



УДК [550.552.53] (470.)

## ОСОБЕННОСТИ ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СТРУКТУР И ТЕКСТУР КАМЕННОЙ СОЛИ В РАЗРЕЗАХ ГАЛОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (на примере Прикаспийской впадины)

Л. В. Музалевская

Саратовский государственный университет  
E-mail: muzalevskaya.liliya@yandex.ru

Оценка текстурно-структурных разновидностей каменной соли позволяет делать прогноз текстурных характеристик пластов каменной соли для возможности использования их при проектировании и создании подземных резервуаров.

**Ключевые слова:** структура, каменная соль, стадия, перекристаллизация.

**Features Postsedimentation Structural and Textural Changes in Rock Salt Deposits in Sections of Halide (with the Example of Prikaspiian deep)**

L. V. Muzalevskaya

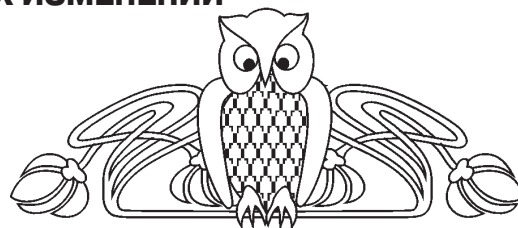
Assessment of textural and structural varieties of rock salt can make a prediction texture characteristics of reservoir rock salt for possible use in the design and construction of underground storage tanks.

**Key words:** structure, rock salt, stage, recrystallization.

Основные различия каменной соли, присутствующие в разрезах галогенных отложений впадины, носят черты тех преобразований текстур и структур, которые определяются их постседиментационной историей. Эти изменения выражаются в сложении пород генетическими типами галита, соответствующими стадиям литогенеза, на которых находятся породы, но при существенной роли реликтовых разновидностей.

В основе различий всех изученных текстурных типов каменной соли заложены, прежде всего, седиментационные особенности строения элементарных ритмов: распределение в них слоев, линз и рассеянной примеси ангидрита и терригенного материала, обусловленные литолого-фациальной зональностью солеродного бассейна, а также ролью основных седиментационных генетических типов галита, связанной с различиями в гидрохимии бассейна.

Разнообразие текстурно-структурных характеристик каменной соли (а соответственно и физико-механических свойств) существенно растёт в связи с их постседиментационными преобразованиями, имеющими существенные отличия, масштабы и направленность в разных геоструктурных элементах впадины. Процессы диагенеза, катагенеза, галокинеза, регрессивного катагенеза и гипергенеза приводят к существенным изменениям в текстуре каменной соли, докристаллизации и перекристаллизации га-



лита. Существенно может меняться и соотношение реликтовых седиментационных и перекристаллизованных разновидностей галита. Все эти процессы приводят либо к увеличению роли более плотных и менее растворимых разновидностей пород (катагенез), либо, наоборот, к образованию менее плотных и более растворимых разновидностей (галокинез, гипергенез). При этом для различных геоструктурных условий возможны отклонения от этих общих закономерностей, связанных с сохранением первичноседиментационных структур в катагенезе и галокинезе и перекристаллизованных в галокинезе же.

Среди структурных типов галита, слагающих каменную соль, вслед за М. Г. Валяшко, О. И. Петриченко, В. А. Вахромеевой, В. М. Ковалевичем, Г. А. Московским, мы выделяем минеральные разновидности, различающиеся текстурными особенностями, морфологией кристаллов, положением в разрезе ритмопачки, характерными чертами элементарных ритмов. К ним относятся: седиментационные («перистый», «перистый» шпатовый, шпатовый водяно-прозрачный, мелкозернистый, галит высаливания и др.), диагенетические разновидности (галит дорастания), перекристаллизованные катагенетические, гипергенные и галокинетические [1].

**Диагенез** в галогенных отложениях начинается с момента формирования рыхлого осадка, представляет собой быстротечный процесс и завершается в основном на глубине первых десятков метров от поверхности осадка в течение десятков сотен лет. Диагенезом заканчивается становление породы. При дальнейшем погружении осадка, возрастании давлений и температур до уровня катагенеза (8–9·10<sup>5</sup> Па и 90–110°С) заметные изменения в галогенных породах связаны лишь с удалением из них поровых вод и преобразованием терригенных и акцессорных составляющих [2].

При диагенезе происходит дорастание «скелетных» и «лодочковых» разновидностей минералов до полногранных форм, соответствующих разновидностям, например, галиту дорастания [3]. Дорастают седиментационные разновидности прозрачным зернистым или шпатовым галитом с редкими жидкими вакуолями. Эти процессы происходят при активном участии наддонной рапы и межкристалльных растворов.

**Катагенез**, связанный лишь с погружением пород и некоторым их разогревом (в поле нормального геотермического градиента), заключается в



перекристаллизации минералов и образовании их шпатовых разностей. Это касается и толщ каменной соли, хотя масштабы их катагенетической перекристаллизации вне зон солянокупольных дислокаций несущественны.

Перекристаллизация при катагенезе происходит при разрастании минерала. На этой стадии при высоких давлениях и температурах возникают условия для процессов активной перекристаллизации вещества в твердом виде. Значительная часть жидкости из межзерновых пространств раскристаллизовывается в виде вторичных минералов. Общий объем жидкой фазы в породе резко сокращается, а поры коагулируются.

По способности к перекристаллизации при изменении физико-химических условий среды ангидрит и галит в ряду минералов-эвапоритов относятся к числу наиболее консервативных. Калийно-магниевые соли подвергаются большим изменениям под влиянием температуры и давления. При катагенезе в связи с неустойчивостью гидратных минералов в парагенезисах солей остаются только безводные соединения. При катагенетической перекристаллизации галита каменная соль может лишиться даже реликтов его седиментационных и диагенетических разностей [4].

Анализ структур галита из различных интервалов галогенных разрезов и различных литофациальных зон показывает, что перекристаллизация при катагенезе в большей степени происходит при разрастании (рекристаллизации) минерала. Но наибольшие изменения структур галита и текстур каменной соли отмечается при галокинезе, пликативных деформациях орогенного типа либо при воздействии на соль растворов иной концентрации и гидрохимического типа [5–8].

Изменения в каменной соли, связанные с погружением пластов на большие глубины и с повышением температур до 120–140°C и более, а также воздействием на них растворов и флюидов, генерируемых в пределах самой соляной толщи, можно отнести к гидрокатагенезу, по А. А. Махначу [9]. Влияние гидрокатагенеза существенно в тупиковых и окраинных частях бассейна. Гидрокатагенез приводит к существенной перекристаллизации достаточно больших интервалов разрезов, сложенных каменной солью, и почти к полной ликвидации элементарной седиментационной ритмичности. Здесь в галитовых элементах ритмов преобладает шпатовая, перекристаллизованная разность галита.

Рассолы включений и межзерновых пор участвуют в процессах их диагенетической и катагенетической перекристаллизации. Мигрируя в поле градиентов температур и давлений перед накоплением в коллекторах или трещинных полостях, они взаимодействуют с минеральными фазами галогенных пород (терригенными и карбонатными), приводя их к перекристаллизации [10].

При *галокинезе* отмечается наибольшее изменение структурно-текстурного облика и соответственно физико-механических свойств каменной соли. При перемещении соли в пределах солянокупольных структур происходят изменения структур галита, заключающиеся в переходе шпатового галита (как седиментационного, так и перекристаллизованного катагенетического) в зернистые разности с флюидальной структурой [6], которая характеризуется пониженной прочностью и повышенной проницаемостью. Здесь же отмечается интенсивное будинирование сульфатно-карбонатных слоев Хрупко, деформированные кристаллы галита приобретают ксеноморфную форму, носят следы хрупкого скалывания и линейно-выраженную направленность их удлинений в плоскости напластования каменной соли. У галита существенно ухудшается степень связи отдельных зерен, существенно уменьшаются и прочностные характеристики породы. При солянокупольных деформациях каменная соль теряет рапу, захваченную в межзерновых порах, что подтверждается и существенно меньшим содержанием брома в валовых пробах каменной соли из солянокупольных районов по сравнению с солью из недислоцированных толщ [11].

При этом в крыльях складок сохраняются соли с первичными текстурно-структурными признаками и физико-механическими свойствами. Так, например, каменная соль «перистая» со значительной ролью ангидрита, образующего своеобразные футляры вокруг галита, встречается во многих интервалах разреза Эльтонской солянокупольной структуры [8].

Анализ огромного материала по особенностям текстурно-структурных характеристик каменной соли из солянокупольных структур Прикаспия, приведенных в работах Т. Ошакпаева [6], С. А. Свидзинского [8], Г. А. Московского [1] и других авторов позволил нам отнести к галокинетическим деформациям образование разностей каменной соли с флюидальной текстурой галита и образование своеобразных межбудинных раздувов галитовых элементов ритмов такой же текстуры.

Часто встречающиеся в разрезах Северного, Западного и Южного участков Баскунчакской солянокупольной структуры (и частично на Эльтоне) перекристаллизованные разности каменной соли с шпатовой и «очковой» текстурой связаны с катагенезом и не имеют отношения к галокинезу. Это подтверждается высокой степенью газонасыщенности включений в них и практически полным отсутствием первичноседиментационных структур в крупных шпатовых кристаллах галита с «граничными» жидкими (иногда газово-жидкими) включениями, фиксирующими границы сросшихся кристаллов. Признаком наложения галокинетических деформаций на эти кристаллы катагенетического генезиса является лишь микроступенчатый характер плоскостей спайности в них.



Изменение галогенных отложений происходило также под влиянием и *гипергенных процессов*. К таким процессам можно отнести выщелачивание и замещение калиеносных пород в галогенных разрезах на уровне так называемого «соляного зеркала». Изучение галогенных разрезов Приволжской моноклинали также показало, что выщелачивание хлоридных калийных и калийно-магниевого солей и замещение их галитом (галитом) вблизи соляного зеркала имели весьма значительные масштабы [1]. Размеры зон выщелачивания галогенных отложений как по площади, так и по вертикали обусловлены главным образом палеогеографическими, структурными и гидрогеологическими условиями, литолого-минералогическим составом и мощностью соляных и покрывающих пород. Использование структурно-тектонической информации имеет большое значение при изучении соляного карста, особенно на тех территориях, где явно выраженные поверхностные формы карста отсутствуют. Следствием выщелачивания солей в этих случаях является формирование соляного зеркала, рассолов выщелачивания.

Анализ условий формирования текстур основных разностей каменной соли на всех стадиях литогенеза (седиментация–диагенез–катагенез–галокинез–гипергенез) позволяет выделить в качестве основных критериев: 1) гидрохимические условия, существовавшие во временном интервале их образования пород; 2) положение в разрезах ритмопачек; 3) положение галогенных разрезов в фациальных зонах солеродного бассейна; 4) положение пород в теле солянокупольных структур; 5) степень сохранности первичных структур галита на стадиях катагенеза и галокинеза. Эти критерии позволяют делать прогноз текстурных характеристик пластов каменной соли для разрезов галогенных отложений, расположенных в различных структурных зонах соленосного бассейна, что важно для проектирования и создания подземных резервуаров.

## Библиографический список

1. Московский Г. А., Музалевская Л. В., Свидзинский С. А. Особенности формирования элементарных седиментационных ритмов каменной соли в фациальных зонах пермского солеродного бассейна Прикаспия // Литология и полезные ископаемые. 2008. № 1. С. 66–73.
2. Петриченко О. И. Эпигенез эвапоритов. Киев : Наук. думка, 1989. 63 с.
3. Вахромеева В. А. Годовые слои соляных пород Верхнекамского месторождения // Бром в соляных отложениях и рассолах. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1976. С. 27–48.
4. Музалевская Л. В., Московский Г. А. Основные черты катагенеза кунгурских галогенных отложений Прикаспийской впадины // Геологические науки : межвед. науч. конф. Саратов, 2000. С. 54.
5. Валяшко М. Г., Борисенков В. И., Бочаров В. М., Халтурина И. И. Литолого-фациальная зональность в строении пластов калийно-магниевого солей соляных куполов Прикаспия // Литология и геохимия соленосных толщ. Киев : Наук. думка, 1980. С. 96–107.
6. Ошакпаев Т. А. Челкарский соляной купол-гигант (Прикаспийская впадина): Алма-Ата : Наука, 1974. 183 с.
7. Московский Г. А., Гончаренко О. П. Изменения галогенных отложений, связанных с их взаимодействием с рассолами различного геохимического типа // Пермский галокинез Прикаспия : в 2 ч. Саратов : Научная книга, 2004. Ч. 2. С. 42–47.
8. Свидзинский С. А. Внутренняя тектоника солянокупольных структур и методы ее изучения. Ростов н/Д : Изд-во Ростов. ун-та, 1992. 160 с.
9. Махнач А. А. Катагенез подземные воды. Минск : Наука и техника, 1989. 335 с.
10. Гегузин Я. Е., Кривоглаз М. А. Движение микроскопических включений в твердых телах. М. : Металлургия, 1971. 344 с.
11. Деревягин В. С., Макаров А. С., Седлецкий В. С. Палеотектонические и палеогеографические условия соленакпления на территории Северного Прикаспия в нижнепермскую эпоху // Строение и условия образования соленосных формаций. Новосибирск : Изд-во Новосиб. ун-та, 1981. С. 36–44.