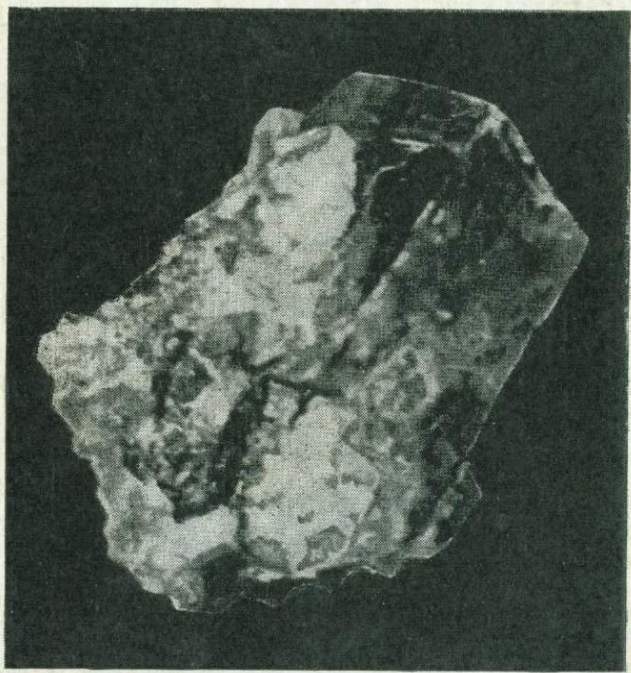


А. А. ИВАНОВ
МИНЕРАЛЬНЫЕ
СОЛИ
В НЕДРАХ
ЗЕМЛИ



А. А. ИВАНОВ

**МИНЕРАЛЬНЫЕ
СОЛИ
В НЕДРАХ
ЗЕМЛИ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
МОСКВА 1973



517

Иванов А. А. Минеральные соли в недрах Земли. М., «Недра», 1973, 80 с.

Природные минеральные соли, как и другие полезные ископаемые, играют большую роль в промышленности и хозяйственной жизни народов всех стран. Ископаемые месторождения минеральных солей, которыми так богата наша страна, представляют большой интерес по своему геологическому строению, происхождению солей и условиям их накопления, минеральному и химическому составу, промышленному значению и хозяйственному применению. В предлагаемой научно-популярной брошюре освещены эти вопросы, а также история зарождения и развития соляного дела в России, особенности геологического строения главнейших месторождений каменной соли и калийных солей и перспективы промышленного использования их в народном хозяйстве СССР.

Брошюра рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся вопросами геологии месторождений полезных ископаемых, условиями их образования и использования в народном хозяйстве СССР.

Таблиц 2, иллюстраций 26, список литературы — 26 назв.

ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА
ПАВЛА ИВАНОВИЧА
ПРЕОБРАЖЕНСКОГО
ПОСВЯЩАЮ
СВОЙ СКРОМНЫЙ ТРУД

МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЛИ, ОСНОВНЫЕ ИХ СВОЙСТВА И ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Среди огромного числа полезных ископаемых, используемых в различных областях народного хозяйства и в быту, весьма значительную роль играет группа природных минеральных солей. Они служат исходным сырьем для получения заводским способом многочисленных химических соединений и веществ, а также употребляются для различных целей в природном виде.

Месторождения минеральных солей отличаются многообразием не только по составу, качеству сырья и геологическому строению, но и по условиям своего образования. Мы находим эти месторождения как в недрах Земли, где многие из них залегают уже миллионы лет и образовались в отдаленные геологические эпохи, так и непосредственно на ее поверхности. Будучи весьма широко распространены, соляные месторождения встречаются в самых разнообразных геологических и природных условиях.

Основная группа природных минеральных солей объединена общностью природного образования, близкими физическими и химическими свойствами, значением в промышленности и в быту, способами эксплуатации месторождений. Характерной особенностью солей этой группы является легкая растворимость в воде большинства из них и наличие соленого, горько-соленого и жгуче-соленого вкуса, что вполне оправдывает присвоенное им название «соли».

В химическом отношении соли, входящие в эту группу, представляют собой производные соляной (HCl), серной (H₂SO₄), азотной (HNO₃) и угольной (H₂CO₃) кислот, в которых атомы водорода замещены натрием (Na), калием (K), кальцием (Ca) и магнием (Mg). Нетрудно

видеть, что простым попарным соединением этих металлов с кислотами можно получить 16 различных солей (минералов). Однако в природе существует несравненно большее их количество, так как кроме простых встречаются сложные двойные и тройные соли, соли безводные и содержащие в своем составе воду и т. д. Поэтому минеральный состав соляных залежей нередко бывает сложным.

В рассматриваемой группе природных минеральных солей, несомненно, к наиболее раннему периоду использования человеком относится всем хорошо известная поваренная, или пищевая, соль (хлористый натрий), которую еще первобытные люди употребляли как приправу к пище не только из-за ее вкусовых качеств, но и подсознательно удовлетворяя жизненную потребность организма человека в хлористом натрии. Пищевое значение имела поваренная соль в течение многих тысячелетий, и только с развитием химии и химической промышленности открылись широкие возможности для использования поваренной соли в различных отраслях промышленности.

Задолго до нашей эры человечеству была известна природная сода (углекислый натрий), однако до конца XVIII века она в основном добывалась из золы растений, произраставших по берегам Средиземного моря и Атлантического океана. Получение соды из минеральных (соляных) озер впервые началось в Древнем Египте и именно здесь возникло стеклоделие (за 3000 лет до нашей эры), для которого нужна была сода. А залежи соды в недрах Земли начали интенсивно разрабатывать лишь недавно.

Еще в средние века искусственно приготавливалась селитра (азотнокислый натрий или калий), являющаяся одним из важнейших химических реагентов. Потребность в порохе вызвала необходимость увеличения ее производства. В изданной в XVIII веке Академией наук книге говорится, что селитра «...есть царь всем солям и мельница, посредством которой все измолото быть может».

Месторождение природной селитры было открыто только в 1809 году в Чили. На протяжении более 100 лет чилийская селитра служила исходным сырьем для получения азотной кислоты и всех ее солей, но в значительной степени утратила свое значение после открытия в

первой четверти текущего столетия способа получения азота из воздуха.

В 1645 году немецкий химик и врач Иоганн Глаубер при взаимодействии серной кислоты и поваренной соли получил сернокислый натрий, названный его современниками глауберовой солью. Однако позднее оказалось, что соли такого же состава (мирабилит, тенардит) имеются и в природных образованиях. Мирабилит был открыт в 1847 году (почти на двести лет позже его искусственного получения) лейтенантом Жеребцовым в заливе Каспийского моря Кара-Богаз-Гол. Но лишь много десятков лет спустя природный мирабилит (глауберова соль) стал промышленным сырьем.

Немногим более 100 лет прошло со дня открытия и промышленного использования залежей природных калийных солей. Добыча их за это время быстро развивалась, росло потребление, и сейчас калийная промышленность, направленная прежде всего на получение минеральных удобрений, играет в экономике ряда стран крупную роль.

Природные минеральные соли представлены несколькими типами месторождений. Соли проявляются в виде так называемых ископаемых месторождений, образовавшихся в предшествовавшие современной геологические эпохи и находящихся на большей или меньшей глубине в недрах Земли. Второй тип месторождений представлен современными, связанными с морем и континентальными соляными озерами, в которых соли находятся в растворенном состоянии в рассоле (рапе), образуют залежи на дне водоемов и периодически кристаллизуются из рапы. Месторождения третьего типа — соляные (минеральные) источники, выходящие на поверхность Земли, и подземные рассольные горизонты. Соли в этих водных массах находятся в растворенном состоянии. Неограниченные запасы поваренной соли, калийных солей, сульфатов натрия и многих других соединений заключены в морской (океанической) воде. Это четвертый тип рассматриваемой группы солей. Из морской воды соли во многих местах извлекаются при помощи расположенных на морском побережье специальных бассейнов, в которые морская вода поступает через сооруженные каналы или перекачивается насосами. Систематически получать пищевую соль из морской воды начали в Китае более

2200 лет до нашей эры. Веками многие народы были зависимы от моря как источника соли. И в настоящее время в ряде стран — Китай, Индия, Япония, Турция, Филиппины — основную массу пищевой соли получают из морской воды. Море дает около 40% всего мирового производства соли.

Из упомянутых типов соляных месторождений мы рассмотрим только ископаемые месторождения, частично затронем обычно связанные с ними рассольные горизонты и лишь кратко остановимся на других типах месторождений.

ОСНОВНЫЕ СОЛЯНЫЕ МИНЕРАЛЫ И ПОРОДЫ

Минеральный состав соляных месторождений различен и может быть достаточно сложным. Но, как правило, одни минералы в нем преобладают, тогда как другие проявляются в подчиненном или незначительном количестве. Рассмотрим ряд наиболее характерных и важных в практическом отношении так называемых соляных минералов и пород, которые собственно и являются промышленным сырьем.

Приводимая ниже краткая характеристика главных соляных минералов поможет при знакомстве с ними отличить один минерал от другого и, кроме того, даст возможность избежать повторений при описании соляных месторождений.

Галит. Название этого минерала происходит от греческого слова «халос», что значит «соль». По химическому составу галит является хлористым натрием (NaCl). Зерна и кристаллы этого минерала, образующиеся в условиях свободного роста, на стенках каких-либо пустот или в рыхлых и мягких породах, имеют кубическую форму (рис. 1). Ребра кристаллов иногда достигают в длину 10—15 см. В монолитных массах, в породе, которая называется каменной солью, зерна галита измеряются миллиметрами и имеют обычно неправильные очертания. При разбивании зерна галита всегда приобретают форму, близкую к кубу. Стремление зерен и частиц галита сохранять кубическую форму обуславливается тем, что параллельно граням куба в этом минерале проходят плоскости, по которым раскалываются

зерна галита. Это свойство в минералогии называется спайностью. По этим плоскостям и раскалываются зерна галита. Галит встречается также в волокнистых разностях. Они наблюдаются у галита, заполняющего



Рис. 1. Друза кубических кристаллов галита

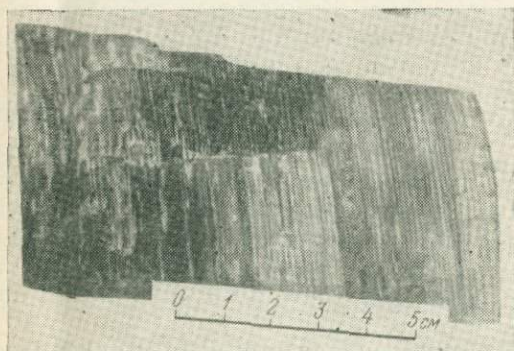


Рис. 2. Волокнистое строение галита

трещины и небольшие полости в горных породах и образующего жилы и прожилки (рис. 2).

В одиночных кристаллах, а также в крупнозернистых массах галит нередко бывает совершенно чистым, бесцветным и прозрачным. Очень красивы кристаллы, окрашенные в фиолетовый, голубой и темно-синий цвет.

Окраска распределяется обычно пятнами, полосами или в виде решетки. Появление окраски связано с распадом части молекул хлористого натрия и образованием атомов натрия, которые и окрашивают минерал. Тон и сила окраски определяются размерами частиц и соединением атомов в более крупные скопления (от тысяч до миллионов атомов металла) величиной в одну сотысячную сантиметра (10^{-6} см). Распад молекулы хлористого натрия происходит под действием радиоактивных излучений, источником которых в природных условиях может являться калий. Поэтому голубой галит наиболее часто встречается в соляных толщах, содержащих калийные соли. Примесь органических веществ — нефти, битумов, углистых частиц — придает галиту буроватую или темно-серую окраску, которая легко исчезает при нагревании минерала.

Среди соляных минералов характеризуемой группы галит чаще встречается и распространен наиболее широко. Он является спутником почти всех остальных соляных минералов и при этом образует значительно большие скопления.

Галитовая порода, или иначе каменная соль, характеризуется слоистым строением, обуславливающимся тем, что слои ее мощностью 5—10 см чередуются с более тонкими, в несколько миллиметров, прослоями, сложенными глинистым материалом и ангидритом (рис. 3). Почти всеми исследователями признается, что такое чередование указывает на годовой цикл накопления соли. По количеству этих слоев в толще соли можно установить время, в течение которого она накапливалась. Это время в разных месторождениях исчисляется сотнями и тысячами лет. Такое слоистое строение характерно не только для каменной соли, но и для многих других соляных пород.

Каменная соль обладает обычно неоднородной серой или серовато-белой окраской, содержит примесь глинистого материала и других солей. Нередко, в особенности, когда каменная соль сопровождается калийными солями, ее слои и прослои окрашены в слабый розовато-желтый и розовато-оранжевый цвет.

Сильвин. Этот минерал по ряду своих свойств близок к галиту, но по химическому составу представлен хлористым калием (KCl). Сильвин впервые был открыт в

1823 году в соляных залежах Германии и получил название в честь врача Сильвиуса.

Отдельные кристаллы сильвина, так же как и галита, имеют кубическую форму, иногда с углами, срезанными ровными плоскостями (рис. 4,5). Подобно галиту сильвин обладает хорошо выраженной спайностью по плоскостям куба. Из-за сходства сильвина и галита их неред-

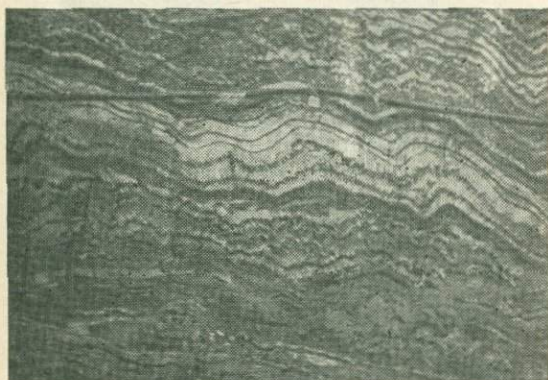


Рис. 3. Слоистое строение каменной соли (стенка горной выработки)

ко можно спутать; распознаванию минералов помогает прежде всего проба «на вкус» — сильвин обладает резким жгуче-соленым вкусом. Кроме того, для сильвина характерны разнообразные оттенки красного цвета — от темного мясо-красного до светло-розового, вызываемые незначительной примесью окислов железа. Встречается также сильвин янтарно- и винно-желтой окраски и, наконец, иногда широко распространен молочно-белый сильвин, зерна которого по краям нередко окружены красной каймой. Молочно-белая окраска сильвина вызывается наличием в нем мельчайших пустоток, заполненных газом, в основном азотом и метаном с примесью битумов. Этим объясняется «пахучесть» такого сильвина, чувствуемая не только при разбивании его кристаллов, но и при царапании их ножом или иглой. Сильвин проявляется и в зернистых, и в волокнистых разновидностях в случае выполнения им каких-либо трещин (рис. 6).

Сильвин и галит в залежах калийных солей встречаются вместе, но в различных процентных соотношениях. Тесно срастаясь, они образуют горную породу — силь-

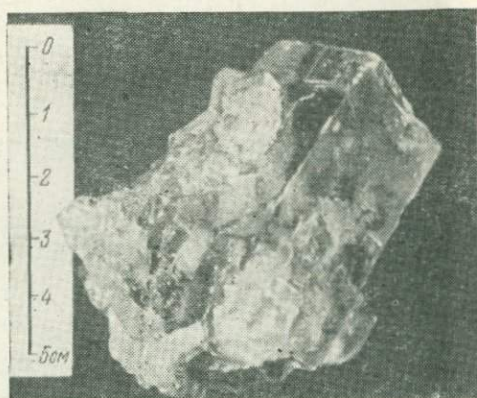


Рис. 4. Кристалл прозрачного сильвина.
Фото Б. М. Голубева



Рис. 5. Кристалл синего галита среди бесцветной каменной соли.
Верхнекамское месторождение

винит, которая является основным сырьем для получения различных солей калия. Слои этой породы в соляных залежах чередуются со слоями каменной соли, отчетливо выделяясь благодаря яркой красной или пестрой окраске. При наличии измятости слоев это создает на стенках

горных выработок калийных рудников узор, нередко весьма сложный и пестрый (рис. 7).

Из минералов, содержащих в своем составе калий, сильвин является одним из наиболее распространенных. Он имеется во всех известных на земном шаре залежах калийных солей и во многих из них является основным.

Карналлит. Второе после сильвина место по степени распространения и роли среди калийных минералов за-

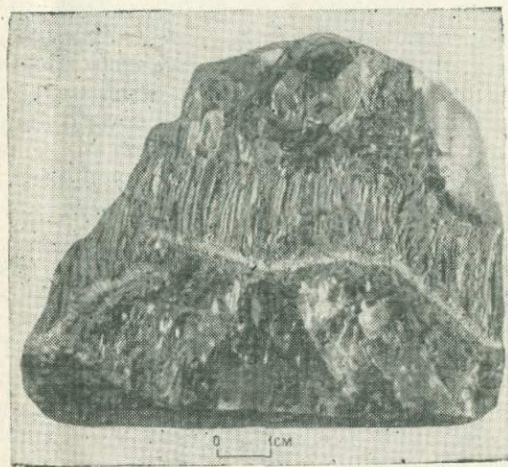


Рис. 6. Волокнистое строение сильвинита Верхнекамское месторождение



Рис. 7. Складчатые узоры в сильвините (стенка горной выработки)

нимают карналлит. Этот минерал был открыт в 1855 году известным минералогом Г. Розе и в честь Карналля был назван карналлитом. В состав карналлита входят хлористый калий, хлористый магний и шесть молекул воды ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Вкус минерала неприятный горько-жгуче-соленый.

Хорошо образованные кристаллы карналлита имеют боченкообразную или таблитчатую форму. Но обычно он проявляется в зернистых массах, в которых размеры зерен минерала колеблются от долей сантиметра до 5—6 см и иногда более. В таких массах в карналлитовой породе зерна карналлита округлой или неправильной угловатой формы тесно перемешаны с зернами галита бесцветного или серого, реже голубого и синего цвета. Иногда карналлит содержит зерна сильвина и некоторых других минералов. При выполнении трещин в породах карналлит подобно галиту и сильвину имеет волокнистое строение.

Карналлит не обладает спайностью. При раскалывании зерна его приобретают неправильную форму и раковистый излом. Чрезвычайно характерна для карналлита особенность, впервые подмеченная Е. Э. Разумовской, издавать своеобразный скрип, возникающий при царапании и сверлении минерала каким-нибудь металлическим предметом. Ни один из остальных соляных минералов таким свойством не обладает и это позволяет безошибочно, даже в плохо освещенных горных выработках устанавливать наличие карналлита среди массы других минералов. Встречается карналлит бесцветный и водяно-прозрачный, но чаще он окрашен в разнообразные оттенки красного, оранжевого и желтого цвета. Нередко окраска в зерне минерала распределяется неравномерно.

Для карналлита характерна высокая гигроскопичность, т. е. способность втягивать влагу из воздуха и постепенно расплываться, растворяться в поглощаемой влаге. Поэтому образцы карналлита следует хранить в закрытых сосудах, в сухом месте или покрывать их тонким слоем парафина.

Карналлит многих залежей отличается высоким содержанием газов, находящихся под большим давлением в мельчайших, видимых только под микроскопом порах. При растворении минерала в воде, когда стенки пор ста-

новятся тонкими, они под давлением газа разрушаются и благодаря этому слышится непрерывное характерное потрескивание, выделяются пузырьки газа.

В карналлитовых залежах встречаются также крупные скопления газов, состоящих в основном из водорода и метана. При горных разработках они иногда выделяются, легко воспламеняясь от огня или искры, что приводит к взрыву.

Каинит. Минерал впервые был найден в 1865 году в одном из соляных рудников Германии и название получил от греческого слова «кайнос» — новый. В состав этого минерала входят хлористый калий, сернокислый магний и три молекулы воды ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$).

Обычно каинит образует мелкозернистую породу, в которой простым глазом трудно различить отдельные зерна минерала. Каинит сопровождается галитом, имеющим иногда голубую и синюю окраску, а также некоторыми другими минералами, образуя каинитовую породу. При выполнении трещин каинит приобретает волокнистое строение. Для каинита характерна светло-желтая и медово-желтая окраска. Иногда он имеет желтовато-буровато-серую окраску, в редких случаях желтовато-зеленую. Каинит легко растворяется в воде, но в то же время не гигроскопичен, т. е. не сыреет под действием влаги воздуха. Вкус каинита слабый солено-горький.

Лангбейнит. В некоторых месторождениях калийных солей широким распространением пользуется минерал лангбейнит, в химический состав которого входят сернокислый калий и магний ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$). Этот минерал искусственно получен в 1880 году химиком Прехтом и вскоре (1891 год) был открыт в одной из соляных залежей Германии и получил название «лангбейнит».

Хорошо образованные кристаллы лангбейнита встречаются редко. Они имеют вид либо простых трехгранных пирамид, либо являются сложными, состоящими из комбинаций ряда простых форм. Лангбейнит проявляется в плотных крупно- и грубозернистых массах, в которых отдельные неправильной формы его зерна достигают в длину нескольких сантиметров, а также входит в состав сложных калийных пород, например лангбейнито-каинитовой, содержащей кроме лангбейнита и каинита галит, ангидрит, кизерит и другие минералы. Лангбейнит не обладает спайностью и поэтому его зерна обнаруживают неправильный или скорлуповатый излом.

Лангбейнит окрашен в слабый розоватый или розовато-фиолетовый цвет, но встречается также светло-серый, серовато-белый и бесцветный. В холодной воде лангбейнит растворяется труднее, чем галит, сильвин и карналлит, но в то же время он очень слабо сопротивляется воздействию атмосферной влаги. Даже в относительно сухом помещении этот минерал через короткий промежуток времени покрывается налетом тонкого порошка белого или слабо-желтоватого цвета.

Лангбейнит обладает характерным свойством, помогающим без труда устанавливать его присутствие, например при осмотре запыленных стенок подземных горных выработок: при ударе по лангбейниту острым металлическим предметом (молоток, кайло) образуются голубовато-зеленые искры, короткое мгновение светящиеся, что совершенно отчетливо видно при затемнении рудничной лампы. Если порошок лангбейнита сыпать на нагретую металлическую пластинку, зеленоватое свечение тоже можно ясно заметить. Этот световой эффект, по видимому, связан с особым явлением, носящим название термолюминесценции, которым обладает ряд природных веществ.

Полигалит. Этот минерал не имеет промышленного значения, но широко распространен в природе и часто встречается как единственный представитель группы калийных солей. Название минерала происходит от греческих слов — «полис» — много и «халос» — соль, т. е. иначе этот минерал можно назвать многосоляным. Действительно, он состоит из сернокислого калия, магния и кальция и содержит две молекулы воды ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot CaSO_4 \cdot 2H_2O$).

Полигалит обычно образует монолитные тонкозернистые и крепкие сростки, в которых простым глазом часто невозможно рассмотреть отдельные зерна. Проявляется полигалит также в толстоволокнистых и столбчатых разностях и в виде небольших гнезд и желваков. Излом полигалита неровный, раковистый и занозистый, причем в краях минерал слабо просвечивает. В воде полигалит растворяется с трудом, вкуса не имеет. Обычно полигалит окрашен в разнообразные оттенки красного, красноватого, розового, фиолетово-розового, оранжево-красного, желто-оранжевого и желтого цвета. Встречается также полигалит серый, серовато-белый и белый. Розовый

полигалит по внешнему виду напоминает постный сахар, а желтовато-кремовый — кость.

Перечисленными главнейшими калийными минералами их список, известный в ряде месторождений, полностью не исчерпывается. Некоторые отличаются особенным минеральным богатством, насчитывая до 20—25 разных минералов.

Главнейшими минералами месторождений сульфата натрия являются мирабилит (глауберова соль) $(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$ и тенардит (Na_2SO_4) . Название «мирабилит» происходит от латинского слова «мирабилис», что значит «удивительный». Такое название минерал получил за свою особенность кристаллизоваться из раствора при его охлаждении и вновь растворяться, когда температура раствора поднимается выше определенных пределов. Тенардит получил свое название по имени французского химика Тенара.

Мирабилит кристаллизуется большей частью в виде столбчатых и призматических кристаллов, образует зернистые и плотные массы, корки и налеты, проявляется в виде волосяных и закрученных волокнистых кристалликов и имеет волокнистое строение при выполнении трещин в породах. Кристаллы мирабилита, как правило, бесцветные и прозрачные, но примеси придают минералу серую или буровато-серую окраску. Мирабилит легко растворяется в воде. Вкус его горько-соленый, с охлаждающим эффектом. На воздухе теряет воду, мутнеет и постепенно распадается в тонкий порошок белого цвета, переходя в безводный сернокислый натрий, носящий в промышленности название «сульфат».

Тенардит кристаллизуется в ромбо-пирамидальных и пластинчатых кристаллах, но наблюдаются они редко. Чаще образует зернистые скопления и плотные массы. Минерал бесцветный, прозрачный или сероватый, изредка окрашен в ржаво-золотистый цвет. Легко растворяется в воде, вкус солоноватый, с согревающим эффектом. На влажном воздухе поглощает воду, мутнеет, покрывается корочкой белого цвета и постепенно распадается в порошок.

Необходимо упомянуть еще о двух минералах, которые, как правило, имеются в залежах минеральных солей и часто образуют самостоятельные месторождения. Речь идет о гипсе $(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ и ангидрите (CaSO_4) .

Название «гипс» происходит от греческого слова «гипсос», что значит «мел» или «гипс»; название ангидрита — от греческих слов «ан», что значит «не» или «без», и «гидор» — вода, т. е. название указывает, что минерал является безводным.

Гипс встречается как в виде кристаллов, так и в плотных мелкозернистых массах. Кристаллы гипса имеют



Рис. 8. Кристаллы гипса

разнообразную форму: пластинчатую, столбчатую, игольчатую, линзо- или чечевицеобразную. Нередко кристаллы достигают весьма больших размеров, проявляясь в виде толстых таблиц или пластин (рис. 8). Обладая весьма совершенной спайностью, гипс в таких кристаллах разделяется на более тонкие пластинки. Гипс легко царапается ногтем. В сплошных массах строение гипса от крупно- до тонкозернистого. Белые разновидности тонкозернистого гипса нередко называют алебастром; это же название придается и обожженному гипсу. В прожилках и жилах гипс обладает волокнистым строением и шелковистым блеском. Такие разновидности гипса носят название «селенит»; они широко используются для разных мелких поделок.

419

Гипс обладает разнообразной окраской. Наряду с бесцветным широко распространен гипс белой, серой, желтоватой и красноватой окрасок. Оригинально окрашенные монолитные разности гипса используются для мелких изделий.

Ангидрит обычно проявляется в виде монолитных мелко- и тонкозернистых скоплениях, реже в листоватых и волокнистых образованиях. Цвет ангидрида белый, серый, голубовато-серый, желтый, розоватый до красного, иногда мраморовидный. Плотные с оригинальной раскраской разности, ангидрита, подобно гипсу, используются для изготовления мелких изделий. Ангидрит, так же как и гипс, с трудом растворяется в воде. При постепенном длительном воздействии влаги на ангидрит последний, присоединяя воду, переходит в гипс.

ПЕРВОИСТОЧНИКИ СОЛЕЙ В ИСКОПАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Ископаемые соляные месторождения образовались в геологические эпохи, предшествовавшие современной. Распространение их на земном шаре подчинено главным образом тому, как были расположены в эти эпохи внутренние моря и связанные с ними солеродные бассейны, существовавшие в определенных климатических, геологических, тектонических и прочих условиях. Поэтому ископаемые залежи солей мы находим как на земной поверхности, так и в недрах Земли, независимо от климатических и иных физико-географических условий, которые существуют в данном районе в настоящее время.

Ориентировочные подсчеты показывают, что в осадочном чехле земной коры заключено не менее 35—40 млн. км³, или 70 000—80 000 триллионов тонн различных минеральных солей, таких, как хлориды и сульфаты калия, магния и натрия, сульфаты кальция и магния и др. Доля каменной соли (хлористого натрия) в этом количестве составляет около 20—25%. Все это говорит о том, что первоисточники, из которых месторождения при своем формировании питались солями, были поистине неисчерпаемы. О них мы можем судить по прямым свидетельствам геологического прошлого и по данным распространения, перемещения и накопления солей в современных условиях.



Значительные массы солей в виде паров и водных растворов выносятся на сушу Земли в настоящее время и, очевидно, выносились в геологическом прошлом при вулканических процессах. В некоторых случаях при этом образуется ряд соляных минералов — галит, сильвин, гипс, тенардит, мирабилит и др. Большие массы солей освобождаются при разрушении и разложении горных пород, а также соляных и соленосных отложений. Этот процесс, который носит название физического и химического выветривания, протекает не только в настоящее время, но происходил и, может быть даже более интенсивно, в прошлые геологические эпохи, начавшись сразу же после образования твердой земной коры. Растворимые соли, выносящиеся при вулканических процессах и освобождающиеся при выветривании горных пород, водными потоками переносятся на далекие расстояния и в конечном счете попадают в моря и океаны или задерживаются и накапливаются в континентальных и морских озерах и других водоемах по пути следования.

Соли такого происхождения обеспечивали в геологическом прошлом и обеспечивают в настоящее время образование в соответствующих природных условиях соляных залежей так называемого континентального генезиса. Но такие месторождения, широко образующиеся в настоящее время в соляных озерах, в ископаемом состоянии встречаются редко и не достигают при этом в большинстве случаев значительных размеров. Следовательно, должен быть еще источник, из которого соляные месторождения черпали бы исходные вещества, слагающие массы минеральных солей. Этот источник — океанические и морские воды, являющиеся с древнейших геологических эпох аккумулятором разнообразных минеральных веществ. Еще в I веке нашей эры греческий врач Диоскорид писал, что солнечные лучи выделяют соль из пены морской воды.

Соленость морской воды установлена в отдаленные времена. Океан — гигантский источник биологических ресурсов, разнообразных ценных продуктов — включает в себе и огромные богатства, о которых можно судить по содержанию различных элементов в морской воде. В настоящее время на Земле известно более 100 химических элементов, из них в океанической (морской) воде обнаружено 60, среди которых можно назвать и такие редкие,

как уран, радий, гелий, торий, ванадий, кобальт, ртуть, серебро, золото и многие другие. Однако процентное содержание в океанической воде редких и рассеянных элементов выражается ничтожно малыми величинами. При средней солености океанической воды около 3,5% (или, иными словами, при содержании в 1 кг воды 35,028 г растворенных солей) в их составе главенствующее место занимают только девять элементов, а на долю остальных падает всего 0,02—0,03%. И все же при огромном объеме воды всех океанов и морей, составляющем 1370 млн. км³, или весе 1420 · 10¹⁵ т, несмотря на ничтожное содержание отмеченных редких элементов, их запасы в океанической воде достигают весьма крупных цифр: радия 20 тыс. т, урана 3 млрд. т, золота 8 млрд. т и т. д.

В данном случае нас интересуют девять главнейших элементов, содержащихся в воде Мирового океана, которые обуславливают соленость воды и являются первоисточником образования соляных залежей на суше Земли. Эти элементы и их содержание в океанической воде приводятся в табл. I.

Можно видеть, что в океанической воде преобладают как раз те химические элементы (соли), которые входят в состав соляных минералов и пород, упомянутых ранее. При этом более 77% солей составляет хлористый натрий (поваренная соль), общее количество которого, растворенное в океанической воде, более 43 · 10⁵ т (рис. 9). При современном потреблении соли (130 млн. т в год) это количество может обеспечить население Земли на 350—400 млн. лет. Однако столь большие цифры еще не говорят о том, что прямым испарением какого-то объема океанической воды могли образоваться соляные месторождения мощностью 1000—2000 м и распространяющиеся на сотни и тысячи квадратных километров. При содержании в океанической воде только 3,5% солей требовалось испарение огромных ее объемов для образования тех грандиозных запасов солей, которые заключены в толще осадочных пород земной коры.

Какие количества морской воды необходимо испарить, прежде чем начнется кристаллизация солей, наглядно показывает рис. 10, на котором изображен процесс опытного испарения 1000 см³ воды Средиземного моря и последовательного выделения в осадок солей. Гипс начи-

Состав океанической воды

Ионы	Содержание в океанической воде, г/кг	Общий вес тонн · 10 ¹²	Соли	Весовые %	% к весу всех солей
Хлор (Cl)	19,337	30976	NaCl	2,723	77,76
Сульфат (SO ₄)	2,705	4321	MgCl ₂	0,381	10,88
Бикарбонат (HCO ₃)	0,097	205	MgSO ₄	0,165	4,74
Бром (Br)	0,066	106	CaSO ₄	0,126	3,60
Бор (B)	0,0036	8	K ₂ SO ₄	0,086	2,40
Натрий (Na)	10,722	17232	CaCO ₃	0,012	0,34
Магний (Mg)	1,297	2077	MgBr ₂	0,007	0,22
Кальций (Ca)	0,417	653			
Калий (K)	0,382	619			
Всего	35,027	56197		3,500	100,00

нает выделяться в осадок при испарении 80% первоначального объема морской воды, галит (поваренная соль) — 90%, а легкорастворимые соли калия, магния и др. выпадают в осадок, лишь когда остается 1,6% раствора.

При испарении толщи морской воды указанного нормального состава глубиной 100 м образуется слой мощностью всего около 1,5 м. В этом слое доля поваренной соли (NaCl) составит 1,16 м, магниевых солей — 0,23 м, ангидрита (CaSO₄) — 0,05 м, калийных солей — 0,03 м и т. д. Таким образом, для образования залежи камен-

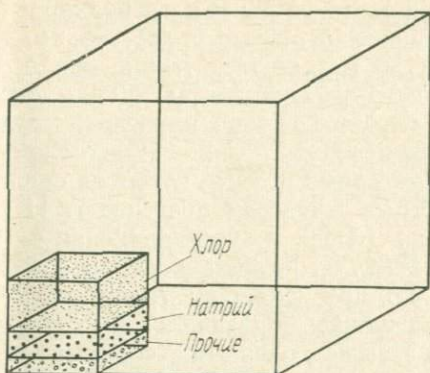


Рис. 9. Относительные содержания растворенных веществ в морской воде

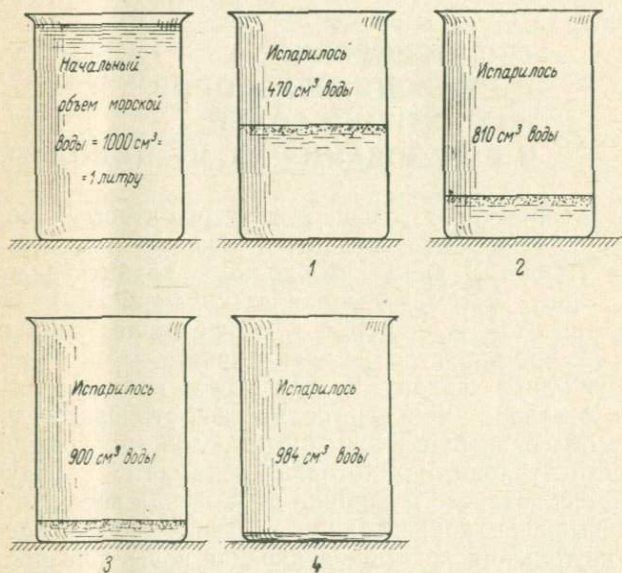


Рис. 10. Выделение солей из морской воды (лабораторный опыт) 1 — начало выделения углекислого кальция; 2 — начало выделения гипса; 3 — начало выделения поваренной соли, а затем сернокислого и хлористого магния; 4 — конечный рассол, содержащий легкорастворимые соли калия, магния и др.

ной соли мощностью 1000 м потребовалось бы испарение толщи океанической воды более 86 км, залежи гипса мощностью 100 м — соответственно около 200 км, залежи калийных солей мощностью 50 м — около 170 км и т. д. Такие глубины океана никогда не существовали и не могли существовать в геологическом прошлом, нет их и в настоящее время. Самые глубокие океанические впадины, известные сейчас, не превышают 11 км, а именно: Марианская — 10 899 м, Филиппинская — 10 830 м, Курильская — 8491 м, Пуэрториканская — 9219 м и т. д. Следовательно, при испарении толщи океанической воды даже такой глубины образовался бы слой солей всего в 160—130 м. Иными словами, соляные месторождения мощностью несколько сот метров, не говоря уже о 1000—2000-метровых, не могли образоваться простым испарением океанических вод в каких-то глубоких впадинах. Это невероятно еще и потому, что в открытом океане кристаллизация легкорастворимых в воде солей невозможна.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ СОЛЕЙ И ОБРАЗОВАНИЯ ИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В лабораторных условиях, для того чтобы из водного раствора каких-либо соединений (солей) получить их в сухом (твердом) виде, необходимо удалить растворитель — воду путем нагревания (кипячения) раствора. Вода при этом испаряется, т. е. превращается в пар и уходит в пространство, не захватывая с собой из раствора каких-либо солей*. В ходе этого процесса взятый объем раствора уменьшается, раствор становится все более и более крепким, или, иными словами, повышается его концентрация, под которой понимается количество солей, заключенное в единице объема или весе раствора.

Повышение концентрации раствора может происходить не только вследствие испарения воды. Способствует и замерзание воды, так как при замерзании в лед об-

* При кипячении вместе с водяным паром уходит лишь растворенный в воде воздух, а также некоторые газы, например углекислый.

ращается почти пресная вода. На этом свойстве, между прочим, основывается способ получения концентрированного рассола в северных странах с суровой зимой.

При постепенном повышении концентрации раствора последний в какой-то момент становится в отношении той или иной соли насыщенным, т. е. при данной температуре он будет содержать максимально возможное растворенное количество ее. Если испарение будет продолжаться, то данная соль уже не сможет полностью находиться в растворе, раствор становится пересыщенным, соль начнет постепенно выпадать из него в твердом состоянии, начинается ее кристаллизация.

В сложных растворах, содержащих ряд солей, последовательность кристаллизации и состав образующихся солей определяются прежде всего степенью их растворимости и относительными количествами их в растворе, составом раствора, температурой его испарения и временем, в течение которого совершается испарение. Из раствора, содержащего различные соли, прежде всего кристаллизуется соль наиболее труднорастворимая, для которой, следовательно, требуется относительно небольшое повышение концентрации раствора, чтобы ее содержание в растворе достигло степени насыщения и она начала выпадать из раствора в твердый осадок. При дальнейшем испарении воды и повышении концентрации раствора происходит кристаллизация все более и более легкорастворимых солей, для растворения имеющегося количества которых требуется все меньший и меньший объем воды. Наконец, в последнюю очередь выпадают наиболее легкорастворимые соли (см. рис. 10).

В природной обстановке процесс испарения соляных растворов и кристаллизации из них солей происходит несравненно сложнее, чем при опытах в лаборатории, и зависит от целого ряда условий.

В природе мы встречаем соляные растворы различного состава и различного соотношения между находящимися в них солями. При испарении разных растворов и соли из них будут кристаллизоваться разные и в различных соотношениях. В процессе испарения соляных растворов в природной обстановке происходит разбавление их пресными водами, например водами атмосферных осадков, речных потоков, или смешение их с соляными растворами другого состава, что также отражается на

ходе процесса кристаллизации солей и их составе. Большое влияние оказывает колебание температуры воздуха и других климатических условий в течение года, десятилетий и веков. Поэтому в соляных залежах наблюдаются разнообразные комбинации между соляными минералами, различные их объемы в разных соляных залежах и, следовательно, различный состав последних. Очень часто в соляных залежах происходит нарушение закономерной последовательности кристаллизации минералов, устанавливается наличие перерывов в развитии процесса, обнаруживается отсутствие тех или иных солей, которым по общему ходу кристаллизации надлежало быть в данной соляной залежи.

Однако в любых условиях, как в лабораторных опытах, так и в природной обстановке, кристаллизация солей может происходить только из концентрированного, пересыщенного раствора (рассола). Поэтому испарение воды, наполняющей тот или иной водоем на поверхности Земли, является первым и совершенно необходимым условием кристаллизации солей и образования соляного месторождения.

В природных условиях ускорению и повышению испарения воды способствует почти исключительно солнечное тепло. Поэтому лишь в областях с теплым или жарким климатом, где земля в течение года или определенного сезона получает большое количество солнечной тепловой энергии, возможно интенсивное испарение воды с поверхности водоема и повышение в ней концентрации солей до весьма высокой степени. Можно, например, отметить, что в заливе Кара-Богаз-Гол концентрация солей в поверхностном растворе (рапе) более чем в 54 раза превышает содержание солей в каспийской воде. В современных соляных озерах, как морских, так и континентальных, кристаллизация солей происходит только, когда их содержание в рассоле достигнет 250—300 г и более в 1 л, т. е. превысит в 10 раз содержание солей в морской воде (рис. 11).

Испарению воды способствует также сухость воздуха, окружающего водоем. При влажном воздухе над поверхностью воды образуется как бы крыша из водяных паров и испарение идет очень медленно или совсем прекращается. Концентрация солей в воде может повышаться только в тех случаях, когда испарение компенсирует

приток в водоем пресных или слабосоленых вод извне (морских, речных, атмосферных и др.), т. е. когда этот приток оказывается равным (или в определенные периоды меньшим) количеству испаряющейся воды. Если же он превысит испарение, то соляной водоем начнет опресняться, а если окажется меньше испарения — то в водоеме выкристаллизуются соли и он станет сухим.

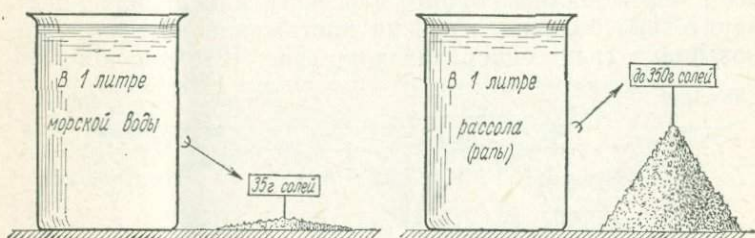


Рис. 11. Содержание солей, растворенных в морской воде и рассоле солеродного бассейна

Итак, природные физико-географические условия и прежде всего сухой, теплый или жаркий климат, так называемый аридный, — одно из главнейших условий, благоприятных для образования бассейнов с повышенной соленостью воды и ее дальнейшего концентрирования вплоть до кристаллизации и накопления солей.

Такие бассейны при этом должны быть полузамкнутыми, с односторонним питанием, и бессточными, т. е. все поступающие в них воды, какого бы происхождения они ни были, должны заканчивать здесь свой путь и оставлять принесенные в растворе соли. Совершенно исключается возможность концентрации и кристаллизации солей в открытом океаническом или морском бассейне, так как в этом случае постоянно происходит перемешивание и свободный обмен воды, а также в бассейнах проточных, в которых совершается смена воды и вынос солей.

Если обратиться к ископаемым месторождениям минеральных солей морского происхождения, которые образовались в бессточных впадинах, связанных с морем и питавшихся в основном морской водой, то реконструкция их палеогеографического положения показывает, что

такие бассейны представляли собой лагуны, заливы, краевые мелководные части морских водоемов и даже огромные внутриконтинентальные бассейны морского типа. Размеры водоемов и бассейнов, судя по сохранившимся залежам минеральных солей, колебались в очень больших пределах: от десятков и сотен до многих тысяч квадратных километров. Океанические воды вливались в солеродные бассейны, как правило, не непосредственно, а через промежуточные бассейны, или пройдя предварительно большой путь, на протяжении которого они повышали свою минерализацию (рис. 12). В конце пу-

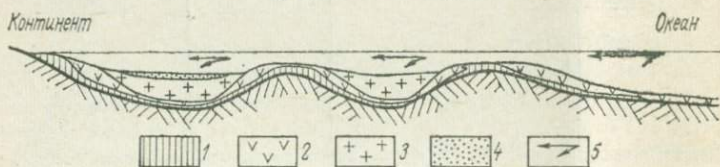


Рис. 12. Выпадение солей в осадок в промежуточных бассейнах
 1 — карбонаты кальция; 2 — ангидрит; 3 — каменная соль; 4 — калийные соли; 5 — перетекание рассолов и выпадение солей в осадок

ти морские воды поступали в солеродные бассейны через проливы или системы проливов, зоны мелководья и отмелей, между грядами островов, возвышенностей, приподнятых участков, рифов и других образований, создававших естественную преграду между солеродным бассейном и питавшим его морским (океаническим) водоемом.

При таких условиях и в обстановке аридного климата минерализация воды в солеродном бассейне повышалась в десять и более раз против содержания солей в морской воде и наступала возможность массовой кристаллизации и накопления солей (рис. 13).

В иных условиях происходило накопление солей в континентальных бессточных солеродных бассейнах, не связанных с морем и не питавшихся морской водой.

Современные бессточные области, в которых интенсивно совершаются процессы соленакопления, расположены в глубине континентов, в обширных внутриматериковых понижениях или впадинах, окруженных горными массивами и возвышенностями. На территории СССР к таким областям относится южная часть Западно-Сибирской низменности, окруженная горными цепя-

ми Урала, Казахской горной страны, Алтая, Саян и возвышенностями Средне-Сибирского плоскогорья; Туранская, или Среднеазиатская, низменность, окруженная горными цепями Тянь-Шаня, Памиро-Алая, Копетдага, Казахской грядой и возвышенностями Устюрта и Мангышлака. Аналогичные области известны в Монголии, Центральном Иране, Малой Азии, Северной и Южной Америке, Восточной Африке, Австралии.

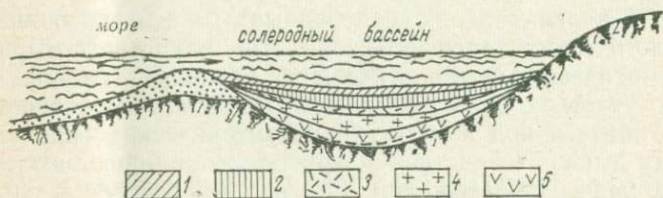


Рис. 13. Схема образования залежи морских солей

1 — соленосная глина; 2 — калийные и магниевые соли; 3 — ангидрит; 4 — каменная соль; 5 — гипс

В бессточных областях широко развиты впадины и котловины различной глубины и происхождения. Каждая такая впадина является сборником, куда стекают с окружающей местности воды атмосферных осадков, поверхностных водотоков, большей частью возникающих временно и затем высыхающих, а также грунтовые и подземные воды. Площадь, с которой та или иная котловина собирает воды, нередко в тысячи раз превосходит площадь самой котловины. Все эти воды из-за отсутствия стока накапливаются внутри котловин. Потеря воды из котловин идет лишь за счет испарения, благодаря сухому и жаркому климату достигающего больших размеров.

Котловины в бессточных областях являются сборниками не только вод, но и приносимых ими солей, вымываемых из отложений, окружающих котловины. Из года в год, из столетия в столетие такие впадины собирают соляную дань с окружающих их пространств суши. С течением времени в соответствующих благоприятных климатических условиях любая впадина может превратиться в солеродный водоем, где будут кристаллизоваться и накапливаться соли.

Условия континентального соленакопления, хорошо выясненные на примерах современных соляных месторождений, вероятно, были близки к условиям, существовавшим и в геологическом прошлом. Однако аридный климат, географическое положение, условия водного и солевого питания солеродных бассейнов еще не решают вопроса, какие возможности обеспечили образование ископаемых соляных месторождений мощностью сотни и десятки сот метров. По этому вопросу в настоящее время имеются две основные гипотезы.

По первой из них, солеродные бассейны прошлых геологических эпох образовались в соответствующих климатических и геологических условиях на подвижных участках суши Земли, обладавших способностью прогибаться под воздействием тектонических сил, а отчасти также вследствие нагрузки накапливающихся на этих участках отложений. Солеродные бассейны, располагавшиеся на таких участках, были мелководными, но благодаря постепенному и длительному прогибанию, погружению дна впадины накопление в ней осадков и в том числе соляных могло происходить до тех пор, пока по тем или иным причинам не приостанавливалось прогибание и впадина не заполнялась «до краев» осадками. Бассейны же всегда сохраняли свою мелководность. Таким образом формировались мощные (в сотни метров) залежи минеральных солей, что обуславливалось величиной прогибания дна бассейна, а не его глубиной.

По второй гипотезе, впадины и прогибы, в которых возникали и развивались солеродные бассейны и происходило соленакопление, были с самого начала глубокими, достигали 800 — 1000 м и более, и такую же большую глубину имели сами солеродные бассейны. Глубоководные впадины довольно быстро заполнялись кристаллизовавшимися солями и сносившимся с окружающей местности рыхлым материалом разрушающихся пород. Поэтому мощность образовавшихся таким путем соляных и соленосных отложений в значительной степени отвечает первоначальной глубине впадины, которую они заполняют.

В каждой из этих гипотез имеются недостаточно разработанные и выясненные положения. Нет и единого мнения ученых, какая из гипотез более правильно объясняет условия образования мощных залежей минераль-

ных солей. Следует отметить, что эти условия, обеспечивавшие образование мощных толщ соляных залежей в прошлые геологические эпохи, в современную геологическую эпоху практически не наблюдаются. Лишь четвертичные соляные залежи в оз. Сирлес в США и в месторождении Масли в Эфиопии имеют мощность соответственно более 300 и более 900 м. В современных соляных озерах мощности соляных отложений измеряются немногими метрами, лишь в единичных случаях они достигают 30—40 м. Даже в огромном заливе Каспийского моря Кара-Богаз-Гол максимальная мощность солей и соленосных пород составляет всего 37,5 м.

Обобщая приведенные данные, можно отметить, что образование мощного ископаемого месторождения минеральных солей могло происходить в том случае, если существовали следующие условия:

1) сухой, теплый или жаркий (аридный) климат в области бассейна соленакопления;

2) бессточность и ограниченное сообщение этого бассейна с морем, промежуточным водоемом или соответствующим континентальным водоемом;

3) ограниченный приток в бассейн, компенсировавшийся испарением, морских и континентальных, минерализованных и пресных вод;

4) расположение солеродного бассейна на ослабленном участке земной поверхности, способном глубоко прогибаться в процессе накопления осадков, или приуроченность солеродного бассейна к глубокой впадине;

5) отложение в бассейне в конце периода соленакопления толщи глин, мергелей, песчаников и других пород, которая в дальнейшем служит защитой от растворения солей подземными и поверхностными водами.

В зависимости от участия, роли и значения того или иного из отмеченных положений и колебания их во времени и пространстве месторождения минеральных солей приобретали различное строение, состав, мощность.

Образование ископаемых месторождений минеральных солей начиналось, как правило, с выпадения в осадок и накопления более труднорастворимых соединений. Поэтому над отложениями глинистых пород, песчаников, известняков, доломитов и других ранее образовавшихся пород в основании разреза соляных и соле-

носных толщ почти всегда залегают пласты и слои ангидрита, реже гипса мощностью от немногих метров до 300—400 м и более.

Во многих случаях отложением гипса и ангидрита заканчивался процесс накопления осадков в бассейне. Это могло вызываться изменением климатических условий, усилением притока в бассейн морских и пресных вод или, наоборот, осушением бассейна. В природе такие условия создавались нередко, и поэтому ископаемые месторождения гипса и ангидрита распространены значительно шире, чем более легкорастворимых солей.

Если же процесс выпадения солей в бассейне естественным путем развивался, то вслед за гипсом и ангидритом начиналась кристаллизация галита и образовывалась залежь каменной соли мощностью до десятков и сотен метров. Кристаллизация галита во многих случаях прерывалась усилением притока морской воды и вод суши. Это в разрезах толщи каменной соли отмечено слоями ангидрита, доломита, соленосных глин, соленосных песчаников и других пород, мощности которых колеблются от долей метра до десятков метров. Отложением толщи или пласта каменной соли часто заканчивалось накопление солей в солеродном бассейне. В этих случаях в природе создавалось месторождение лишь каменной соли или каменной соли вместе с залежами гипса и ангидрита и других пород.

Если же этот процесс продолжался далее в направлении повышения концентрации рапы, что имело место значительно реже, то в бассейне могли выпадать и накапливаться различные калийные и магниевые соли. Разрезы их залежей обычно представлены чередованием слоев калийных солей со слоями каменной соли. Мощности тех и других колеблются от долей метра до нескольких метров, а иногда достигают 20—25 м и более, при общей мощности залежей до 200—300 м.

Состав калийных солей в их залежах очень разнообразен. Часто они представлены лишь хлористыми солями — сильвином и карналлитом или только сильвином. Но залежи калийных солей имеют и более сложный и разнообразный минеральный состав, когда они представлены и хлористыми и сернокислыми солями (минералами). В некоторых месторождениях (например в

Предкарпатье, в ГДР, ФРГ) насчитывается до 20—25 различных минералов калия, магния, натрия и др.

Залежи калийных солей обычно покрыты более или менее мощным слоем каменной соли, выше — ангидрита и гипса. Этим в большинстве случаев заканчивался цикл кристаллизации и накопления солей в солеродном бассейне. Соляные толщи покрывались отложениями глин, известняков, мергелей, песчаников и других пород, которые предохраняют соли от растворения и сохраняют их залежи в недрах Земли.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ

Природные минеральные соли, характеризующиеся рядом физических и химических свойств, а также особенностями месторождений, уже на ранних этапах их хозяйственного использования требовали разработки методов поисков, разведки изучения и освоения их месторождений, а также технологии переработки. Не случайно поэтому высшее ведомство России, в котором решались в конце XVIII—середине XIX века вопросы разработки полезных ископаемых, носило название «Департамент Горных и Соляных дел», а старейший русский технический журнал, первый номер которого вышел 10 июня 1825 года, назывался «Горный журнал или Собрание сведений о Горном и Соляном деле с присовокуплением новых открытий по Наукам, к сему предмету относящимся». К «сему предмету» относятся также вопросы, для чего нужны природные минеральные соли, где, как и для каких целей они добываются и используются человеком.

Поваренная соль. «Соль является настолько необходимым началом, что все приятное в жизни, равно как и высшую степень радости, нельзя обозначить никаким другим словом». Так писал древнеримский ученый и писатель Плиний Старший в середине I века нашей эры о значении поваренной соли в жизни людей. В Древнем Риме верили, что соль обладает сверхъестественной силой, и рассматривали ее как талисман.

В прошлом в бедных солью странах соль ценилась дороже золота. «Об абиссинской горной соли упомина-

нем, — писал в 1763 году М. В. Ломоносов, — которая там вместо денег употребляется, так что за три или за пять брусков, сделанных наподобие кирпича, холопа купить можно». По сообщению немецкого химика Ю. Либиха, в середине прошлого века «...во многих землях Африки продают за соль людей... За соль брат продает сестру, муж жену, родители — детей; в странах Аккры (Золотой Берег) за пригоршню соли получают лучшие товары, золото и двух невольников».

В некоторых районах Африки и в настоящее время поваренная соль служит лакомством и знакомые, встречаясь, в знак дружбы угощают друг друга солью.

В Россию вплоть до середины XVIII века соль ввозили из-за границы. Это было сырье не только экономического, но и стратегического значения. Так, в 1570 году в решении германского рейхстага было отмечено, что «для русских очень важен подвоз соли. Не получай они ее в таком количестве, они не могли бы продолжать войну и скоро бы запросили мира»*. Имеется свидетельство, что первый корабль, прибывший из Голландии в Петербург, в порт на Заячьем острове (Петропавловская крепость), доставил вино и соль. О ввозе пищевой соли из-за границы говорится и в более поздних сообщениях. Так, в 1850 году Департаментом Горных и Соляных дел указывалось, что привоз иностранной соли по-прежнему будет разрешаться во все порты, где есть таможенный надзор: в Петербург, Нарву и др. Имеются сведения об импорте соли в 1885 году и позднее.

Затруднения в снабжении солью приводили к народным восстаниям и бунтам. Так, в царствование Алексея Михайловича в 1648 году в Москве, а через два года в Пскове и Новгороде вспыхнули соляные бунты, которые были жестоко подавлены. Одним из поводов недовольства народных масс явилось усиление налогового гнета и, в частности, введение налога на соль. Позднее, в 1705 году, Петр I ввел монополию на соль, что повысило ее стоимость и, как свидетельствует писатель петровской эпохи И. Т. Посошков, в связи с недостатком соли и ростом цен на нее «от бессолицы напрасно люди помирают».

* Речь идет о Ливонской войне (1558—1583 годы) — борьбе Русского государства за выход к Балтийскому морю.

В Индии в 1930 году Ганди и 78 его избранных последователей начали поход к морю для самовольного выпаривания соли из морской воды. Это было началом движения против закона о соляной монополии, установленного англичанами и ложившегося тяжелым бременем на плечи трудящихся Индии, особенно крестьянства. И в настоящее время в некоторых странах поваренная соль продается по высокой цене и является предметом спекуляции (так, в печати сообщалось о попытках американских компаний скупить по низким ценам обширные участки земли близ г. Салинас в Эквадоре, богатые залежами каменной соли, с целью организации ее добычи и продажи по ценам частного рынка).

Действительно, соль совершенно необходима человеку. И дело здесь не только в ее вкусовых качествах, но и в той роли, которую играет хлористый натрий в организме человека. В области питания поваренная соль не может быть заменена никакими суррогатами*.

Поваренная соль необходима не только человеку, но и травоядным домашним и диким животным, испытывающим недостаток в солях натрия при питании растительными кормами. Дикие животные, например лоси, олени, посещают места, где выходят из земли источники, содержащие соль, имеются засоленные участки или налеты соли на почве. Копытные животные Африки периодически переходят из одного района в другой не только в связи с пересыханием водоемов, но и в поисках соли. Приводятся данные о зависимости миграции угря от наличия солей в его организме. На разных стадиях жизни угря у него в крови обнаруживается либо избыток, либо недостаток солей в зависимости от того, находится он в соленой, солоноватой или пресной воде. Этот избыток или недостаток в организме угря солей и заставляет его перемещаться в том направлении, где среда (опресненная или соленая) будет соответствовать его физиологической потребности в солях.

В быту поваренная соль используется не только как приправа к пище, но также для засолки впрок различ-

* Так, некоторые жители Гвианы возмещают недостаток в организме соли укусами черных муравьев, слюна которых содержит хлористый натрий. К этому прибегают, даже несмотря на то, что укусы муравьев очень болезненны.

ных продуктов (овощей, мяса, сала и др.). В пищевой промышленности соль применяется для засолки рыбы, мяса, растительных продуктов, в производстве консервов, в маслodelьно-сыроваренном производстве, в небольших количествах — в кондитерской промышленности и некоторых других отраслях народного хозяйства. Использование поваренной соли для разнообразных пищевых целей составляет примерно 60—65% мировой добычи. Остальные 35—40% применяются в различных отраслях промышленности, главным образом — в химической, где соль служит исходным продуктом для всех соединений, в которые входят натрий или хлор. Насчитывается более 1500 отраслей производства, в которых исходным продуктом служит соль или ее производные.

Поваренная соль перерабатывается на соду, путем электролиза из нее получают газообразный хлор и затем соляную кислоту, последняя в свою очередь используется в различных областях промышленности, хлор входит в состав отравляющих веществ, веществ, применяемых для дезинфекции, дегазации (хлорная известь и др.), расходуется для отбеливания тканей и бумажной массы. Поваренная соль находит применение в анилино- и лакокрасочной промышленности, в производстве пластических масс, в лесохимической, азотной, текстильной, фармацевтической промышленности, в металлургии, кожевенном, мыловаренном производстве, в холодильном деле, нефтяной промышленности и т. д. Получаемая путем электролиза поваренной соли каустическая сода широко используется в текстильной, фармацевтической, лесохимической, нефтяной и пищевой промышленности, в резиновом, спичечном и мыловаренном производстве, в производстве бумаги, красок, искусственного шелка.

Применяется поваренная соль и как эффективное средство борьбы с туманами. По исследованиям лаборатории авионавтики Коррелского университета в Буффало (США) мелко размолотая соль, рассеиваемая над аэродромом, жадно вбирает влагу из воздуха, и туман исчезает.

Используется поваренная соль и в коммунальном хозяйстве: в зимнее время небольшим количеством соли (в смеси с песком) посыпают в городах панели улиц.

Понижая температуру замерзания воды, соль способствует таянию снега и льда.

В последние годы мировая добыча всех видов поваренной соли составила более 130 млн. т. В промышленно развитых странах мира потребление соли на душу населения достигает 40—80 кг в год. Для пищевых целей в среднем расходуется до 7,5 кг в год на душу населения, при необходимой человеку физиологической норме 5,5—6 кг.

Горные выработки, которые создаются в виде больших камер при подземной разработке мощных залежей каменной соли, могут быть использованы в различных целях. Так, например, они служат подземными хранилищами природного газа, нефти и других веществ. В древнейшем, насчитывающем уже более 1000 лет, соляном руднике в Величке (Польша) открыт единственный в мире подземный музей, в котором демонстрируются архитектурные сооружения и скульптуры из соли. В старинной камере Казимира Великого (1310—1370 годы) сохранился его бюст, высеченный из соли, и другие соляные скульптуры. Кроме того, в подземных соляных камерах Велички уже более 10 лет существует санаторий для больных астмой и другими аллергическими заболеваниями. Как установлено, микроклимат соляных выработок благотворно влияет на пациентов. Уже несколько тысяч больных подверглись такому лечению*. Любопытно использование подземных выработок соляных рудников (с постоянной температурой около $+20^{\circ}\text{C}$) для выращивания дымят. Такой опыт был поставлен в 1961 году в старых соляных рудниках Блёнсдорфа (ГДР) и дал положительные результаты.

Каменная соль используется для изготовления различных изделий (рис. 14), а также для строительных целей. Так, путешественник Эль Бекри, посетивший в XI столетии один из городов (ныне исчезнувший) Северного Судана, где добывалась каменная соль, отмечал, что в этом городе дома, замки и стены вокруг них были построены из соляных блоков.

А. Е. Пробст (1961) отмечает, что на горнохимическом предприятии по производству калийных удобрений

* Недавно такой же подземный «соляной» санаторий создан в СССР на Солотвинском руднике в Закарпатской Украине.

на оз. Чархан (Китай) в качестве строительного материала используется соль. Из больших блоков соли построены не только завод, но и склады, магазины, клуб. Шоссе Цинхай — Тибет пересекает впадина, через которую в 1956 году был построен мост длиной 32 км, представляющий собой невысокую насыпь из соли ши-

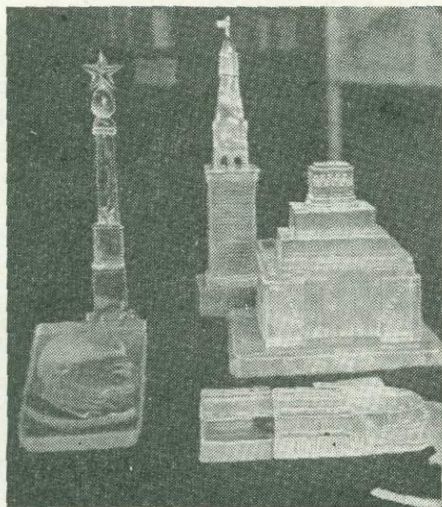


Рис. 14. Изделия из соли

риной 8—10 м. Прочность моста была такова, что ежедневно по нему могли проходить сотни груженых автомашин.

Конечно, применение каменной соли в качестве строительного материала и создание подобных сооружений возможно только в районах с сухим климатом, с небольшим количеством атмосферных осадков. В обычных климатических условиях такое использование соли невозможно, так как все сооружения растворятся.

Калийные соли. До середины прошлого столетия не знали о промышленной и хозяйственной ценности калийных солей. Более того, когда в 1857 году в Германии, в Стасфуртском районе при углубке двух шахт для добычи каменной соли были обнаружены слои ка-

лийных солей, последние рассматривались только как вредные примеси. Они загрязняли каменную соль, затрудняли и удорожали ее добычу, так как пищевую соль приходилось очищать от солей калия. Под названием «отбросных» калийные соли поступали в отвал.

Однако вскоре выяснилась огромная ценность этих солей. Незадолго до того, как они были обнаружены в залежах каменной соли, немецкий химик Юстус Либих установил необходимость внесения в почву для повышения ее урожайности наряду с фосфором и азотом солей калия. Это пробудило интерес к калийным солям, в сельском хозяйстве на них появился спрос, и из «отбросного» сырья они стали ценным полезным ископаемым. Значение калия как удобрения настолько велико, что если 50 лет тому назад $\frac{2}{3}$ всей добычи его потреблялось химической промышленностью, то в настоящее время она потребляет всего лишь 6—8%, а остальные 94—92% идут в переработку на удобрение для сельского хозяйства. На рынок выпускаются калийные удобрения с содержанием хлористого калия от 25—40 до 80—95%. Вырабатываются и сложные калийсодержащие удобрения: «нитрофоска», содержащая азот, фосфор и калий, «потазот», представляющий собой смесь хлористого калия и хлористого аммония, и др.

Химическая промышленность выпускает свыше 30 различных веществ, в которых основной составной частью является калий. Главнейшие из них: едкий, или каустический, калий, хлористый калий, поташ (углекислый калий), серноокислый калий, калиевая селитра, бертолетова соль, марганцевоокислый калий, цианистый калий, хромпик, бромистый калий, иодистый калий и др. Соединения калия находят применение в парфюмерной, фармацевтической, лакокрасочной, стекольной, кожевенной и шерстяной промышленности, в электрометаллургии, фотографии, пиротехнике, медицине, холодильном деле и в ряде других производств.

Огромную роль калий, так же как и натрий, содержащийся в клетках, играет в жизнедеятельности организма. С наличием их связана работа сердца, жизнь клетки, нервная проводимость.

Калийные соли, содержащие кроме калия и магний, перерабатываются также на удобрительные соли. Применение магниевых удобрений является особенно эффек-

тивным на легких подзолистых, дерново-подзолистых красноцветных и верховых торфянистых почвах. Магний входит в состав хлорофилла и непосредственно участвует в процессах фотосинтеза. Недостаток магния в почве снижает урожайность. Особенно важно применение удобрений, содержащих магний, для картофеля, сахарной свеклы, кукурузы.

Помимо потребления магниевых сырья для получения металлического магния, входящего в состав легких сплавов, используемых для конструкций, в которых требуется сочетание высоких механических свойств и небольшого веса (авиационная, автомобильная промышленность), соединения магния используются в металлургии (каустический магнезит как огнеупор), в химической промышленности (хлористый, углекислый, фосфорнокислый, уксуснокислый и другие соли магния), электротехнической и промышленности строительных материалов (цемент Сореля из смеси окиси магния с концентрированным раствором хлористого или сернокислого магния). Пропитыванием цементом Сореля древесных опилок получают строительные материалы — фибролит, ксилолит, пенобетон. Соединения магния применяются также в фотографиях, пиротехнике, военном и литографском деле, медицине, кожевенной и резиновой промышленности и др. Порошкообразный магний может служить горючим для двигателей внутреннего сгорания.

Мировая добыча природных калийных солей достигла 50 млн. т в год.

Сернокислый натрий (сульфат натрия), природные образования которого представлены минералами мирабилитом и тенардитом, — один из важнейших видов сырья для химической промышленности. Главнейший потребитель сульфата натрия — стекольная промышленность, использующая его в качестве заменителя соды. В химической промышленности сульфат натрия является исходным продуктом получения сернистого натрия, соды, серной кислоты, серы, сульфата аммония, сульфата калия, ультрамарина и силиката натрия. Кроме того, сульфат натрия находит применение в целлюлозно-бумажном, искусственного волокна, дубильном и химико-фармацевтическом производствах, в производстве редких металлов, в фотопромышленности, мыловарен-

ной и текстильной промышленности, в медицине, ветеринарии.

Сода. Углекислая и двууглекислая сода применяется в стекольной, текстильной, красочной и бумажной промышленности, в производстве жиров, в ряде химических производств, для очистки воды, в домашнем обиходе, медицине и т. д.

Месторождения природной соды распространены на земном шаре нешироко и поэтому в промышленности основное количество потребляемой соды и ее продуктов получают заводским способом. Исключением являются США, где добыча ископаемой соды достигает 1,5 млн. т в год.

Селитра. Калиевая селитра употребляется для приготовления пороха, в пиротехнике, как удобрение, для получения азотной и серной кислоты, для очищения золота и серебра, как окислительное средство, плавень в некоторых металлургических производствах, протрава в красочном и типографском деле, в медицине. Натриевая селитра используется как удобрение, для получения азотной кислоты, в стекольной промышленности, для консервирования мяса и рыбы. Для приготовления пороха натриевая селитра не употребляется вследствие ее гигроскопичности.

В XVIII и XIX веках мировая добыча чилийской селитры достигала 2,5 млн. т в год, но с изобретением способа получения азота из воздуха (воздушная селитра) значение месторождений природной селитры сильно уменьшилось. В знаменитых в свое время Чилийских копях сейчас добывается немногим более 3 тыс. т в год.

На территории СССР ископаемые месторождения содового сырья и селитры пока неизвестны.

ИСТОРИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СОЛЯНОГО ДЕЛА В РОССИИ

Соляной промысел на Руси был, вероятно, одним из наиболее древних, связанных с добычей и использованием сырья месторождений полезных ископаемых. Поваренная соль издавна добывалась и вырабатывалась следующими способами: вываркой из вод естественных соляных источников и подземных рассолов, вываркой из

морской воды, добычей самосадочной озерной соли и использованием озерных рассолов и, наконец, ломкой (добычей) каменной соли.

Первый из отмеченных способов зародился и развивался главным образом в северных областях европейской части России и в Предуралье, где было известно огромное количество соляных источников, воды которых в начальной стадии и использовались для выварки соли, производившейся преимущественно монастырями. В северных областях солеварение производилось уже в XII веке. Зародилось оно в посаде Ненокса (в 80 км от Архангельска) и на соляных ключах городов Тотмы и Леденгска в бассейне р. Сухоны, расцвета достигло в конце XV — начале XVI века. Вначале солеварение носило кустарный характер, было, примитивным по технологии и ограниченным по масштабу, позднее стали возникать солеваренные заводы, владельцы которых уже не довольствовались слабо минерализованными водами соляных источников, а углубляли колодцы и бурили скважины для добычи более соленасыщенных подземных вод. Есть данные, что искусство проходить рассолоподъемные скважины (трубы) зародилось в Тотме.

К концу XVI или началу XVII века относится, возможно, одно из первых письменных руководств по бурению скважин (труб) — «Росписи как зачать делать новая труба на новом месте». В этом руководстве приведено описание всех операций, производимых при бурении скважин, — от сборки вышки до подготовки скважины (трубы) к эксплуатации, указаны способы предотвращения и ликвидации аварий и дано описание различных частей бурового снаряда. Особое место уделено ведению бурового журнала и записи проходимого разреза. Если же мастер разрез не записал, «забыл или залинился записать или по стене зарубить и хозяину не велел записать, то есть — не мастер, прокуда» (Хабакон, 1950).

Столь же давно, вероятно, зародились добыча рассола и солеварение в г. Старая Русса. При археологических раскопках в этом городе найдена берестяная грамота, написанная более 600 лет назад. В ней сказано: «А просят здесь соли по семи лубов за рубль. А наши хотят давать. А на день ни луба не продать. А просол здесь по пяти гривен бочка».

В XV—XVII веках бурение на рассолы достигло большого размаха и без него уже не производилось добыча рассола ни на одном из солеваренных заводов, к тому времени возникших во многих районах Европейской России (Кулой, Луда, Сольвычегодск, Серегово, Старая Русса, Балахна, Соликамск, Усолье и др.)

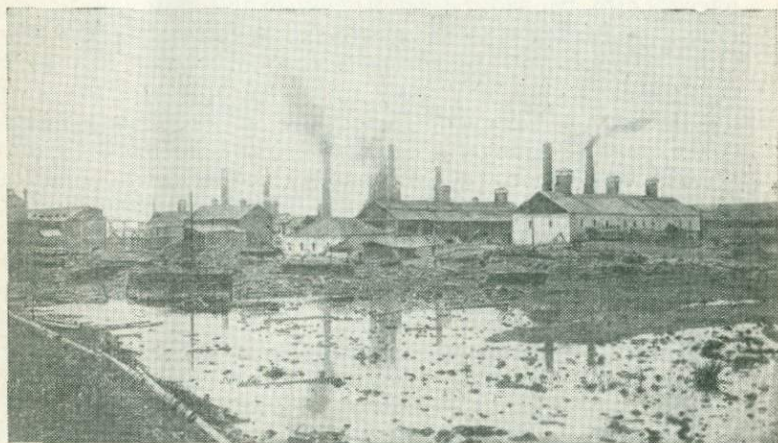


Рис. 15. Березниковский солеваренный завод (XIX век)

На Тотемском солеваренном заводе на р. Сухоне в 1576 году монастырь имел четыре скважины и один колодец. В писцовой книге 1687 года значилось уже более 100 «труб», заброшенных с давних времен. В Пермском Прикамье (Усолье, Соликамск, Чусовские Городки и др.) на Строгановских солеваренных заводах бурили скважины диаметром более 1 м, а к началу XVII века в этих районах имелся ряд скважин глубиной до 100 м, закрепленных деревянными трубами. Остатки таких труб можно встретить в глухих лесах севернее Соликамска, далеко от населенных пунктов. Очевидно, в этих пунктах 300—350 лет тому назад производилась разведка на рассолы или существовали солеваренные заводы — усолья.

С развитием техники бурения увеличивалась глубина скважин, достигавшая в XVII веке 100—160 м. Скважину глубиной 60—70 м тогда бурили в течение

3—6 лет. В районе, где подземные рассольные горизонты связаны с залежью каменной соли, при углубке скважины достигали верхних ее горизонтов. В районе Соликамска каменная соль впервые была обнаружена в 1825—1826 годах на глубине около 89 м.

На территории современной Западной Украины (в прошлом Галиции) солеварение, использовавшее рассольные горизонты, вскрываемые при помощи колодцев, зародилось еще за несколько веков до нашей эры. По свидетельству древнегреческого историка Геродота, галицийская соль в V веке до нашей эры отправлялась на Восток, в Скифию. Известные в настоящее время солеваренные заводы в Западной Украине насчитывают до 600 лет своего существования: соляные колодцы в Уторопах известны с 1367 года, Долинский завод работал уже в 1537 году, Калушский—с 1580 года, Дрогобычский—с XIV века и т. д.

В конце XVIII века здесь было более 90 действовавших солеваренных заводов.

Начало солеварения в Сибири относится к значительно более позднему времени, чем в европейской части России, а именно к первым годам заселения русскими Восточной Сибири в середине XVI—начале XVII века. Так же как и в других местах, здесь солеварение вначале базировалось на естественных соляных источниках. Позднее проходились колодцы и буровые скважины, строились солеваренные заводы: Усть-Кутский (в первой трети XVII века), Усольский (в 1703 году), Нижне-Илимский (в 1881 году), Туманшетский (в 1885 году) и др. (рис. 15).

Получение выварочной пищевой соли из рассолов сохранилось в СССР на небольшом числе заводов, причем на ряде из них рассолы используются не столько для получения соли, сколько в производстве соды и других продуктов. В ряде мест рассолы добываются для бальнеологических целей.

Выварка соли из морской воды в соляном хозяйстве России ни в далеком прошлом, ни позднее не играла сколько-нибудь значительной роли, а в середине прошлого века была совсем прекращена. Соль вываривали в нескольких поселках, расположенных на Летнем берегу Онежского залива Белого моря, непосредственно из морской воды или из рассола, который добывал-

ся из колодцев, питавшихся морской водой. Соляные промыслы существовали по берегам Белого моря и на территории Кольского полуострова и в Карелии.

На Дальнем Востоке в половине XVIII столетия был основан Охотский солеваренный завод, закрытый в 1836 году. Морская вода концентрировалась вымораживанием, а затем более крепкие рассолы упаривались.

Получение поваренной соли из рассолов и добыча самосадочной соли соляных озер в европейской части территории Древней Руси начались на побережье Черного и Азовского морей в Крыму.

Соль добывалась в озерах, связанных с морем и питающихся морской водой или уже отделившихся от моря пересыпями и косами. По свидетельству Н. Сушкова (1827), «...Крымские озера известны были до Рождества Христова. Древняя Греция в цветущее время свое получала соль из Херсонеса Таврического. Турки и поныне (т. е. в начале XIX века. — А. И.) покупают ее оттоле. По присоединению полуострова к российским владениям... соль сия вошла мало-помалу в употребление в некоторых смежных губерниях. Нет сомнения, что и до покорения Крыма искони соседние народы довольствовались ею». Крымская соль вывозилась также в Геную и Византию. Отметим кстати, что вплоть до 40-х годов XX века крымская соль морем завозилась даже на наш Дальний Восток.

Вскоре после присоединения к России Астраханского ханства (середина XVI века) русские начали добычу соли на озерах низовьев р. Волги. Об озерах были собраны сведения, которые вошли в книгу «Большому Чертежу», составленную в 1627 году. Уже тогда были известны озера Эльтон и Баскунчак, на которых соледобыча началась в 1665 году и развилась в середине XVIII столетия.

Вероятно, к концу XVII — началу XVIII века относится промышленная добыча соли на Индерском озере и других озерах Прикаспийской низменности, хотя местное кочевое население этого края, несомненно, уже много ранее использовало озерную соль. Об Индерском (Ингерском) озере упоминает М. В. Ломоносов в труде «О слоях земных», написанном в 1757—1759 годах.

Наличие мирабилита в заливе Кара-Богаз-Гол установлено в 1847 году, но лишь в 1910 году было добыто небольшое количество мирабилита, который был вывезен с Кара-Богаз-Гола в виде обезвоженного продукта (сульфата). В полной мере значение Кара-Богаз-Гола для химической промышленности нашей страны выявлено только после Великой Октябрьской социалистической революции; изучение и освоение соляных богатств залива началось по инициативе и при поддержке В. И. Ленина.

Вопрос о добыче соли в Сибири и снабжении ею населения возник перед русскими землепроходцами в самом начале их продвижения в глубь страны, т. е. в конце XVI века. Однако добыча самосадочной соли на озерах Западной Сибири и прилегающей части Казахстана, несомненно, производилась еще кочевыми племенами. Первоначально осваивались озера Прииртышья, а затем и другие многочисленные озера Кулундинской и Соляноозерной степей. Как выяснилось впоследствии, здесь сосредоточены не только озера, в которых выпадает поваренная соль, но и сульфатные и содовые озера.

На просторах советской Средней Азии, в пустынных и полупустынных ее областях, сосредоточено большое количество соляных озер, использование которых началось давно. Об оз. Аксыкен в Фергане имеются сведения у средневековых авторов.

Среди ископаемых месторождений природных минеральных солей, играющих столь большую роль в народном хозяйстве СССР, наиболее давно известны залежи каменной соли в Закарпатье и Предкарпатье. По историческим сведениям, эти обширные области были обитаемы в каменный и бронзовый века. Возможно, что соль уже тогда добывалась в местах неглубокого залегания пластов каменной соли и выходов ее на поверхность Земли. На это указывают находки орудий каменного века в заброшенных соляных выработках. В Закарпатье соль добывалась в эпоху Римской империи, а в конце XVIII столетия здесь существовали шахтные разработки соли на многих месторождениях.

К древним временам относятся разработки каменной соли на Илецком месторождении в Оренбургской

области. Месторождение упоминается в книге «Большому Чертежу», представлявшей собой указатель к древнейшей карте Московского государства. В 1754 году Илецкий промысел переходит в ведение казны, а с 1805 года началась промышленная разработка месторождения.

В Закавказье, в старинных выработках Нахичеванского рудника, находили орудия каменного века. Однако закавказские месторождения не особенно крупные и соль в них невысокого качества, поэтому они никогда не играли большой роли в соляной промышленности. Исключение составляет Аванское месторождение в Армении, открытое только в 1949 году.

Любопытно отметить, что в Дагестане в некоторых селениях до сих пор сохранилось кустарное солеварение из воды соляных источников. Например, в селении Конхидашль используют воду одноименного источника, которая на «заводы» доставляется на ослах.

На территории современных среднеазиатских советских республик благодаря многочисленным выходам залежей каменной соли на дневную поверхность или очень неглубокому их залеганию добыча соли началась очень давно (Массон, 1953). В письменных источниках начала I века нашей эры упоминается соляной рудник в верховьях Зеравшана, а в хрониках V—VI веков отмечалось, что южнее Самарканда земля производит красную соль. Соль «черного» цвета из Хорезма в 750 году отправляли китайскому двору. О наличии соли в Фергане упоминается в письменных источниках X века. В IX—X веках соль добывалась на месторождении Ходжа-и-Кан. В Кокандском ханстве каменная соль в XVIII—XIX веках добывалась только для нужд хана и местных властей. Однако крупных промышленных соледобывающих предприятий в Средней Азии не было.

Интересно отметить, что упомянутая красная соль, получившая позднее название «каршинская» (по имени базара в селении Карши), содержит, как было установлено в 1930 году, вкрапленность сильвина. Это открытие послужило предпосылкой к открытию крупных месторождений калийных солей в Туркмении и Узбекистане. Местные жители охотно употребляли красную соль в пищу, называя ее «соль с перцем» за жгуче-со-

ленный вкус, который ей придает примесь калийных солей (сильвина).

Месторождения калийных солей не только в нашей стране, но и во всем мире были обнаружены на много веков позднее, чем месторождения поваренной соли. Только в 1925 году было открыто первое в СССР Верхнекамское месторождение калийных солей в Пермском Предуралье. В последующие годы месторождения калийных солей были установлены, разведаны и частично промышленно освоены в разных частях территории СССР (Белоруссия, Украина, Башкирия, Западный Казахстан, Восточная Туркмения, Узбекистан и др.). В Предкарпатье наличие калийных солей впервые отмечено в 1826 году (в Калужском соляном руднике), небольшая добыча их осуществлялась в 1867—1873 годах и только в начале 1900-х годов началось развитие калийной промышленности Предкарпатья.

ИСКОПАЕМЫЕ СОЛЯНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОВЕТСКОГО СОЮЗА

Недра нашей Родины, занимающей более 1/6 части всей суши Земли, богаты ископаемыми месторождениями природных солей, содержащими огромные запасы различного сырья. Эти месторождения широко распространены на территории страны и связаны с отложениями разного геологического возраста. Но размещение этих месторождений неравномерно как во времени, так и в пространстве. Наряду с геологическими периодами, богатыми ископаемыми соляными месторождениями, например пермским, неогеновым, юрским, девонским, кембрийским, имеются периоды, совсем или почти лишенные соляных месторождений, — палеогеновый, триасовый, каменноугольный, силурийский (табл. 2).

Ископаемые соляные залежи известны и в южных широтах территории Советского Союза и на Крайнем Севере, вблизи западной границы и далеко на востоке. Но наряду с районами, богатыми соляными месторождениями, имеются районы, в которых обнаружены лишь единичные месторождения, не обладающие к тому же

Распределение соляных месторождений СССР по шкале геологического времени

Эра	Период	Шкала абсолютного геологического времени, (продолжительность периода), млн. лет	Основные области и районы распространения соляных месторождений на территории СССР
Кайнозойская	Четвертичный	1,5—2	Многочисленные соляные озера в Причерноморье, низовьях р. Волги, Прикаспии, Западной и Восточной Сибири, Казахстане, Средней Азии
	Неогеновый	24—24,5	Закарпатье, Предкарпатье, Закавказье, Средняя Азия, Киргизия, Казахстан
	Палеогеновый	41	Соляные месторождения неизвестны; в советской Средней Азии широко распространены залежи гипса
Мезозойская	Меловой	70	Таджикистан, Туркмения
	Юрский	58	Предкавказье, Восточная Туркмения, Узбекистан, Таджикистан
	Триасовый	45	Соляные месторождения отсутствуют

Эра	Период	Шкала абсолютного геологического времени, (продолжительность периода), млн. лет	Основные области и районы распространения соляных месторождений на территории СССР
Палеозойская	Пермский	45	Северное, Среднее и Южное Предуралье, Северный Прикаспий и Нижнее Поволжье, Днепровско-Донецкая область, Двинско-Мезенский, Бугурусланский и Джезказганский районы и др.
	Каменноугольный	55—75	Соляных месторождений достоверно не обнаружено; установлены залежи гипса, распространен ангидрит
	Девонский	70—80	Белоруссия, Днепровско-Донецкая область, Притиманье, Нордвик, Якутия, Тува, Подмосковье
	Силурийский и ордовикский	90	Соляные месторождения отсутствуют; в Восточной Сибири известны залежи гипса
	Кембрийский	70	Восточная Сибирь (Иркутская область, Красноярский край, Якутия)
Прогерозойская		2100	Достоверные соляные залежи и проявления отсутствуют
Архейская		> 3500	

большими размерами и запасами сырья, а в ряде мест ископаемые соляные месторождения отсутствуют. Их нет там где распространены наиболее древние докембрийские кристаллические и измененные осадочные породы (например на Балтийском щите, охватывающем Карельскую АССР и Кольский полуостров, в области Азово-Подольского кристаллического массива, на Анабарском и Алданском щитах Восточной Сибири и др.). Отсутствуют ископаемые соляные залежи также в районах, приуроченных к внутренним и центральным частям горных сооружений (Урал, Карпаты, Памир, Казахская горная страна, Алтай, Енисейский край, Верхоянско-Колымские горные сооружения и др.), где широко распространены кристаллические породы, а осадочные породы претерпели сильные тектонические нарушения и изменения своего состава. Лишь в межгорных впадинах некоторых горных массивов (Кавказ, Памир, Тянь-Шань) сохранились соляные залежи и соленосные породы.

Ископаемые соляные залежи отсутствуют и там, где распространены породы, образовавшиеся из осадков открытых глубоководных морей, покрывавших в прежние геологические эпохи современную территорию СССР, а также там, где по тем или иным причинам в прошлые геологические времена не возникали условия, благоприятные для накопления соленосных осадков (например пространства Западной Сибири и Дальнего Востока). Современное распространение выявленных ископаемых месторождений, минеральных солей на территории Советского Союза показано на рис. 16.

При характеристике ископаемых соляных месторождений мы остановимся на каменной соли, калийных солях, мирабилите и тенардите. Описание месторождений дается от более древних по геологическому возрасту к более молодым (характеризуются лишь некоторые главнейшие районы распространения соляных месторождений).

Соляные месторождения кембрийского возраста. Самое древнее по геологическому возрасту месторождение каменной соли на территории Советского Союза находится в Восточной Сибири. Оно занимает огромную площадь в пределах геологического образования,

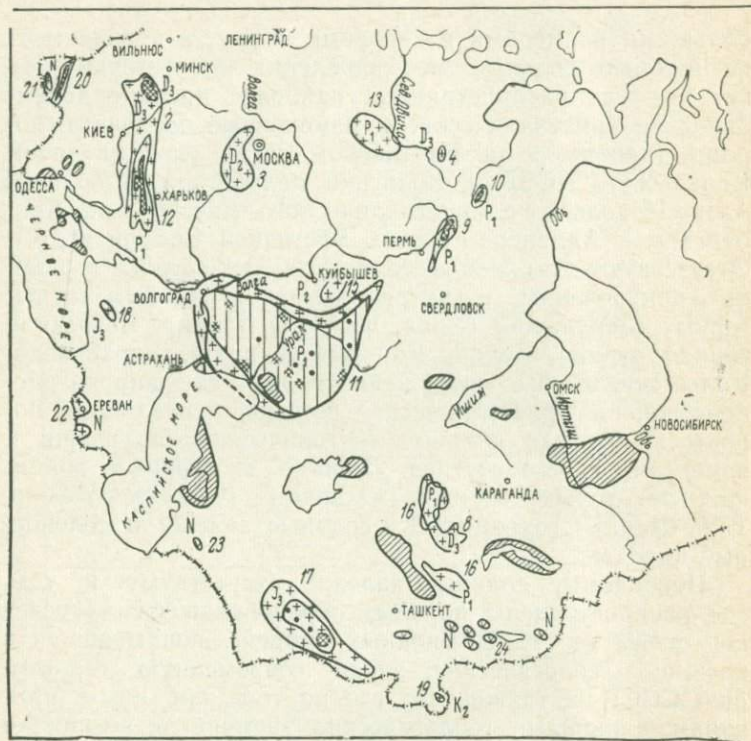
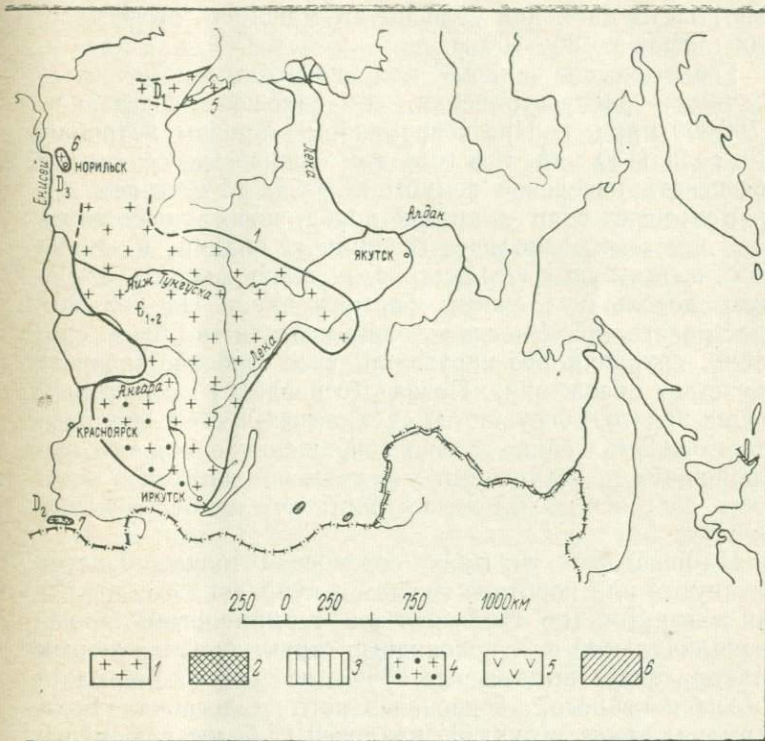


Рис. 16. Распространение на территории СССР ископаемых месторождений современных
1 — соленосные отложения и месторождения каменной соли; 2 — калиеносные Прикаспийской впадины с месторождениями и проявлениями калийных солей; глауберита; 6 — области

носящего название Сибирской платформы (см. рис. 16, 1). В других районах СССР солей кембрийского возраста нет.

Только в 1923 году, т. е. более чем через 200—250 лет после начала в Восточной Сибири солеварения из природных рассолов, в районе г. Усолья-Сибирского буровая скважина на глубине 693 м вошла в толщу каменной соли. Спустя еще два-три десятилетия, в течение которых в этом крае проводились широкие поиски соли, нефти и других полезных ископаемых, было установлено, что толщи каменной соли распространены на огромных площадях Иркутской облас-



каменной соли, калийных солей, солей сульфата натрия и областей соляных озер
4 — проявления калийных солей; 5 — месторождения мирабилита, тенардита, современных соляных озер

ти, Красноярского края и Якутии. Только в южной части Иркутской области и прилегающей к ней с запада части Красноярского края залежи каменной соли занимают площадь длиной до 2000 км и шириной 1000—1700 км, охватывая пространство в 2,5—3 млн. км². Это превышает территорию почти всей Западной Европы, включая Великобританию, Францию, Италию, Испанию, ФРГ и ГДР.

Очень велика здесь и мощность соленосных отложений, сложенных пластами каменной соли, чередующихся с пластами других пород, достигающая 2—2,5 км. Суммарная мощность пластов каменной соли составляет 800—1000 м. Отдельные самостоятель-

ные пласты каменной соли имеют мощность от нескольких метров до 80—100 м.

Геологические запасы* каменной соли в намечаемых границах распространения ее залежей составляют 1700 000 млрд. т. При современном мировом потреблении соли (130 млн. т. в год) это количество ее может обеспечить население земного шара на 13 млн. лет!

Вся масса соли и других пород, переслаивающихся с ее пластами, заполняет гигантскую впадину в земной коре, вытянутую с юго-востока на северо-запад и имеющую довольно сложную форму в плане. На больших пространствах соленосная толща залегает в общем спокойно, сохраняя без нарушений свое строение (разрез) и состав отложений. Почва (основание) соленосной толщи полого погружается от краевых частей впадины, где мощность толщи сильно сокращена до полного выклинивания, к внутренним участкам впадины, где мощность соленосных отложений достигает наибольших величин.

На некоторых участках соленосная толща образует вытянутые или короткие гребне- и куполовидные поднятия и вздутия (по геологической терминологии, брахиантиклинальные и куполовидные структуры), в которых пласты солей выдавлены вверх из своего нормального (спокойного) первоначального залегания. Бока (крылья) таких структур наклонены более или менее круто в стороны от оси структуры, а внутри соляной толщи пласты смяты в складки, иногда сложные.

При таких условиях залегания, а также в зависимости от того, какие горизонты соленосной толщи имеются на том или ином участке, поверхность (кровля) соленосной толщи находится на глубине от 400—500 до 800—1000 м и более.

Породы, чередующиеся в соленосной толще с пластами каменной соли, мощностью от нескольких метров до 40—60 м и более, представлены доломитами и доломито-ангидритами, в которых преобладает то доломит,

* Геологические запасы — это общее или валовое количество природного минерального сырья (руды, солей и др.) в данном районе или месторождении, не зависящее от условий и глубины залегания, мощности и качества полезного ископаемого. Заласы сырья, которые представляют интерес для промышленности, составляют только часть, и нередко небольшую, от геологических запасов.

то ангидрит, и ангидритами. Очень небольшую роль среди этих пород играют прослои глинистых пород.

В доломитах широко развиты сине-зеленые водоросли, встречаются также остатки древнейших морских организмов-трилобитов. Последние не могли жить в сильносоленой воде, а только в морской воде нормальной солености. Следовательно, в солеродном бассейне благодаря притокам больших масс морской воды создавались именно такие необходимые им условия. Затем эти условия снова сменялись солеродными.

В течение последних лет в Восточной Сибири ведутся при помощи бурения широкие поиски калийных солей, признаки которых в соленосной толще были обнаружены в 1949 г. Проявления, небольшие скопления и прослои калийных солей, представленных сильвином и карналлитом, теперь установлены в ряде пунктов в нескольких горизонтах соленосной толщи, но промышленных залежей их пока не найдено.

В Восточной Сибири каменная соль, несмотря на неисчерпаемые запасы, не добывается. Солепромышленность использует подземные рассолы, образующиеся при растворении соли водой, которая поступает к пластам через буровые скважины. Через них же на поверхность Земли выкачивается рассол, при выпаривании получают пищевую соль очень высокого качества. В год получают до 250 тыс. т соли. Солеваренные заводы находятся в Усолье-Сибирском, Усть-Куте и в Канском районе Красноярского края. Соль используется не только в Восточной Сибири, но и отправляется для рыбных промыслов на Дальний Восток, а также экспортируется.

Соляные месторождения девонского возраста. Главнейшие соляные месторождения девонского возраста на территории Советского Союза находятся на юго-западе европейской части страны и занимают очень большую площадь, вытянутую с юго-востока на северо-запад от района г. Артемовска в Украинской ССР до района г. Солигорска в Белорусской ССР (рис. 16, 2). Обширная область распространения солей носит название Днепровско-Донецкой впадины и Припятского прогиба, представляющего собой северо-западное ее продолжение. Общая длина области составляет около 750—800 км, а ширина близка к 100—110 км.

Открытие залежей каменной соли девонского возраста в Днепроовско-Донецкой впадине произошло только в 1932 году в районе г. Ромны и явилось результатом научного прогноза академика Н. С. Шатского, указавшего на возможность развития в Днепроовско-Донецкой впадине соляных куполов, с которыми во многих странах мира связаны залежи нефти, калийных солей, серы и других полезных ископаемых. С этого времени здесь начали широко развиваться буровые работы. Было доказано наличие в Днепроовско-Донецкой впадине десятков соляных куполов и открыты связанные с ними промышленные месторождения нефти.

Соляной купол — своеобразная и сложная форма залегания солей в недрах Земли. В этих образованиях каменная соль вместе с сопровождающими ее породами слагает гигантских размеров и большой высоты столбы, колонны, грибо- и каплеобразные тела (соляные ядра) нередко сложной формы. Вершины (своды) ядер соляных куполов имеют округлые, овальные, вытянутые и неправильные очертания. С боков, а также большей частью и на вершине к ним прилегают толщи осадочных пород (песчаников, известняков, глин и др.), которые по геологическому возрасту всегда моложе, чем каменная соль, слагающая ядро структуры. Слои вмещающих соль пород наклонены (падают) в стороны от ядра структуры (рис. 17). Бока (крылья) соляного тела, начиная от его вершины, или свода, круто, иногда почти вертикально уходят в глубь Земли. Нередко при этом крылья имеют неправильное строение, им присущи пережимы, вдавленности и выпуклости в виде своеобразных навесов и карнизов. Соляные массы в ядрах куполов, как правило, сильно перемяты, пласты падают круто и при этом собраны в складки, нередко очень сложные и прихотливые (рис. 18).

Уже более 100 лет геологи и геофизики решают проблему образования соляных куполов — этих оригинальных геологических структур. Всеми признается, что соляные ядра куполов являются чуждыми окружающим их породам образованиями. Слагающие ядра массы солей находятся не на месте своего первоначального залегания, они выжаты с большой глубины из первичной пластовой залежи соли. Поднимаясь в более высокие горизонты, соль прорывала толщу вышележащих по-

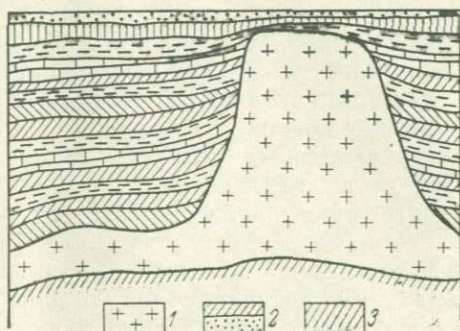


Рис. 17. Солянокупольная структура

1 — каменная соль; *2* — вмещающие (боковые) горные породы (мергели, глины, песчаники, известняки и др.); *3* — подстилающие соль породы (известняки, песчаники и др.)

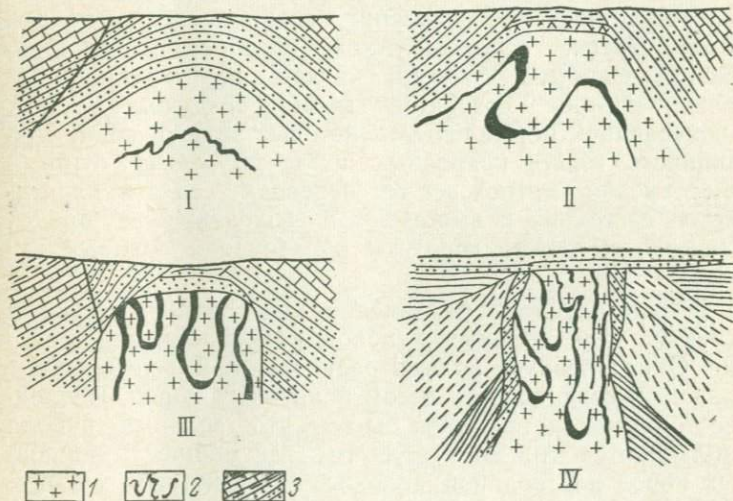


Рис. 18. Формы солянокупольных структур

I и *II* — слабо нарушенные условия залегания соляной толщи, *III* — и *IV* — сложные складчатые условия залегания солей в соляном ядре структуры; *1* — каменная соль; *2* — пласты калийных солей; *3* — вмещающие боковые породы

род и внедрялась в нее. Такой процесс мог происходить благодаря пластическим свойствам соляных масс.

Корни соляных ядер, или, иначе, почва первичной пластовой залежи соли, в солянокупольных структурах залегают на большой глубине. По геофизическим данным в Днепровско-Донецкой впадине корни соляных тел солянокупольных структур уходят на глубину 4—5 км, а в центральных частях Прикаспийской впадины еще глубже — до 9—10 км и более. Иными словами, такой огромной мощности по вертикали достигают залежи каменной соли в соляных куполах. Но создается она только благодаря выжиманию соли из первоначально пластовой залежи и нагнетанию, перемещению ее в центральную часть купола. Первичная же мощность соляной залежи и в этих случаях, вероятно, была не более 2—3 тыс. м.

Что же способствовало переходу соли в пластическое состояние и перемещению ее из глубоких горизонтов в вышележащие? По этому вопросу существует несколько мнений. Некоторые исследователи полагают, что основную роль здесь играет складкообразовательное (тектоническое) давление, возникающее в недрах Земли. Другие основной силой, способствующей образованию соляных куполов, считают вертикальное давление, которое создается весом осадочных пород, покрывающих нормальные пластовые залежи соли. При мощности толщи покровных пород во многие сотни и даже тысячи метров вес ее переводит соль в пластическое состояние и выжимает в вышележащие породы. Имеются и другие гипотезы образования соляных куполов.

В ряде случаев, несомненно, на создание сложных структур типа соляных куполов влияет боковое давление. Определенную роль играет также и вертикальное давление, создающееся весом покровных пород. Последнее подтверждается хотя бы тем, что соляные купола наблюдаются только в областях, где мощность покровных пород над соляной залежью была не менее 1200—1500 м. Значение в движении соляных масс вверх и «всплывании» их в виде ядер протыкания имела также меньшая плотность соли по сравнению с окружающими породами.

Выжимание соли и поднятие ее масс в виде ядер

соляных куполов происходило весьма медленно, в течение длительных геологических эпох, охватывающих десятки тысячелетий. Имеющиеся геологические данные позволяют предполагать, что подъем некоторых соляных куполов еще не закончился, он совершается и в настоящее время.

Каждый соляной купол включает в себе огромные запасы каменной соли. Во многих из них с каменной солью связаны залежи калийных солей. Признаки последних установлены и в некоторых соляных куполах Днепровско-Донецкой впадины. Что же касается запасов каменной соли в этой области, то, учитывая количество соляных куполов, их размеры и площадь распространения, можно думать, что геологические запасы выражаются цифрой, близкой к 100 000 млрд. т.

Девонская каменная соль на территории Днепровско-Донецкой впадины не добывается.

В иных геологических условиях находятся девонские соляные залежи в Припятском прогибе. Впервые каменная соль на территории Белоруссии была обнаружена на глубине 844 м в 1941 году при бурении скважины около д. Давыдовки Полесской области. Позднее, в 1949 году, при бурении скважины около д. Чижевичи Слуцкого района была открыта не только каменная соль, но и горизонты калийных солей (сильвинит, карналлит). Результаты поисковых и разведочных работ доказали наличие здесь крупного промышленного месторождения калийных солей, а широкие поиски нефтяных месторождений установили распространение почти на всей площади Припятского прогиба мощных залежей каменной соли. Соленосный бассейн имеет протяженность с севера на юг 120—130 км, с запада на восток 150—220 км. Площадь его не менее 25 тыс. км².

Солянокупольные структуры в Припятском прогибе наблюдаются преимущественно в его юго-восточной части. На большей же площади прогиба соленосная толща имеет пластовый характер залегания. Прослеживаются две соленосные толщи. Нижняя распространена в юго-восточной части прогиба и имеет мощность 140—220 м на западе и севере этой площади до 1000—1300 м на юге. Отделяясь от нижней соленосной толщи свитой известняков, доломитов, глинистых пород с гипсом и ангидритом, залегает верхняя соленос-

ная толща, имеющая мощность 650—750 м на крайнем северо-западном участке и 1500—2000 м и более в восточной и северной частях прогиба.

С верхней соленосной толщей связаны горизонты и пласты калийных солей. На западе, на площади Старобинского месторождения, их четыре, на участках, лежащих к востоку и северо-востоку от этой площади, до 30—32 (рис. 19). Мощности пластов калийных солей колеблются от 0,5—1 до 15—20 м и более, а переслаивающихся с ними пластов мергелей и каменной соли — от 15 до 35 м и более. Залегают калийные соли на разных участках месторождения на глубине от 300 до 1500 м, а на севере до 3100 м. Представлены они преимущественно сильвинитом. Карналлит слагает только прослой или пласты мощностью 2—8 м, распространенные на ограниченных участках.

На площади Старобинского месторождения горизонты калийных солей залегают очень спокойно, на значительных пространствах почти горизонтально. На других участках (например Петриковском) наблюдается складчатое строение горизонтов и пластов калийных солей.

Геологические запасы каменной соли в Припятском прогибе при площади его около 30 тыс. км² и средней мощности толщи соли 1000 м ориентировочно составляют 60 000 млрд. т. Запасы калийных солей на всех площадях Припятского прогиба достигают 50 млрд. т.

Старобинское месторождение калийных солей представляет большой промышленный интерес. Добыча и переработка калийных солей производится на трех калийных комбинатах. Кроме того, открыты еще промышленно-перспективные участки.

Добываемые и обогащаемые калийные соли поступают на колхозные поля Белоруссии и соседних республик и областей, а также экспортируются в ряд социалистических и капиталистических стран.

Соляные месторождения девонского возраста имеются не только в Белоруссии, но и в других областях СССР. Залежь каменной соли мощностью от нескольких метров до 50—60 м распространена на значительной площади, лежащей юго-западнее и западнее г. Москвы (Новомосковск, Тула, Серпухов, Боровск и др.) (рис. 16, 3). Геологические запасы камен-

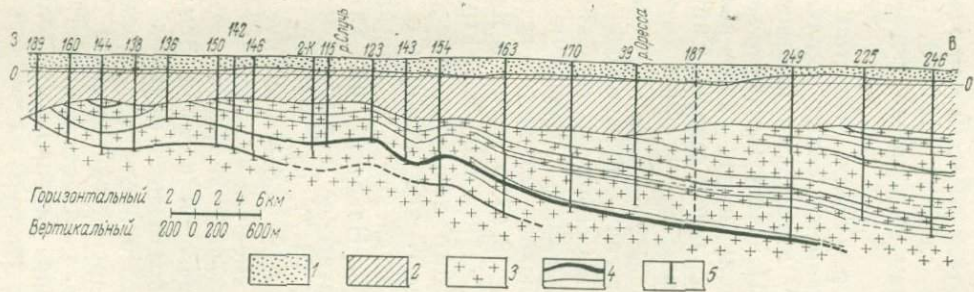


Рис. 19. Схематический геологический разрез соленосной толщи в северо-западной части Припятского прогиба
 1 — последевонские отложения; верхнедевонские отложения; 2 — глинисто-мергелистая толща; 3 — соленосная толща; 4 — пласты калийных солей; 5 — буровые скважины

ной соли здесь достигают 500—550 млрд. т. С областью распространения этой залежи каменной соли связаны подземные рассолы, широко распространенные под Москвой. Глубина залегания рассольного горизонта 1000—1400 м, содержание хлористого натрия в них достигает 200 г/л и более. Рассол выкачивается через буровую скважину с глубины 1310 м, разбавляется пресной водой, а затем им заполняют плавательный бассейн.

В Притиманье на р. Выми известно Сереговское месторождение каменной соли (соляной купол) (рис. 16, 4). Еще в XV веке здесь началось солеварение, а с середины XVII века существует завод, использующий рассолы, получаемые при выщелачивании каменной соли. На крайнем севере Сибири, на мысе Нордвик и на побережье Хатангского залива, известен ряд соляных куполов (рис. 16, 5). В годы Великой Отечественной войны соль добывалась на Нордвикском месторождении и Северным морским путем доставлялась во Владивосток. Буровыми скважинами каменная соль девонского возраста встречена в Норильском районе (рис. 16, 6), а также в Якутии, в Кемпедняйском районе. Солянокупольные структуры, сложенные солью девонского возраста, известны на широкой площади Чу-Сарьсуйской впадины в Центральном Казахстане (Джезказганский и Бетпак-Долинский районы) (рис. 16, 8). Наконец, на юге Тувинской АССР находятся Тузтагское и другие месторождения каменной соли (рис. 16, 7), из которых на первом с очень далеких времен соль добывается кустарно. В соли этого месторождения имеются включения сильвина.

Соляные месторождения пермского возраста. Пермский период в геологической истории Земли был очень благоприятен для образования крупных соляных месторождений не только в пределах современной территории СССР, но и в других частях света.

В СССР главнейшая область распространения ископаемых месторождений минеральных солей пермского возраста находится в Предуралье. Здесь на протяжении более 1800 км, от верховьев р. Печоры на севере до левобережья р. Эмбы на юге, имеется ряд крупных соляных месторождений, располагающихся цепочкой в полосе шириной от 75 до 250—300 км. Южнее Орен-

бургского района непосредственно к этой полосе прилегал с запада обширная Прикаспийская область соляных месторождений, простирающаяся к югу до северного побережья Каспийского моря (600 км) и протягивающаяся от предгорий Урала вплоть до западного побережья р. Волги (1000 км), в ее нижнем течении (от г. Саратова до Каспийского моря). В геологическом отношении рассматриваемые соляные месторождения связаны с толщами осадочных пород, заполняющими Предуральский прогиб и Прикаспийскую впадину.

Среди ископаемых соляных месторождений, известных на этой огромной территории, наибольший геологический и практический интерес, безусловно, представляет Верхнекамское месторождение каменной соли и калийных солей (рис. 16, 9). Оно располагается на левом берегу р. Камы и протягивается от ее притоков — р. Вишеры на севере и до р. Косьвы на юге. На площади месторождения расположены крупные промышленные центры — Березники, Соликамск, Боровск и др.

Верхнекамское месторождение находится в крае древнейшего в Камском Предуралье горного промысла — солеварения. В середине XV столетия здесь было начато строительство солеваренных заводов братьями Калининковыми, выходцами из Новгорода. В XVI веке солеварение в этом крае находилось в руках Строгановых, много сделавших для развития промысла.

Однако лишь при Советской власти, в 1925 году, когда в районе г. Соликамска по инициативе П. И. Преображенского впервые было организовано поисковое бурение на калийные соли, полностью раскрылись богатства недр этого района, обладающего колоссальными запасами не только каменной, но и калийных солей (а в последние годы здесь открыты и месторождения нефти).

Мощность толщи каменной соли и калийных солей в Верхнекамском месторождении (рис. 20) до 450—550 м. Из них 300—350 м приходится на нижний горизонт, сложенный так называемой подстилающей каменной солью; мощность среднего горизонта, представленного чередующимися пластами калийных солей и

каменной соли, 75—80 м; верхний горизонт — покровной каменной соли — имеет мощность до 50 м.

В нижнем горизонте каменная соль чистая, примесь глинистого материала в ней составляет всего 2—3%,

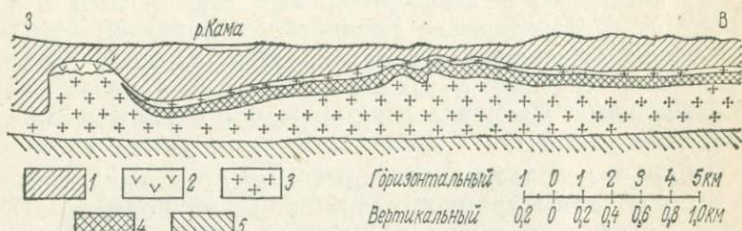


Рис. 20. Схематический геологический разрез Верхнекамского месторождения
 1 — покровные породы (мергели, глины, известняки, песчаники и др.); 2 — гипс;
 3 — каменная соль; 4 — залежь калийных солей; 5 — подстилающие соляную толщу породы (мергели, глины, песчаники, известняки и др.)

редко больше. Единичные слои соленосных мергелей с ангидритом мощностью от 0,5 до 10—12 м имеются в верхних и нижних частях горизонта. Калийные соли и покровная каменная соль на большей части площади месторождения также не загрязнены глинистым материалом, а отдельные прослои глины измеряются лишь долями сантиметра или немногими сантиметрами.

В Верхнекамском месторождении толща калийных солей сложена в нижней части пластами красного сильвинита, в верхней — пластами карналлитовой породы и тесно с ней связанным пестрым сильвинитом (рис. 21). Всего насчитывается до 15 пластов калийных солей мощностью от 0,5 до 15 м и более; их переслаивают пласты каменной соли мощностью от 1 до 6 м и более. От общей мощности горизонта примерно 55% приходится на калийные соли.

Глубина залегания верхних пластов калийных солей колеблется от 90 до 500 м. Добыча калийных солей в рудниках производится на глубине от 250 до 400 м.

На площади Верхнекамского месторождения пробурено более 500 скважин, которые установили распространение толщи каменной соли на 8,5—9 тыс. км² и толщи калийных солей на 2,5—3 тыс. км². На этих

пространства геологические запасы каменной соли достигают 3700 млрд. т, а геологические запасы калийных солей составляют около 220 млрд. т.

Верхнекамское месторождение — первое месторождение калийных солей, открытое на территории СССР. На его эксплуатации была создана отечественная ка-

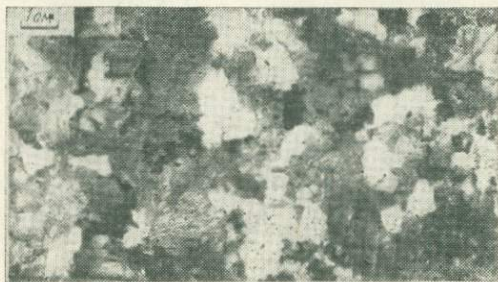


Рис. 21. Пестрый сylvинит с крупными кристаллами молочно-белого сylvинита

лийная промышленность. Уже в 1934 году Соликамский рудник стал давать «на гора» тысячи тонн калийных солей на колхозные поля и для химической переработки. В 1954 году вступил в строй Березниковский калийный рудник и химический комбинат. Намечено строительство еще ряда калийных комбинатов.

Продукция калийных комбинатов потребляется в СССР и экспортируется.

Севернее Верхнекамского месторождения, примерно в 150 км, находится Верхнепечорское месторождение каменной соли и калийных солей (рис. 16, 10), очень похожее по своему строению на Верхнекамское, но менее значительное, с меньшей мощностью горизонтов каменной соли и калийных солей, менее богатых по содержанию в них калия и магния.

Верхнепечорский соленосный бассейн, так же как Верхнекамский, вытянут в меридиональном направлении на 125 км и имеет ширину до 50 км. Во многих местах на этой площади установлены признаки калийных солей, но разведан только небольшой участок,

находящийся у западной границы бассейна. Мощность горизонта подстилающей каменной соли здесь 125—200 м, а калийных солей от 10 до 55 м. Калийные соли представлены пластами сильвинита и карналлита. Геологические запасы природных калийных солей в Верхнепечорском месторождении составляют 6 млрд. т, а каменной соли — до 1500 млрд. т.

Южнее Верхнекамского месторождения залежи каменной соли установлены в Верхнечусовском и Шумковском районах, где они имеют мощность от нескольких метров до 60—70 м и распространяются на площади, вытянутой на 100—120 км, при ширине от 10 до 20 км. Геологические запасы каменной соли составляют 120—150 млрд. т. В XVIII веке в ряде пунктов на этой территории работали солеваренные заводы.

Далеко к югу после довольно значительного перерыва мощные залежи каменной соли устанавливаются в Башкирии. Наиболее интересны залежи каменной соли в Ишимбаевском районе, открытые при поисках и разведке нефтяных месторождений, связанных с подземными погребенными известняковыми массивами — рифами. Между массивами располагаются глубокие впадины, дно которых опущено до 1000—1400 м от земной поверхности и до 500—800 м от вершин известняковых массивов. В этих впадинах и находятся линзо- или чечевицеобразные залежи каменной соли, мощность которых колеблется от 200—300 до 1200 м, иногда достигая даже 1500—2000 м (рис. 22). Такого характера залежи каменной соли распространены на площади длиной 35—40 км, при ширине до 25 км. В каменной соли имеется вкрапленность полигалита. К западу от Ишимбайского района распространена пластовая залежь каменной соли мощностью 300—500 м, содержащая пласт сильвинита мощностью 5—8 м и более (Стерлибашевское месторождение). В Ишимбаевском районе одна из залежей каменной соли — Ярбишкадакское месторождение — эксплуатируется путем выщелачивания соли через буровые скважины и получения рассола, который используется в содовом производстве.

Район распространения соляных залежей в Башкирии южнее непосредственно сменяется огромной соленосной Волго-Урало-Эмбенской областью, охватываю-

щей Прикаспийскую впадину и Южное Предуралье (рис. 16, 11). Эта область широкого распространения солянокупольных структур — подлинная страна соляных куполов, которых насчитывается здесь более 1200. В одних структурах соль выходит на поверхность или

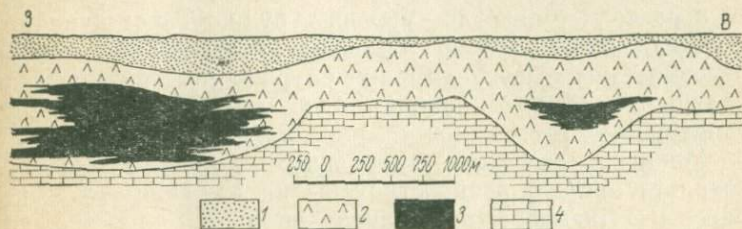


Рис. 22. Схематический разрез Ишимбаевского месторождения

1 — покровные породы (глины, песчаники, мергели); 2 — ангидрит и гипс;
3 — каменная соль; 4 — известняки и доломиты

залегают на небольшой глубине, в других — поверхность соли располагается на глубине многих десятков и сотен метров, а подсолевое ложе находится на глубине от 5—6 до 9—10 км.

В отдельном соляном куполе заключены огромные массы каменной соли, исчисляемые сотнями кубических километров (от 225 до 7000 км³). Геологические запасы каменной соли Прикаспийской впадины на площади более 800 тыс. км² составляют не менее 1 600 000 млрд. т (почти такие же, как и на Сибирской платформе).

Известно не менее 35 соляных куполов, в которых в толще каменной соли имеются залежи калийных солей, ряд из них представляет практический интерес (Эльтонский, Индерский, Челкарский и другие соляные купола). Геологические запасы природных калийных солей в Прикаспийской впадине и Южном Предуралье оцениваются в 400—450 млрд. т. Распространены они на площади не менее 400 тыс. км². Со многими соляными куполами связаны месторождения нефти.

Илецкое месторождение каменной соли известно русским еще с начала XVII столетия. С 1885 года это месторождение эксплуатировалось при помощи шахт и горных выработок, а ранее соль добывалась прямо с поверхности открытым карьером. В 1906 году он был

затоplen р. Песчанкой и на его месте образовалось искусственное соляное озеро глубиной до 17 м и с длиной «берегов» 255 и 300 м. В озере вода настолько насыщена солью, что при купании тело человека не тонет — можно продолжительное время спокойно лежать на спине, в положении «стоя» тело погружается в рассол только до уровня груди. Такое купание доставляет не только большое удовольствие, но и полезно как лечебная процедура, предписываемая больным, которые находятся на лечении в местном санатории.

Мощные залежи минеральных солей пермского возраста широко распространены на Украине — в Донбассе и Днепровско-Донецкой впадине, там же, где развиты солянокупольные структуры девонского времени (рис. 16, 12).

Пермская каменная соль в районе современного Артемовска была впервые обнаружена в 1871 году и с этого времени разрабатывается. Значительно раньше, еще в XVII столетии, в районе Славянска зародилось солеварение. Подземные рассолы добываются также для Донецкого содового завода. Как показали широкие поисковые и разведочные работы, пермские соли распространены от г. Артемовска на юго-востоке до Чернигова на северо-западе. Протяженность полосы их развития 560 км, при ширине от 20 до 85 км.

Мощность соленосных отложений достигает 1200—1300 м, суммарная мощность пластов каменной соли составляет в разных горизонтах соленосной толщи от 10 до 75—80% ее мощности. В соленосной толще пласты каменной соли мощностью от немногих метров до 50—60 м и более чередуются с пластами доломитов, известняков, ангидритов, песчаников и других пород. Такой разрез пермской соленосной толщи сближает ее с соленосными толщами Сибирской платформы и Припятского прогиба, где, как уже говорилось, каменная соль также чередуется с несоляными породами. При этом, так же как и в Восточной Сибири, в соленосной толще Днепровско-Донецкой впадины в некоторых слоях известняков и доломитов содержатся остатки морской фауны.

К верхней части пермской соленосной толщи Донбасса и Днепровско-Донецкой впадины приурочен

горизонт мощностью до 60—100 м, в котором на обширной площади прослеживается до 11 пластов и слоев калийных солей мощностью от долей метра до 5—5,5 м. Калийные соли представлены сильвинитом и карналлитом, но имеются проявления и других минералов.

Геологические запасы каменной соли в Днепровско-Донецком бассейне достигают 20 000—25 000 млрд. т. Геологические запасы калийных солей составляют 3,8 млрд. т.

Кроме этих главнейших соляных месторождений пермского возраста, они установлены еще в верховьях рек Сухоны и Северной Двины и в низовьях Вычегды (Коряжма, Сольвычегодск, Коноша, Шангалы и др.) (рис. 16, 13), в районе городов Горького и Казани, в Бугурусланско-Бузулукском районе (рис. 16, 15), в районе г. Калининграда (Нивенское месторождение) (рис. 16, 14) и в некоторых других пунктах. Несмотря на меньшие мощности отложений каменной соли и относительно меньшие площади их распространения в этих районах, общие запасы каменной соли и здесь составляют несколько тысяч миллиардов тонн.

В азиатской части территории Советского Союза известен только один район распространения месторождений каменной соли пермского возраста— это Джезказганский район Казахстана (рис. 16, 16). Как уже отмечалось ранее, в этом же районе известны соляные купола девонского возраста.

Соляные месторождения юрского возраста. На юге нашей страны от Предкавказья на западе до границы Таджикской ССР с Афганистаном на востоке протягивается сравнительно широкая полоса юрских отложений, в которой на западе и востоке известны крупные соляные месторождения.

Месторождение каменной соли— Шедокское находится в Краснодарском крае, к юго-востоку от г. Майкопа (рис. 16, 18). Площадь месторождения охватывает верховья р. Лабы и ее притоков и имеет длину около 50 км, при ширине до 35 км. В нижнем горизонте соленосной толщи имеются два пласта каменной соли мощностью от 45 до 100 м, а в верхнем горизонте от 25 до 75 пластов и слоев соли мощностью от долей метра до 10 м. Пласты соли залегают на глубине от 250

до 1000 м и более. Геологические запасы каменной соли в Шедокском месторождении не менее 50 млрд. тонн.

На Кавказе каменная соль юрского возраста обнаружена при бурении в Западной Грузии на глубине 3100—3300 м.

Крупный соленосный бассейн позднеюрского возраста расположен на востоке Средней Азии, где площадь его охватывает восточную половину Туркмении, юго-восточную часть Узбекистана и западную половину Таджикистана. На юге граница соленосного бассейна проходит в северной части Афганистана. С запада на восток бассейн вытянут не менее чем на 700 км, при ширине до 175—200 км (рис. 16, 17). На этом огромном пространстве соляные месторождения имеют пластовую форму залегания, а также проявляются в виде соляных куполов. Сложены месторождения или только каменной солью, или каменной солью вместе с калийными солями.

Из месторождений калийных солей наиболее интересны распространенные в Гаурдак-Кугитангском районе, в восточной части Туркмении и граничащей с ней части Узбекистана. Здесь поисковыми и разведочными буровыми работами выявлен ряд месторождений калийных солей, представленных сильвинитом и карналлитом (Гаурдакское, Карлюкское, Лялимканское, Тюбегатанское, Кугитангское и др.), находящихся в едином соленосном бассейне. В этих месторождениях имеется от одного до девяти пластов калийных солей мощностью от 1,5 до 20—25 м. При наличии нескольких пластов калийных солей они распределяются в толще каменной соли мощностью 180—200 м и более (рис. 23). Ниже этого калиеносного горизонта залегает толща каменной соли мощностью 150—180 м.

Общая площадь распространения залежей и пластов калийных солей в районах советской Средней Азии достигает 20—25 тыс. км², геологические запасы калийных солей составляют до 20—25 млрд. т.

На значительно большей площади, достигающей 250—300 тыс. км², распространены залежи каменной соли, мощность которых колеблется от нескольких десятков метров до 300—400 м и более. Особенно большая мощность соляной толщи в солянокупольных структурах. Например, на куполах Пушион и Саятском в Кулябском районе Таджикской ССР скважины на глубине

1200 м не вышли из соли (рис. 16, 19). В этом же районе известны горы Ходжамумын и Ходжасартис, которые возвышаются над долиной р. Яхсу на 880 и 440 м. Они в основном сложены каменной солью, которая образует крутые обрывистые склоны горы высотой от 50—100 до 300—500 м. Только в одном месторождении Ходжасартис запасы каменной соли составляют около 10 млрд. т. Геологические же запасы соли во всем Среднеазиатском бассейне достигают 40 000—50 000 млрд. тонн.

Несмотря на такие огромные запасы каменной соли, соляная промышленность в Средней Азии развита крайне слабо. Промышленная добыча калийных солей намечается на Карлюкском месторождении.

Соляные месторождения неогенового возраста. Геологические условия неогенового времени во многих частях света были благоприятны для накопления мощных соленосных отложений. В СССР соляные месторождения этого возраста находятся в Закарпатской и Западных областях Украины, в Закавказье и в среднеазиатской части нашей страны — в Туркменской, Узбекской, Киргизской и Таджикской республиках.

В юго-восточной части Закарпатской области в ряде пунктов установлены залежи каменной соли. Многие из них 150—200 лет назад и ранее разрабатывались соляными рудниками, но впоследствии поверхность их обрушилась и они были затоплены. В настоящее время добыча каменной соли производится только на Солотвинском месторождении, которое находится на правом берегу р. Тиссы, в 150 км к юго-востоку от Ужгорода (рис. 16, 21). Каменная соль слагает здесь огромных размеров массив, залегающий в ядре куполовидной складки (рис. 24). Вершина массива в плане имеет грушевидную форму, вытянутую с юго-востока на северо-запад на 2 км, при ширине 0,5—1 км. Корни соляного тела уходят в глубину на 1,5—2 км и, возможно, более, местами же соль выходит на поверхность Земли (рис. 25). Промышленная разработка Солотвинского месторождения началась в конце 70-х годов XVII века, но кустарно соль добывалась за много тысячелетий до этого. На территории месторождения имеются следы разработок в виде заброшенных шахт и провалов.

При подземной добыче соли вырабатывались камеры глубиной до 100—110 м. Сейчас эти камеры уже засы-

паны песчано-галечным материалом и заполнены рас-
соллом.

В Западной Украине, вдоль подножий Карпат, про-
тягивается непрерывная широкая полоса соленосных от-

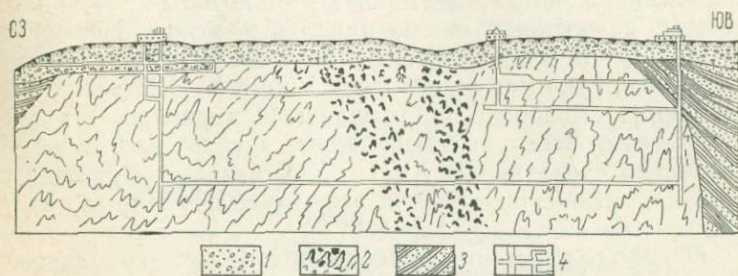


Рис. 24. Схематический геологический разрез Солотвинского месторождения каменной соли

1 — песчано-галечниковые отложения; 2 — каменная соль с включениями обломков и кусков мергелей и глины; 3 — боковые (вмещающие соль) породы (песчаники, мергели); 4 — шахты и подземные горные выработки



Рис. 25. Выходы каменной соли на дневную поверхность на Солотвинском месторождении

ложений. Она начинается на западе на территории Польши, где находится всемирно известное месторождение каменной соли — Величка, переходит на территорию СССР, а на юге уходит в Румынию. Общее протяжение этой полосы составляет не менее 1500 км и почти 300 км из них лежат в Восточном Предкарпатье, в пределах

Западной Украины (рис. 16, 20). Ширина полосы соленосных отложений составляет 35—40 км и более. Мощность соленосной толщи не менее 2—2,5 тыс. м.

Пищевая соль в Предкарпатье относится к числу полезных ископаемых, месторождения которых стали известны, вероятно, в самые начальные этапы заселения этого края. В некоторых старинных соляных копиях здесь находят орудия каменного века. Уже в X—XII веках солеварение приобрело промышленный характер. До сих пор здесь существует солеваренные заводы, работающие несколько столетий. В XVIII—XIX веках в Восточном Предкарпатье существовали десятки солеваренных заводов.

Однако в Восточном Предкарпатье залежи чистой каменной соли, пригодной для непосредственного использования для пищевых целей, отсутствуют. Соль здесь содержит примесь глинистого и песчаного материала (до 10—20% и более), и для освобождения от него ее приходится сначала растворять, а затем образующийся рассол выпаривать на солеваренных заводах. Растворение соли и добыча рассола производится при помощи колодцев и буровых скважин, проходимых с поверхности Земли в соленосную толщу. Ранее рассол получали при помощи заливки пресной водой специальных подземных камер, выработанных в соляных рудниках. Когда вода насыщалась солью, рассол выкачивали на поверхность Земли, где он и использовался солеваренными заводами.

Не только поваренной солью богата соленосная толща Восточного Предкарпатья. В ряде пунктов с ней связаны залежи калийных солей, которые впервые были обнаружены здесь почти 100 лет назад, но только в текущем столетии началась их добыча.

Калийные соли вместе с переслаивающимися их пластами глинистой каменной соли и соленосных глин, песчаников и других пород образуют пластовые линзы, из которых наиболее значительные прослеживаются на протяжении от 2—3 и до 7—12 км и имеют мощность от 20—30 до 100—150 м. В некоторых пунктах установлены лишь единичные слои и линзы калийных солей, тогда как на других площадях они проявляются группами, залегая одна над другой (рис. 26). Наиболее значительные залежи калийных солей имеются в районе городов

Калуша и Стебника, где и производится промышленная подземная добыча их и переработка на химических фабриках.

Разрабатываемые залежи калийных солей отличаются сложным минеральным и химическим составом. В них насчитывается до 19 соляных минералов. Главнейшими калийными минералами среди них являются: силь-

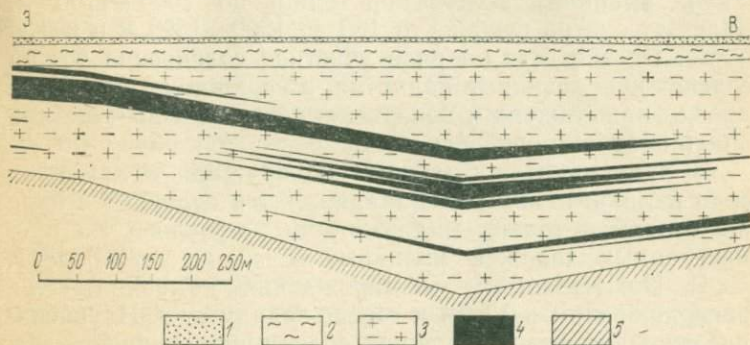


Рис. 26. Схематический геологический разрез участка Калушко-Гольнского месторождения:

1 — пески и галечники; 2 — гипсоносные глины; 3 — глинистая каменная соль и соленосная глина; 4 — залежи калийных солей; 5 — породы, подстилающие соленосную толщу

вин. каинит, карналлит, лангбейнит и полигалит, наряду с ними всегда присутствуют галит и некоторые другие минералы.

Залежи калийных солей находятся в Восточном Предкарпатье на глубинах от 30—40 до 1000 м и более от дневной поверхности. Их запасы около 10—15 млрд. т.

Мощные соленосные отложения неогенового возраста распространены в Закавказье на территории Армении и Нахичеванской АССР (рис. 16, 22). В Армении залежь каменной соли была впервые обнаружена в 1949 году при бурении скважины в окрестностях г. Еревана, который полностью расположен над соляными толщами, лежащими в недрах Земли.

Соленосные отложения распространены в пределах Средне-Араксинской впадины и прослеживаются на 100 км и более, уходя далеко за пределы Армении — в Турцию. Выделяется несколько участков — бассейнов распространения соленосных отложений: Приереванский,

Октемберянский, Севанский, Нахичеванский, Кульпинский и др.

В Приереванском бассейне соленосная толща сложена чередующимися пластами каменной соли мощностью от долей метра до 60—70 м и соленосных глин и мергелей мощностью от немногих метров до 35 м и более. Суммарная мощность пластов каменной соли 100—500 м, общая мощность соленосной толщи до 1000—1100 м. Залегаает она на глубине от 180 до 1200—1300 м и более в связи с тем, что на ряде участков соленосная толща слагает куполовидные поднятия, в вершинах которых ее кровля приближена к поверхности Земли, а на участках впадин глубоко опущена.

В ряде пунктов скважины обнаружили в каменной соли калийные минералы (карналлит и сильвин) в виде включений и тонких миллиметровых прослоев, но промышленных залежей калийных солей не установлено.

В Нахичеванском месторождении каменной соли, расположенном в 12 км к северо-западу от г. Нахичевани, основной пласт каменной соли имеет мощность всего 7—10 м. На 8 м выше его располагается верхний пласт соли мощностью 4 м, а на 50 м ниже — нижний пласт мощностью до 7 м. Между пластами располагаются толщи глин и песчаников. Тонкие прослой глины имеются и в соляных пластах. Основной пласт каменной соли выходит на дневную поверхность на южном склоне горы Дуздаг, на протяжении около 150 м.

Пласт каменной соли лежит горизонтально и разрабатывается при помощи штольни (горизонтальной выработки), пройденной в глубь горы от ее склона.

С соленосными отложениями неогенового возраста на территории СССР связаны залежи не только каменной соли и калийных солей, но и мирабилита и тенардита. Наиболее значительные из таких месторождений находятся в Киргизии (Шабыркольское, Желдысу, Кочкорское и др.) и в Казахстане (Чульадырское) (рис. 16, 24). В западной части Туркменской ССР известно сульфатное месторождение Узунсу (рис. 16, 23).

Во всех этих месторождениях кроме тенардита и мирабилита широко распространены глауберит, гипс, галит и другие соляные минералы, образующие соляные породы, залегающие в виде пластово-линзообразных и линзообразных тел, пачек и слоев. Мощности их

на коротких расстояниях (10—20 м) нередко изменяются от немногих сантиметров до нескольких метров. Чередясь с пестроцветными гипсоносными и соленосными глинами, соляные породы образуют залежи мощностью иногда до 100—150 и даже 500 м. Но в плане эти залежи распространены сравнительно на небольших протяжениях. Мощные соленосные залежи сменяются гипсоносно-глинистыми породами на некоторых участках на расстояниях всего 1—2 км.

В Чульдырском месторождении соленосная толща имеет мощность до 500—600 м. Она сложена в основном темно-серыми мергелями, содержащими линзы и слои каменной соли, тенардита и глауберита мощностью от нескольких сантиметров до 6—7 м и более. Установлено более 90 линз тенардита мощностью от 10 см до 2,5 м. Наиболее мощные пачки тенардита прослежены на 100—150 м.

Легко можно заметить, что как по составу соляных минералов, так и по размерам залежей месторождения тенардита и мирабилита резко отличаются от охарактеризованных ранее месторождений каменной и калийных солей. Это объясняется континентальными условиями образования тенардито-мирабилитовых месторождений.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ СССР

Запасы минеральных солей в недрах СССР можно с полным основанием считать неисчерпаемыми. Они составляют сотни и тысячи миллиардов тонн и являются надежной базой для промышленности, потребляющей эти соли, для развития ее в любом масштабе. Ни по каменной соли, ни по калийным и магниевым солям, ни по сульфату натрия наша страна не только не зависит от других стран, но имеет полную возможность экспортировать эти соли. Не обнаружены у нас пока ископаемые месторождения содового сырья. Поиски их — одна из задач, стоящих перед геологической службой страны.

Каменная соль. Промышленная добыча каменной соли производится на пяти месторождениях: Солотвинском (Закарпатье), Артемовском (УССР), Илецком (РСФСР), Аванском (АрмССР) и Нахичеванском (Нахичеванская АССР). В большем числе пунктов добываются при помощи скважин подземные рассолы, образующиеся при выщелачивании залежей каменной соли и соленосных пород. Рассолы используются для выварки пищевой соли и в содовом производстве. К этим предприятиям относятся рассолопромыслы: Долинский, Дрогобычский и Болеховский (Предкарпатье), Славянский и Ново-Карфагенский (УССР), Боровской, Березниковский, Усолье-Сибирский и Усть-Кутский (РСФСР), Пеледуйский и Кемпендяйский (Якутская АССР). Кроме того, в ряде районов советской Средней Азии, а также в Тувинской АССР, где залежи каменной соли выходят на дневную поверхность, соль в ограниченных размерах кустарно добывается населением для удовлетворения местных потребностей.

Перечисленными месторождениями далеко не исчерпывается список известных на территории СССР месторождений каменной соли, многие из которых частично или даже детально разведаны и могут быть переданы промышленности для освоения. Такие территории, как Днепровско-Донецкая, Припятская и Прикаспийская впадины, Сибирская платформа, Предкавказье и области советской Средней Азии, представляют собой огромные выявленные соленосные провинции, в которых выявлены сотни солянокупольных структур (в Прикаспийской впадине 1200) и мощные пластовые залежи каменной соли, распространяющиеся на площадях в сотни и тысячи квадратных километров.

Совершенно очевидно, что запасы каменной соли, установленные в месторождениях СССР, не лимитируют развитие пищевой и химической промышленности. Нужно еще добавить, что кроме каменной соли в СССР добывается озерная поваренная соль и соль, получаемая вываркой из рассолов, образующихся при подземном выщелачивании залежей каменной соли. В 1970 году всего поваренной соли было добыто в СССР более 16 млн. т. Запасы поваренной соли в разведанных и освоенных промышленностью месторожде-

ниях вполне обеспечивают ее добычу на многие десятилетия.

Калийные соли. По запасам калийных солей Советский Союз занимает первое место в мире. Общие, так называемые геологические, и перспективные запасы природных калийных солей в недрах СССР во всех месторождениях, которые разрабатываются и разведаны, а также только вскрыты единичными скважинами, оцениваются в 350—400 млрд. т. Из этих запасов 220 млрд. т. или 56%, сосредоточены в Верхнекамском месторождении.

Подземная промышленная добыча калийных солей в настоящее время производится на четырех месторождениях: Верхнекамском в Предуралье, Старобинском в Белорусской ССР, Калушско-Голыньском и Стебникском в Предкарпатье (УССР). Кроме этих месторождений на территории Советского Союза установлен еще ряд месторождений калийных солей, некоторые из них разведаны. Севернее Верхнекамского месторождения частично разведано Верхнепечорское месторождение, в Припятском прогибе в Белоруссии кроме Старобинского месторождения обнаружен еще ряд месторождений калийных солей, наиболее перспективными являются Петриковское и Нежинское. В Предкарпатье на обширной площади, лежащей между Стебником и Калушем, разведкой выявлены 10 новых месторождений и около 10 проявлений калийных солей. В Средней Азии, в сопредельных районах Восточной Туркмении и Узбекской ССР, располагается обширный Гаурдак-Кугитангский калиеносный бассейн, в его пределах разведан ряд месторождений: Гаурдакское, Карлюкское, Тюбегатанское, Окузбулакское и др. (наиболее перспективным является Карлюкское).

В Прикаспийской впадине и Южном Предуралье поисково-разведочными буровыми работами установлено более 25 соляных куполов с наличием калийных солей. Из них наиболее перспективны Индерский, Эльтонский, Челкарский, Жилинский и другие соляные купола. На Эльтонском месторождении производится детальная разведка. Залежи калийных солей обнаружены поисковыми работами в Донецком бассейне и Днепровско-Донецкой впадине. Ряд месторождений каменной соли, в которых обнаружены признаки калийных солей, но по-

ка не установлены их залежи, находится в Закавказье, Средней Азии, Предуралье, Восточной Сибири и других районах.

Как показывает беглый обзор, месторождения калийных солей весьма широко распространены на территории СССР. Наиболее крупные и ценные в промышленном отношении находятся в европейской части страны. Вся Западная Сибирь и Дальний Восток не только лишены месторождений калийных солей, но и не обладают какими-либо перспективами на их открытие. Природные условия этих территорий не были благоприятны для образования ископаемых соляных месторождений в какую-либо из геологических эпох.

В Восточной Сибири, на Сибирской платформе, как уже ранее говорилось, расположен огромный кембрийского возраста соляной бассейн с мощными отложениями каменной соли и астрономическими ее запасами. В ряде горизонтов и пунктов на этой площади обнаружены в каменной соли проявления калийных солей. Поиски более значительных концентраций и залежей их производятся, но пока не дали положительных результатов. В настоящее время калийные удобрения доставляются сюда за 4—5 тыс. км, а на Дальний Восток даже за 8—10 тыс. км, поэтому открытие промышленных месторождений калийных солей в Восточной Сибири имело бы большое народнохозяйственное значение.

В целом запасы калийных солей в месторождениях СССР удовлетворяют запросы химической промышленности на много лет вперед. Разведанные и перспективные ресурсы калийного сырья вполне обеспечивают намечаемые темпы и размеры развития промышленности. Калийное сырье в Советском Союзе не только удовлетворяет потребности страны, но и служит предметом экспорта в ряд социалистических и капиталистических стран.

Сульфат натрия. Ископаемые месторождения сульфата натрия (мирабилита, тенардита), известные на территории СССР в межгорных впадинах Тянь-Шаня, промышленностью не используются из-за ограниченности запасов сырья высокого качества и большей частью неудобного географо-экономического положения месторождений. Почти всю массу необходимого стране сульфата натрия дает залив Кара-Богаз-Гол.

В меньшем количестве добывается сульфат натрия на оз. Кучук в Алтайском крае.

* *
*

В заключение необходимо отметить, что ископаемые месторождения минеральных солей имеют большое народнохозяйственное и экономическое значение не только по собственно соляным ресурсам, но и по ряду других веществ (элементов), тесно связанных с солями по условиям образования или сонахождения и являющихся полезными ископаемыми. К ним относятся бром, рубидий, цезий, самородная сера, борные минералы, целестин (сернокислый стронций) и др. Ряд из этих веществ извлекается попутно при добыче и переработке калийных солей (бром, рубидий), другие добываются самостоятельно (самородная сера, бораты, целестин и др.).

С соляными месторождениями, преимущественно с особой формой их залегания — соляными куполами, — тесно пространственно связаны нефтяные месторождения, широко известные как в СССР (Прикаспий, Днепровско-Донецкая впадина, некоторые районы Средней Азии), так и за рубежом. Поэтому при поисках, разведке и изучении ископаемых месторождений минеральных солей должны исследоваться и сопутствующие им полезные ископаемые, и наоборот, при обнаружении полезных ископаемых, которые часто встречаются вместе с соляными месторождениями, нужно изучать и последние. Это положение прежде всего необходимо учитывать в отношении нефтяных месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Валяшко М. Г. Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей. Изд. МГУ, 1962, 397 с.
- Гаркема В. Очерк месторождений соли и добыча ее в Астраханской губернии. Астрахань, 1890, 89 с.
- «Геология и петрография калийных солей Белоруссии». Сборник статей. Минск, Изд. «Наука и техника», 1969, 367 с.
- Герасимова В. В., Седлецкий В. И. Калийные соли юга Средней Азии. Изд. Ростов. гос. ун-та, 1969, 78 с.
- Дзенс-Литовский А. И. Кара-Богаз-Гол. М., «Недра», 1967, 94 с.
- Дзенс-Литовский А. И. Соляные озера СССР и их минеральные богатства. М., «Недра», 1968, 118 с.
- Дуроца Ал. Описание соляных копей Велички (в Галиции), почерпнутые из путешествия доктора медицины Адама Неаля по Германии, Польше, Молдавии и Турции. «Горный журнал», 1825, кн. 3, 95—108 с.
- Иванов А. А. Калийные соли. М.-Л., Изд. Гл. геол.-развед. упр., 1930, 76 с.
- Иванов А. А. Природные минеральные соли. М., Госгеолиздат, 1951, 82 с.
- Иванов А. А. История открытия Верхнекамского месторождения калийных солей. М., Госгеолтехиздат, 1962, 137—145 с. [Тр. ВСЕГЕИ, нов. серия, т. 83].
- Иванов А. А. Пермские соленосные бассейны Печоро-Камского Предуралья. Изд. СО АН СССР, 1965, 98 с.
- Иванов А. А., Левецкий Ю. Ф. Геология галогенных отложений (формаций) СССР. М., Госгеолтехиздат, 1960, 422 с. [Тр. ВСЕГЕИ, нов. серия, т. 35].
- Иванов А. А., Кириков В. П. К вопросу об условиях формирования соленосных отложений Армении и перспективы их калиеносности. «Советская геология», 1967, № 3, 34—44 с.
- Иванов А. А., Воронова М. Л. Галогенные формации (минеральный состав, типы, условия образования; методы поисков и разведки ископаемых месторождений минеральных солей). М., «Недра», 1972, 328 с.
- Иофа Л. Е. Города Урала. Ч. 1. М., Географгиз, 1951, 422 с.
- «Каменная соль и соляные озера». Естеств. произв. силы России, т. 4, вып. 35. Изд. АН СССР, 1924, 300 с.
- Корневский С. М., Воронова М. Л. Геология и условия формирования калийных месторождений Прикаспийской синеклизы и Южно-Предуральяского прогиба. М., «Недра», 1966, 279 с.
- Лукьянов П. М. История химических производств и химической промышленности России. Т. 1. 1948, 542 с.; т. 2. 1949, 732 с. Изд. АН СССР.
- Массон М. Е. К истории горного дела на территории Узбекистана. Изд. АН УзбССР, Ташкент, 1953, 75 с.
- Николаев С. Ф. Чудесные соли. Пермское книж. изд-во, 1965, 99 с.
- Первухина А. Е. Соляные источники Северного края. Тр. Северной базы АН СССР, вып. 5, 1940, 76 с.
- Пробст А. Е. Цинхай. «Природа», 1961, № 2, 22 с.
- Розен С. Я. Пермьянка. История соляного производства в Прикамье. Пермское книж. изд-во, 1965, 125 с.
- Скалон В. Н. Русские землепроходцы XVII века в Сибири. Изд. Моск. об-ва испыт. природы, 1951, 198 с.
- Сушков Н. О крымских соляных источниках. «Горный журнал», 1827, кн. 3, 89—120 с.
- Хабаров А. В. Очерки по истории геологоразведочных знаний в России. Изд. Моск. об-ва испыт. природы, 1950, 212 с.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Минеральные соли, основные их свойства и типы месторождений.	3
Основные соляные минералы и породы	6
Первоисточники солей в ископаемых месторождениях.	17
Геологические и природные условия накопления солей и образования их месторождений	22
Использование минеральных солей	31
История зарождения и развития соляного дела в России.	39
Ископаемые соляные месторождения Советского Союза.	46
Перспективы промышленного использования месторождений минеральных солей в народном хозяйстве СССР	75
Список литературы.	80

Андрей Алексеевич Иванов

МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЛИ В НЕДРАХ ЗЕМЛИ

Редактор издательства Н. Г. Державина

Технический редактор Л. Г. Лаврентьева

Корректор Л. М. Кауфман

Сдано в набор 29/XI 1972 г. Подписано в печать 27/III 1973 г. Т-03871
Формат 84×108^{1/32} Бумага № 2 Печ. л. 2,5 Усл. п. л. 4,2 Уч.-изд. л. 4,36
Тираж 13 500 экз. Заказ № 1364/4361-1 Цена 14 коп.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12,
Третьяковский проезд, 1/19.

Московская типография № 6 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

719

14 коп

НЕДРА • 1973