуре в 615°; после некоторого затухания прогибание кривой усиливается и достигает максимума при 730°. Следующий ясный эндотермический эффект доходит до 950°.

Таким образом, здесь, наряду с некоторым магнезитовым (и, вероятно, кальцитовым), имеется определенный доломитовый эффект, что резко отличает этот образец от других образцов оз. Малинового. Не исключена возможность, что этот ил представляет собой вышедший из глубины через продушину более древний озерный осадок, в котором доломит образовался в процессе диагенеза.

При проведении хроматической реакции на магнезит на рыхлых осадках оз. Малинового было обнаружено, что илы и пески приобретают более или менее интенсивное розовое окрашивание, что подтверждает термические данные о наличии в этих осадках магнезита.

Образец белого карбонатного ила, взятый близ косы, при термоанализе оказался в значительной мере доломитным; при обработке на магнезит он окрасился в розовый цвет, хотя и слабее других. Очевидно, и в нем, наряду с доломитом, имеется магнезит.

При окрашивании более крупного песка с оолитами было обнаружено, что одна часть песчинок, покрытых карбонатной корочкой, приобрела розово-малиновый цвет, а другая осталась неокрашенной. Следовательно, некоторые песчинки были покрыты магнезитом, в то время как другие — каким-то другим карбонатом: кальцитом (арагонитом) или доломитом. Так как термические анализы в этом случае не показывают доломита, остается предположить наличие кальцита или арагонита.

Встречающиеся в иле из-под конкреций отдельные пизолиты ведут себя в отношении окраски так же, как оолиты: одни окрашиваются, другие — нет. Пелитоморфный материал этого ила весь равномерно окрашивается. Однако при просмотре под микроскопом в отраженном свете видно, что материал представляет собой смесь тонких окрашенных и неокрашенных зерен, т. е. магнезита и других карбонатов.

## 10. Условия образования оолитов и конкреций в оз. Малиновом

Прослеживая распространение конкреций и оолитов в озере, видим, что они, во-первых, всегда расположены в прибрежной полосе озерного дна и, во-вторых, тесно связаны с местами выходов грунтовых вод.

Связь конкреционных образований с контактом различных вод, в частности, связь их с грунтовыми водами, отмечалась и ранее многими авторами.

Так, еще в 1900 г. указывалось на связь карбонатных конкреций с грунтовыми водами, однако водам приписывалась роль лишь собирающих и переносящих агентов.

В 1926 г. А. И. Дзюнс-Литовский отметил в Доронинском содовом озере в Забайкалье связь известковых конкреций с выходами грунтовых вод.

В настоящей главе попытаемся выяснить, в чем заключается роль грунтовых вод в образовании конкреций оз. Малинового и почему местонахождения конкреций связаны с их выходами.

Еще в 1898 г. А. Бобятинский правильно подметил, что наибольшее количество родников расположено в различных озерах близ берегов, а в центре озер они почти полностью отсутствуют.

В оз. Малиновом наибольшее количество выходов грунтовых вод в виде небольших болот, а также продухов расположено вдоль берегов озера; к последним и привязаны местонахождения конкреций и оолитов.

Лишь в местах нахождения плоских черепковых конкреций у южного берега озера мы не могли проследить непосредственной связи их с выходом грунтовых вод, так как конкреции были найдены под тонким слоем новосадки, что свидетельствует об отсутствии в этих точках типичных «продугов» с большим количеством опресненных грунтовых вод. Однако все берега озера и здесь покрыты болотцами опресненной воды, которая может по поверхности грунта подтекать к озеру.

Второе местонахождение конкреций (и оолитов) — каменоломня — расположено приблизительно метрах в 100—130 от берега; в сухое лето здесь у берега тянется полоса пляжа около 75 м ширины, не покрытая солями. Продугов на этой полосе немного, а конкреций нет совсем.

Далее идет полоса около 50 м ширины, покрытая коркой новосадки с «попыньками» рапы. Следующая широкая полоса — около 150 м ширины — представляет собой как бы остров, на котором располагаются конкреции; она почти не имеет новосадки, лишь местами покрывающей ее в виде очень тонких корочек соли. В длину, параллельно берегу, полоса распространения конкреций в 2—3 раза больше, чем в ширину. Сюда проложены с берега мостки, и здесь производится добыча конкреций как строительного камня. Еще далее идет открытая поверхность рапы озера.



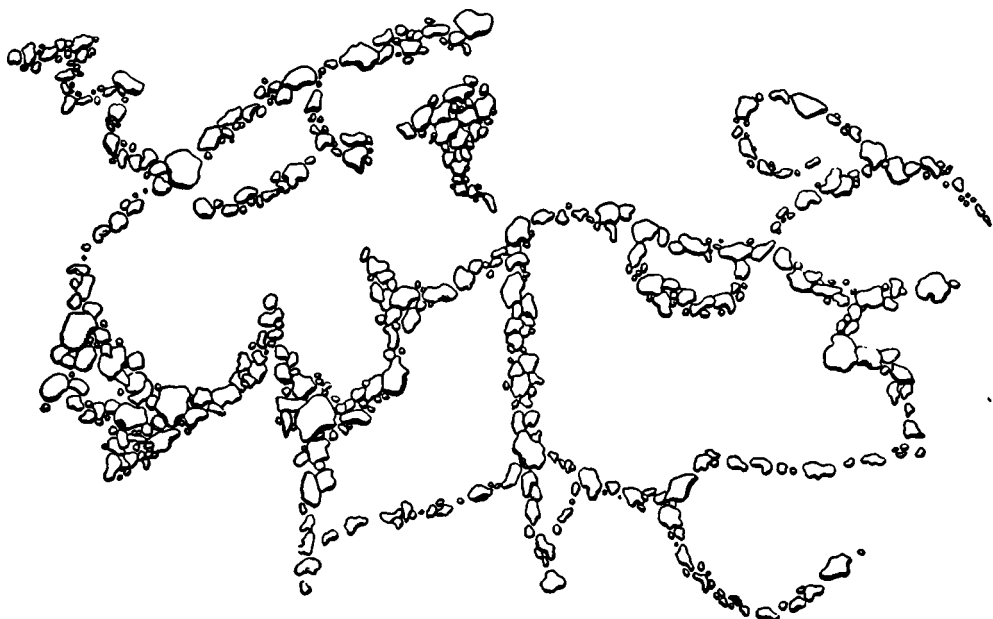
Фиг. 7. Оз. Малиновое. Конкреции за косой

В дождливое лето все местонахождение бывает залито водой, на поверхности которой торчат лишь наиболее крупные конкреции. В сухое лето большая часть площади «острова» занята мелкими и крупными лужами «пресных» (грунтовых) вод. В них местами сильно развиты микроскопические зеленые водоросли, в изобилии плавают *Artemia salina*, встречаются личинки комаров. Вода очень мягкая, щелочная. Таким образом, наличие связи конкреций с грунтовыми водами здесь несомненно. Однако, вследствие нарушения (при добыче) первоначального залегания конкреций этого местонахождения, проследить детали соотношений их с местами выходов грунтовых вод здесь не удастся. Наиболее отчетливо эту связь можно видеть на примере третьей группы конкреций — севернее косы, где они не подвергаются добыче.

Выходы грунтовых вод образуют здесь причудливую сеть. На некоторых петлях сети (в 30—50 м от берега) лежат отдельные, обычно мелкие конкреции, на других их больше, и, наконец, имеются такие места, где петли сети сплошь покрыты конкрециями. Вне такой сети конкреции не встречаются. Подобные россыпи конкреций находятся частью в воде, частью на осушенных участках озерного дна (фиг. 7, 8). Самые конкреции

находятся не только на поверхности грунта, но и на некоторой глубине, причем на глубине площадь их распространения несколько шире, чем на поверхности.

Обращает на себя внимание и связь конкреций с белым известковым илом: почти везде, где встречаются конкреции, этот ил лежит или в непосредственной близости к ним, иногда окружая их, или очень неглубоко под ними.



Фиг. 8. Оз. Малиновое. Схема расположения конкреций

Таким образом устанавливается тесная связь расположения конкреций с выходами грунтовых вод, а также приуроченность к тем же местам больших количеств карбонатов в иле.

Возникает вопрос: в чем же заключается сущность связи конкреций с выходами грунтовых вод? Для выяснения этого рассмотрим химический состав рапы озер и подтекающих грунтовых вод.

В табл. 7 дан химический состав подтекающих к озеру грунтовых вод (по данным Е. Н. Ивановой, 1935).

#### Химические анализы грунто

№ точки	Na выч.	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub>
172	66.7	10.9	42.2	24.8	9.6	150.03
	2.90	0.9	2.1	0.7	0.2	5.0
182	59.7	9.7	36.1	24.8	19.2	123.02
	2.6	0.8	1.8	0.7	0.4	4.1
376	46.0	28.0	56.2	123.1	52.8	75.01
	2.0	2.3	2.8	3.5	1.1	2.5
85	20083.3	25.5	12.0	20070.3	10484.9	275.15
	873.3	2.1	0.6	566	218.3	91.7

Сравнивая солевой состав грунтовых вод и рапы (табл. 1), видим, что некоторые грунтовые воды отличаются содержанием более или менее значительных количеств соды. Кроме того, при сравнении содержания Са и Mg в рапе озера и в близлежащих грунтовых водах можно отметить, что в рапе преобладает Mg, а в грунтовых водах почти всегда Са.

По отношению к общей сумме солей Са и Mg (особенно Са) находятся в большем количестве в грунтовых водах (табл. 8).

Под влиянием испарения, которое компенсируется подтоком грунтовых вод, и Са и Mg должны очень быстро накапливаться в озере, и, следовательно, весь этот избыток должен выпадать в осадок в виде карбонатов.

Растворимость карбонатов, в частности карбонатов Са, повышается в соленой воде, однако, по экспериментальным данным Камерона, различные соли могут влиять в противоположных направлениях, чем ставится определенный предел повышению растворимости карбоната Са. Этот предел лежит ниже 150 мг СаСО<sub>3</sub> на литр, а для растворов, содержащих большое количество СаSO<sub>4</sub>, — и много ниже 100 мг/л.

Твенхофел (1936) указывает в качестве максимальной растворимости СаСО<sub>3</sub> в морской воде при 17—18° С около 191 мг/л. По Уэллсу, растворимость СаСО<sub>3</sub> в морской воде при 1° С составляет  $\frac{118 \text{ мг/л}}{2.36 \text{ мг-экв/л}}$ , а при 26° С —  $\frac{98 \text{ мг/л}}{1.69 \text{ мг-экв/л}}$ .

Наряду с этим, работа Пиа (Pia, 1933, 1 и 2), И. Т. Данильченко (1932), его же совместно с Н. С. Спино (1933), в материалах экспедиции на «Садко» («Система угольной кислоты...», 1939) и др. указывается, что карбонат кальция обладает способностью давать довольно стойкие пересыщенные растворы. Эти авторы считают нормальной величиной растворимости СаСО<sub>3</sub> в соленой морской воде около 125 мг/л. Ими приводятся случаи, когда карбонат кальция содержится в количествах, пересыщающих воду (в Каспийском море 180 мг, в Красном озере — 213, в оз. Ак-Мечеть — 217). Такое пересыщение оказывается довольно устойчивым, и выпадение из этих растворов СаСО<sub>3</sub> происходит с большим трудом. Содержание СаSO<sub>4</sub> в растворах не указывается.

При концентрировании рапы у поверхности, в связи с летним испарением, может наступить настолько сильное пересыщение карбонатами Са и Mg, что неизбежно произойдет их осаждение. Согласно закону действующих масс, при концентрации рапы на садку карбоната Са окажет благоприятное воздействие концентрирование СаSO<sub>4</sub>, находящегося в растворе,

Таблица 7

ВЫХ ВОД ОЗ. МАЛИНОВОГО

NaCl	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>
40.9	0	14.2	0	0	105.99	37.95	105.1
0.7		0.2			2.0	0.9	2.1
40.9	0	28.4	0	0	79.50	33.74	90.1
0.7		0.4			1.5	0.8	1.8
116.9	71.4	0	48.1	20.4	0	0	125.1
2.0	1.5		0.8	0.3			2.5
33086.7	0	15505.2	0	0	4716.73	88.56	30.0
566		218.3			89.0	2.1	0.6

Таблица 8

## Сравнение содержания Са и Mg в рапе и грунтовых водах близ оз. Малинового

В о д а	В % на воду		В % на $\Sigma$ солей	
	Mg	Ca	Mg	Ca
Рапа озера . . . . .	ок. 0.52	0.01—0.04	1.0—3.4	0.1—0.2
Грунтовые воды близ озера . . . . .	0.01—0.017	0.03—0.07	3.6—12.0	13.0—25.0

а на садку  $MgCO_3$ — концентрирование  $MgSO_4$ . Кроме того, благоприятным обстоятельством окажется повышение температуры, уменьшающее количество свободной  $CO_2$  в рапе. Поэтому хемогенная садка карбонатов непосредственно из рапы должна осуществляться летом, в наиболее жаркое и сухое время.

В силу того же закона действующих масс особенно благоприятное влияние на садку карбонатов должно оказывать появление большого количества карбонат-ионов  $CO_3^{--}$ , что и наблюдается на некоторых местах выходов грунтовых вод, содержащих значительное количество соды. Такие воды резко отличаются по составу от обычных грунтовых вод (табл. 8).

Таблица 9

## Щелочной резерв и pH в грунтовых водах и рапе оз. Малинового

Место ваятия пробы	pH	Щелочной резерв			
		$CO_3'$	$HCO_3'$	Общая щелочность в пересчете	
				на $HCO_3$	на $CO_3$
Каменоломня. Вода в ямках под конкрециями	9.5	1412.14	1762.18	3197.85	2278.88
		47.07	28.88	75.95	75.95
То же . . . . .	9.5	1155.38	3106.71	4281.35	2683.35
		38.51	50.92	89.43	89.43
» » . . . . .	9.5	1283.76	1305.16	2610.31	1926.02
		42.79	21.40	64.19	64.19
» » . . . . .	9.5	1283.76	1501.14	2806.29	2022.34
		42.79	24.61	67.40	67.40
» » . . . . .	7.9	1155.38	2088.52	3263.16	2182.86
		38.51	34.23	72.75	72.75
» » . . . . .	7.9	898.63	2480.11	3393.72	2118.35
		29.95	40.65	70.60	70.60
Каменоломня. Рапа в озере близ конкреций	7.5	0	1696.92	1696.92	834.44
			27.81	27.81	27.81
Там же. Рапа в протоке между пляжем и конкрециями	7.6	0	1628.30	1628.30	800.83
			26.69	26.69	26.69

В «каменоломне» грунтовые воды подобного типа не только просачиваются сквозь грунт на месте образования конкреций, но и собираются в засушливое лето в углублениях, образовавшихся после извлечения крупных конкреций. Нами были определены на месте рН и щелочной резерв в этих водах и в ближайшей рапе (табл. 9), а в одной из проб воды из-под конкреций был произведен анализ воды (табл. 10).

Таблица 10

Химический анализ грунтовой воды из-под конкреций в оз. Малиновом

Na <sup>+</sup> выч.	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>''</sup>	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>
26726.9	430	35.7	32240	10150	2355.99	53172.49	14986.70	2196.20	1488.60	89.07
1162.04	35.3	1.78	909.6	211.0	78.52	909.6	211.0	41.44	35.3	1.78

Из этих определений видно, что щелочной резерв подконкреционных грунтовых вод в 2—3 раза больше, чем в окружающей рапе и других грунтовых водах оз. Малинового, а именно не меньше 63 мг-экв./л; рН в них также значительно выше: 7.9—9.5 в грунтовой воде и 7.5—7.6 в рапе.

Естественно, что в таких местах при соприкосновении щелочных содовых вод с рапой происходит массовая садка карбонатов Ca и Mg. Действительно, как отмечалось выше, у выходов грунтовых вод в илах наблюдается особенно большое содержание карбонатов (белые карбонатные осадки). Частицы карбонатов, прочно осевшие вокруг каких-либо центров, образуют оолиты и конкреции, а остальные выпадают в тонком, возможно аморфном, коллоидном состоянии. Этот тонкий карбонатный материал в большом количестве отлагается на месте, а часть его может вымываться волнами и разноситься по всему озеру, пополняя то количество карбонатов в осадках озера, которое образуется при концентрировании рапы. При цементации (частичной) выпавшего вблизи источника карбоната естественно образуются конкреции тех типов, какие были описаны выше.

Направление движения вод, скорость их протекания, состав и пр., очевидно, со временем менялись: то шло отложение материала, то вымывание, выщелачивание; отложение чистого карбонатного материала сменялось отложением материала, загрязненного глинистыми частицами.

Переносился, повидимому, не только тонкий карбонатно-глинистый, но и более крупный материал — оолиты, пизолиты. Одним из признаков переотложения пизолитов может служить их своеобразная сортировка, например наличие группы крупных пизолитов, близ которой расположено скопление более мелких, и т. п.

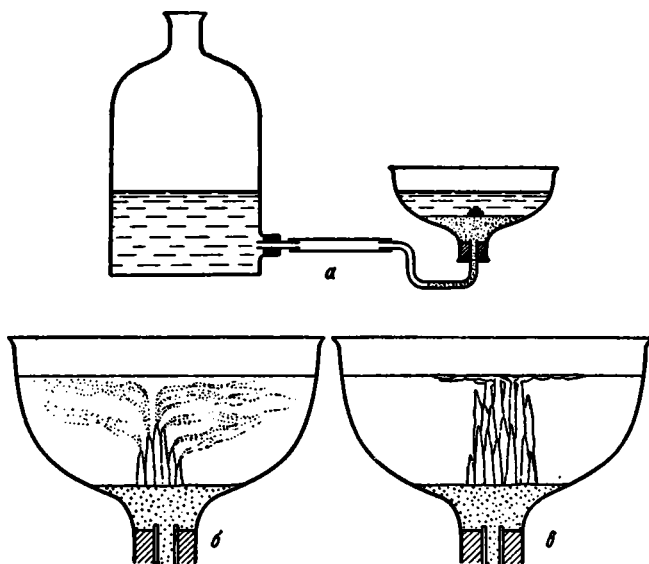
Для толкования других деталей истории формирования конкреций данных пока мало.

Приведенный разбор показывает, какое место занимают описанные нами конкреции в отношении других конкреций с точки зрения их генезиса. Обычно принято думать, что конкреции образуются в процессе диагенеза путем перераспределения уже отложенного вещества; почти все описывавшиеся ранее конкреции относятся к этому типу.

Конкреции же оз. Малинового резко отличаются от этого типа тем, что здесь садка карбонатов, образующих конкреции, происходит за счет воздействия на рапу подтекающих содовых грунтовых вод с привнесом нового материала.

Для проверки этого положения экспериментом нами были поставлены опыты искусственного получения конкреций.

Раствор, соответствующий рапе оз. Малинового, был приготовлен на водопроводной воде, в которой было некоторое количество растворенного Са. «Озеро» было сделано из обрезанной верхней части бутылки, перевернутой горлышком вниз (фиг. 9, а). Горлышко было заткнуто пробкой и посредством трубок соединено с тубусной бутылкой, в которой находился 3%-ный раствор соды («грунтовые воды»). В «озере» над пробкой был насыпан песок («грунт»), предварительно обработанный соляной кислотой и промытый для удаления карбонатов. «Грунтовые воды» были налиты с таким расчетом, чтобы уровень их соответствовал примерно уровню «рапы» «озера».



Фиг. 9. Опыт искусственного получения конкреций  
а) — схема [всей установки; б и в — постепенный рост конкреций]

Вся система была поставлена в помещение, где поддерживалась температура 30—35° С. С поверхности «озера» шло испарение, а недостача непрерывно пополнялась из тубусной бутылки, в которую время от времени добавлялась «грунтовая вода». Таким путем был осуществлен подток инородных «грунтовых вод» в «озеро».

Спустя некоторое время можно было наблюдать следующее явление. Над песком начали вырастать твердые белые трубочки, над которыми были видны струйки мутнеющего при вытекании раствора, как бы дымящегося над трубчатыми образованиями. Муть расходилась по всему водоему и частью вызвала образование пленки на поверхности рапы, частью же падала на дно (фиг. 9, б, в). Некоторые, обычно крайние, трубки раньше других прекращали свое действие, повидимому, благодаря закупориванию отверстий, и все сооружение напоминало собой термитник или пень дерева, расширяющийся книзу. Трубочки постепенно росли, и когда это коническое образование доросло до поверхности «озера», то соединилось с плавающей по поверхности пленкой карбоната. Последняя продолжала утолщаться, и все образование приобрело вид гриба с большой плоской и тонкой шляпкой. Такой «гриб» образовался уже на вторые сутки, но процесс длился еще несколько дней и закончился примерно на седьмой день. Через две недели опыт был остановлен. При снятии шляпка была обломана, но остальное образование удалось осторожно вынуть и



промыть в дистиллированной воде (табл. V, фиг. 1). При этом было обнаружено, что, кроме чисто карбонатного поверхностного образования, поверхность грунта на месте выхода грунтовых вод покрылась карбонатной корочкой, а самый грунт частично зацементировался, как это видно на снимке.

Таким образом был схематично воспроизведен процесс образования конкреций, который подтвердил принципиальную возможность химического происхождения конкреций в определенных физико-химических условиях, по тем принципам, которые были нами отмечены. Конечно, в природе эти процессы идут в более сложной обстановке, что приводит к тому разнообразию конкреций, которое мы встречали в оз. Малиновом.

Так как в этом опыте процесс шел очень быстро и вскоре привел к переходу «рапы оз. Малинового» в содовую, к тому же опыт ставился при явной недостатке Са, то он был повторен в несколько измененных условиях: содовый раствор был взят вчетверо слабее (0.75%), а в рапе «озера» был растворен гипс. Кроме того, в виду плохой его растворимости, на дно «озера» было положено несколько тонких пластинок кристаллического гипса (марьино стекло). В остальном опыт ставился так же, как и предыдущий. На этот раз процесс продолжался 20 дней, а опыт закончился на 45-й день.

В этом опыте на поверхности грунта сначала появилось неясное затверждение (корочка) и несколько белых, мелких, почти микроскопических, иногда ветвящихся трубочек. Затем корочка стала уплотняться, укрепилась, побелела и покрылась сплошным белым налетом, на котором возвышались небольшие, высотой в несколько миллиметров, одиночные трубочки и их группы. В этих трубочках очень отчетливо были видны верхние отверстия, в которых иногда скапливались пузырьки какого-то газа. Гипс постепенно весь растворился, а поверхность грунта покрылась тонким, рыхлым карбонатом. Последний плавал также тонкой пленкой на поверхности воды.

При внимательном рассмотрении новообразований обращает на себя внимание радиальный характер расположения удлиненных карбонатных кристаллов, из которых сложены эти корочки и конкреции. Уже в лупу были заметны многочисленные центры, вокруг которых располагались как бы щетки сферокристаллов или сферолитов. Такого же строения была и плавающая сверху корочка, в которой благодаря ограничивающей поверхности воды образовались полусферы.

Под микроскопом видно много сферолитов с крестообразным погасанием, а вокруг них небольшие комочки, в которых карбонат расположен беспорядочно. Сферолиты группируются вокруг разных предметов (например, волокон) или же сростаются по несколько вместе.

При снятии опыта часть песка оказалась зацементированной. Образовавшиеся трубочки очень напоминают те, которые описываются ниже, при характеристике губчатых конкреций из грунтов оз. Иодного (табл. V, фиг. 2).

Из этих опытов видно, что при просачивании сквозь грунт растворов соды некоторая часть образовавшегося карбоната успевает осесть в качестве цемента конкреций, а другая в виде мути носится в воде, пока не оседет в рыхлом состоянии. Этот осадок только в случае перекристаллизации может дать корочки.

В открытых водных пространствах большое значение приобретает процесс перемешивания воды. Так, в отношении карбонатов можно сказать, что при быстром втекании раствора карбонатный осадок в момент образования оказывается взвешенным в воде, как бы взмученным, и только чрезвычайно медленно может оседать в виде тонкозернистого

материала. Та часть карбонатов, которая успевает выделиться при медленном просачивании сквозь грунт, почти не взмучивается и имеет возможность в момент выделения «прирасти» к какому-либо субстрату или осесть на месте и перекристаллизоваться.

Так возникает цементация тех или иных участков грунта, образование оолитов, корочек, конкреций и пр.

Так как зона смешивания грунтовых и озерных вод не может быть очень мощной и чаще всего является очень тонкой, расположенной близ выхода грунтовых вод на поверхность донных отложений, то естественно, что конкреции и образуются в этой зоне у поверхности осадков.

#### Глава IV

### КОНКРЕЦИИ СОДОВЫХ ОЗЕР — ИОДНОГО, КРИВОГО И НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ — В СОЛЯНООЗЕРНОЙ СТЕПИ

#### 1. Конкреции оз. Иодного

В качестве примера конкреций содовых озер опишем конкреции оз. Иодного.

Встреченные нами вдоль южного берега озера, они описываются впервые; никаких данных об их нахождении в литературе нет.

По внешнему виду среди них различают два типа: губчатые и желваковые, которые мы опишем отдельно.

##### 1) Губчатые конкреции

Встречены в единственном пункте, у середины южного берега озера, в закопушке на осушенной части дна.

Разрез закопушки представляется сверху вниз в следующем виде:

Мергель серый, с большим числом мелких известковых конкреций . . . . .	15 см
Мергель красновато-серый, тоже с конкрециями. Здесь найдена фауна мелких гастропод (в цельном виде) . . . . .	около 20 см
Ил белый, с огромным числом погруженных в него губчатых конкреций разной величины. Видимая мощность . . . . .	около 35 см

Внешне губчатые конкреции представляют собой небольшие (до 7—8 см в диаметре) известковые тела с множеством бесформенных каверн, пор и микропор, а также с огромным количеством трубчатых ходов разного диаметра — от едва заметных до превышающих 2 мм.

Часть этих губчатых ходов целиком находится в толще самой конкреции; концы других, в виде обособленных трубок, торчат из общей массы конкреций (табл. VI, фиг. 1). Трубочки отдельных участков конкреций ориентированы примерно в одном направлении, т. е. они относительно параллельны друг другу. Внешняя стенка подобных трубочек покрыта бесформенными выступами и углублениями и шероховата; внутренняя — более или менее гладкая.

Вся масса конкреций, изобилующая мелкими острыми выступами, может быть охарактеризована как шершавая, бородавчатая, а поверхность ее, из-за бесчисленных тончайших пор, — как матовая. Цвет всей конкреции светлосерый, почти белый.

Местами в толщу конкреций вцементированы обломки раковинок гастропод, и в лупу заметны весьма редкие отдельные песчинки. При раство-

рении в HCl небольшого кусочка хорошо отмытой от ила конкреции на дне пробирки остается немного тонкого песка, а жидкость над ним становится мутной от взвешенных в ней глинистых частиц.

Микроскопически вещество, образующее конкрецию, представляет собой пелитоморфную глинисто-карбонатную массу, состоящую из отдельных крупных и мелких комочков и сгустков, сцементированных крупнокристаллическим кальцитом. Комочки местами содержат полимиктовый песок такого же состава, как и в описываемых ниже песчаниковых конкрециях (табл. VII, фиг. 1).

Пространства между сгустками представляют собой поры, стенки которых нередко инкрустированы кальцитом с размером зерен до 0.15 мм.

Можно отметить одну характерную особенность описываемых конкреций, общую с другими конкрециями оз. Иодного, а именно — неравномерное распределение кальцита вокруг каких-либо центров. Так, если карбонат выделяется возле отдельных песчинок, то не равномерно вокруг них, а с какой-либо одной стороны — повидимому, там, где проходил ток жидкости. То же самое можно заметить и в более крупных порах — выкристаллизовавшийся карбонат распределен неравномерно: в то время как у одной стенки поры его может скопиться очень много, у другой — почти ничего. Карбонатный цемент, в отличие от такового в оз. Малиновом, повидимому, свободно кристаллизуется в порах и постепенно заполняет их.

## 2) Желваковые конкреции

Внешне желваковые конкреции оз. Иодного имеют неправильные очертания, несколько уплощены и вытянуты. Большинство конкреций угловаты, с острыми углами, т. е. имеют типичный щелнообразный вид. Размеры их колеблются от нескольких миллиметров до 25—30 см в поперечнике.

Поверхность конкреций усложнена всевозможными выступами — округлыми, шишковатыми или угловатыми. Нижняя поверхность имеет различные сосковидные выступы и неровности. Свободные участки поверхности, и наружной и внутренней (в кавернах), нередко покрыты натечной коркой, которая иногда образует округлые формы натечков.

Основу конкреций составляет обычно полимиктовый песчаник с почти чистым карбонатным цементом. Зерна песчаника разнообразны по величине и по форме. Встречаются и окатанные и угловатые зерна, очень часто изъеденные и замещенные, местами целиком, карбонатом. Диаметр зерен от 0.017 до 1 мм. Обычно более крупные зерна лучше окатаны. В основном зерна минералов представлены кварцем, реже — обломками эффузивов; еще реже встречаются плагиоклазы и единичные зерна роговой обманки и эпидота. Изредка наряду с песчинками встречаются глинисто-карбонатные комочки более или менее округлой формы.

Цемент в конкрециях не одинаков по своему характеру и обладает различным соотношением с обломочным материалом: иногда он заполняет поры сплошь, лишь местами сохраняя в них свободные полости; в этом случае цемент обычно тонкозернист и размер его зерен едва достигает 1—3 микронов. Местами, главным образом окаймляя поры, встречаются скопления крупных кристаллов карбоната. Этот вид цемента встречается обычно в тех случаях, когда минеральные зерна мелкие. Если же они более крупны, между ними остается множество пор разной величины и формы, и цемент приобретает характер крустификационного.

Второй структурной частью желваковых конкреций являются, как указывалось, натечные образования. Некоторые конкреции этого водоема

почти целиком состоят из натеков, имеющих самую разнообразную форму (табл. VI, фиг. 2).

Наиболее часто натёки покрывают или замещают различные растительные остатки, которые в оз. Иодном находятся в большом количестве. Так, различные стебельки, корешки и волокна покрываются натечной карбонатной корочкой, а растительная ткань либо также замещается карбонатом либо разлагается, оставляя пустоту в виде полых трубочки. Иногда карбонат сохраняет внутреннее строение растительных остатков. Изредка попадаются не разложившиеся полностью растительные остатки, подобными тем, которые остаются и после растворения всего образования в HCl.

Натёки, или обрастания вокруг растительных остатков, обычно имеют продолговатую форму, сходную с формой корешков и веточек или червеобразно изогнутую. Иногда конкреция почти нацело состоит из таких червеобразных обрастаний (табл. VI, фиг. 3, 4; табл. VII, фиг. 2, 4).

Микроскопически натёки на поперечных разрезах представляют собой волнистые округлые образования или агрегаты с удлинёнными, радиально расположенными крупными кристаллами карбоната, имеющими погасание сферолитового типа (табл. VII, фиг. 3, 5, 6). Нередко эти агрегаты представляют собой многослойную массу с чередованием многочисленных концентрических прослоев различной прозрачности. Получается как бы чередование чистых карбонатных и темных, иногда почти черных прослоев, возможно, с углистыми остатками. Степень прозрачности, возможно, зависит от примеси тончайших глинистых частей, так как при растворении в HCl остается очень тонкая нерастворимая мусть.

Червеобразные натёки часто характеризуются таким же строением, но, кроме того, они всегда имеют открытую или заполненную карбонатом внутреннюю полость, которая иногда окаймлена пиритом в виде очень мелких шариков.

Кристаллы карбоната нередко достигают нескольких миллиметров и оптически всегда определяются как кальцит.

Натёки обычно покрывают свободные от ила поверхности конкреции в виде своеобразной корки, а также стенки всех внутренних полостей (каверн, трещин), причем нередко в трещинах или кавернах с одной стороны образуется довольно толстая натечная корка, в то время как с другой она лишь слабо намечается.

Очень часто поверхность натеков не сохраняется гладкой, а покрыта друзами удлинённых кристаллов карбоната. Нередко кристаллы покрывают поверхность натеков почти сплошной щеткой, что особенно характерно не для наружных поверхностей, а для внутренних — в кавернах и трещинах. Микроструктура их сходна с микроструктурой натеков. Количественные соотношения между песчаниковой частью конкреции и натёками сильно варьируют. В одних случаях преобладает песчаниковая основа, в других — натёки. Так, можно видеть, с одной стороны, песчаники с натёками по внешней поверхности и по стенкам пор, с другой — сильно кавернозные конкреции, почти сплошь состоящие из натеков различной формы, в которых встречаются лишь отдельные небольшие участки песчаника.

Характерными чертами всех конкреций оз. Иодного, роднящими их с конкрециями оз. Малинового, являются очень большие пористость и кавернозность. Кроме них, можно отметить и черты, не свойственные конкрециям оз. Малинового. Это, во-первых, своеобразная трубчатая форма пор у губчатых конкреций, которая могла образоваться путем отложения извести по растительным остаткам. У желваковых конкреций такая форма пор возникала при отложении извести вокруг отверстий, по которым проходил вода или газ, или же вокруг растительных остатков. Местами це-

Таблица 11

Химические анализы конкреций оз. Иодного

№ обр.	Характер образца	Сумма	Минер. нераств. остаток	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	MgO остат.	В % по отношению ко всем карбонатам		СаСО <sub>3</sub> , MgCO <sub>3</sub>
													СаСО <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	
1	Конкреция	98.72	28.77	1.38	0.55	36.73	1.69	29.60	0.94	64.86	2.07	0.70	96.90	3.10	31.19
2	»	99.23	21.75	1.17	0	40.77	2.39	33.15	—	72.77	2.20	1.34	97.12	2.88	33.08
3	»	97.93	32.95	0.40	—	35.76	0.37	28.45	—	63.82	0.75	0.01	98.84	1.16	85.09
4	»	96.23	20.76	1.50	—	38.22	3.80	31.95	—	68.21	3.76	2.00	94.78	5.22	18.44
5	Конкреция и натечи	96.62	3.58	0.86	0.25	49.19	2.84	39.90	0.43	87.47	2.76	1.52	96.94	3.06	31.69
6	Натечные конкреции	99.20	23.80	0.93	—	39.75	1.79	32.93	—	70.94	3.33	0.20	95.56	4.44	21.00
7	Конкреция	94.16	8.84	2.46	Следы	44.39	3.27	35.20	Следы	79.23	0.69	2.94	99.13	0.87	114.83

лые участки конкреций состоят только из образований подобного вида. Во-вторых, для желваковых конкреций оз. Иодного чрезвычайно характерно большое развитие друз удлиненных кристаллов кальцита, которые местами покрывают натечи на стенках каверн сплошной щеткой. Эти кристаллы располагаются обычно группами (друзами) вокруг каких-то центров настолько густо, что почти сплошь покрывают поверхность натечков в кавернах. В-третьих, натечи обычно состоят из радиально расположенных крупных карбонатных кристаллов, имеющих, как правило, погасание сферолитового типа.

Для всех конкреций оз. Иодного характерно наличие гораздо более крупных кристаллов карбоната, чем для конкреций оз. Малинового.

### 3) Химико-минералогический состав конкреций оз. Иодного

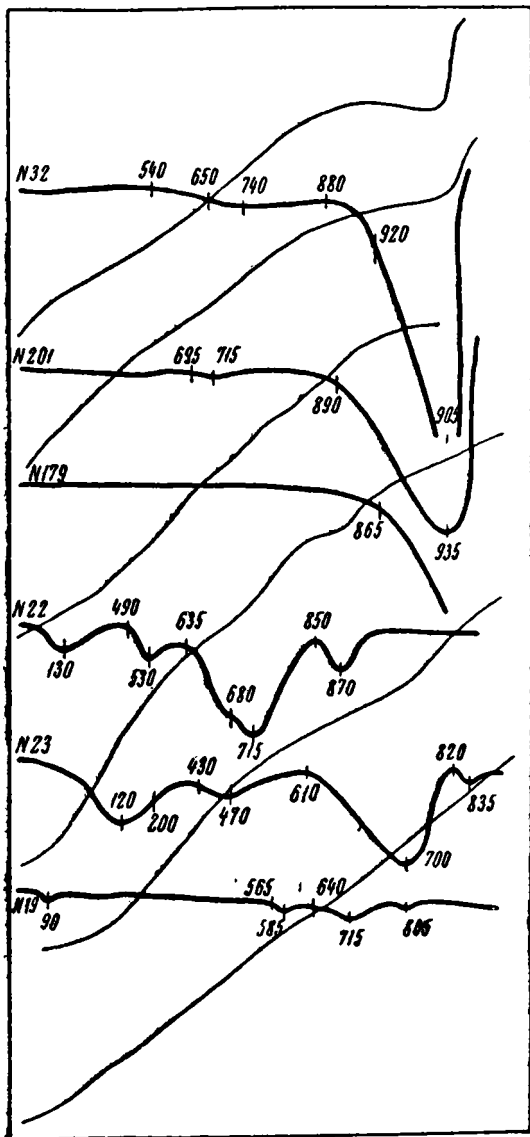
Для выяснения химико-минералогического состава карбонатного цемента конкреций оз. Иодного, как и для конкреций оз. Малинового, были произведены карбонатные химические анализы (табл. 11).

Эти анализы прежде всего показали, что конкреции оз. Иодного отличаются довольно высокой карбонатностью при малом проценте минерального нерастворимого остатка, обычно в пределах 2—3 десятков процентов и ниже.

Количество карбоната кальция колеблется от 63.82 до 87.47%, а карбоната магния — от 0.69 до 3.76%.

Если исключить из расчетов минеральный нерастворимый остаток и высчитать процент каждого карбоната по отношению к сумме карбонатов, то соответственно получим количество карбоната кальция от 94.78 до 99.13%, а карбоната магния — от 0.87 до 5.22%, т. е. карбоната магния здесь очень мало.

Если выразить те же соотношения через кальцито-магнезитовый коэффициент, получим колебания от 18.14 до 114.83%. Несмотря на малое количество карбоната магния, все же интересно было выяснить, какие карбонатные минералы присутствуют в конкрециях оз. Иодного.



Фиг. 10. Термокривые конкреций и рыхлых осадков оз. Иодного  
№ 32, 201, 179 — конкреции; № 22, 23, 19 — рыхлые осадки

Оптический анализ, как уже указывалось выше, везде показал только кальцит. Поэтому были проделаны термические анализы, которые дали, в сущности, четкое указание только на кальцит (фиг. 10); последний и является цементом конкреций оз. Иодного. Вкратце результаты термического анализа этих конкреций могут быть изложены следующим образом.

1) Конкреция (обр. 8) с содержанием карбоната магния 0.69% и карбоната кальция 79.23% дала очень резкий эндотермический кальцитовый эффект при 905° и очень слабый при 740°.

2) Взятые с конкреций натеки (обр. 5) с содержанием карбоната магния 2.73% и карбоната кальция 87.47% также показали на термокривой резкий эндотермический эффект при 935°, соответствующий кальциту, и очень слабый при 715°.

3) Третий образец конкреций (№ 2) с содержанием карбоната магния 2.20% и карбоната кальция 72.7% дал только эндотермический эффект при  $t > 865^\circ$ , что соответствует кальциту.

Эндотермический эффект в первых двух образцах при 740 и 715° настолько слаб и неопределен, что трудно решить, может ли он относиться к небольшому количеству доломита.

Хроматическая реакция на магнезит в конкрециях оз. Иодного дала отрицатель-

ный результат. Это может указывать либо на то, что небольшое количество карбоната магния, присутствующее в конкрециях, находится там не в свободном состоянии, а в каком-то связанном, возможно в виде доломита, либо на то, что  $MgCO_3$  в образце слишком мало и он не отзывается на хроматическую реакцию вообще.

#### 4) Общая характеристика осадков оз. Иодного и сопоставление их с конкрециями

Осадки оз. Иодного представлены песками, илами и местами мергелем, а в засушливые годы новосадкой хлористого натрия и частично сульфата натрия. Зимой в озере возможна садка сернокислого натрия и соды, которые к лету снова растворяются.

Илы и пески оз. Иодного карбонатны, причем карбоната больше всего в иле у берегов, где выходят грунтовые воды. В песке и в иле посредине озера карбонат содержится в меньшем количестве (табл. 12).

Как видно из таблицы, соотношения минерального нерастворимого остатка и карбонатов в рыхлых осадках обратны таковым в конкрециях. Так, нерастворимого остатка здесь от 32.34 до 94.37%, а из карбонатов — карбоната кальция от 1.77 до 38.03%, карбоната магния от 0.82 до 17.28%.

Исключив из расчетов минеральный нерастворимый остаток, получим для карбоната кальция от 49.09 до 73.85%, а для карбоната магния — от 26.15 до 50.91%. Кальцито-магнезитовый коэффициент соответственно равен от 0.96 до 2.79, что значительно ниже, чем в конкрециях, где он колеблется от 18 до 114. Таким образом, конкреции очень сильно обогащены карбонатом кальция по сравнению с рыхлыми осадками. Это целиком согласуется с тем, что наблюдалось в оз. Малиновом, и выражено даже резче, чем у последнего.

Нерастворимый остаток представлен глинисто-алевритовым материалом и полимиктовым песком примерно того же состава, что и в конкрециях (см. выше).

Карбонат в иле представлен мельчайшими кристалликами (изредка игольчатыми), повидимому кальцита, размером в 1.5—3 микрона. Точно оптически определить их не удалось.

Было проделано несколько термических анализов рыхлых осадков оз. Иодного (фиг. 10), давших следующие результаты.

1. Образец ила из западной части озера у южного берега (у гати, обр. 2) содержит 33.03% карбоната кальция и 13.62% карбоната магния. На термокривой видны эндотермические эффекты — магнезитовый при 530°, кальцитовый при 870° и неизвестного генезиса при 715°. Прогиб кривой при 715° несоразмерно велик по отношению к кальцитовому прогибу при 870°, и потому его нельзя считать доломитовым. Здесь, очевидно, присутствует какой-то другой минерал, который, как считает Н. М. Стрехов, по аналогии с илами Танатарских озер может быть магнезиевым силикатом типа керолита.

2. Другой образец ила (№ 3) содержит 32.23% карбоната кальция и 17.28% карбоната магния. Здесь на термокривой почти полностью отсутствует магнезитовый эффект, кальцитовый при 835° довольно слаб, зато очень силен эндотермический эффект при 700°, который и здесь правильнее всего приписать керолиту.

3. Расположенный в западном углу озера белый осадок (обр. 1, «белая глина» по-местному) содержит карбоната кальция 4.05% и карбоната магния 4.2%. На термокривой видны небольшие, но ясные эндотермические прогибы при 585, 715 и 865°; первый можно считать магнезитовым, третий — кальцитовым, второй прогиб мог быть принят за доломитовый, но величина его чрезмерна. Возможно, что этот прогиб обусловлен керолитом.

Хроматическая реакция на магнезит дала в рыхлых осадках оз. Иодного отрицательный результат, что может быть обусловлено или его очень малым количеством, или же затушевыванием преобладающей массой

Химические анализы рыхлых осадков оз. Подного<sup>1</sup>

№ обр.	Место взятия пробы	Характер образца	Сумма	Минер. вераств. остаток	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	MgO остат.	В % по отношению ко всем карбонатам		CaCO <sub>3</sub> / MgCO <sub>3</sub>
														CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	
1	Западная часть озера . . . . .	Мергель беловатый	97.63	84.61	4.47	Следы	2.27	2.31	3.97	Следы	4.05	4.20	0.30	49.09	50.91	0.96
2	Гатъ у берега . . .	Ил	95.23	34.73	6.52	»	21.31	8.84	23.83	»	38.03	13.62	2.33	73.85	26.15	2.79
3	У конца гати . . .	»	96.10	32.34	8.21	»	18.06	14.30	23.19	»	32.23	17.28	6.04	65.12	34.88	1.87
4	Мостки . . . . .	»	96.28	63.55	5.40	»	7.11	7.78	12.44	»	12.69	13.15	1.49	49.11	50.89	0.97
5	Середина озера . .	»	94.99	72.89	2.31	—	6.82	5.25	7.72	—	12.17	4.54	3.08	72.83	27.17	2.68
6	Восточная часть озера . . . . .	»	90.11	49.41	6.22	Следы	9.99	9.68	14.81	Следы	17.83	13.36	3.28	57.17	42.83	1.33
7	Верх осадка . . . .	Песок	101.05	94.37	3.49	»	0.99	0.99	1.21	»	1.77	0.82	0.60	68.34	31.66	2.16

Анализы выполнены химической лабораторией Литологического отдела ИГН АН СССР и Центральной аналитической лабораторией ГИГКС'а.



темного глинистого материала. Следовательно, в отличие от конкреций в рыхлых осадках оз. Иодного, наряду с карбонатными минералами присутствует в большом количестве какой-то новый минерал, содержащий магний, возможно силикат его, типа керолита.

Вопрос о доломите следует считать открытым.

### 5) Происхождение конкреций оз. Иодного

Распространение конкреций в оз. Иодном очень близко по своему характеру к распространению конкреций в оз. Малиновом: они сосредоточены полосой вдоль южного (борового) берега озера, в мелководной полосе, нередко среди камыша.

Весь южный берег озера изобилует выходами грунтовых вод как в виде «продухов» (продушин) на дне озера, так и в виде болотцев на берегу у самой воды.

Конкреции разбросаны обычно группами, иногда вытянуты цепочкой, образуя причудливые петли сетки, в узлах которой обычно скапливаются более крупные группы конкреций; все это очень напоминает расположение в оз. Малиновом.

Нередко желваковые конкреции образуют россыпи остроугольных обломков вследствие растрескивания на части более крупных конкреций и последующего смещения их волнами.

Растрескивание может произойти при кристаллизации льда в холодное время года в различных мелких пустотках и случайных трещинках или при такой же кристаллизации солей в жаркое время.

Различные авторы указывают, что разрушающая сила замерзающей воды огромна и может оказывать действие, подобное взрыву. В зависимости от величины и количества пор действие морозного выветривания на породы обнаружится с разной силой и поведет к различному их измельчению. Так, в Исландии базальты с флюидалной текстурой разрушаются до пластин величиной в несколько квадратных дециметров, плотные полевошпатовые базальты — до гравия, а туфы — до пылеобразного состояния.

Местами можно видеть явное доказательство происхождения остроугольных осколков из более крупных конкреций — конкреции полностью разбиты трещинами на отдельные куски, еще не успевшие развалиться. Обычно отделение осколков происходит по плоскости, более или менее параллельной поверхности конкреции, — чешуеобразно, и потому большинство осколков имеет плитчатообразную форму.

На оз. Иодном труднее проследить характер непосредственной связи расположения конкреций с расположением продушин, так как почти все конкреции лежат здесь прямо в воде, притом мутной; южный берег обрывистый и лишь местами имеет не очень широкий пляж. Тем не менее связь местоположения конкреций с местами обильных выходов грунтовых вод несомненна и всюду бросается в глаза.

В табл. 13 приведены анализы рапы оз. Иодного и подтекающих к нему грунтовых вод по нашим данным и по данным Михайловской геолого-разведочной партии.

Сравнивая солевой состав грунтовых вод и рапы, мы видим, что в грунтовых водах имеются лишь ничтожные количества соды, в то время как в рапе ее много. Некоторые грунтовые воды совсем лишены соды, но содержат в растворе гипс.

При сравнении содержания Са и Mg в рапе озера и в близлежащих грунтовых водах можно отметить, что Mg как в рапе, так и в грунтовых водах мало, а Са мало в рапе, а в грунтовых водах, наоборот, до ольно много.

Здесь мы видим значительное сходство с процессами, происходящими в оз. Малиновом: там к водам, насыщенным карбонатами Ca и Mg, подтекают содовые воды и осаждают карбонаты Ca и Mg, частью образуя рыхлый карбонатный осадок, частью цементируя грунт в форме оолитов и конкреций; здесь, наоборот, в озере находятся содовые воды, а подтекают грунтовые воды с малым количеством Mg и гораздо большим — Ca. Mg, повидимому, лишь постепенно накапливается в рапе и затем выпадает в виде тонкого рыхлого осадка. Ca оседает частью в виде рыхлого осадка, образуя вместе с карбонатом магния озерные мергели, а частью цементирует осадки в виде конкреций; при этом много CaCO<sub>3</sub> нарастает вокруг растительных остатков, включая их в конкреции.

Наличие больших количеств соды создает ту щелочную физико-химическую среду, которая, повидимому, благоприятна для образования крупных кристаллов и сферолитов карбоната кальция. Это наблюдается в конкрециях и других содовых озерах, а частичное подтверждение подобных явлений в отношении образования сферолитов можно найти в работе Е. В. Рожковой и Н. В. Соловьева (1937): они приливали к растворам, содержащим соли Ca (или Mg), соду, которая осаждала соответствующие карбонаты. При этом необходимое для полного осаждения карбонатов количество соды приливалось в три приема: после первого приливания соды выпадал осадок коллоидного карбоната, который через короткое время собирался в сферолиты; последние через некоторое время исчезали, перекристаллизовываясь и распадаясь на отдельные кристаллы. После отфильтрования кристаллического осадка приливалась вторая порция соды, и те же явления повторялись. После третьего (последнего) приливания осадок доходил лишь до сферолитовой стадии и в таком состоянии благодаря избытку соды сохранялся очень долго. Повидимому, щелочная среда стабилизирует сферолиты, что мы и наблюдаем в конкрециях содовых озерах. В других озерах подобное явление отсутствует.

Небольшие примеси карбоната магния в конкрециях оз. Иодного могли содержаться в рыхлом осадке, который в дальнейшем, частично в виде примеси, был включен в конкрецию и зацементирован там.

#### Химические анализы грунто

№ обр.	Место взятия пробы	Характер образца	Na выч.	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>
1	В озере, близ конкреции	Рапа	$\frac{19743.38}{858.52}$	Следы	0	$\frac{23002.9}{648.70}$	$\frac{691.6}{14.40}$
2	Из-под конкреций	Грунтовая вода	$\frac{1112.36}{48.37}$	$\frac{22.9}{1.88}$	$\frac{68.1}{3.39}$	$\frac{815.6}{23.0}$	$\frac{978.8}{20.40}$
3	Колодец на берегу, против средней части озера	То же	$\frac{20.80}{1.30}$	Следы	$\frac{41.0}{2.04}$	$\frac{17.4}{0.49}$	$\frac{69.6}{1.45}$
4	Колодец у восточной части южного берега	» »	$\frac{2660.98}{115.71}$	$\frac{12.3}{1.01}$	$\frac{53.8}{2.68}$	$\frac{3038.9}{85.70}$	$\frac{1071.1}{22.30}$
5	Непосредственно в озере	Рапа	$\frac{68710.90}{2987.82}$	$\frac{39.9}{3.37}$	$\frac{1.0}{0.05}$	$\frac{68300.0}{1926.11}$	$\frac{35699.7}{743.28}$
6	Там же	»	$\frac{65177.18}{2834.16}$	$\frac{10.0}{0.83}$	$\frac{5.0}{0.25}$	$\frac{60400.1}{1703.33}$	$\frac{32199.7}{670.41}$

## 2. Конкреции оз. Кривого

Помимо оз. Иодного, конкреции в содовых озерах Соляноозерной степи встречены нами и в оз. Кривом. Здесь конкреции имеют неправильную, глыбообразную форму, иногда несколько более выпуклую вверх и вогнутую книзу, и лежат по поверхности рыхлого осадка озера, наполовину погруженные в него. Размер конкреций — от нескольких сантиметров до 30—40 см в поперечнике.

По макроскопическому строению они представляют собой сильно пористую и кавернозную массу, нередко трещиноватую. По трещинам, приблизительно параллельным поверхности, отщепляются остроугольные осколки, отчего форма конкреций обычно неправильно остроугольная (табл. VI, фиг. 5). Под лупой видно, что все каверны покрыты карбонатной корочкой, которая местами утолщена, значительно светлее по окраске, чем масса самой конкреции, и приобретает характер типичных округлых натеков. Основная масса конкреции при тщательном осмотре под лупой свежего разлома почти всегда кажется однородной, сплошной и состоит из равномерно расположенных крупных и мелких комков и сгустков, одетых карбонатной оболочкой. Местами на свежем разломе можно обнаружить внутри конкреции участки нецементированного или слабо цементированного ила, которые легко выкрашиваются. Если такие участки целиком были окружены натеком, то после выкрашивания остается натечная скорлупа в виде невысокого неровного барьера. Такие обломанные участки натеков встречаются в конкрециях нередко. Если разлом произошел давно, то обломанные края такой скорлупы затягиваются новыми натечными образованиями и становятся округленными.

Микростроение конкреций оз. Кривого представляется в следующем виде: это небольшие агрегаты глинистых или глинисто-карбонатных комочков или сгустков (крупных и мелких), иногда в свою очередь соеди-

Таблица 13

вых вод и рапы оз. Иодного

CO <sub>2</sub>	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>
5863.58	37921.06	1022.79	Следы	0	10356.67	0	0
195.42	648.70	14.40			195.42		
307.25	1344.51	1448.95	0	0	263.40	79.28	169.65
10.24	23.00	20.40			4.97	1.88	3.39
42.01	28.64	57.73	Следы	43.56	0	Следы	70.06
1.40	0.49	0.81		0.64			1.40
342.06	5009.76	1583.90	0	0	408.61	42.59	134.12
11.40	85.70	22.30			7.71	1.01	2.68
9657.11	112494.61	52792.95	0	0	16875.83	142.11	2.50
321.85	1926.11	743.28			318.43	3.37	0.05
13847.31	99571.56	47617.21	0	0	24400.88	35.00	12.51
461.50	1703.33	670.41			460.42	0.83	0.25

Химические анализы грунтов и конкреций оз. Кривого

№ обр.	Характер образца	Сумма	Минер. остаток	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	МгCO <sub>3</sub> остаток	Содерж. CO <sub>2</sub>	В % ко всем карбонатам		CaCO <sub>3</sub> MgCO <sub>3</sub>
														CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	
1	Большая конкреция	94.87	7.86	0.97	—	46.41	1.68	37.95	—	82.83	2.92	0.28	—	96.59	3.41	28.36
2	То же	93.96	3.89	2.16	—	43.68	2.53	36.70	—	77.96	4.64	0.31	—	94.39	5.61	16.80
3	Конкреция	97.01	6.50	1.34	0.97	42.76	6.79	38.65	1.65	75.10	10.79	1.63	—	87.44	12.56	6.96
4	То же	98.26	6.43	3.04	0.68	46.40	3.02	38.69	1.16	81.96	5.08	0.59	—	94.16	5.84	16.15
5	Из-под конкреции	95.42	20.53	8.40	Следы	30.06	6.05	30.38	Следы	53.65	12.60	0	0.19	80.98	19.02	4.26
6	Из верхний слой	95.41	46.28	8.89	Следы	10.05	11.15	19.04	»	17.94	21.37	0.93	—	43.64	54.36	0.84
7	То же	95.63	46.80	8.82	»	10.80	11.40	17.81	»	19.28	17.88	2.85	—	51.88	48.12	1.08
8	»	98.76	61.69	6.64	»	8.56	7.05	14.82	»	15.28	14.7	0	0.41	50.97	49.03	1.04
9	»	97.69	52.44	7.80	»	10.34	7.78	19.33	»	18.45	16.20	0	2.75	53.36	46.64	1.20

ненных в более крупные агрегаты, пространства между комочками и агрегатами представляют собой поры. Материал комочков тонкий, пелитоморфный; изредка попадаются небольшие песчинки, большей частью остроугольные. Поры покрыты различной толщины оболочками из чистых карбонатных зерен разной величины — от очень тонких до 0.2 мм. При большом увеличении видно, что большинство карбонатных зерен обладает удлинённой формой и расположено перпендикулярно той поверхности, на которой они сидят. Местами их расположение настолько плотное, что образуется натечная корочка, в которой отдельные зерна различить уже невозможно. Такая корочка дает погасание сферолитового типа. Оптическим путем все карбонатные кристаллы определяются как кальцит с показателем преломления, равным 1.659—1.661. При соприкосновении крустификационных оболочек пор между ними остается ясно заметный шов (табл. VII, фиг. 7).

Химико-минералогический состав карбонатного цемента конкреций оз. Кривого близок к таковому в оз. Иодном. Также отмечается высокая карбонатность конкреций по сравнению с рыхлыми осадками (табл. 14).

Количество минерального нерастворимого в HCl остатка колеблется в конкрециях от 6.43 до 8.89%, а в рыхлых осадках — от 20.53 до 61.69%. Количество карбоната кальция в конкрециях составляет от 75.10 до 82.83%, а в рыхлых осадках — от 15.28 до 53.65%. Соответственно количество карбонатов магния 2.92—10.79% и 12.60—21.37%.

Если исключить из расчетов минеральный нерастворимый остаток и высчитать процент каждого карбоната по отношению к сумме карбонатов, получим процент карбоната кальция для конкреций в пределах от 87.44 до

96.59%, а для рыхлых осадков — от 45.64 до 53.36% и лишь для одного образца (ила из-под конкреций) 80.98%.

Соответственно колеблется и относительное количество карбоната магния: в конкрециях — от 3.41 до 12.56%, а в рыхлых осадках — от 19.02 до 54.36%.

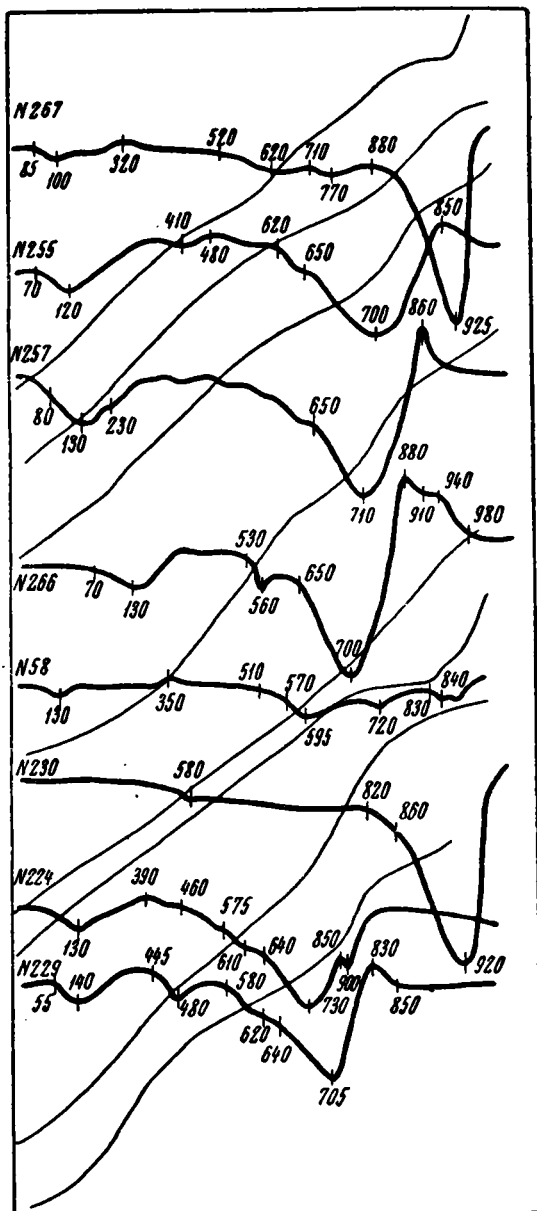
Соотношения карбонатов кальция и магния, выраженные в виде кальцито-магнезитового коэффициента, дают колебания для конкреций в пределах от 6.96 до 28.36, а для рыхлых осадков — от 0.84 до 1.20, и только в упомянутом выше образце ила из-под конкреций он повышен до 4.26.

Таким образом, в содовом оз. Кривом, как и в оз. Иодном, этот коэффициент для конкреций значительно выше, чем для рыхлых осадков. Относительное количество карбоната кальция в конкрециях значительно выше количества карбоната магния, т. е. конкреции, как и в оз. Иодном, являются кальцитовыми.

Так как оптический анализ карбонатов конкреций оз. Кривого указал только на кальцит, были проделаны термические анализы как конкреций, так и рыхлых осадков (фиг. 11).

Эти анализы показали резкий эндотермический кальцитовый эффект при температурах, близких к 900°, а также очень небольшие эндотермические эффекты: несколько выше 600° — магнезитовый и около 770° — доломитовый(?).

На термоквивых рыхлых осадков оз. Кривого, как и для осадков оз. Иодного, отмечается несоразмерно большой, по сравнению с кальцитовым, эндотермический эффект при температурах, близких к 700°, который также может быть отнесен к керолиту. Магнезитовый эффект, повидимому, слит с керолитовым, а кальцитовый, в отличие от такового в осадках



Фиг. 11. Термоквивые осадков озер Кривого, Безымянного и Николаев Берг

№ 267 — конкреция оз. Кривого; № 255, 257, 266 — илы оз. Кривого, № 58 — конкреция оз. Безымянного; № 230 — конкреция оз. Николаев Берг; 224, 229 — илы оз. Николаев Берг

оз. Иодного, нередко разбит на два каким-то экзотермическим эффектом при 850—900°, который может быть отнесен за счет присутствия сепиолита.

Хроматическая реакция на магнезит не дала положительных результатов, так как свободного магнезита здесь очень мало и он, повидимому, затухивается темной иловой массой.

Конкреции оз. Кривого, как и оз. Иодного, обнаруживают некоторую связь с выходами грунтовых вод — «продухами». Последних особенно много в северной и северо-западной частях озера. Они выносят не только воду, но и грязь — тонкий ил, который образует вокруг родников на обсохшем дне озера невысокий, широкий конус. Грязевой кратер уходит далеко вглубь, и трехметровый шест легко погружается в него целиком, причем погружение сопровождается выделением пузырьков газа.

В жидком илу кратеров местами видны небольшие отверстия, из которых настолько быстро вытекает вода, что заметно движение песчинок. В северной части озера, около середины северо-западного залива, против устья р. Бакланихи, нами было обнаружено несколько конкреций. Они лежали на обсохшей поверхности дна озера, без всякой видимой закономерности, отдельными экземплярами, торчащими над илом примерно на одну треть своей толщины. Хотя и не удалось установить точно их связь с отдельными выходами грунтовых вод, все же они были расположены в поле наиболее интенсивного развития продушин. Отсутствие непосредственной связи с отдельными продушинами может быть объяснено близостью поселка, расположенного на берегу залива, вследствие чего конкреции могли оказаться смещенными с места их образования деятельностью человека или домашних животных.

То обстоятельство, что все поры и каверны конкреций оз. Кривого инкрустированы чистыми карбонатными корочками, цементирующими конкрецию, подтверждает связь их образования с циркулирующими по этим порам и кавернам водами.

### 3. Конкреции неопределенного генезиса

Кроме описанных выше конкреций озер Малинового, Иодного и Кривого, эти образования были найдены нами еще в двух озерах Соляно-озерной степи: в содовом оз. Безымянном и в оз. Николаев Берг, которое в 30-х годах было содовым, а теперь является несодовым. Возможно, что подбные изменения условий происходили неоднократно.

Конкреции оз. Безымянного по своему характеру стоят ближе к конкрециям несодовых озер, хотя и встречены в содовом озере, а конкреции оз. Николаев Берг, помимо расположения в озере с переменным карбонатным режимом, настолько своеобразны по своему микростроению, что обе эти находки мы не имеем возможности объединить с описанными выше и выносим их в особую группу конкреций неопределенного генезиса.

В содовом озере — Безымянном — лишь в одном месте была найдена небольшая россыпь карбонатных конкреций. В длинном восточном заливе озера, который в высокую воду играет роль протока к оз. Живописному, нами было найдено несколько небольших россыпей остроугольных бесформенных обломков конкреций до 10 см длиной. Микроскопически это светлый, буровато-серый, очень прочный песчаник. Местами заметны продолговатые поры или каверны, иногда покрытые тоненькой, как бы натечной карбонатной корочкой.

Микроскопически это разнотельный полимиктовый песчаник из песчинок величиной до 0.5 мм. Песчинки различной окатанности, по минералогическому составу представлены главным образом зернами кварца, обломками эффузивов и, реже, плагиоклазов, с отдельными зернами роговых обманок, эпидота и слюды (очень редко). Некоторые обломки эффузивов подверглись частичному разложению и покрылись ржавыми пятнами, повидимому, лимонита.

Цемент карбонатный или глинисто-карбонатный, пелитоморфный, заполняющий поры. Местами имеются сохранившиеся поры, крустифицированные карбонатными зернами размером до 0.08 мм, определенными оптически как кальцит.

По химическому составу конкреции оз. Безымянного стоят ближе к конкрециям несодовых озер (Малиновое): в них относительно много карбоната магния, их кальцито-магнезитовый коэффициент равен всего лишь 1.96—2.8 (табл. 15).

Таблица 15

Химические анализы конкреций оз. Безымянного

№ обр.	Сумма	Минер. нераств. остаток	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	MgO остат.	В % ко всему карбонату		CaCO <sub>3</sub> /MgCO <sub>3</sub>
										CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	
1	97.84	74.41	1.56	8.09	3.58	10.20	14.44	7.38	0.05	66.18	33.82	1.96
2	97.61	72.84	0.87	9.59	3.59	10.72	17.12	6.11	0.67	73.70	25.30	2.80

Термический анализ конкреции из оз. Безымянного, при содержании карбоната магния 7.38%, а карбоната кальция 14.44%, дал заметный магнезитовый эндотермический эффект при 595°, кальцитовый при 840° и очень слабый при 720°. Последний может указывать на некоторое количество доломита (фиг. 11).

Таким образом, минералогический состав конкреций оз. Безымянного не очень четко обозначился термодиаграммой. Конкреции занимают как бы промежуточное положение между конкрециями содовых и несодовых озер.

Не исключена возможность, что конкреции оз. Безымянного и не являются современными карбонатными конкрециями. Очень плотное строение и не свойственный другим конкрециям исследуемого района желтовато-бурый цвет ставят их особняком. Кроме того, относительно высокое содержание карбонатов магния, не свойственное конкрециям содовых озер Кулундинской степи, а также отсутствие какой бы то ни было видимости их связи с продушинами заставляют предположить, что если это и конкреции, то образовавшиеся в других несовременных условиях.

Конкреции оз. Николаев Берег, отличающегося переменным карбонатным режимом, были найдены нами в двух пунктах озера: одна конкреция, около 15 см в диаметре (табл. VI, фиг. 6), найдена в его северной части, а несколько маленьких кусочков, в 1—2 см, такого же строения, — в восточной части озера, близ устья р. Бакланихи.

Большая конкреция оз. Николаев Берег имеет форму округлую, не совсем правильных очертаний, с неровной бугристой поверхностью, покрытой типичными натечками, из которых многие имеют внутри полости, т. е. как бы образовались вокруг каких-то тел, которые были в дальнейшем выщелочены.

Вследствие очень сильной пористости конкреции оз. Николаев Берег отличаются легким весом и в изломе имеют вид губки или пемзы. В лупу

## Химические анализы грунтов и конкреций оз. Николаев Берег

№ обр.	Характер пробы	Сумма	Минер. остаток	H <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Коэффициент	Среднее	В % ко всему карбонату		CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>
														CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>		
1	Конкреция . . . . .	92.01	11.38	2.59	—	41.44	2.35	34.25	—	73.96	3.31	0.77	—	95.72	4.28	22.34	4.28
2	» . . . . .	92.58	8.62	2.32	2.16	42.46	2.17	34.85	3.67	73.09	4.53	—	0.34	94.17	5.83	16.16	5.83
3	» . . . . .	96.96	7.63	3.13	1.62	44.97	2.89	36.72	2.75	78.24	4.45	0.76	—	94.62	5.38	17.58	5.38
4	Ил, верхний слой . . . . .	93.11	29.25	5.13	0.52	24.04	8.04	28.13	0.88	42.27	16.70	—	0.76	71.68	28.32	2.53	28.32
5	То же . . . . .	92.66	25.50	8.32	0.46	18.16	13.39	26.83	0.78	31.84	24.58	1.64	—	56.43	43.57	1.30	43.57
6	Песок . . . . .	96.73	63.92	3.16	0.32	8.60	7.00	13.73	0.54	14.95	13.70	0.45	—	52.18	47.82	1.09	47.82

можно видеть, что вся конкреция состоит из тонких карбонатных перемычек, что и придает ей губчатый вид. При внимательном осмотре обнаруживается, что полости между перегородками ничем не заполнены. Полости имеют продолговатую форму со сходящимися под острым углом стенками и в ненарушенном виде напоминают мелкие чечевицы, от нескольких десятых до 1—2 мм в диаметре, и при прокалывании иглой обнаруживают внутреннюю полость. Помимо пористости подобного рода, здесь имеются более крупные бесформенные поры и каверны.

Под микроскопом еще лучше видны их своеобразное строение. В тех участках шлифов, где стенки пор оказались несломанными, почти везде можно видеть глинисто-карбонатные пелитоморфные непрозрачные оболочки, иногда двойные, разделенные друг от друга узкими пустотами с перемычками. По форме эти оболочки напоминают вытянутый ромб или лодочку, толщина стенок которой равна 0.02—0.03 мм (табл. VII, фиг. 8, 9). Почти все поле зрения покрыто подобными лодочкообразными оболочками и их обломками. Размеры «лодочек» в шлифе колеблются по длине от 0.3 до 1.4 мм, а по ширине — от 0.13 до 0.5 мм.

Внутри некоторых «лодочек» имеются бесформенные массы пелитоморфного карбоната, в редких случаях заполняющие весь просвет между оболочками. Изредка встречаются песчинки, покрытые подобными же оболочками. Местами оболочки одеты инкрустацией чистого карбоната, оптически определенной как кальцит, с размером зерен до 0.03 мм. Подобная же инкрустация иногда покрывает и внутренние стенки «лодочковых» полостей.

Найденные в восточном заливе озера отдельные маленькие обломки конкреций имеют точно такое же строение. Следовательно, такого типа конкреции не случайны, а характерны для данного озера. Подобное же микростроение частично наблюдается и в конкрециях оз. Точило.

По своему химическому составу конкреции оз. Николаев Берег очень близки к конкрециям содовых озер (табл. 3,



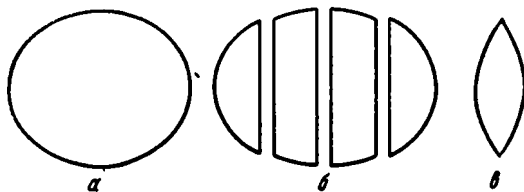
При небольшом количестве минерального нерастворимого остатка (7.63—11.38%) в них содержится очень много карбоната кальция — 73.09—78.24%; карбоната же магния, наоборот, мало — от 3.31 до 4.53%, или, в пересчете только на карбонат, карбоната кальция 94.17—95.72%, а карбоната магния 4.32—6.57%. Соответственно этому у них высокий кальцито-магnezитовый коэффициент, равный 14.23—22.14.

Обращает на себя внимание высокое содержание сульфата кальция в этих конкрециях по сравнению с конкрециями других озер, где он редко превышает 1%. Здесь же его количество равно 2.75—3.67%.

Рыхлые осадки оз. Николаев Берег по соотношению карбонатов кальция и магния не отличаются от осадков других озер.

Следует отметить, что минералогический состав карбонатного цемента конкреций оз. Николаев Берег приближается к таковому в конкрециях содовых озер. На термокривой конкреции имеется ясно выраженная эндотермическая остановка, свойственная кальциту, и очень расплывчатые, едва заметные магnezитовая и доломитовая. При этом и термокривые илов дают картину, близкую к таковым у содовых озер с неясной кальцитовой остановкой и резкой остановкой керолитового типа (фиг. 11).

Находки конкреций оз. Николаев Берег случайны и немногочисленны, и потому установить их связь с продушинами не удалось. Однако их пористое, губчатое строение говорит о том, что они должны были образоваться в условиях циркуляции вод. Строение этих конкреций настолько своеобразно, что останавливает на себе внимание и заставляет особо подумать о его причинах.



Фиг. 12. Схематический рисунок дискообразного кристалла гипса из оз. Менистрал

а — целый кристалл; б — кристалл, разломанный по плоскости спайности; в — «лодочкообразный» профиль плоскости спайности кристалла

Находки конкреций, как уже указывалось, были сделаны в северной и северо-восточной частях озера, т. е. очень близко от озер с другим карбонатным режимом. В этих озерах (Малиновое, Глауберовое, Менистрал) в осадках на разных глубинах содержатся кристаллы гипса. Нами такие отложения были вскрыты небольшой закопашкой в оз. Менистрал, сравнительно недалеко от северной части оз. Николаев Берег. Там в иле были найдены в большом количестве плоские, округлые, полупрозрачные, слегка желтоватые кристаллы гипса, подобные описанным Е. С. Бсбиным (1935) из осадков Селенгинского озера и указанным Б. П. Кротовым в осадках Кара-Богаз-гола (1925).

Такой же формы кристаллы барита описаны в иностранной литературе под названием «диски барита» и «баритовые доллары».

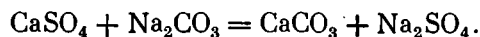
Кристаллы гипса из оз. Менистрал имеют диаметр от нескольких миллиметров почти до двух сантиметров и толщину 1—3 мм. К краям они утоняются и заканчиваются острым ребром. Они легко разламываются по спайности в поперечном направлении, и их излом имеет форму «лодочки», сходной с «лодочками» конкреций оз. Николаев Берег (фиг. 12; табл. VII, фиг. 9).

## Химические анализы рыхлых осадков озер Соляноозерной степи

№ опр.	Озеро	Место взятия пробы	Характер образца	Сумма	Минер. нерастающ. остаток	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	MgO остаточ.	CO <sub>2</sub> избыт.	В % по всему карбонату		CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>
																CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>		
1	Река Бакланьиха	—	Песок	100.00	96.95	1.51	0.28	0.52	0.23	0.51	0.48	0.57	0.49	—	0.01	53.77	46.23	1.16	
2	Кривое . . . . .	—	Ил, верх	96.01	46.28	8.89	Следы	10.05	11.15	19.64	Следы	7.94	22.52	0.38	—	44.34	55.66	0.80	
3	» . . . . .	—	» »	94.63	45.80	8.82	»	10.80	11.40	17.81	»	19.28	17.88	2.85	—	51.83	48.12	1.08	
4	» . . . . .	—	» »	98.76	61.69	6.64	»	8.56	7.05	14.82	»	15.28	14.72	—	0.41	50.93	49.07	1.04	
5	» . . . . .	—	» »	97.69	52.44	7.80	»	10.34	7.78	19.33	»	18.45	16.23	—	2.75	50.58	46.80	1.08	
6	Конюховское . .	—	Ил песчаный, верх	101.47	60.54	8.68	»	11.26	6.19	14.80	»	20.10	11.42	0.73	—	63.77	36.23	1.76	
7	Николаев Берег	—	Ил, верх	95.11	29.25	5.13	0.52	24.04	8.04	28.13	0.88	42.26	16.81	—	0.77	71.54	28.46	2.51	
8	» »	—	» »	92.66	25.50	8.32	0.46	18.16	13.39	26.83	0.78	31.84	24.58	1.64	—	56.43	43.57	1.30	
9	Иодное . . . . .	Западная часть озера	Мергель беловатый	97.63	84.61	4.47	Следы	2.27	2.31	3.97	Следы	4.05	4.20	0.30	—	49.09	50.91	0.96	
10	» . . . . .	Гать у берега	Ил	95.28	34.78	6.52	»	21.31	8.84	23.83	»	38.03	13.62	2.33	—	73.60	26.37	2.79	
11	» . . . . .	У конца гати	»	96.10	32.34	8.21	»	18.06	14.30	23.19	»	32.23	17.28	6.04	—	65.10	34.90	1.87	
12	» . . . . .	Между гатью и мостками	Ил из середины	94.99	72.89	2.31	—	6.82	5.25	7.72	—	12.17	4.54	3.08	—	72.83	27.17	2.68	
13	» . . . . .	Мостки	Ил	96.28	63.55	5.40	Следы	7.11	7.78	12.44	Следы	12.69	13.15	1.49	—	49.11	50.89	0.97	
14	» . . . . .	Песок	Ил	101.05	94.37	3.49	»	0.99	0.99	1.21	»	1.77	0.82	0.60	—	68.34	31.66	2.16	
15	» . . . . .	Восточная часть	Ил	90.11	49.41	6.22	»	9.99	9.68	14.81	»	17.83	13.36	3.28	—	57.17	42.83	1.33	
16	Печатное . . . .	—	Соль	94.29	50.37	6.37	—	12.53	8.96	16.06	—	22.36	1.94	3.25	—	65.19	34.81	1.87	
17	Березовое . . . .	—	Ил	99.49	59.27	11.08	Следы	9.82	6.01	13.31	Следы	17.53	10.73	0.88	—	62.03	37.97	1.63	
18	Правый Близнец	—	»	94.94	50.13	6.35	»	9.06	13.01	16.49	»	16.17	17.97	4.42	—	47.36	52.64	0.90	
19	Малиновское . .	Юго-западная часть	Песок черный	94.89	59.05	1.89	0.22	9.44	9.56	14.73	0.37	16.58	14.26	2.75	—	53.76	46.24	1.16	
20	» . . . . .	Близ косы	Ил белый	100.30	51.28	1.63	0.16	15.16	9.19	22.88	0.27	26.86	19.20	—	1.05	58.32	41.68	1.40	
21	» . . . . .	За косой	Песок черный	100.81	89.19	1.87	0.17	3.15	1.71	4.42	0.29	5.41	3.56	—	0.18	60.31	39.69	1.55	
22	Менистрал . . . .	—	Ил	88.94	32.06	5.14	0.48	13.94	14.22	23.10	0.82	24.27	23.82	2.83	—	50.47	49.53	1.02	
23	Ломовое . . . . .	—	Соль	86.92	37.09	3.65	0.26	11.40	14.08	20.44	0.44	20.03	22.27	3.43	—	47.35	52.65	0.90	

Кроме того, можно отметить, что при постановке опытов с искусственным получением конкреций (см. выше), когда нами в искусственный водоем были помещены пластинки гипса, последний под воздействием подтекающего раствора соды растворялся и взамен его осаждался углекислый кальций.

В свете этих наблюдений мы можем представить себе образование карбонатных конкреций оз. Николаев Берег следующим образом. Отложения очень мелких дискообразных кристаллов гипса подверглись воздействию подтекающих грунтовых вод с достаточным содержанием соды. Гипс стал растворяться, а по периферии каждого растворяющегося кристалла гипса осаждался углекислый кальций по уравнению:



Углекислый кальций цементировал глинистые частицы по периферии кристаллов и таким образом сохранил форму разрушенных и выщелоченных кристаллов гипса. В результате такой цементации и образовалось своеобразное строение губчатых конкреций оз. Николаев Берег.

Данные химических анализов, приведенные выше (табл. 16), также подтверждают такое происхождение этих конкреций, так как в них содержание гипса доходит до 3.67%, в то время как в конкрециях других озер оно, как правило, не превышает одного процента (только в одном случае из оз. Кривого количество гипса достигло 1.65%).

Если мы сравним между собой результаты карбонатных анализов рыхлых осадков различных озер Соляноозерной степи (табл. 17), то увидим, что общее количество карбонатов в них сильно колеблется из-за различного содержания минерального нерастворимого остатка. Пересчитав карбонаты в проценты по отношению к сумме карбонатов, получим значительно меньшие колебания, а именно: для содовых озер содержание  $\text{CaCO}_3$  колеблется от 44.34 до 73.60%, а  $\text{MgCO}_3$  от 26.37 до 55.66%; для несодовых —  $\text{CaCO}_3$  от 47.36 до 71.54%, а  $\text{MgCO}_3$  от 28.46 до 52.65.

Выразив эти соотношения кальцито-магнезитовым коэффициентом, получим для содовых озер от 0.80 до 2.79, а для несодовых от 0.90 до 2.51.

Таким образом, относительное содержание карбонатов кальция и магния в рыхлых грунтах Соляноозерной степи одинаково, что хорошо выражается кальцито-магнезитовым соотношением, имеющим малую величину, обычно не достигающую трех (табл. 18).

Таблица 18

Колебания количества карбонатов Ca и Mg в рыхлых осадках различных типов озер Соляноозерной степи

Водоемы	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Сумма карбонатов	Минеральный нерастворимый остаток	% к сумме карбонатов		$\frac{\text{CaCO}_3}{\text{MgCO}_3}$
					CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	
Содовые озера — I тип	0.57—42.26	0.49—24.58	1.06—41.65	25.50—94.37	44.34—73.60	26.37—55.66	0.80—2.79
II и III типы озер	5.41—26.86	3.56—23.82	8.97—48.69	32.03—89.19	47.36—71.54	28.46—52.65	0.90—2.51

В отношении других компонентов рыхлых озерных осадков можно отметить несколько большее содержание полуторных окислов в грунтах

содовых озер по сравнению с несодовыми, что может зависеть от большей глинистости грунтов содовых озер Соляноозерной степи. В общем большой разницы в химическом составе рыхлых осадков содовых и несодовых озер в Соляноозерной степи не отмечается.

Что касается конкреций, то состав в содовых озерах отличается значительно большим относительным содержанием карбоната кальция, вследствие чего кальцито-магнезитовый коэффициент конкреций содовых озер (6.96—114.83) значительно больше такового в конкрециях несодовых озер (1.56—2.76). Это позволяет предполагать, что изучение конкреций может дать в отдельных случаях более надежный индикатор для определения условий осадкообразования, чем изучение «пустой породы» без конкреций, и потому может иметь больше практические перспективы.

## Глава V.

### АНАЛОГИ КОНКРЕЦИЙ СОЛЯНООЗЕРНОЙ СТЕПИ

#### *А. Конкреции Кулундинской степи*

##### 1. Распространение конкреций в Кулундинской степи

Кроме описанных выше карбонатных конкреций Соляноозерной степи, нами были встречены конкреции и в соленых озерах (содовых и несодовых) Кулундинской степи.

Эти конкреции нами изучены менее основательно, чем встреченные в озерах Соляноозерной степи, однако они интересны в том отношении, что показывают широкое распространение карбонатных конкреций в соленых озерах засушливых районов. Кроме того, ознакомление с ними, с одной стороны, показывает большое разнообразие их форм, а с другой — подтверждает те закономерности, которые были выведены для карбонатных конкреций озер Соляноозерной степи.

Подсчет показывает, что из 24 озер, обследованных в Соляноозерной степи (совместно с системой Танатар), конкреции оказались в шести, т. е. в 25% случаев. Из 19 озер Кулундинской степи, расположенных вне пределов Соляноозерной степи, восемь содержали конкреции, что составляет 42%. Если подсчитать все обследованные озера, то окажется, что из 43 озер Кулундинской степи 14, или 32.5%, содержали конкреционные образования. Эти цифры достаточно наглядно говорят о широте распространения конкреций. Посмотрим, как они распределяются по карбонатным типам озер.

Из 14 озер, содержащих конкреции, восемь приходится на озера содового режима, четыре на озера III карбонатного типа, одно озеро II типа и одно переменного типа и с конкрециями неопределенного происхождения (оз. Николаев Берег). Таким образом, большинство конкреций приходится на озера содового типа, а в тех местах, где конкреции связаны с озерами несодового режима, можно предполагать подток содовых грунтовых вод, как это было доказано на примере оз. Малинового. Однако условия среды имеют очень важное значение, и потому конкреции, образовавшиеся в содовых или несодовых озерах, имеют между собой существенные различия. Для конкреций Соляноозерной степи эти различия уже были изложены. Приведенный ниже материал по конкрециям Кулундинской степи вне пределов Михайловской группы покажет, насколько эти различия распространяются и на них.

Вне пределов Соляноозерной степи конкреции были встречены нами в озерах Б. Яровом, лимане оз. Б. Ярового, Б. Кулундинском, оз. Кучук, Б. Петуховском, Чукулдук, в озерах Ивановке и Жирном. Из них первые четыре озера несодовые, а последние — содовые.

Из таблицы анализов вод этих озер (табл. 19) видим, что из несодовых озер два относятся к III карбонатному типу и одно (Б. Кулундинское) — ко II типу. Вода лимана оз. Б. Ярового не исследовалась, но ввиду близости расположения и слабой песчаной перемычки между ними нет никаких оснований предполагать там тип рапы, отличный от рапы оз. Б. Ярового. Анализ воды оз. Ивановки также не производился, но там вода была очень мягкая, легко пенящаяся, на вкус содовая, т. е. явно щелочного характера. К содовым относятся и остальные три озера.

## 2. Типы конкреций вне Соляноозерной степи

Найденные нами вне пределов Соляноозерной степи конкреции в генетически близкие к ним образования морфологически можно разбить на следующие типы:

- 1) черепковый (или корочковый) тип;
- 2) желваковый тип;
- 3) известковые корки на дне озера;
- 4) пластовые образования.

Из этих типов первые два были встречены нами в озерах Соляноозерной степи, третий и четвертый типы там не встречались.

Перечисленные морфологические типы можно разделить на группы, различающиеся по своему строению.

1) Черепковый (или корочковый) тип: а) лиман оз. Б. Ярового (корочки с песчаниково-оолитообразным строением); б) лиман оз. Кучук (песчаниковые корочки); в) лиманы оз. Ивановки (песчаниково-натечные корочки).

2) Желваковый тип: а) песчаниковые желваки оз. Кучук; б) песчаниково-мергельные желваки оз. Б. Ярового; в) желваки оз. Б. Ярового с песчаниково-оолитообразным строением; г) песчаниковые желваки оз. Б. Кулундинского; д) песчаниково-натечные желваки типа оз. Иодного (оз. Б. Петуховское); е) желваки типа оз. Жирного; ж) желваки типа оз. Чукулдук с песчаниково-конгломератовидным строением.

3) Известковые корки на дне озера (оз. Чукулдук).

4) Пластовые образования (оз. Б. Яровое и Б. Кулундинское).

### 1) Черепковый (или корочковый) тип конкреций

Корочки лимана оз. Б. Ярового. В одном из лиманов оз. Б. Ярового, у уреза воды, были найдены тоненькие корочки, представляющие цементированный карбонатный песок, толщиной от 1 до 10 мм, длиной в несколько сантиметров (табл. VIII, фиг. 1). Цвет корочек серый, поверхность шероховатая от выступающих песчинок, форма плоская.

Микроскопически эти корочковые конкреции представляют полимиктовые разнозернистые песчаники, состоящие в основном из зерен кварца и, в меньшем количестве, полевого шпата. Степень окатанности песчинок различна — от угловатых до хорошо окатанных. Размер их колеблется от 0.1 мм до величины зерен гравия.

Цемент тонкозернистый карбонатный или глинисто-карбонатный, заполняющий поры, иногда крустификационный, много пор, представляющих промежуток между зернами, не заполненные цементом.

Дата	Озеро	Na выч.	Mg	Ca	Cl'	SO <sub>4</sub> ''	CO <sub>3</sub> ''
1946 г.	Чукулдук . . . . .	13358	316	87.10	14960	7161	1206.7
		<u>580.88</u>	<u>26</u>	<u>4.34</u>	<u>421.9</u>	<u>149.1</u>	<u>40.22</u>
»	Жирное . . . . .	1844.8	163	14.2	305.7	19880	1329
		<u>80.21</u>	<u>13.4</u>	<u>0.71</u>	<u>8.62</u>	<u>41.4</u>	<u>44.3</u>
»	Б. Петуховское . . .	31170	27.84	34.3	12149	170.5	30398
		<u>1355.25</u>	<u>2.29</u>	<u>1.71</u>	<u>342.6</u>	<u>3.55</u>	<u>1013.1</u>
»	Б. Кулундинское . . .	15847.2	3040	109.0	29843	3679	787.3
		<u>689.01</u>	<u>250</u>	<u>5.43</u>	<u>841.6</u>	<u>76.6</u>	<u>26.24</u>
»	Кучук . . . . .	61550	9100	711	103000	26100	364.96
		<u>2676.41</u>	<u>748.36</u>	<u>35.43</u>	<u>2904.67</u>	<u>543.4</u>	<u>12.13</u>
19/VII 1931 г.	Б. Яровое . . . . .	63188.57	11900	300	128536	5200	545.7
		<u>2747.69</u>	<u>978.63</u>	<u>14.97</u>	<u>3624.83</u>	<u>108.27</u>	<u>8.19</u>

Крустификационная карбонатная оболочка зерен может быть концентрически слоистой и тогда приобретает оолитообразный вид. В подавляющем большинстве случаев размер зерен карбоната не превышает 1—2 микронов.

Песчаниковые корочки оз. Кучук. Черепковые конкреции оз. Кучук имеют своеобразную внешнюю форму, иногда как бы повторяющую изгибы дна при образовании ряби, и почти всегда характеризуются подвернутыми краями (табл. VIII, фиг. 2). Цвет их на поверхности красноватый от покрывающей их пленки, повидимому, органического происхождения. Они не очень прочны и легко ломаются. Структура типичная песчаниковая (табл. IX, фиг. 1).

Снаружи черепковые конкреции оз. Кучук покрыты тонкими карбонатными корочками, представляющими сплошной пелитоморфный цемент, в который вкраплены отдельные песчинки. Среди цемента встречаются участки из удлинённых кристаллов кальция размером до 10 микронов. В отличие от корочек лимана оз. Б. Ярового, оолитообразной структуры здесь обнаружено не было.

Черепковые конкреции оз. Ивановки. Карбонатные корочки, найденные на прибрежном мергельном песке оз. Ивановки, расположенного близ оз. Чукулдук, имеют до нескольких сантиметров в длину и нескольких миллиметров в толщину. Цвет их светлосерый, форма неровная, повидимому, повторяющая неровности грунта, на котором они образуются. Края корочек нередко несколько загнуты, местами отмечаются как бы морщинки или прилипшие лоскутья других корочек (табл. VIII, фиг. 3). На нижней поверхности этих образований заметны выступающие песчинки, верхняя же обычно покрыта коркой чистого карбоната, местами образующего как бы натеки, скрывающие песчинки. Натёки обычно мелкие, нередко червеобразные, образующиеся по растительным волокнам, как в оз. Иодном. Местами заметны растительные остатки, замещенные карбонатом, а в одном экземпляре были найдены даже неразложившиеся растительные волокна, вцементированные в корочку.

NaCl	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	Типы воды
<u>24663.01</u> 421.9	0	<u>10590</u> 149.1	0	0	<u>523.61</u> 9.88	<u>1096.42</u> 26	<u>217.2</u> 4.34	I
<u>503.90</u> 8.62	0	<u>2940.52</u> 41.4	0	0	<u>1600.00</u> 30.19	<u>565.08</u> 13.4	<u>35.53</u> 0.71	I
<u>20027.37</u> 342.6	0	<u>252.14</u> 3.55	0	0	<u>53474.3</u> 1009.1	<u>96.57</u> 2.29	<u>85.58</u> 1.71	I
<u>40277.46</u> 689.01	<u>7266.34</u> 152.59	0	<u>4609.79</u> 76.6	0	0	<u>877.56</u> 20.81	<u>271.74</u> 5.43	II
<u>156454.90</u> 2676.41	<u>10870</u> 228.26	0	<u>31300</u> 520.1	<u>1586.03</u> 23.3	0	0	<u>607.04</u> 12.13	III
<u>160621.71</u> 2747.69	<u>41769</u> 877.14	0	<u>6107.67</u> 101.49	<u>461.51</u> 6.78	0	0	<u>409.87</u> 8.19	III

Под микроскопом эти конкреции имеют песчаниковую структуру. Их карбонатный цемент обычно тонкозернистый, местами перекристаллизованный, с размерами зерен до 30—50 микронов. Эти зерна карбонатов обычно располагаются радиально, местами имеют сферолитовое погасание, чем они резко отличаются от описанных выше, и оптически определяются как кальцит. Вообще в структурном отношении они близки к желваковым конкрециям оз. Иодного.

## 2) Желваковый тип конкреций

Желваки озер Кучук и Б. Ярового. В качестве примера опишем конкреции оз. Кучук, встреченные только в одной точке, у северного берега озера. Конкреции представляют собой куски серого песчаника, неправильной, как бы изъеденной формы, длиной до 20—30 см, иногда слоистые. На их поверхности местами наблюдаются неправильные, бугристые, как бы натечные карбонатные корочки, в которых кое-где заметны трубчатые отверстия; от этих отверстий внутрь конкреции идут трубки, выстланные перекристаллизованным карбонатом. Конкреции эти прочны и не крошатся.

Под микроскопом желваковые конкреции представляют собой разнозернистые полимиктовые песчаники с размером песчинок от 0.05 до 0.5 мм. По минералогическому составу они представлены главным образом зернами кварца; много слюды, реже встречаются обломки эффузивов, зерна микроклина, плагиоклазов и в качестве единичных зерен эпидот, роговая обманка. Вокруг слюды нередко заметны ржавые оторочки, которые местами встречаются в таком количестве, что заметны макроскопически в виде бурых ржавых пятен.

Цемент желваковых конкреций оз. Кучук относится к типу заполняющего поры. Местами он перекристаллизован, причем кристаллы карбоната достигают 50 микронов (реже — более крупные), изредка они имеют сферолитовое погасание. Пор не много.

Мергельные желваки оз. Б. Ярового. В оз. Б. Яровом, в прибрежной его части, на выходах подстилающих глин, встречаются небольшие известковые плотные желваки беловато-серого цвета. Структура очень плотная, песчаниково-пелитоморфная. Встречаются участки перекристаллизованного карбоната. Карбонатный цемент заполняет поры. Многочисленные листочки слюды, в большинстве случаев полуразрушенные, окружены как бы ржавчиной.

Эти конкреции близки по своим особенностям к конкрециям оз. Безымянного (Соляноозерная степь) из группы конкреций неопределенного генезиса. К общим с ними признакам относятся: сравнительно плотное строение при малом количестве пор, характер цемента, главным образом заполняющего поры, перекристаллизация отдельных участков карбоната, разложение и окисление железистых минералов — ржавчина и пр.

Песчаниково-оолитовые желваки оз. Б. Ярового. По пляжу этого озера встречаются неправильные уплощенные куски или желваки более или менее прочного и плотного песчаника, обычно серого цвета, не свыше 10 см в поперечнике. Уже под лупой видно, что каждая песчинка покрыта, как скорлупой, светлой карбонатной оболочкой, которая и создает общий серый тон.

Большинство зерен этого песчаника представлено кварцем и различными эффузивами, много плагиоклазов, реже — микроклины. Между зернами много пор.

Под микроскопом видно, что все песчинки крустифицированы тонкозернистым карбонатом. Карбонатная оболочка некоторых песчинок достигает толщины 0,7 мм. Внешняя часть оболочки сложена более чистым и мелко перекристаллизованным карбонатом. Кристаллы карбоната при большом увеличении имеют городчатый вид, причем длина иголок достигает 10 микронов. Оптически они определены как кальцит. Внутренняя часть оболочки пелитоморфна. Это создает впечатление двуслойности, а зерно приобретает большое сходство с оолитом (табл. IX, фиг. 2). Таким образом, эти желваки обнаруживают некоторое сходство с конкрециями оз. Малинового: песчаниковая или оолитовая структура, тонкий крустификационный цемент, отсутствие крупных карбонатных зерен и сферолитового погасания.

Желваки оз. Б. Кулундинского. К желвакам оз. Б. Ярового близки по внешней форме и структуре также желваки оз. Б. Кулундинского, отличающиеся внешне более темным, иногда почти черным цветом.

Желваки типа оз. Иодного. В оз. Б. Петуховском нами встречены желваковые конкреции, которые имеют столько общих черт в строении с конкрециями оз. Иодного, что мы их относим к группе конкреций типа оз. Иодного. Близки к ним по структуре, как указывалось выше, и корочки оз. Ивановки. Конкреции оз. Б. Петуховского имеют неправильную желваковую форму, нередко уплощены и остроугольны вследствие откалывания отдельных осколков. В мало нарушенных экземплярах можно видеть, что верхняя поверхность конкреции более выпуклая и нередко покрыта округлыми натеками (табл. VIII, фиг. 4). Нижняя поверхность иногда слабо вогнута и несет на себе сосковидные выступы. Размеры найденных конкреций достигают 20—30 см в длину. По словам местных жителей, встречаются желваки до 0,5 м в диаметре.

Конкреции очень прочны. Их поверхность обычно покрыта беловатой корочкой, нередко являющейся натечным образованием. Кроме того, верхняя поверхность обычно покрыта зеленоватой или бурой пленкой водорослей, для которых конкреции служат субстратом. При раскалыва-



нии конкреции внутри можно обнаружить каверны, нередко имеющие щелеобразную форму и обычно покрытые натечками.

При более внимательном рассмотрении конкреций оз. Б. Петуховского уже под лупой можно обнаружить два типа структур, близких к таковым в конкрециях оз. Иодного,—песчаниковую и натечную (табл. IX, фиг. 3, 4).

Поверхность натечков в большинстве случаев округлая. Нередко встречаются червеобразные натечи или обрастания по растительным остаткам, как это наблюдалось на конкрециях оз. Иодного. Натечи образуются по стенкам пор и каверн, а также иногда вокруг отдельных песчинок, если они находятся на свободной поверхности, например, в кавернах. В отличие от оз. Иодного с соленостью свыше 18%, в менее соленом Б. Петуховском озере (соленость около 1—2%) на месте образования конкреций скопляется много живых и разлагающихся водорослей. Поэтому в толще натечных образований попадают небольшие участки (1—20 мм) карбоната, внешне похожие на обрывки мочалы. Повидимому, это замещенные карбонатом водорослевые пленки.

Под микроскопом натечные формы представлены крупными кристаллами кальцита, до 0.5 мм, со сферолитовым погасанием и со следами нарастания.

Отдельные участки между крупными кристаллами заполнены темным пелитоморфным глинисто-карбонатным материалом, возможно с большим количеством рассеянного органического вещества. Крупные кристаллы кальцита образуются как внутри пелитоморфной массы, так и вокруг отдельных ее участков, иногда имеющих округлую ступчатую форму. Местами пелитоморфная масса образует как бы корочку в 2—3 слоя, немного напоминая подобные образования в оз. Малиновом.

**Желваковые конкреции типа оз. Жирного.** Конкреции слабосоленого сульфатно-содового оз. Жирного имеют своеобразный вид и мало походят на ранее описанные здесь конкреции. Внешне это желваковые, сильно кавернозные образования, с чрезвычайно изменчивыми очертаниями, осложненными всевозможными углублениями и выступами. Иногда они принимают караваеобразный или лепешковидный облик (табл. VIII, фиг. 5, 6). Размеры конкреций колеблются от микроскопических до 0.5 м в поперечнике и до 10—15 см толщиной. Цвет их буровато-черный, местами как бы ржавый. Вся поверхность большей частью покрыта тусклой карбонатной корочкой, которая редко бывает светлых оттенков, а сверху обычно скрыта под зеленовато-бурой пленкой водорослей. В отверстиях и углублениях конкреций много всяких растительных и животных остатков. Бросается в глаза обилие яичек красных паучков, местами сплошь покрывающих поверхность конкреций.

Обломки конкреций своим внешним видом очень напоминают угольный шлак и резко отличаются от всех других конкреций.

Несмотря на сильную пористость и кавернозность, конкреции оз. Жирного очень прочны; при ударе молотком они издают звенящий металлический звук.

Под лупой вся поверхность конкреций представляется округло-комковатой, а на свежем разломе видно, что наружная часть конкреций построена из более толстого, плотного и крепкого материала черного цвета, пронизанного многочисленными порами и кавернами. Здесь часто заметна как бы некоторая слоистость. Внутренняя часть обычно содержит еще больше каверн и пор; перегородки между ними гораздо тоньше и иногда принимают вид тонких пластинок неправильной формы, придающих всей массе конкреции губчатое строение. Нередко внутренняя часть конкреции отличается беловато-бурый или ржавый цветом и большим количеством рыхлого материала глинисто-карбонатного состава.

Среди каверн нередко встречаются более или менее ровные круглые трубки, оставшиеся, повидимому, от бывших здесь стеблей растений. Разветвленные, слоистые и как бы сморщенные корочки, из которых состоит масса конкреции, напоминают фоссилезированные пачки водорослей. Встречаются и ясные отпечатки растений с сохранившимися отдельными частями. Все это придает конкрециям сходство с известковыми туфами источников. Очень редко встречаются и остатки животных (обычно насекомых), инкрустированные карбонатом.

Под микроскопом прежде всего бросается в глаза почти полное отсутствие песчинок, которые встречаются лишь в виде редких зерен кварца, обычно корродированных. Все конкреции состоят из глинисто-карбонатного вещества, сильно пропитанного темным веществом из мелких пиритовых или углистых комочков.

Текстура конкреций оз. Жирного бывает слоистой и сгустковой. Слоистая текстура под микроскопом, как и под лупой (см. выше), напоминает рыхлую растительную ткань, состоящую из неправильно изогнутых, как бы смятых наслоений. Основная масса в этом случае сложена тонкозернистым, сильно пористым карбонатом. Картина слоистости получается из-за наличия продолговатых щелеобразных каверн между отдельными участками конкреции, а также потому, что более или менее густо расположенные зерна пирита или углистые комочки собраны в полосы, как бы окаймляющие участки карбоната (табл. IX, фиг. 5). Местами и поры расположены изогнутыми линиями, отделяющими один слой от другого. Отдельные участки конкреций окрашены в буровато-красный цвет.

На некоторых участках наблюдается хорошая инкрустация пор чистым крупным карбонатом (до 0.15 мм) со сферолитовым погасанием. Изредка встречаются единичные зерна или небольшие группы идиоморфных шестигранных кристаллов кальцита размером до 0.12 мм.

Сгустковая текстура представлена массой беспорядочно расположенных сцементированных карбонатных или глинисто-карбонатных округлых комочков или сгустков разной величины. Цементом иногда является чистый крупнозернистый карбонат, крустифицирующий комочки, а иногда комочки сцементированы мелкозернистым карбонатом по контакту. В первом случае кристаллы обладают сферолитовым погасанием и микроскопическая картина приобретает сходство с таковой у конкреций оз. Кривого. Между сгустками расположены многочисленные каверны и поры. Последние наблюдаются иногда и внутри более крупных сгустков (табл. IX фиг. 6).

В пределах участков сгустковой текстуры много зерен пирита или углистых комочков, которые лишь изредка попадают внутрь сгустков, — обычно они окаймляют сгустки или расположены в карбонатном цементе. Среди сгустков встречаются кое-где группы круглых карбонатных сферолитов и отдельные кристаллы кальцита.

Большая часть конкреций оз. Жирного обладает слоистой текстурой; сгустковая ограничивается отдельными участками.

Желваки типа оз. Чукулдук. В сульфатно-содовом оз. Чукулдук, имеющем небольшую соленость (3—5%), нами было найдено много конкреций, представляющих собой сцементированные участки поверхности грунта озера. Они очень своеобразны и причудливы по внешней форме, которую можно охарактеризовать как неправильно желваковую. Некоторые желваки имеют вид обломков, другие отличаются более плоским основанием и несут на верхней поверхности резко торчащие сверху выступы (табл. VIII, фиг. 7).

Отдельные конкреции имели в длину до 20—30 см при высоте в 10—15 см. Цвет их темносерый или бурый, а у наиболее прочных почти черный при блестящей лаковой поверхности.

В массе конкреций обнаруживается много крупных растительных остатков, главным образом камыша. Они бывают различной сохранности: в виде отпечатков в карбонатных чехлах, когда-то их покрывавших, в виде обизвествленных растительных тканей, наконец, в виде еще не успевших разложиться стеблей и корневищ, которые своими концами выступают из тела конкреций (табл. VIII, фиг. 8).

Некоторые конкреции пронизаны круглыми сквозными отверстиями, которые ранее были заняты стеблями. Растительные остатки хорошей сохранности (как указывалось выше) нередко можно видеть на свежем разломе конкреций, но особенно их много в виде отпечатков на нижней, уплощенной стороне конкреций. Поверхность конкреций, вынутых из воды, почти всегда покрыта зеленым налетом микроскопических водорослей, а нередко и прикрепленными слоевищами более крупных живых водорослей.

Кроме растительных остатков, в конкрециях встречаются и остатки животных. Так, внутри конкреций можно обнаружить хитиновые части насекомых, почти всегда инкрустированные снаружи карбонатом, образующим как бы чехол с отпечатком; к стенкам конкреций нередко бывают прикреплены мелкие яички различных водных животных.

Основная масса конкреций оз. Чукулдук сложена песчинками различной величины (до размеров гравия), а также обломками других конкреций с примесью цельных небольших конкреций. Таким образом, макроскопически их структуру можно обозначить как песчаниковую, иногда переходящую в брекчиево- или конгломератово-песчаниковую.

Там, где скапливаются, кроме песчинок, указанные выше обломки других конкреций, кроме пор встречаются и каверны. Если при наличии каверн имеются обизвествленные растительные остатки, то в таких местах по кавернам можно иногда обнаружить натечные образования.

Микроскопически конкреции оз. Чукулдук представляют собой разнозернистые полимиктовые песчаники с угловатыми, полуокатанными песчинками от 0.01 мм до размера гравия. По минералогическому составу они представлены главным образом кварцем, обломками эффузивов и непрозрачным рудным минералом. Реже встречаются плагиоклазы и микроклины. Наблюдались единичные зерна эпидота. Местами в качестве песчинок фигурируют глинисто-карбонатные комочки, иногда с включенными в них песчинками, а также сцементированные агрегаты из нескольких песчинок.

В большинстве случаев карбонатный или глинисто-карбонатный цемент является пелитоморфным или тонко перекристаллизованным, крустификационным, реже — заполняющим поры. Крустификационная оболочка песчинок обычно очень тонкая. Между песчинками расположены многочисленные поры (табл. IX, фиг. 7). Местами встречаются и более крупные, беспорядочно размещенные карбонатные зерна, обычно неправильной угловатой формы; их размеры достигают 0.05 мм.

Карбонат, образующий натечки, инкрустирует отдельные участки удлиненными кристаллами, радиально расположенными и дающими погасание сферолитового типа. Размеры этих кристаллов, определяющихся как кальцит, достигают 0.2 мм. Местами встречаются настоящие сферолиты с крестообразным погасанием (табл. IX, фиг. 8).

Между зернами в конкрециях оз. Чукулдук отмечены многочисленные поры, а местами и каверны.

### 3) Известковые корки на дне озера

Единственный пример этого типа конкреционных образований известен в оз. Чукулдук, в котором, кроме отдельных конкреций, встречаются большие или меньшие участки дна озера, цементированные по поверхности. Цементация местами поднимается и на прибойную часть берега. Она может быть неодинаковой по прочности в зависимости от различного количества карбонатного цемента, и по площади захватывает довольно большие участки. Цементированная поверхность дна озера лишь в редких случаях бывает ровной: обычно к ней сверху прицементированы кучки песка, отдельные куски других конкреций и т. п. Отдельные конкреции могут быть вдавлены в грунт, который выступает по краям в виде воротничка или валика, и в таком виде зацементированы. Все это, повидимому, переходные формы к желваковым конкрециям оз. Чукулдук.

При взламывании цементированных участков обнаруживается, что цементация не идет далеко вглубь осадка, а распространяется лишь по его поверхности. Форма таких выломанных участков всегда более или менее плоска снизу, но очень неровна с поверхности, где постоянно цементируется вновь нанесенный сверху материал.

### 4) Пластовые образования, близкие к конкреционным

Этого типа образования были встречены нами в двух озерах — Б. Яровом и Б. Кулундинском.

В качестве примера опишем подробнее пластовые песчаники оз. Б. Ярового. По северному берегу озера, в песке, в 4—5 м от воды, на глубине 20—30 см, расположен прослой песчаника, представляющего цементированный, плохо отсортированный, большей частью слоистый и крупный песок, местами переходящий в гравий. Этот пласт прослеживается на протяжении около километра и не является собственно конкрецией, но, возможно, близок по своему происхождению к конкреционным образованиям и потому описан нами вместе с ними. Повидимому, это большая пластообразная линза.

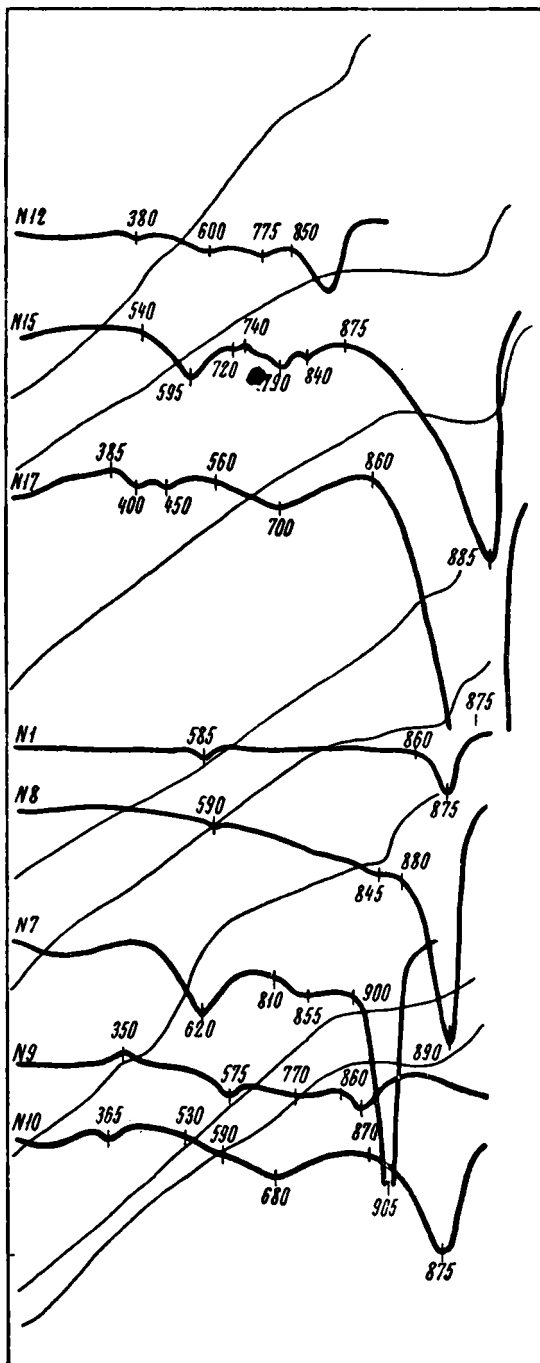
Цемент песчаника карбонатный, тонкозернистый, крустификационный. Крустификационные оболочки настолько тонки, что в лупу почти не видны. Под микроскопом они обнаруживаются не на всех зернах.

Большинство зерен этого песчаника представлено кварцем и различными эффузивами; много плагиоклазов, реже — микроклины. Между зернами видны многочисленные поры. Вследствие тонкости цемента и большого количества пор этот песчаник очень хрупок, легко разламывается на куски и осыпается, а чередование прослоек песка с разной крупностью зерна и неодинаковая степень цементации способствуют тому, что песчаник легко расслаивается на более или менее толстые плитки.

Аналогично оз. Б. Яровому, пластовые песчаники встречены нами и в озере Б. Кулундинском, правда, только в одном пункте, в виде небольшой (около 1—2 м) растрескавшейся песчаниковой плиты у уреза воды, мощностью около 10 см. Сторона, обращенная к озеру, была обломана; при прослеживании другой стороны плиты, уходящей под песок пляжа, было обнаружено, что песчаник постепенно теряет свою прочность (цементацию) и что на расстоянии нескольких десятков сантиметров от уреза воды цементация исчезает полностью и песчаник сливается с окружающим песком. По внешнему виду и по структуре эти песчаники близки к песчаникам оз. Б. Ярового.

### 3. Химико-минералогический состав конкреций Кулундинской степи вне пределов Соляноозерной степи

Здесь, как и в Соляноозерной степи, можно отметить (табл. 20), что преобладание карбоната кальция над карбонатом магния более значительно в конкрециях, чем в рыхлых осадках. При сравнении же в этом отношении конкреций содовых и несодовых озер мы наблюдаем наряду со сходством и некоторое отклонение: в конкрециях содовых озер кальцито-магнезитовый коэффициент везде высокий. Это показывает, что конкреции содовых озер содержат относительно небольшие количества карбонатов магния и являются по существу конкрециями с кальцитовым цементом; в конкрециях же несодовых озер довольно высокое содержание карбоната магния, выражающееся в низком кальцито-магнезитовом коэффициенте, отмечается только в конкрециях оз. Б. Ярового и его лимана. Здесь цемент конкреций должен быть кальцито-магнезитовый. В озерах Б. Кулундинском и Кучук этот коэффициент достаточно высок, как и в содовых озерах, т. е. карбонатный цемент конкреций этих озер кальцитовый. Причин этого явления, за недостаточной изученностью объекта, мы указать не можем, но заслуживает внимания тот факт, что оолитоподобные образования лучше выражены в тех озерах, где цемент конкреций кальцито-магнезитовый.



Фиг. 13. Термокривые конкреций и рыхлых осадков озер вне пределов Соляноозерной степи

Содовые озера: № 12 — конкреция оз. Чукулдун; № 15 — конкреция оз. Жирного; № 17 — ил на-под конкреций оз. Жирного. Несодовые озера: № 1 — конкреция оз. Б. Кулундинского, № 8 — желваковая конкреция оз. Кучук; № 7 — черепиная конкреция оз. Кучук; № 9 — песчаниковая конкреция оз. Б. Ярового; № 10 — корни из лимана оз. Б. Ярового. Номера кривых соответствуют номерам анализов табл. 20 (за исключением № 17)

## Химический анализ конкреций и рыхлых осадков озер Кулундинской степи

№ обр.	Озеро	Характер образца	Сумма	Минер. остаток	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	MgO остаточ.	CO <sub>2</sub> избыт.	В % по всем карбонатам		CaCO <sub>3</sub> MgCO <sub>3</sub>
													CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	
1	Б. Кулундинское . .	Конкреция	98.46	80.42	0.40	9.49	0.59	7.56	16.94	0.21	0.49	—	98.72	1.28	80.25
2	» . .	»	98.66	63.13	1.10	18.44	0.90	15.09	32.91	1.19	0.33	—	96.51	3.49	27.67
3	» . .	Ил, 800 м от берега	77.98	38.68	4.14	12.93	7.39	14.84	23.08	8.99	3.09	—	71.99	28.01	2.57
4	» . .	Ил, 1000 м от берега	76.28	28.96	4.82	14.53	9.90	18.07	25.93	12.78	3.79	—	66.98	33.02	2.03
5	» . .	Ил, 500 м от берега	74.70	28.98	3.53	14.38	9.67	17.54	25.67	11.98	3.94	—	68.18	31.82	2.14
6	» . .	Ил, 900 м от берега	77.25	34.44	3.72	13.12	9.17	16.80	23.42	12.46	3.21	—	65.27	34.73	1.88
7	Кучук . .	Конкреция корочковая	99.72	65.68	0.63	17.70	0.96	14.75	31.59	1.65	0.17	—	95.04	4.96	19.14
8	» . . . . .	Желвак, конкр.	98.92	47.57	0.67	26.86	1.55	22.27	47.94	2.28	0.46	—	95.46	4.54	21.03
9	Б. Яровое . . . . .	Конкреция	98.71	92.73	0.35	1.94	1.36	2.33	3.46	1.55	0.62	—	69.06	30.94	2.23
10	Лиман Б. Ярового . .	»	98.41	50.20	0.48	16.31	8.87	22.55	29.11	17.41		0.66	62.58	37.42	1.67
11	Чукулдук . . . . .	»	98.36	73.75	0.44	12.58	1.24	10.35	22.45	0.92	0.80	—	96.06	3.94	24.40
12	» . . . . .	»	87.37	55.33	1.59	15.39	1.82	13.24	27.47	2.22	0.76	—	92.52	7.48	12.37
13	» . . . . .	»	98.75	83.16	0.73	7.54	0.62	6.10	13.46	0.35	0.45	—	97.46	2.54	38.45
14	» . . . . .	»	96.83	91.81	1.51	1.51	0.52	1.48	2.70	0.56	0.25	—	82.82	17.18	4.82
15	Жирное . . . . .	»	96.06	4.62	1.36	47.05	3.13	39.90	83.97	5.71	0.40	—	93.63	6.37	14.70
16	Ивановка . . . . .	»	100.26	58.12	0.75	21.61	1.23	18.55	38.7	2.59	—	0.24	93.71	6.29	14.89

Для уточнения минералогического состава карбонатного цемента конкреций Кулундинской степи было выполнено несколько термоанализов (фиг. 13). Кривые подтверждают, что цемент конкреций оз. Б. Ярового и его лимана является кальцито-магнезитовым.

Термокривая (обр. 1) конкреций оз. Б. Кулундинского указывает на кальцитовый состав ( $t$  875°) с очень небольшим магнезитовым эффектом ( $t$  585°); то же показывает и кривая желваковой конкреции оз. Чучук (обр. 8) — едва заметный эндотермический эффект при 590° и резкий при 890°. Черепковая конкреция (обр. 7) обнаруживает резкий кальцитовый эффект при 905°, более слабый магнезитовый при 620° и совсем слабый, неизвестного происхождения, при 844°, что для типичного доломита слишком высоко. Возможно, что это раздвоенный кальцитовый эффект. Термокривые конкреций содовых озер (Чукулдук, Жирное) всегда показывают хороший кальцитовый эффект, иногда слабый магнезитовый или доломитовый эффект. Таким образом, термоанализ подтверждает сказанное выше.

#### 4. Генезис конкреций Кулундинской степи

Из приведенных описаний видно, как распределяются типы конкреций по типам озер.

Так, черепковые, или корочковые, конкреции встречаются главным образом в озерах III карбонатного типа. Их цемент в основном тонкозернистый, структура песчаниковая, иногда переходящая в оолитообразную (лиман оз. Б. Ярового). Только один случай корочковых конкреций известен на берегу содового озера, и в нем, наряду с песчаниковой структурой, отмечается тенденция к образованию натечков или обрастаний, к более крупной кристаллизации карбонатного цемента и к сферолитовым типам погасания в этих кристаллах.

Желваковый тип конкреций более характерен для озер содового типа, однако встречается и в озерах других типов. Вообще это наиболее распространенный морфологический тип конкреций. Для желваков содовых озер опять-таки можно отметить более крупную кристаллизацию некоторых участков карбонатного цемента и сферолитовый тип погасания этих кристаллов. В желвак х, встречающихся в озерах несодового типа, обычны тонкозернистый характер карбонатного цемента, отсутствие сферолитового погасания и, в некоторых случаях (песчаниковые желваки оз. Б. Ярового), тенденция к оолитоподобным образованиям. Песчаниковая структура встречается в конкрециях озер всех типов. Натечная структура обрастания встречена только в немногих случаях в содовых озерах.

Пластовые образования, близкие к конкреционным, с песчаниковой структурой, встречены в озерах II и III карбонатных типов, а известковые корки на дне озера с песчаниковой структурой встречены только в одном озере (Чукулдук).

Из всего сказанного видно, что влияние среды на образование различных типов конкреций имеет здесь те же закономерности, что и в озерах Соляноозерной степи, а именно: содовая среда создает условия, благоприятные для более крупной кристаллизации карбоната, а также для образования и сохранения сферолитового типа карбонатных кристаллов; в то же время эта среда совершенно неблагоприятна для образования оолитов, которые здесь не встречаются вовсе. Напротив, в несодовой среде в некоторых случаях наблюдается тенденция к образованию оолитоподобных тел (в озерах III типа). Здесь карбонатный цемент почти всегда

имеет пелитоморфный характер и никогда не отмечается сферолитовых образований.

В отношении залегания конкреций и их связи с грунтовыми водами новый материал подтверждает то, что было отмечено для Соляноозерной степи: все конкреционные образования строго ограничиваются прибрежной частью дна озер, и в этих же местах всегда отмечается наличие выходов грунтовых вод.

Так, в оз. Б. Яровом, где нам известны три вида конкреций или близких к ним образований, все они расположены в прибрежной полосе; желваковые конкреции разбросаны по пляжу в северной части озера; там же, в пляжевой перемычке между озером и его лиманами, обнажается пластообразная, цементированная карбонатом песчаниковая линза; даже, повидимому, ископаемые, мергельные желваки из подстилающих глин выступают в прибрежной части дна озера. То же относится и к корочковым конкрециям лимана оз. Б. Ярового — они расположены у уреза воды лимана.

По берегам же озера, в той или иной форме, всюду можно обнаружить грунтовые воды, которые выходят на поверхность в виде многочисленных ключей и болотцев. Кроме того, в любом месте пляжа, в вырытых ямках, появляется вода, значительно более пресная, чем в озере. Это говорит о близком сплошном подпоре озерной воды грунтовыми водами. Водупорным горизонтом для этих грунтовых вод, повидимому, являются подстилающие бурые глины, озерные отложения третичного возраста.

Новообразования конкреционного характера в оз. Б. Кулундинском встречены в двух видах: близ пос. Знаменки, в северной части озера, у уреза воды был найден пласт цементированного карбонатом песчаника (описание см. выше), а по северному и отчасти западному берегам озера, в пляжевом песке и в воде у самого берега встречены желваковые конкреции — более крупные у северного берега и уменьшающиеся по величине и количеству вдоль западного берега к югу.

Рапа оз. Б. Кулундинского, как и оз. Б. Ярового, подпирается более пресными грунтовыми водами, судя по тому, что в ямках, сделанных в песке на берегу, набирается вода, значительно более пресная, чем в озере. Колодец, вырытый для водопоя скота на пляже озера, содержал чистую пресную воду. Таким образом, и здесь, как и в оз. Б. Яровом, в местах расположения конкреционных образований выходят грунтовые воды.

В северной части оз. Кучук, близ пос. Сибирский партизан, к западу от протока, нами была встречена целая полоса корочковых, или черепковых, конкреций, расположенных частично на обсохшей части дна озера, а там, где вода близко подходит к берегу, — в воде. Кроме того, в одном пункте близ берега были расположены отдельными экземплярами и небольшими россыпями желваковые конкреции различной величины. Вдоль всего этого берега много болотцев с «пресной» водой, а прибрежная часть дна озера изобилует типичными продушинами, как в оз. Малиновом. Здесь хорошо прослеживается совпадение полосы конкреционных образований на прибрежной части дна озера с полосой выходов грунтовых вод.

Конкреции в оз. Б. Петуховском расположены в 30—40 м от западного берега, на глубине до 1 м, близ кромки бора, который подходит здесь почти к самому берегу. Они находятся на поверхности твердого песчаного дна озера и покрыты сверху небольшим слоем сапропелевого ила, образовавшегося из разложившихся водорослей.

У западного же берега, со стороны бора, выходят грунтовые воды в виде болотцев, а берега заросли камышом. Здесь, как и в других местах, конкреции и выходы грунтовых вод расположены вблизи друг от друга.



Конкреции оз. Жирного залегают в воде вдоль северо-западного, болотистого, заросшего камышом берега, полосой около 20 м в ширину (фиг. 14). Они встречаются отдельными крупными экземплярами и россыпями мелких. Кроме болот, вдоль берега, в месте залегания конкреций, существуют и продушины. Это подтверждает связь расположения конкреций с выходами грунтовых вод.



Фиг. 14. Вид конкреций у берега оз. Жирного

Большая часть конкреций оз. Чукулдук находится у уреза воды и в воде поблизости от берега. Дальше от берега их становится меньше, они более мелкие и, наконец, на расстоянии свыше 50 м от берега исчезают полностью. Наряду с желваковыми конкрециями своеобразной формы здесь встречаются отдельные участки поверхности грунта и даже, частично, вертикальные участки берега в зоне прибоя, которые сцементированы с поверхности карбонатом. По словам местных жителей, конкреции встречаются вдоль всех берегов озера, причем местами дно озера прочно сцементировано большими участками — «как пол».

Раньше берега озера были так сильно заболочены и покрыты камышом, что к воде трудно было подойти. С начала девятисотых годов озеро стало усыхать, камыш почти везде пропал, и теперь местами к берегу озера можно свободно проехать на автомашине. Во многих местах болота по берегу озера сохранились и до сих пор, причем расположены они несколько выше уровня воды в озере. За последние годы, по словам местных жителей, количество «камней» заметно увеличилось. Часть берега и грунта прилегающих болот сложена болотным мергелем, который выступает и в некоторых продушинах у берега. Таким образом, и для оз. Чукулдук отмечается близость расположения грунтовых, болотистых вод к берегам, где встречаются конкреции, хотя здесь и не обнаружено такой непосредственной их связи с конкрециями, как в других озерах.

В оз. Ивановке конкреции в виде небольших песчано-карбонатных корочек встречены на берегу, на поверхности пляжевого мергелистого песка, между самым озером и отделенными от него болотцами.

Как видим, конкреции в озерах вне пределов Соляноозерной степи подтверждают залегание их вдоль берегов и более или менее тесную зависимость их расположения от выходов на поверхность грунтовых вод, а следовательно, и от привноса нового материала; эти конкреции также являются если не в полном смысле слова сингенетичными, то во всяком случае ранне-диагенетическими особого типа. Это относится к черепковым конкрециям, большинству желваковых и к известковым корочкам на дне оз. Чукулдук. В отношении конкреций оз. Чукулдук бросается в глаза то обстоятельство, что цементация здесь идет сверху: в конкрециях очень часто можно заметить несколько генераций — на плоском основании прицементирован нанесенный сверху материал, причем его цемент более прочен сверху, чем внутри, что создает впечатление корочки, покрывающей конкрецию сверху. Возможно, что здесь в определенное время года происходит подток к озеру не только грунтовых вод, но и вод, текущих непосредственно сверху: при осушении озера по его берегам сохранились болота с мергельным грунтом, расположенные выше уровня воды в озере. Если, например, от дождей эти воды начнут переливаться через край болота, постепенно подтекать к озеру и тонким слоем стекать по его дну, то при соприкосновении с озерной содовой водой избыток карбонатов может выпасть в виде кристаллов и цементировать поверхность осадка близ берега. Возможно, что известковая корка на дне озера является лишь первой стадией образования желваковых конкреций оз. Чукулдук. Если на такую корку сверху будет прицементировано большое количество материала, образуется большая по площади (нередко значительно более метра), но тонкая конкреция, неровная сверху и плоская снизу.

Если такая корковая конкреция прибоем или каким-либо иным образом будет разломана на куски, получатся конкреции желвакового типа с уплощенным основанием и очень неровной верхней поверхностью.

Некоторые возвышения на верхней части конкреций обнаруживают связь их с проходившими сквозь них стеблями камыша. Очевидно, в этих случаях песчано-илистый материал задерживался в виде горки возле стоявших стеблей камыша и в таком виде был цементирован.

Относительно происхождения пластовых или линзообразных новообразований озера Б. Ярового и Б. Кулундинского можно сделать два предположения, из которых окончательно остановиться на одном из них, из-за недостаточности материала, нет возможности. Ввиду доказанности площадного подпора грунтовых вод можно предположить, что благодаря сплошному контакту грунтовых вод с озерными новообразование имеет величину и форму огромной линзы. Так как цементированные участки очень пористы, то возможность постоянного подтока не затрудняется цементацией. При таком предположении это образование принадлежит к тому же генетическому типу, что и большинство наших конкреций. Второе предположение состоит в том, что это просто диагенетическое явление, характерное для широкой площади. Разрешить этот вопрос можно было бы лишь при большой работе по обследованию этого объекта.

Желваковые песчаные конкреции озера Б. Ярового и Б. Кулундинского могли образоваться из более прочных обломков пластообразных конкреционных тел, разломанных прибоем и несколько окатанных.

Наконец, песчаные желваковые конкреции оз. Кучук и песчано-мергельные желваки из подстилающих глин оз. Б. Ярового по своей структуре отличаются от всех других конкреций и очень близки к конкрециям оз. Безьянного, описанным выше. Для них свойственны другой

характер карбонатного цемента — это обычно цемент, заполнявший поры, малое количество пор, разложение железистых минералов с образованием вокруг них ржавчины и, наконец, наличие признаков, противоречащих условиям среды, в которой они обнаружены. Это показывает, что данные конкреции образовались в условиях, отличных от современных, и заставляет предполагать, что это не современные, а ископаемые конкреции, образовавшиеся в других условиях среды.

### *Б. Аналоги карбонатных конкреций в умеренных влажных зонах*

Все изложенное выше позволяет говорить о том, что образование карбонатных конкреций, как и карбонатных оолитов, имеет место в водоемах засушливых районов вдоль их берегов и связано с наличием родниковых или стекающих грунтовых вод. Это было твердо установлено на примерах соленых Кулундинских озер, где эта форма карбонатообразования распространена повсеместно.

Эти явления прослеживаются и по другим районам земного шара в аналогичных условиях, на что указывалось в обзоре литературы. Так, М. С. Швецов (1934) отмечает широкое развитие в североамериканских пустынных озерах известковых «туфов» (озера Леонта, Бонневиль и др.). Эрдлей описывает широкое развитие карбонатных оолитов и конкреций в Большом Соленом озере Техаса. Твенхофел также отмечает, что в пустынной обстановке могут развиваться конкреции. А. И. Дзэнс-Литовский сообщает о наличии карбонатных конкреций, связанных с грунтовыми водами, в содовом Доронинском озере в Забайкалье.

Современные карбонатные оолиты отмечались многими авторами и в более крупных водоемах, опять-таки вблизи пустынных областей. Сюда относятся оолиты Каспийского, Аральского, Красного морей.

К сожалению, эти явления до сих пор мало привлекали к себе внимание, так как считались случайными и неактуальными; поэтому описаний современных карбонатных конкреций и оолитов чрезвычайно мало, они случайны и очень неполны, о чем уже упоминалось.

Между тем, все перечисленные карбонатные образования соленых водоемов засушливых районов земного шара настолько распространены, что являются не редкой случайностью, а результатом чрезвычайно широко развитых процессов; последние могут достигать таких размеров, что их можно выдвинуть в числе порообразующих факторов, а результат их деятельности местами может служить целям стратиграфии и восстановлению палеогеографической обстановки.

При условии широкого распространения и, следовательно, большого значения явлений карбонатного конкрециеобразования в засушливом климате возникает вопрос, нет ли каких-либо аналогичных образований в других климатических зонах земного шара.

Таким аналогом для влажных, отчасти теплых, а главным образом умеренных зон является отложение железных руд, которые образуют оолиты, конкреции и целые цементированные пласты и связаны с выходами грунтовых, родниковых и стекающих вод, богатых соединениями железа и гуминовыми кислотами, которые играют роль растворителей железа.

Указания на это имеются в большой сводной работе Н. М. Страхова (1947) и в ряде работ других авторов; их выводы весьма близки к тем, которые мы могли сделать в отношении карбонатных оолитов и конкреций.

Самой отчетливой аналогией в накоплении железа, полностью совпадающей с нашими наблюдениями, характеризуются отложения озер умеренной влажной зоны: карельских, шведских и финских.

Некоторые авторы показали, что в этих озерах железные руды располагаются более или менее широкими полосами вдоль берегов и только в мелких озерах распространяются по всему дну. Размещение вдоль берегов ограничивается теми участками, где наиболее благоприятны условия транспортировки железа. Это могут быть или места, куда подходят ручьи, несущие железо, или мелкие пологие берега вблизи сильно развитых торфяников.

Расположение железных руд некоторые авторы ставят в связь с наличием водопроницаемых грунтов, полагая, что грунтовые воды, обогащенные железом и гумусом, изливаются на дне озера в виде ключей или пластовых выходов и именно в этих местах образуют железные руды. В некоторых случаях, как показали исследования М. Н. Кирьякова и М. Е. Эдемского (Страхов, 1947), руды образуются прямо в руслах рек.

Все эти данные оправдывают заключение, что в образовании как карбонатных оолитов, конкреций и пластообразных линз, так и железистых существует полная аналогия: те и другие связаны с привносом грунтовыми (иногда поверхностными) водами материала, который осаждается при встрече этих вод с водами другого режима; те и другие образования представляют собой распространенное явление и местами играют значительную роль в осадкообразовании, причем одни из них характерны для соленых водоемов засушливой зоны, другие — для пресных водоемов влажной, главным образом умеренной зоны.

## ВЫВОДЫ

1. В соленых озерах Кулундинской степи, и несодовых, и содовых, распространены карбонатные конкреции. Конкреции тех и других озер существенно различаются между собой.

2. В несодовом оз. Малиновом конкреции образуются химическим путем в прибрежной полосе озерного дна, на выходах содовых грунтовых вод, при встрече их с рапой озера, содержащей Са и Mg.

3. Конкреции оз. Малинового представляют собой сцементированные участки осадков озера, очень пористы, нередко кавернозные, покрыты снаружи карбонатной коркой и имеют различные структуры: пелитоморфную, песчаниковую, оолитовую, пизолитовую, конгломерато-брекчиевую.

4. Конкреции оз. Малинового отличаются по генезису от общеизвестных конкреций тем, что материал для их построения (цементации) приносится извне грунтовыми водами.

5. Цемент конкреций оз. Малинового по составу является кальцито-магнетитовым, хотя собственно цементом, по видимому, служит только кальцит.

6. Магнетит в конкрециях и оолитах оз. Малинового имеет не кристаллический, а, возможно, аморфный характер и отложен неравномерно, отдельными участками, в оолитах — отдельными центрами.

7. Кальцит в цементе конкреций оз. Малинового находится в пелитоморфном или мелкокристаллическом состоянии. Крупных кристаллов и сферолитов не обнаружено.

8. Конкреции содового оз. Иодного имеют то же происхождение, что и конкреции оз. Малинового: они образуются в прибрежной части дна озера, в местах выхода грунтовых вод; они сложились в результате привноса грунтовыми водами необходимых для этого новых веществ в месте встречи их и химического взаимодействия с рапой озера. Таким образом, они также являются образованиями сингенетическими или ранне-диагенетическими особого типа.

9. По минералогическому составу карбонатного цемента конкреции оз. Иодного, в отличие от конкреций оз. Малинового, являются кальцитовыми.

10. Кальцит конкреций оз. Иодного нередко представлен крупными кристаллами, а также агрегатами крупных кристаллов с погасанием сферолитового типа.

Оолиты и пизолиты в содовом оз. Иодном отсутствуют.

11. Конкреции других озер Кулундинской степи также всегда располагаются близ берегов и связаны с выходами грунтовых вод, т. е. принадлежат к тому же генетическому типу.

12. Конкреции содовых озер Кулундинской степи имеют кальцитовый цемент и никогда не содержат оолитов и пизолитов. Цемент конкреций содовых озер содержит крупные кристаллы кальцита и нередко образует сферолиты. Последние, повидимому, хорошо сохраняются в условиях щелочной среды.

13. Конкреции некоторых несодовых озер Кулундинской степи имеют кальцито-магнезитовый состав цемента, у других он кальцитовый. Оолиты наблюдаются лишь в тех конкрециях, которые отличаются кальцито-магнезитовым составом цемента. Крупные кристаллы и сферолиты карбоната в конкрециях несодовых озер Кулундинской степи отсутствуют.

14. Описанный генетический тип конкреционных образований широко распространен в засушливых зонах земного шара. Аналогичным генетическим типом конкреций во влажных умеренных зонах можно считать железистые конкреции и оолиты озерных руд, которые также образуются на контакте озерных и подтекающих (грунтовых или поверхностных) вод в условиях привноса последними материала извне.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- А р п и о Б. О выпадении окислов железа и алюминия в песчаных и щебенчатых почвах Финляндии. Почвоведение, 1915, № 2 и 3.
- А р п о л ь д и Л. В. Материалы по изучению дошлой продуктивности озера Севан. Тр. Севанск. озери. станции, 1929, 2, вып. 1.
- А р х а н г е л ь с к и й А. Д. Из геологических наблюдений в пустыне Кызыл-Кумы. Изв. Докучаевск. почв. инст., 1915, № 1.
- А ф а п а с ь е в Г. Д. Дошние отложения озера Севан. Тр. СОПС Акад. Наук СССР, сер. Закавказ., 1933, вып. 6. Бассейн озера Севан (Гокча), т. 3, вып. 2.
- Б а р а н о в К. А. 1. Железистый купорос в конкрециях. Природа, 1946, № 4.
- Б а р а н о в К. А. 2. К морфологии фосфоритовых конкреций. Природа, 1946, № 11.
- Б а р а н о в К. А. 3. О новой конкреционной текстуре. Природа, 1946, № 11.
- Б а р а н о в К. А. 4. О стремлении конкреций к шарообразному объему. Природа, 1946, № 9.
- Б а р а н о в К. А. 1. О концентрически слоистой конкреции неололитового типа. Природа, 1947, № 4.
- Б а р а н о в К. А. 2. О псевдоконкрециях. Природа, 1947, № 4.
- Б а р а н о в К. А. 3. О характерной трещиноватости мезозойских конкреций побережья моря Лаптевых. Природа, 1947, № 5.
- Б а р а н о в К. А. 4. Разновидность полтавских конкреций. Природа, 1947, № 5.
- Б а р а н о в К. А. 5. Цитролиты — лимоповидные протекции. Природа, 1947, № 4.
- Б е л о в И. В. и Л о б о в а Е. В. Почвы и воды Кулундинской степи. Тр. СОПС Акад. Наук СССР, сер. Сиб., вып. 8. Кулунд. экспед. 1931—1933 гг., ч. 1. Л., 1934.
- Б е р г Л. Г., Н и к о л а е в А. В. и Р о д е Е. Я. Термография, М.—Л. Изд. Акад. Наук СССР, 1944.
- Б е р г Л. Г. и Ц у р и ц о в Г. Г. Пирометр Н. С. Курнакова. Практическое руководство. Изд. Акад. Наук СССР, 1942.
- Б е р е ж к о в Е. Соляные озера Кулундинской степи. Землеведение, 1917, 24, кн. 1—2.
- Б о б и н Е. С. Разведка Селенгинского озера. Мат. по солености Вост. Сибири, вып. 6. Мат. по геол. и полезн. ископ. Вост. Сибири, 1935.

- Б о б я т и н с к и й А. Описание горьких озер Алтайского округа. Горн. журн., 1898, 2.
- Б о г о я в л е н с к и й Л. Н. Обследование соляных озер Кулундинской степи и радиоактивности некоторых месторождений Западного Алтая. Изв. Геол. ком., 1925, 40, № 7 (отчет о сост. и деят. Геол. ком. в 1920 г.).
- В е р п а д с к и й В. И. История минералов земной коры. 1923.
- В и т а л ь Д. А. Современные известково-магнезитовые конкреции и оолиты озер Кулундинской степи. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отд. геол., 1948, 23, № 2.
- Г е р а с и м о в И. П. О рельефе и соляных озерах Кулундинской степи. Тр. СОПС Акад. Наук СССР, сер. Сиб., вып. 8. Кулунд. экспед. 1931—1933 гг., ч. 1. Л., 1934.
- Г е р а с и м о в И. П. Кулундинская соляная экспедиция. Почвенно-морфологический отряд. Тр. СОПС Акад. Наук СССР, сер. Сиб., вып. 9. Кулунд. экспед. 1931—1932 гг., ч. 2. М.—Л., 1935.
- Г е р а с и м о в И. П. Материалы к геоморфологии Кулундинской степи. Тр. СОПС Акад. Наук СССР, сер. Сиб., вып. 10. Кулунд. экспед. 1931—1933 гг., ч. 3. М.—Л., 1935.
- Г е р а с и м о в И. П. Основные черты развития современной поверхности Турана. Тр. Инст. геогр., 1937, вып. 25.
- Г е р а с и м о в И. П. и Ч и х а ч е в Г. В. Геологический очерк Кызыл-Кумов. Тр. Гл. геол.-разв. упр., 1931, вып. 82.
- Г н и л о в с к и й В. Г. Известково-песчанистые конкреции верхнесарматских песков Ставрополя. Тр. Ворошиловск. гос. пед. инст., 1939, 1.
- Д а н и л ь ч е н к о П. Т. Материалы по гидрохимии соляных озер Черноморского бассейна. Доузлаское озеро. Тр. Крымск. научно-иссл. инст., 1932, 3, вып. 2.
- Д а н и л ь ч е н к о П. Т. и С п и р о Н. С. О законе изменения коэффициента карбонизации в мировом океане. Изв. Акад. Наук СССР, сер. 7, 1933, № 10, 1439—1458.
- Д з е н с - Л и т о в с к а я Н. Н. Роль растительности в аккумуляции солей в пустынях. Природа, 1942, № 3—4.
- Д з е н с - Л и т о в с к и й А. И. «Иматровские камни» в окрестностях Ленинграда. Природа, 1942, № 56.
- З а в а р и ц к и й А. Н. Об оолитовой структуре. Тр. Мин. музея Акад. Наук СССР, 1929, 3.
- И в а н о в а Е. Н. Почвы и соленакопление в озерах ленточных боров. Тр. СОПС Акад. Наук СССР, сер. Сиб., вып. 10. Кулунд. экспед. 1931—1933 гг., ч. 3. М.—Л., 1935.
- И л ь и н с к и й В. Л., К л е б а н о в Г. С. и Б л ю м б е р г Я. Б. Гидрохимический очерк Карабугаза. Тр. Солян. лаб. Акад. Наук, 1936.
- К н и п о в и ч Н. М. Гидрология морей и солоноватых вод. 1938.
- К р о т о в Б. П. Доломаты, их образование, условия устойчивости в земной коре и изменения. В связи с изучением доломитов верхних горизонтов казанского яруса в окрестностях г. Казани. Тр. Общ. ест. при Гос. Казанск. унив., 1925, 50, вып. 6.
- Л е в и н с о н - Л е с с и н г Ф. Ю. и С т р у в е Э. Петрографический словарь. 1937.
- Л е п е х и н И. Дневные записки путешествия доктора и Академии Наук адъютанта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства в 1768—1769 гг., ч. 1. СПб., 1769.
- М а к а р о в С. З. Материалы к физико-химическому изучению соляных озер Кулундинской степи. Тр. СОПС Акад. Наук СССР, сер. Сиб., вып. 9. Кулунд. экспед., 1931—1932 гг., ч. 2. М.—Л., 1935.
- М а с л о в В. П. 1. Нижнепалеозойские породообразующие водоросли Восточной Сибири. Материалы к познанию ископаемых водорослей СССР (этюд V). Пробл. палеонт., 1937, 2—3.
- М а с л о в В. П. 2. О распространении карбонатных водорослей в Восточной Сибири. Материалы к познанию ископаемых водорослей СССР (этюд VI). Пробл. палеонт., 1937, 2—3.
- Н е у с т р у е в С. С. О геологических и почвенных процессах на равнинах низовьев р. Сыр-Дарья. Почвоведение, 1911, № 2.
- Н е у с т р у е в С. С. К вопросу о происхождении приаральских Кара-Кумов и других бугристых песков Туркестана. Материалы к инструкции для исследования сыпучих песков России. 1915.
- Н и к о л а е в А. В. Общие итоги Кулундинской экспедиции 1931 г. Тр. СОПС Акад. Наук СССР, сер. Сиб., вып. 8. Кулунд. экспед. 1931—1933 гг., ч. 1. М.—Л., 1934.
- П е р ф и л ь е в Б. В. Новые данные о роли микробов в рудообразовании. Изв. Геол. ком., 1927, 45, № 7.

- Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород, ч. 2. Структура, текстура, окраска и описание главнейших типов осадочных пород. 1940.
- Разумова В. Н. Материалы к петрографии глины, ч. 1. Тр. Всес. научно-иссл. инст. мин. сырья, 1939, вып. 137.
- Рожкова Е. В. и Соловьев Н. В. К вопросу образования сферолитовых и оолитовых структур. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отд. геол., 1937, 15 (4).
- Система угольной кислоты в водах Северного полярного бассейна и Гренландского моря. Тр. I Высокширотной экспедиции на «Садко» в 1935 г., т. I, вып. 1, 1939.
- Страхов Н. М. О значении современных озерных и лагунных водоемов для познания процессов осадкообразования. Изв. Акад. Наук СССР, сер. геол., 1945, № 1.
- Страхов Н. М. Железородные фации и их аналоги в истории Земли. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук СССР, 1947, вып. 73, геол. сер., № 22.
- Страхов Н. М. Процессы карбонатакопления в современных и древних водоемах. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук СССР, 1950, вып. 124, геол. сер., № 45.
- Страхов Н. М. и Цветков А. И. К вопросу о распространении магнезита в осадочных породах. Зап. Мин. общ. 1944, 73, № 4.
- Страхов Н. М. и Цветков А. И. О парагенезисе карбонатных минералов в отложениях соленых лагунных водоемов. (Материалы по литологии). Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, нов. сер., 1946, вып. 3 (7).
- Танфильев Г. И. Бараба и Кулундинская степь в пределах Алтайского округа. Тр. Геол. части кабинета, 1902, 5, вып. 1.
- Твенхофел У. Х. Учение об образовании озерных и лагунных осадков. Перев. со 2-го изд. 1936.
- Файгель Ф. Капельный анализ. 1937.
- Феодотьев К. М. Современные методы термического анализа. Методика регистрации кривых нагревания. Тр. 3-го Совещания по экспериментальной минералогии и петрографии 1939 г. Изд. Акад. Наук СССР, 1940.
- Хандамиров Т. И. К вопросу об образовании конкреций. Доклады Акад. Наук СССР, 1942, 36, № 7.
- Цветков А. И. Введение в методику термоаналитических исследований. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук СССР, 1949, вып. 120, петрогр. сер., № 35.
- Чухров Ф. В. Коллоиды в земной коре. Изд. Акад. Наук СССР, 1936.
- Шведов М. С. Петрография осадочных пород. 1934.
- Эпштейн В. В. О метаморфизации материковых минеральных озер. Гидрохим. мат., 1939, 9.
- Эпштейн В. В. О метаморфизации материковых минеральных озер. Гидрохим. мат., 1940, 11.
- Bartram J. A. Concretions in the recent sediments of the Auckland Harbor, New Zealand. Trans. New Zealand Inst., 1916, 49.
- Eardley A. J. The sediments of Great Salt Lake. Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 1938, 22, № 10.
- Pia J. 1. Die recenten Kalksteine. 1933.
- Pia J. 2. Kohlensäure und Kalk. Die Binnengewässer, 1933, 13.

## ОБЪЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ

### Таблица I

Конкреции оз. Иссык-Куль (сборы Д. Г. Сапожникова)

### Таблица II

Конкреции оз. Малинового

- Фиг. 1. Черепковые конкреции. Умен. в 2 раза
- Фиг. 2, 3, 4 и 6. Желваковые конкреции. Умен. в 2 раза
- Фиг. 5. Обломок конкреции с пелитоморфной структурой. Нат. вел.
- Фиг. 7. Пизолитовая конкреция. Умен. в 1,5 раза
- Фиг. 8. Брекчиево-конгломератовая конкреция. Нат. вел.

### Таблица III

Шлифы конкреций оз. Малинового

- Фиг. 1. Карбонатная корка конкреции. Увел. 5, николи +
- Фиг. 2. Пелитоморфная структура. Увел. 40, николи +
- Фиг. 3. Пизолит, прицементированный к корке. Увел. 5, без анализатора
- Фиг. 4. Оолитовая структура. Увел. 23, николи +
- Фиг. 5. Черепковая конкреция с копролитовой структурой. Увел. 40, николи +
- Фиг. 6. Оолиты с тонкозернистыми оболочками и инкрустацией по порам. Увел. 45, николи +
- Фиг. 7. Оолит с радиальной и концентрической полосчатостью. Увел. 127, без анализатора
- Фиг. 8. Оолит, окруженный гипсовой оболочкой. Увел. 70, без анализатора
- Фиг. 9. То же, николи +
- Фиг. 10. Оолит с гипсовой оболочкой. Увел. 70, николи +
- Фиг. 11. Оолиты в ядре пизолита. Увел. 10, без анализатора
- Фиг. 12. Пизолиты. Увел. 5, без анализатора

### Таблица IV

Конкреция оз. Малинового. Хроматическая реакция на магнетит.

Участки, содержащие магнетит, окрашены в малиновый цвет различной интенсивности, в зависимости от содержания магнетита. На рисунке малиновый цвет изображен точками, причем густота точек соответствует густоте цвета (от слабо-розового до густомалинового). Оттенками серого цвета обозначены натуральные оттенки песчинок и цемента

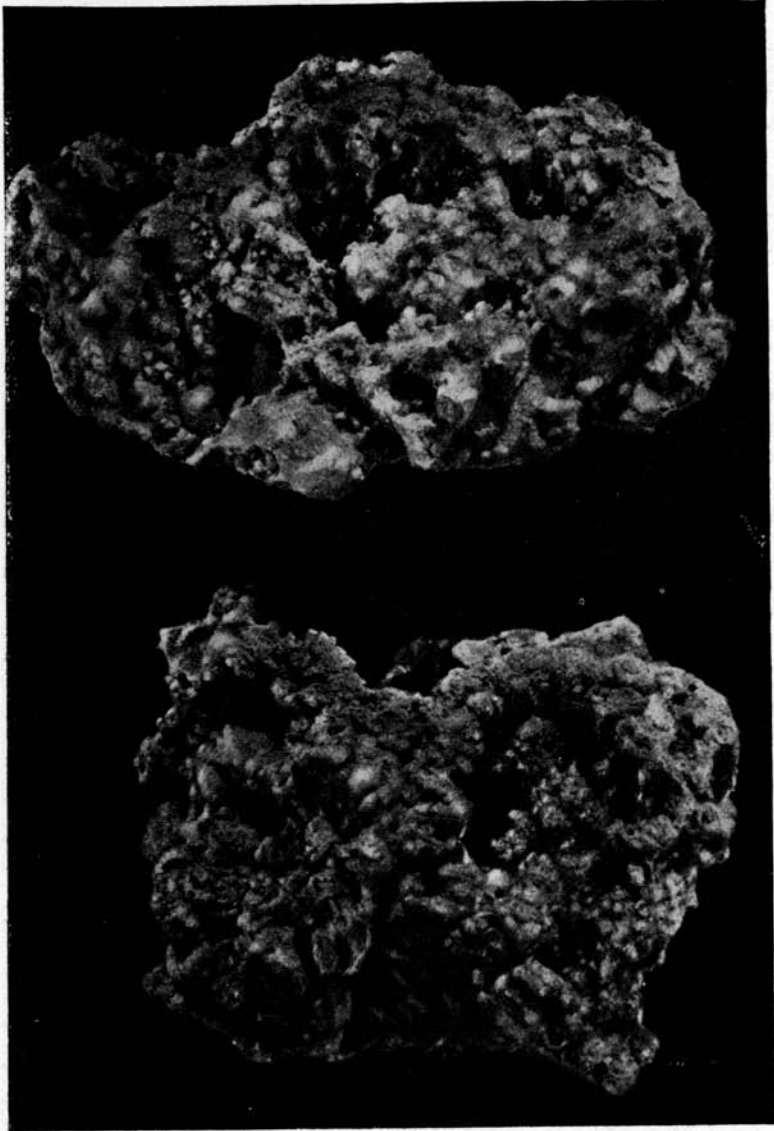
- Фиг. 1. Шлиф оолита
- Фиг. 2 и 3. Пришлифовки куска конкреции и пизолита
- Фиг. 4. Черепковая конкреция, обломок
- Фиг. 5. Песчаниковая конкреция с коркой

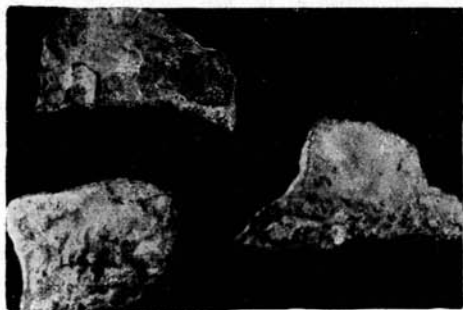
### Таблица V

Искусственные конкреции

- Фиг. 1. Первый опыт
- Фиг. 2. Второй опыт



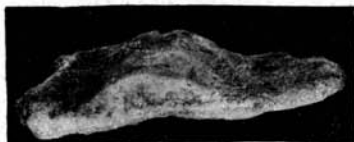




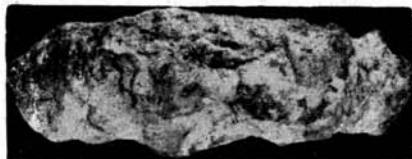
1



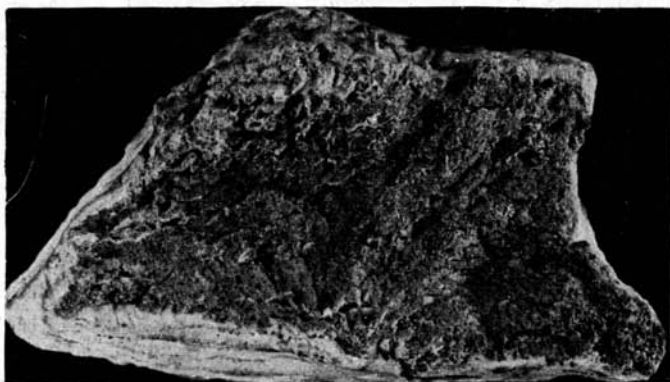
2



3



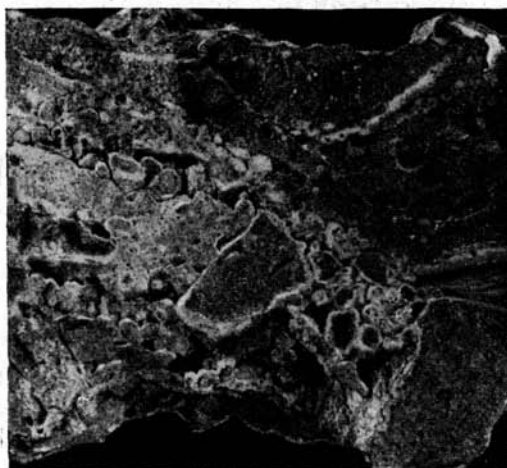
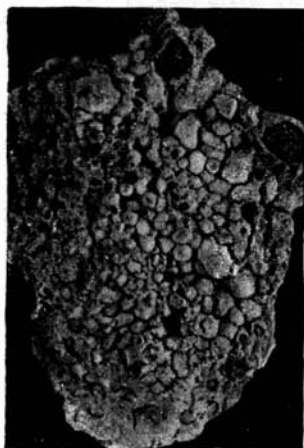
4



5



6





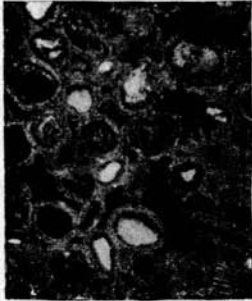
1



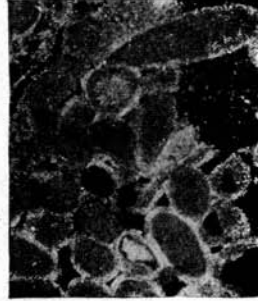
2



3



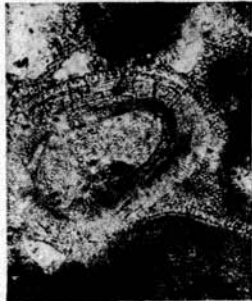
4



5



6



7



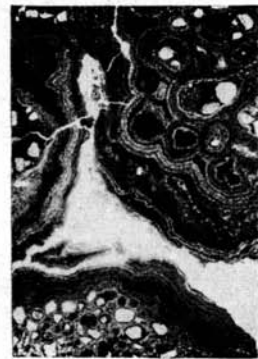
8



9



10

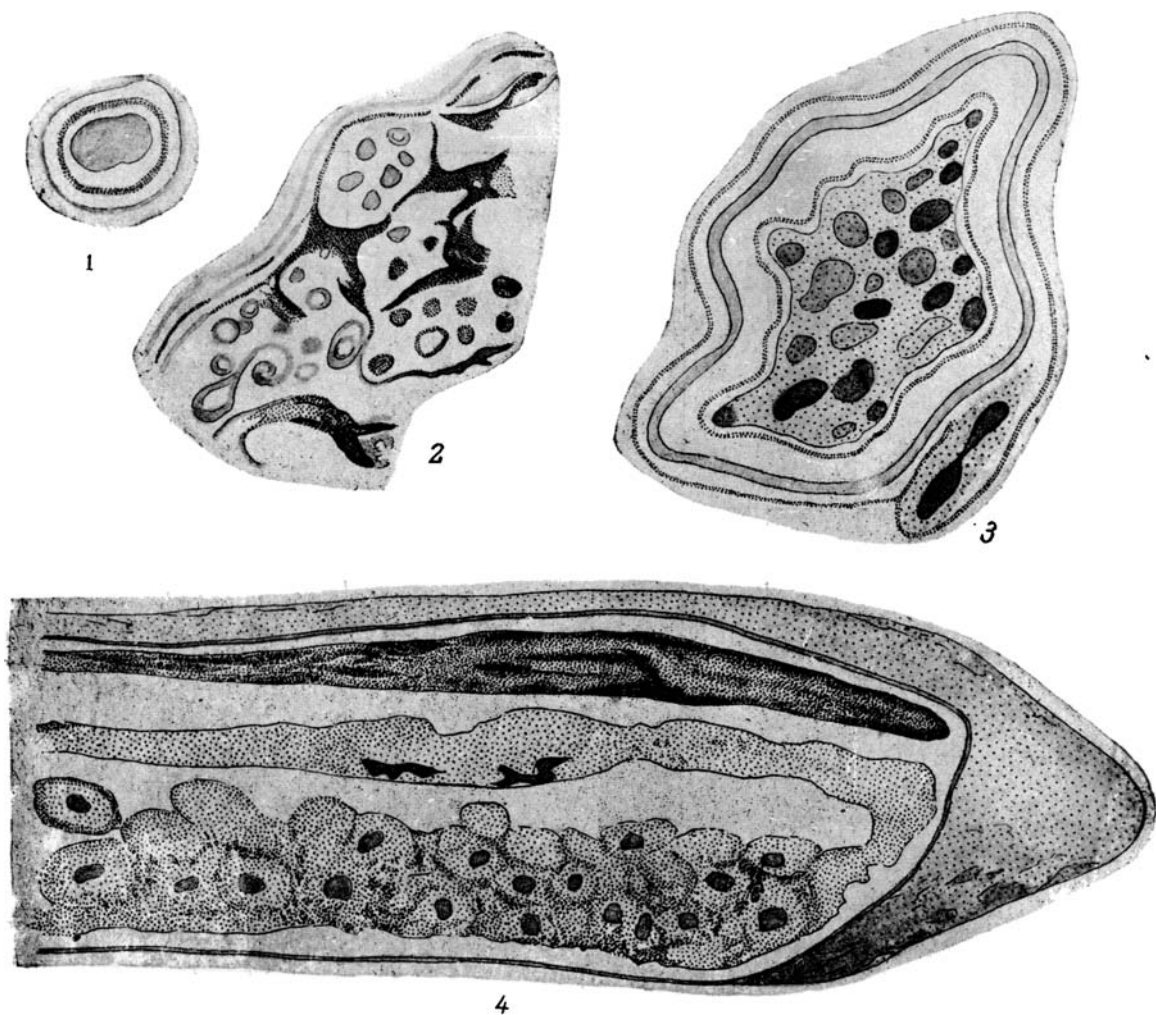


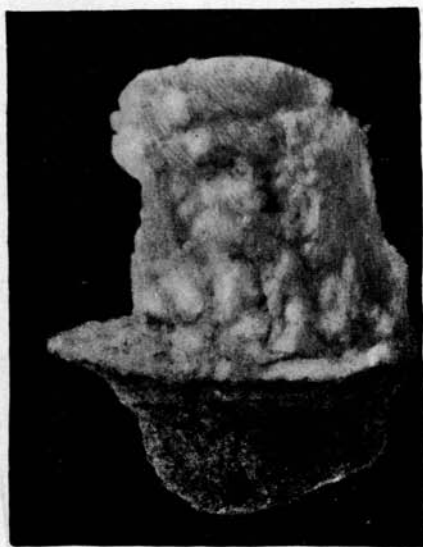
11



12

Таблица IV





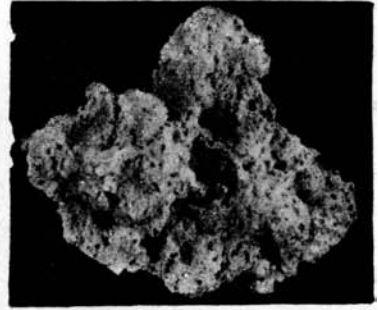
1



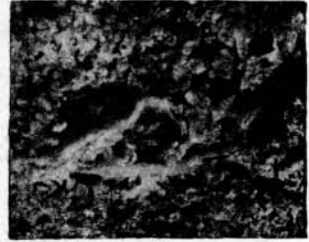
2



2



1



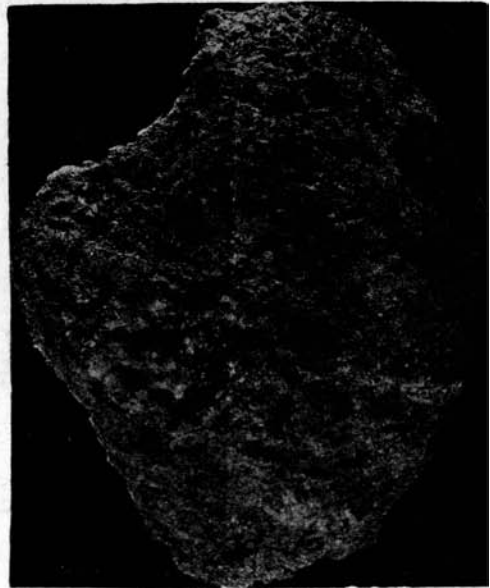
3



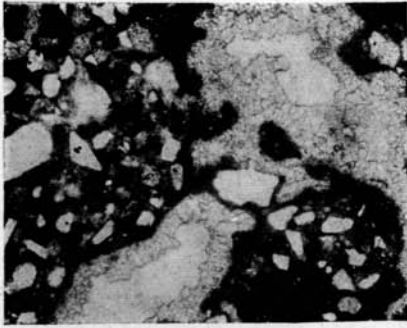
4



5



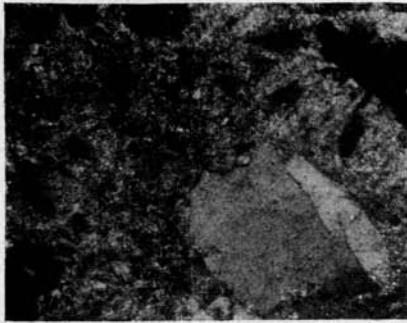
6



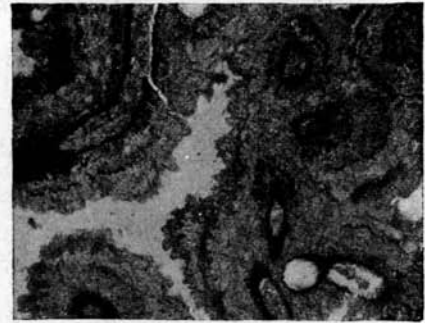
1



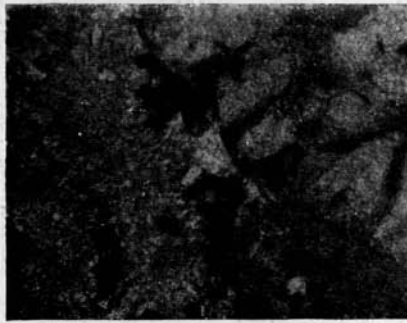
2



3



4



5



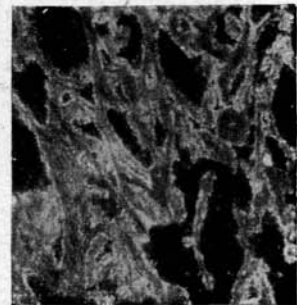
6



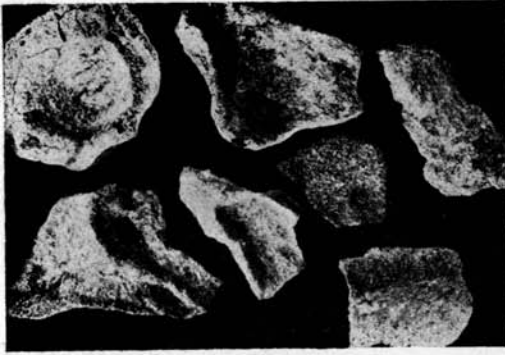
7



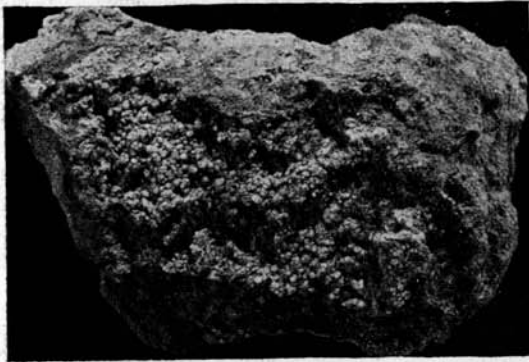
8



9



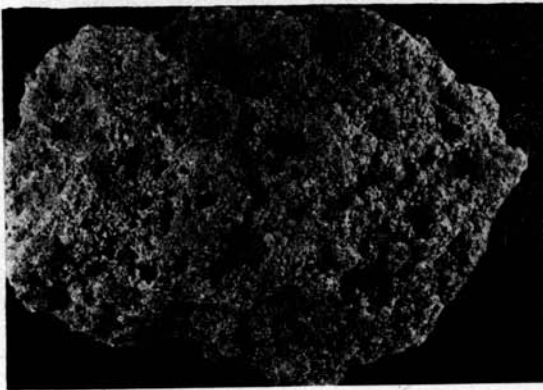
2



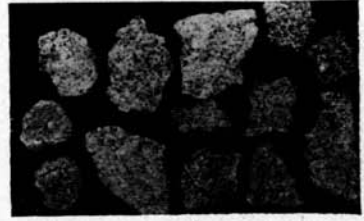
4



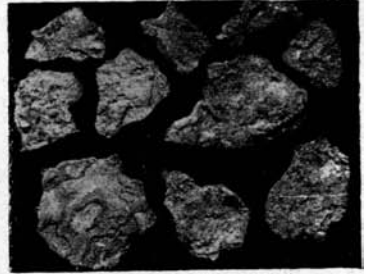
5



6



1



3

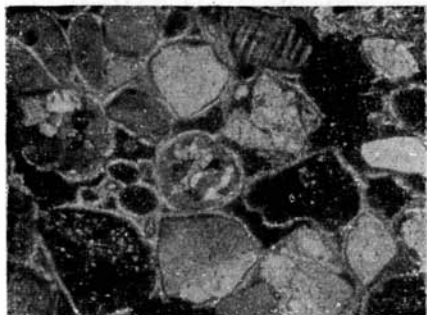


7

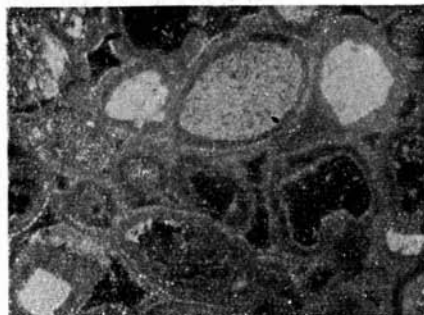


8

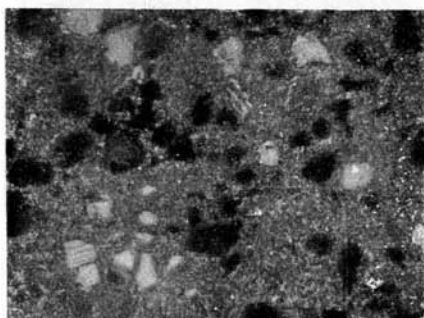




1



2



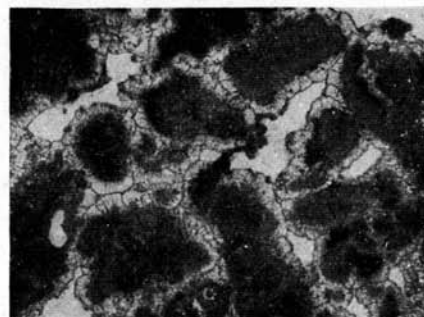
3



4



5



6



7



8

## Таблица VI

### Конкреции Соляноозерной степи

- Фиг. 1. Оз. Иодное; губчатая конкреция, отмытая от ила. Нат. вел.  
Фиг. 2. Оз. Иодное; конкреции с натеками различной формы. Умен. в 2 раза  
Фиг. 3. Оз. Иодное; червеобразные натеки с внутренними полостями. Увел. 3, отраженный свет  
Фиг. 4. Оз. Иодное; конкреция, состоящая из червеобразных натеков. Умен. в 1,5 раза  
Фиг. 5. Конкреция оз. Кривого. Умен. в 4 раза  
Фиг. 6. Конкреция оз. Николаев Берег. Умен. в 2 раза

## Таблица VII

### Шлифы конкреций Соляноозерной степи

- Фиг. 1. Оз. Иодное; губчатая конкреция с крупнокристаллическим цементом по порам. Увел. 23, без анализатора  
Фиг. 2. Оз. Иодное; червеобразные натеки. Увел. 10, без анализатора  
Фиг. 3. Оз. Иодное, конкреция с крупнокристаллическим цементом. Увел. 23, николи +  
Фиг. 4. Оз. Иодное; червеобразные натеки. Увел. 23, без анализатора  
Фиг. 5. Оз. Иодное; конкреция с мелко- и крупнокристаллическим цементом. Увел. 23, николи +  
Фиг. 6. Оз. Иодное; структура обрастания. Увел. 23, без анализатора  
Фиг. 7. Конкреция оз. Кривого. Увел. 23, без анализатора  
Фиг. 8. Конкреция оз. Николаев Берег. Увел. 23, без анализатора  
Фиг. 9. То же, николи +

## Таблица VIII

### Конкреции вне пределов Соляноозерной степи

- Фиг. 1. Черепковые конкреции лимана оз. Б. Ярового. Умен. в 3 раза  
Фиг. 2. Черепковые конкреции оз. Кучук. Умен. в 3 раза  
Фиг. 3. Черепковые конкреции оз. Ивановка. Умен. в 3 раза  
Фиг. 4. Конкреция оз. Б. Петуховского. Умен. в 3 раза  
Фиг. 5. Конкреция оз. Жирного. Вид сбоку. Умен. в 6 раз  
Фиг. 6. Конкреция оз. Жирного. Вид сверху. Умен. в 6 раз  
Фиг. 7. Желваковая конкреция оз. Чукулдук. Низ относительно плоский, верх имеет много выступов. Умен. в 2 раза  
Фиг. 8. Желваковые конкреции оз. Чукулдук с отпечатками. В одной из конкреций — неразложившийся стебель камыша. Умен. в 3 раза

## Таблица IX

### Шлифы конкреций вне пределов Соляноозерной степи

- Фиг. 1. Черепковая конкреция оз. Кучук. Увел. 30, николи +  
Фиг. 2. Песчаник из оз. Б. Ярового с толстым крустификационным цементом. Увел. 30, николи +  
Фиг. 3. Конкреция оз. Б. Петуховского. Увел. 30, николи +  
Фиг. 4. Натки в конкреции оз. Б. Петуховского. Увел. 30, николи +  
Фиг. 5. Конкреция оз. Жирного. Слоистая текстура. Увел. 14, без анализатора  
Фиг. 6. Конкреция оз. Жирного. Сгустковая текстура. Увел. 30, без анализатора  
Фиг. 7. Конкреция оз. Чукулдук со слабой цементацией. Увел. 30, николи +  
Фиг. 8. Сферолиты в конкреции оз. Чукулдук. Увел. 30, николи +
-

## О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
<i>Глава I. Из истории исследования конкреций . . . . .</i>	1
<i>Глава II. Физико-географическая и гидрохимическая характеристика озер Соляно-озерной степи. . . . .</i>	7
1. Общая характеристика озер Соляноозерной степи и системы Танатар . . . . .	7
2. Питание озер Соляноозерной степи . . . . .	9
3. Гидрохимическая характеристика озер Соляноозерной степи и ее истолкование. . . . .	16
<i>Глава III. Конкреции оз. Малинового и их генезис . . . . .</i>	23
1. Общие черты морфологии и структуры конкреций оз. Малинового . . . . .	23
2. Корка конкреций и ее строение . . . . .	25
3. Конкреции с пелитоморфной структурой . . . . .	27
4. Конкреции с песчаниковой структурой . . . . .	27
5. Конкреции с оолитовой структурой . . . . .	28
6. Конкреции с пизолитовой структурой. . . . .	30
7. Конкреции с конгломератово-брекчиевой структурой. . . . .	32
8. Химико-минералогический состав конкреций оз. Малинового . . . . .	33
9. Общая характеристика осадков оз. Малинового, включающих конкреции . . . . .	37
10. Условия образования оолитов и конкреций в оз. Малиновом . . . . .	40
<i>Глава IV. Конкреции содовых озер — Иодного, Кривого и некоторых других в Соляноозерной степи. . . . .</i>	48
1. Конкреции оз. Иодного. . . . .	48
2. Конкреции оз. Кривого. . . . .	57
3. Конкреции неопределенного генезиса. . . . .	60
<i>Глава V. Аналоги конкреций Соляноозерной степи . . . . .</i>	66
А. Конкреции Кулундинской степи . . . . .	66
1. Распространение конкреций в Кулундинской степи . . . . .	66
2. Типы конкреций вне Соляноозерной степи . . . . .	67
3. Химико-минералогический состав конкреций Кулундинской степи вне пределов Соляноозерной степи. . . . .	75
4. Генезис конкреций Кулундинской степи. . . . .	77
Б. Аналоги карбонатных конкреций в умеренных влажных зонах . . . . .	81
Выводы. . . . .	82
Литература. . . . .	83
Объяснения к таблицам. . . . .	86

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета Академии Наук СССР

Редактор издательства Г. И. Носов

Технический редактор Е. Н. Симкина Корректор Е. И. Чукина

РИСО АН СССР № 4118. Т-06449. Издат. № 2729. Тип. заказ № 466. Подп. к печ. 5/X 1950 г.  
Формат бум. 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 2,75 Печ. л. 7,53+6 вкл. Уч.-пздат. л. 8,4. Тираж 1000.

2-я типография Издательства Академии Наук СССР. Москва, Шубинский пер., д. 10.

Цена 7 руб.  
1913  
6 руб. 0 коп.