



нагрузки. Аналитические зависимости и методика решения плоской задачи были использованы при расчётах на конкретных примерах в строительстве.

Библиографический список

1. Кравченко Т. И. Оценка предельного критического усилия на упруго-пластическую грунтовую среду от действия треугольной нагрузки // Изв. вузов. Горный журнал. 2012. № 5. С. 68–72.
2. Кравченко Т. И. Изучение и оценка предельного напряжённого состояния слабых грунтов оснований инженерных сооружений : дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2013. 131 с.
3. Кравченко Т. И., Филатов В. В. Методика изучения предельного напряжённого состояния слабых грунтов // Материалы II Всесоюз. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2013. С. 48–50.
4. Маслов Н. Н. Прикладная механика грунтов : учеб.-метод. пособие. М., 1949. 328 с.
5. Цытович Н. А. Механика грунтов : учеб.-метод. пособие. 4-е изд. М., 1983. 281 с.
6. СНиП 2.02.01–83. Основания зданий и сооружений // Строительные нормы и правила. М., 2000. 40 с.

УДК 552.53;553.632+551.247

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕКСТУР И СТРУКТУР КАЛИЙНЫХ, КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ И МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ В ПРИКАСПИЙСКОМ СОЛЕРОДНОМ БАССЕЙНЕ

Г. А. Московский¹, О. П. Гончаренко¹, С. А. Свидзинский²,
О.-М. А. Радзиевская¹

¹Саратовский государственный университет

E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

²ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий», Котельниково Волгоградской области

E-mail: SvidzinskySA@yandex.ru

Рассмотрена роль факторов, определяющих текстурно-структурные особенности калийных, калийно-магниевого и магниевого солей Прикаспийского солеродного бассейна. Показаны роль сохранения высококонцентрированной рапы в отдельных акваториях бассейна, значение постоянного подтока малосгущенной рапы, процессов высаливания хлористого натрия и хлористого калия, морфологии дна бассейна и влияние двух типов ритмичности седиментации (галогенного и терригенного) и вторичных минералообразующих процессов. Охарактеризованы основные типы текстур пород.

Ключевые слова: галогенез, заключительные стадии, калийные, калийно-магниевого соли, рапа, текстуры и структуры пород.

Environment of Texture and Structure Formation in Potassium, Potassium-magnesium and Magnesium Salts within the Caspian Halogenic Basin

G. A. Moskovsky, O. P. Goncharenko, S. A. Svidzinsky,
O.-M. A. Radzиеvskaya

The paper deals with the role of the factors that determine the textural-structural peculiarities of potassium, potassium-magnesium and magnesium salts in the Caspian halogenic basin. Special reference is made to the role of highly concentrated brine preservation in certain basin water areas, importance of constant inflow of low condensed brine, salting-out of sodium and potassium chlorides, basin bottom morphology, the influence of two types of sedimentation rhythmicity (halogenic and terrigenous) and secondary processes of mineral formation. Principal types of rock textures are described.

Key words: halogenesis, final stages, potassium and potassium-magnesium salts, brine, rock structures and textures.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-48-54

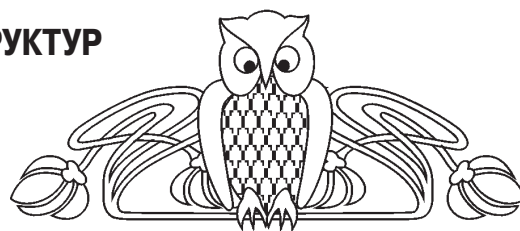
нерных сооружений : дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2013. 131 с.

3. Кравченко Т. И., Филатов В. В. Методика изучения предельного напряжённого состояния слабых грунтов // Материалы II Всесоюз. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2013. С. 48–50.

4. Маслов Н. Н. Прикладная механика грунтов : учеб.-метод. пособие. М., 1949. 328 с.

5. Цытович Н. А. Механика грунтов : учеб.-метод. пособие. 4-е изд. М., 1983. 281 с.

6. СНиП 2.02.01–83. Основания зданий и сооружений // Строительные нормы и правила. М., 2000. 40 с.



Введение

Сильвиновые (сильвиниты), карналлитовые и бишофитовые породы, являясь продуктами заключительных стадий соленакопления, представляют собой особый вид полезных ископаемых эвапоритового генезиса, используемых для получения многих необходимых народному хозяйству соединений, основными компонентами которых служат калий и магний. Изучению состава, текстурных и структурных характеристик, а также условий формирования этих пород Прикаспия, Верхнекамского месторождения калийных солей и ряда других регионов в той или иной степени посвящены многочисленные работы исследователей. Обобщение всех данных о текстурно-структурных характеристиках этих пород приведено в работах Я. Я. Яржемского [1], В. В. Кольцовой, Я. Я. Яржемского [2], Я. Я. Яржемского с соавторами [3]. Строение и условия формирования бишофитовых пород рассматривалось в работах М. А. Жаркова с соавторами [4], М. Г. Валяшко, И. К. Жеребцовой [5], В. С. Деревягина с соавторами [6], Г. А. Московского с соавтором [7], О. П. Гончаренко [8] и др.

В последующие годы в процессе изучения калийных, калийно-магниевого и магниевого месторождений в основном Северо-Каспийского солеродного бассейна нами был накоплен большой фактический материал [9, 10, 11], значительно дополняющий и расширяющий сведения, содержащиеся в указанных выше работах. Приведенные здесь результаты исследований выполнены при изучении сильвинитов и карналлитовых пород Гремячинского месторождения калийных солей и поисковых участков (Равнинного, Дар-



гановского), в меньшей степени бишофитовых пород Светлоярского месторождения бишофита, карналлитовых пород Озинской солянокупольной структуры, сильвинитов Наримановского месторождения бишофита. При обобщении материалов использованы также результаты, полученные в процессе поисково-разведочных работ на Эльтонском месторождении калийных солей и по керну скважины 1К Краснокутской (северо-западное обрамление Прикаспийской впадины).

Факторы формирования текстур и структур пород заключительных стадий галогенеза

В галогенных породах заключительных стадий галогенеза основными составными частями являются кристаллы и агрегаты кристаллов галита, сильвина, карналлита, бишофита, ангидрита, скопления пелитового материала. В сульфатных калийно-магниевых месторождениях в составе пород появляются каинит, кизерит, полигалит и некоторые другие минералы. В изученных нами сильвинитах и карналлитовых породах часто на небольшом протяжении продуктивных интервалов их текстуры меняются существенно. То же можно сказать и об их структурах. Изменение облика пород (текстур) проявляется как по разрезу, так и по латерали, часто даже в пределах одного стратиграфического уровня (пласта и даже слоя). Резкие изменения текстурно-структурных характеристик вообще характерны для галогенных пород (а для пород заключительных стадий в особенности!) Это является, по всей видимости, следствием способности к перекристаллизации легкорастворимых минералов. Структуры калийных, калийно-магниевых и магниевых пород определяются, прежде всего, степенью идиоморфизма основных компонентов породы, зависящей от последовательности их кристаллизации, закономерностей дорастания (докристаллизации) при диагенезе, а также наличием или отсутствием зональных структур роста, признаков замещения одних минералов другими и ролью терригенных примесей, часто влияющих на размерность растущих кристаллов.

При изучении текстурных и структурных своеобразий калийных (сильвиниты), калийно-магниевых (карналлитовые и каинитовые породы) и магниевых (бишофитовые породы) отложений была использована следующая схема обработки материала:

- документация керна и анализ большеразмерных полированных препаратов-аншлифов;
- анализ текстур пород и структурных взаимоотношений минеральных агрегатов в сканированных изображениях петрографических шлифов, в том числе шлифов большого размера;
- изучение количественных соотношений различных компонентов породы, анализ их микротекстур, структур минералов, очерёдность

времени их образования, а также анализ фазового состава включений в минералах (как закономерных систем, так и различных минеральных и неминеральных примесей).

Основная часть исследований выполнялась с помощью поляризационного микроскопа Axioskop 40 Pol., цифровой камеры-приставки AxioCam MRc 5 и программного обеспечения AxioVision.

При изучении закономерностей состава, текстурно-структурных особенностей отложений заключительных стадий галогенеза возникает вопрос о факторах, определяющих формирование различных типов текстур и отражающихся в структурном облике минеральных агрегатов. Рассмотрим, какие же характеристики морфологии бассейна седиментации, особенности состава и эволюции рапы в нём, а соответственно реализации определённых моделей кристаллизации: криофильной, термофильной с галоклином и др. [11], могли обеспечить те или иные черты строения калие-, магниеносных интервалов галогенных разрезов.

Во-первых, основным фактором, определяющим текстурно-структурный облик калийных, калийно-магниевых и магниевых солей, по нашему мнению, являлось почти постоянное сохранение в седиментационном бассейне слоя рапы высокой концентрации. Во многих случаях устанавливается, что такой слой рапы сохранялся практически в процессе всего периода формирования продуктивных интервалов месторождений. Это подтверждается присутствием кристаллов сильвина или карналлита даже в слоях галит-ангидритового и ангидрит-пелитового состава, имеющих часто текстуру обломочной породы или даже седиментационной брекчии (рис. 1). Отсутствие концентрированной рапы и формирование калийных солей при испарении рапы в поверхностном слое фиксируются кристаллизацией мелких зёрен калийных или калийно-магниевых минералов, «лодочкового» галита с типичной зональной структурой.

Вторым значимым фактором является периодический приток в бассейн седиментации рапы богатой хлористым натрием с содержанием его на уровне середины галитовой стадии при наличии слоя концентрированной рапы (двухслойная модель). Это отражается постоянным присутствием (на всех стадиях, после галитовой) вкрапленности, корок и различной формы скоплений галита высаливания, характеризующегося идиоморфизмом кристаллов. Именно масштабная садка галита высаливания могла обеспечить формирование мономинеральных галититов, подстилающих основной сильвинитовый пласт Гремячинского месторождения [12, 13].

Третьим фактором представляется морфология дна бассейна, которая определяла на отдельных участках акватории временную ликвидацию двухслойности рапы. На влияние



этого фактора в той или иной степени обращали внимание М. Г. Валяшко с соавторами [14], В. И. Копнин [15]. Именно положение слоёв рапы разной концентрации в зависимости от рельефа дна могут определять преобладание садки галита или сильвина.

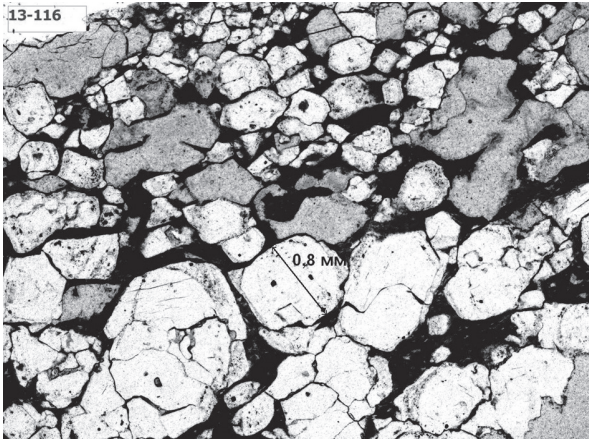


Рис. 1. Галитовый слой с существенным содержанием пелита (чёрное), корродированными кристаллами сильвина (серое); в галите видны следы его окатывания (?) и последующего дорастания. Шлиф без анализатора

Четвёртым фактором является периодическое смещение доминирования в седиментации от порядка растворимости компонентов к способностям высаливать «конкурентов» исходя из их кристаллохимических свойств. Высаливание хлористого натрия хлористым калием описано О. Раупом [16]. На карналлитовой стадии сгущения рапы садка сильвина определялась, видимо, не столько высокой концентрацией ионов калия в рапе, сколько высаливающей ролью ионов магния [12].

Пятым фактором, в той или иной степени суммирующим влияние всех предыдущих, является особенность ритмичности, связанной с изменением условий формирования продуктивных интервалов. В породах заключительных стадий галогенеза устанавливается ритмичность двух генетических типов, определяющих во многом качество полезного ископаемого. Первый тип ритмичности обуславливается самим галогенным процессом и отображается в чередовании пород различных стадий и фаз этого процесса, связан с сезонными колебаниями температур и состава рапы, что выражается в присутствии в сильвинитах закономерных чередований слоёв сильвина или карналлита с прослоями ангидритового, галит-ангидритового состава а также равномерно рассеянного в породе ангидрита. Второй тип ритмичности связан с поступлением ангидрита и пелитового материала извне как терригенных компонентов. Как показали наши исследования на Гремячинском месторождении, в составе нерастворимого остатка сильвинитов существенная роль принадлежит ангидриту

и пелитовому материалу. Ангидрит и пелитовый материал присутствуют в породе в различных соотношениях и слагают слои, линзы, рассеянные скопления, что определяет часто резкое уменьшение размеров кристаллов сильвина в результате существенного увеличения количества центров кристаллизации [7].

Шестым фактором, играющим существенное значение в становлении текстурно-структурных характеристик рассматриваемых образований, являются процессы постседиментационных (вторичных) замещений минералов. Среди вторичных процессов определяющая роль отводится: собирательной перекристаллизации минералов; донной докристаллизации (дорастанию) минералов; замещению одних минералов другими.

Текстуры и структуры калийных, калийно-магниевого и магниевого солей

Текстуры и структуры сильвинитов.

Общая характеристика текстур сильвинитов, приведённая Я. Я. Яржемским с соавторами [3], относится к материалам изучения калийных солей Верхнекамского месторождения, Припятской впадины и ряда других месторождений. Как показано Е. Э. Разумовской [17], А. А. Ивановым и М. Л. Вороновой [18], а позднее В. И. Копниным, Н. Е. Малоштановой [19], Н. М. Джиноридзе с соавторами [20], А. И. Кудряшовым [21] и другими исследователями, преобладающими текстурами сильвинитов Верхнекамского месторождения являются слоистые и полосчатые; массивные разновидности представлены так называемыми «пёстрыми» сильвинитами, генезису которых посвящено большое количество публикаций. Выделение основных текстурных типов сильвинитов на калийных месторождениях диктуется, прежде всего, необходимостью установления наиболее качественных разновидностей, их распределения в разрезах продуктивных пластов и роли нерастворимого остатка (главным образом, ангидрита, галопелита).

Среди всего многообразия пород, слагающих продуктивный сильвинитовый пласт погожской ритмопачки, и калиепроявлений в долинной и луговой ритмопачках Гремячинского месторождения и поисковых участков Равнинного и Даргановского по составу, типоморфным особенностям и распространению можно выделить три основных промышленных типа слоистых разновидностей сильвинитов, различающихся по составу и текстурно-структурным характеристикам.

1. *Сильвиниты массивные* (в пределах слоёв толщиной 200–500 мм), крупнокристаллические с гипидиоморфнозернистой (гипидиоморфной), реже с гранобластовой структурой и разностями молочно-белыми, красновато-оранжевыми, светло-коричневыми, пятнистыми, содержащими весьма незначительные количества рассеянного



ангидрита и галопелита (рис. 2). С долей условности к этому же типу можно отнести молочно-белые средне-, мелкокристаллические сильвиниты.

2. *Сильвиниты слоистые* мелко-, среднекристаллические, оранжево-красные, коричневые, зеленовато-серые с высоким содержанием как рассеянной пелит-ангидритовой примеси, так и той, что распределяется в породе послойно, отдельными блоками, линзами и полосами.

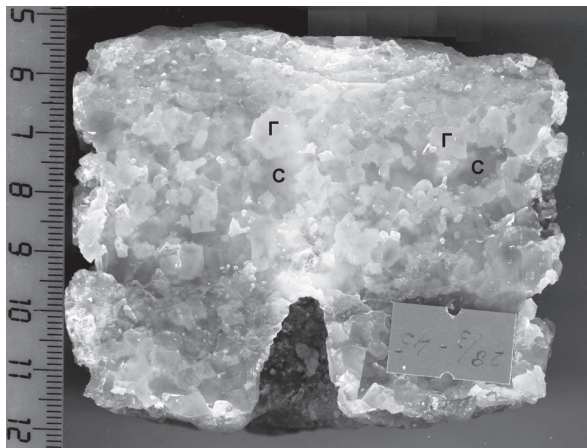


Рис. 2. Аншлиф сильвинита массивной текстуры. Гремячинское месторождение, скв. 28 (г – галит, с – сильвин)

3. *Сильвиниты ритмично-слоистые*, включающие в качестве элементов слоистой серии сильвин крупно-, среднекристаллический молочно-белый и светло-коричневый (первый тип), сильвиниты с повышенным содержанием пелитового материала (второй тип), а также слоики галитового или галит-ангидритового состава (рис. 3). Эти различия сильвинитов отражают, видимо, моменты перехода от доминирования чисто галогенной седиментации к седиментации с существенной ролью терригенного материала, и наоборот.

Кроме указанных выше трёх основных типов сильвинитов, существенно меньшее значение по распространённости имеют следующие различия.

1. *Сильвин-карналлитовые породы* крупнокристаллические, чаще всего молочно-белые, встреченные в ряде интервалов долиной ритмопачки на Даргановском поисковом участке и являющиеся результатом процесса высаливания сильвина в рапе карналлитовой стадии.

2. *Молочно-белый сильвин, имеющий метасоматический генезис по карналлиту*. Образует гнездообразные скопления и даже жильные тела молочно-белых кристаллов, реже светло-оранжевого и даже ярко-красного за счёт плёнок, каёмки и сгустков гидроокислов железа. Встречается в галититах, слоях галит-ангидритового состава.

3. *Молочно-белые сильвиниты массивной текстуры* с вкрапленностью синего галита, внешне аналогичные пестрым сильвинитам Верхнекамского месторождения.

Исходя из приведённых положений, по текстурно-структурным свойствам среди калиеносных пород следует выделять прежде всего слоистые и массивные. Условия формирования таких пород В. И. Копнин [15] связывал с температурным режимом в бассейне (возможность криофильной или термофильной седиментации). Более вероятно, что наибольшее влияние на характер формирования сильвинита оказывали следующие факторы: а) расслоение рапы, меняющееся от однослойной с пониженной концентрацией к двухслойной с различиями в концентрации (с так называемым галоклином) и однослойной с повышенной концентрацией; б) различия в строении дна бассейна; в) масштабы поступления и состав терригенного материала.

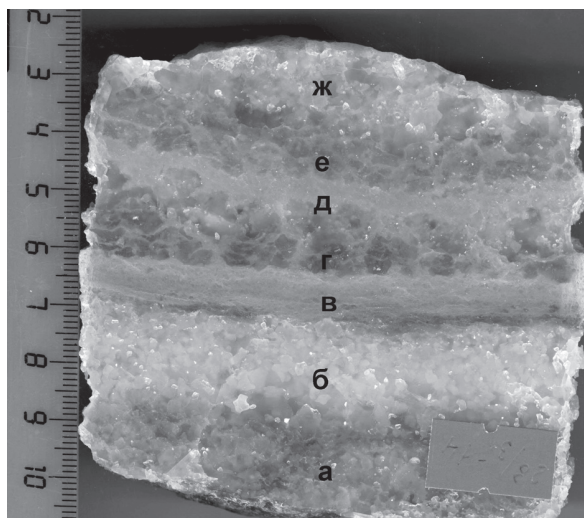


Рис. 3. Аншлиф ритмично-слоистой серии пород: а – сильвинит светло-коричневый, б – сильвинит молочно-белый, в – ангидрит-галитовая тонкослоистая порода, г – сильвинит, аналогичный слою «а», д – ангидрит-галитовая порода, аналогичная слою «в», е – сильвинит, аналогичный слою «а», ж – сильвинит светло-серый. Гремячинское месторождение, скв. 28

Текстуры и структуры карналлитовых пород. Карналлит-галитовые и карналлитовые породы представляют важный элемент разреза заключительных стадий галогенеза практически во всех изученных разрезах галогенных отложений. Эти породы на Гремячинском месторождении не столько сопровождают сильвиниты, сколько предшествуют ему в разрезе [12, 13]. Этот вывод, конечно, не подвергает сомнению последовательность стадий галогенеза, установленную М. Г. Валяшко [22]. Однако такое отступление от общих закономерностей галогенеза обусловлено, во-первых, перераспределением рапы различной стадии сгущения в отдельных акваториях солеродного бассейна и, во-вторых, существенной ролью процессов высаливания галита, приводящее, с одной стороны, к дополнительному накоплению хлорида калия в рапе, с другой – к образованию



галититов с вкрапленностью и жильными телами карналлита и вторичного сильвина.

Карналлиты массивной текстуры. Карналлиты массивной текстуры образуют обычно небольшие линзы в интервалах широкого развития карналлит-галитовых пород а наиболее чистые разности приурочены к подошве бишофитовых залежей или к интервалам солей, отлагавшихся из рапы на границе бишофитовой стадии. В последнем случае они представлены водяно-прозрачными разностями с включением своеобразных включений-овалоидов бишофита.

Карналлитовые породы с линзами, корками галита высаливания, каменная соль с вкрапленностью карналлита. Карналлитовые и карналлит-галитовые образования, как известно, являются самыми распространёнными породами заключительных стадий галогенеза, поэтому проникновение карналлитовой рапы в нижележащий галитовый или галит-ангидритовый осадок с образованием вкрапленности или даже жильных тел карналлита – достаточно обычное явление. Но ещё более существенную роль в образовании карналлит-галитового парагенезиса играет процесс высаливания галита рапой с высоким содержанием магния. Именно с масштабным высаливанием галита связано формирование галитовых корок и линз в карналлитовой породе и толщи галититов, подстилающих сильвинитовый горизонт Гремячинского месторождения.

Наши исследования показали, что карналлит в карналлит-галитовых породах является первично-седиментационным минералом. На это указывают присутствие минералов-узников в галите из карналлит-галитового парагенезиса и состав включений в них [7, 8, 23].

Слоистые карналлит-галитовые породы. Карналлитовые породы слоистой текстуры являются характерными типами калийно-магниевого пород (рис. 4). Они представляют чаще всего чередующиеся слои мелкозернистого карналлита, иногда слагаются агрегатами карналлитовых корок (рис. 5) с обязательными прослоями галита высаливания и линзовидными телами галит-ангидрит-пелитового состава. Нередко интервалы таких пород имеют брекчиевидные текстуры.

Карналлиты в ангидрит-галитовых и ангидрит-галопелитовых породах и жилноподобные тела в галититах. На восточном фланге Гремячинского месторождения, в долиненной ритмопачке встречены ангидрит-карналлитовые породы со значительной примесью пелитового материала. Характерным для этих интервалов является повышенное содержание ионов сульфата, что предопределило появление в парагенезисах полигалита, а иногда кизерита и каинита. Судя по взаимоотношению кристаллов карналлита и галопелита, карналлит начинал кристаллизацию одновременно с накоплением пелит-ангидритового вещества. Нередко в этих интервалах

встречаются ксеноморфные кристаллы молочно-белого шпатового сильвина, образовавшегося по карналлиту.

Текстуры и структуры бишофитовых пород. Особенности текстурно-структурного облика и состава бишофитовых пород рассматривались в работах В. В. Кольцовой [24], В. В. Кольцовой и Я. Я. Яржемского [2] и др. В них отмечалось, что бишофиты представлены массивными и слоистыми разностями. Присутствие в них примесей в виде прослоев ангидрита, карналлита, кизерита приводит к появлению тонкослоистых, брекчиевидных и других разностей. К сожалению, авторами обстоятельно изучены лишь бишофитовые породы Светлоярской структуры (в скв. 4Б) (результаты приводятся ниже). Бишофитовые породы, вскрытые здесь, характеризуются чаще всего разнородным строением. Бишофит чаще представлен ксеноморфными крупными кристаллами, несколько вытянутым по слоистости, размером до 15–20 мм, но встречаются участки с меньшим размером кристаллов – 5–12 мм. В ассоциации с ним присутствует галит высаливания.

На границах большинства кристаллов бишофита, видимо на стадии раннего диагенеза, сформировались межзерновые каёмки и полости толщиной обычно 0,3–0,5 мм. Они иногда образуют более крупные узлы, особенно в участках скопления идиоморфных кристаллов галита высаливания и даже в прослоях галитита в бишофите. Основой выполнения этих полостей являются мелкие минеральные агрегаты – продукты раскристаллизации остаточной рапы и сгустки гуминового вещества желтоватого цвета в отраженном свете и, видимо, с примесью пелитового материала. Их размер составляет от 1–2 до 3–4 мм! Полости этих трещин заполнены тонкокристаллической массой сложного состава (карналлит+кизерит+бишофит) (рис. 6). В отдельных образцах в сгустках встречаются мельчайшие частицы пирита, а в наиболее крупных из них отмечается примесь окислов железа. Именно эти межзерновые полости дают фон окраски бишофитовой породы в штуде. В приконтактных участках и полостях на фоне крипнокристаллической массы часто просматриваются различные по величине кристаллы карналлита, кизерита а также минерализованные и гумусированные волокна водорослей. Кристаллы бишофита часто имеют вкрапленность мельчайших кристаллов карналлита (размером до 0,024 мм) и гнёзда кизерита, приуроченные к границам двойников бишофита. Последний встречается в бишофите в виде мелких розеток (до 0,04 мм). Возможно, часть пелитового материала представлена окисленными углеводородами. В основании бишофитоносного горизонта мелкие вкрапленники бишофита и карналлита встречаются в галитите, сложенном практически полностью галитом высаливания.

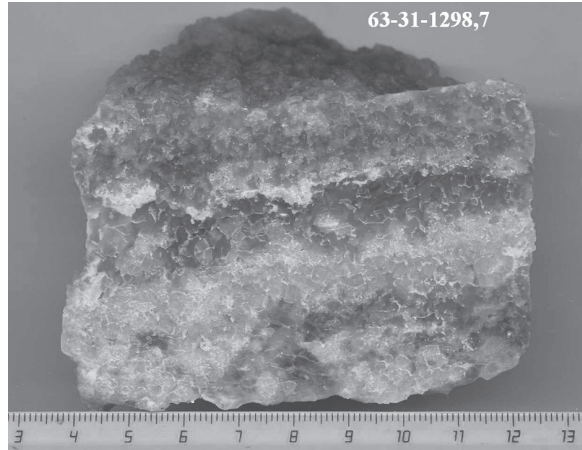


Рис. 4. Аншлиф карналлита слоистой текстуры. Гремячинское месторождение, Дарагновский участок, скв. 63

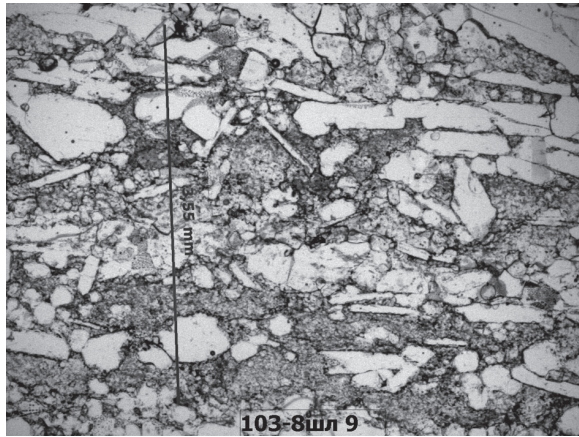


Рис. 5. Карналлитовая порода, сложенная корками карналлита. Перелюбский лицензионный участок, скв. 103. Шлиф, без анализатора

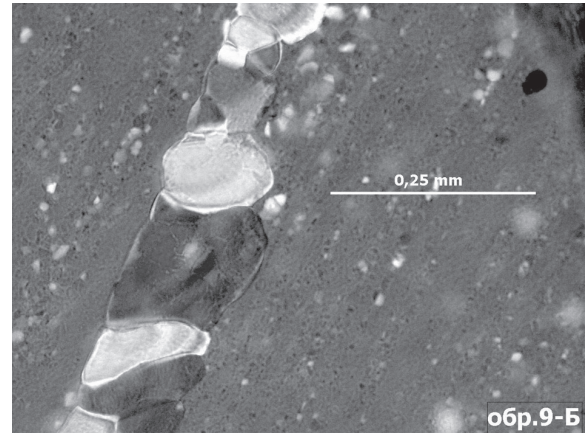


Рис. 6. Полость в кристалле бишофита, выполненная минералами кристаллизовавшиеся из остаточной рапы. Светлоярское месторождение бишофита. Шлиф, с анализатором

Заключение

Приведённый в статье материал относится главным образом к тушиковым участкам Северо-Прикаспийского солеродного бассейна. Он позволяет наметить наиболее значимые факторы, определявшие условия кристаллизации сильвинитов, карналлитовых и бишофитовых пород (а соответственно и причины различий их текстур и структур). Наиболее значимыми из них являются:

- перетоки рапы между отдельными акваториями (суббассейнами) солеродного бассейна и связанная с ними ритмичность галогенеза, в том числе периодически реализующиеся процессы выщелачивания ангидрита, галита, а иногда и сильвина линзами, жилоподобными телами карналлита, а также формирование выдержанных по площади ангидритовых и ангидрит-галитовых прослоев, отражающих временное опреснение рапы;

- волновая деятельность в суббассейнах, приводящая к перемещению не только пелитового материала и рассеянного ангидрита, но и уже отложившегося осадка; с этим явлением связано

образование брекчиевидных текстур сильвинитов, карналлитовых и галит-карналлитовых пород с существенной примесью пелитового материала и ангидрита;

- ритмичность в поступлении терригенного материала, обусловленная, главным образом, эоловым процессом; с поступлением терригенного материала связываются существенно падающая размерность кристаллов, появление плёнок и скоплений гидроокислов железа;

- тип седиментационной модели (однослойной с рапой малой степени сгущения, двухслойной с нижним слоем концентрированной рапы и др.); этим определяются структурные типы кристаллов и агрегатов галита, сильвина, карналлита и бишофита в массивных разностях пород;

- наложение син- и постседиментационных процессов на отложившийся осадок, определяемое положением участка соленакопления (береговая полоса, приподнятый участок дна и др.); процессы, связанные с близостью берега или с приподнятыми участками дна, выражаются в частичном растворении калийных или



калийно-магниевого солей, их избирательной коррозии и замещении карналлита сильвинитом; это определяется также временными опреснениями рапы за счёт воды, отжимаемой из пелита, либо колебаниями уровня верхнего слоя мало-гущённой рапы.

Библиографический список

1. *Яржемский Я. Я.* Калийные и калиеносные галогенные породы. Новосибирск, 1967. 136 с.
2. *Кольцова В. В., Яржемский Я. Я.* Материалы к петрографии пермских соляных отложений некоторых районов Волгоградского Поволжья // Тр. / ВНИИГ. 1969. Вып. 54. С. 80–86.
3. *Яржемский Я. Я., Протопопов А. А., Лобанова В. В.* Атлас структур и текстур галогенных пород СССР. Л., 1974. 231 с.
4. Бишофитовые отложения Приволжской моноклинали / М. А. Жарков, Т. М. Жаркова, Г. А. Мерзляков [и др.]. Особенности строения залежей бишофита и калийных солей. Новосибирск, 1980. Вып. 439. С. 4–32.
5. *Валяшко М. Г., Жеребцова И. К.* Специфика условий формирования отложений заключительных стадий галогенеза // Основные проблемы соленакпления. Новосибирск, 1981. С. 45–48.
6. Бишофиты Нижнего Поволжья / В. С. Деревягин, В. И. Седлецкий, Н. П. Гребенников [и др.]. Ростов н/Д, 1989. 95 с.
7. *Московский Г. А., Гончаренко О. П.* Минералогические показатели эволюции седиментации в калиеносном бассейне Гремячинского месторождения (Приволжская моноклинали) // Геология, география и глобальная энергия. 2012. № 4 (47). С. 55–58.
8. *Гончаренко О. П.* Калиеносность эвапоритовых бассейнов фанерозоя и особенности формирования отложений заключительной стадии галогенеза // Литология и полезные ископаемые. 2006. № 4. С. 422–433.
9. *Свидзинский С. А., Московский Г. А.* Поволжский бишофитоносный бассейн. Саратов, 2004. 104 с.
10. *Свидзинский С. А., Московский Г. А., Петрик А. И.* Геология, полезные ископаемые, перспективы промышленного освоения // Нижнепермская галогенная формация западной части Северного Прикаспия. Саратов, 2011. 280 с.
11. Текстурно-структурные особенности и условия образования калийных, калийно-магниевого и магниевого солей / Г. А. Московский, М. А. Барановская, С. А. Свидзинский [и др.]. Саратов, 2014. 92 с.
12. *Московский Г. А., Гончаренко О. П.* О роли процессов высаливания на заключительных стадиях галогенеза (на примере Гремячинского месторождения калийных солей) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2012. Т. 12, вып. 2. С. 74–78.
13. *Московский Г. А., Свидзинский С. А., Гончаренко О. П., Барановская М. А.* Карналлит-галитовые породы и галититы галогенных образований Гремячинского месторождения и их роль в формировании продуктивного сильвинитового горизонта // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 13, вып. 1. С. 87–96.
14. Литолого-фациальная зональность в строении пластов калийно-магниевого солей соляных куполов Прикаспия / М. Г. Валяшко, В. И. Борисенков, В. М. Бочаров [и др.] // Литология и геохимия соленосных толщ. Киев, 1980. С. 96–107.
15. *Копнин В. И.* Строение и генезис галитовых аномалий в калиеносных пластах южной части Верхнекамского месторождения калийных солей // Литология и полезные ископаемые. 1995. № 5. С. 500–512.
16. *Раун О.* Смещение рассолов : еще один механизм месторождений осадочных сульфатов и хлоридов // Первый Международный геохимический конгресс : в 4 т. М., 1973. Т. 4, кн. 1. С. 369–396.
17. *Разумовская Е. Э.* Описание соленосной толщи Соликамского месторождения // Тр. / Главное геол.-развед. правление ВСНХ СССР. Вып. 14. М. ; Л., 1931. 43 с.
18. *Иванов А. А., Воронова М. Л.* Верхнекамское месторождение калийных солей // Тр. / ВСЕГЕИ. Нов. сер. Т. 232. 1975. 219 с.
19. *Копнин В. И., Малоштанова Н. Е.* К вопросу о минеральном составе сильвинитовых руд Верхнекамского месторождения // Тр. / ИГиГ СО АН СССР. 1980. Вып. 439. С. 45–47.
20. Петроктонические основы безопасности эксплуатации Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей / Н. М. Джиноридзе, М. Г. Аристархов, А. И. Поликарпов [и др.]. СПб., 2000. 400 с.
21. *Кудряшов А. И.* Верхнекамское месторождение солей. Пермь, 2001. 430 с.
22. Отражение в петромагнетизме закономерностей распределения нерастворимого остатка по разрезу сильвинитового пласта Гремячинского месторождения / Г. А. Московский, А. Ю. Гужиков, М. В. Решетников [и др.] // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2010. Т. 10, вып. 1. С. 54–60.
23. *Петриченко О. И.* Включения в минералах как источник информации об условиях солеобразования // Геология и полезные ископаемые соленосных толщ. Киев, 1974. С. 70–73.
24. *Кольцова В. В.* Петрография, генетические типы разрезов нижнепермских галогенных отложений Волгоградского Поволжья. М., 1974. 133 с. Деп. в ВИНТИ 28.06.73, № 191/74.