

УДК 553.63(470.26)

**О.П. Гончаренко, И.Л. Лашина**

ФГБОУВПО «Саратовский государственный университет  
им. Н.Г. Чернышевского», г. Саратов

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ  
ВЕРХНЕПЕРМСКОГО КАЛИНИНГРАДСКО-ГДАНЬСКОГО  
УЧАСТКА СРЕДНЕЕВРОПЕЙСКОГО СОЛЕРОДНОГО  
БАССЕЙНА (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ В  
МИНЕРАЛАХ)**

Анализ особенностей кристаллизации солей Калининградско-Гданьского солеродного участка Среднеевропейского эвапоритового бассейна основан на результатах изучения включений в минералах. Основная часть изученных разрезов сложена мелко-среднезернистой породой, состоящей из галита с вкрапленностью полигалита, кизерита, карналлита и каинита. Среди широкого разнообразия включений, выделяются три различные системы микровключений: 1) включения минералообразующих сред; 2) включения окружающих сред; 3) твердые включения, захваченные минералами при росте из морских растворов. Тупиковое расположение изучаемого бассейна определяет, прежде всего, обогащение растворов калием и магнием за счет поступления их из соседних с ним Германо-Польских солеродных районов. Поступающая рапа рассолонялась здесь континентальными водами, обогащенными ионами кальция и сульфата. В результате чего создавались условия для садки полигалита. Присутствие в галите и зернах каинита плоских «лодочковых» структур свидетельствует вероятнее всего, о поверхностной кристаллизации калийных и калийно-магневых минералов. В галите отмечаются и вкрапленники карналлита и бишофита, что свидетельствует о том, что бассейн достигал в своем развитии эвтонической стадии и о проявлениях донной кристаллизации минералов, а соответственно возможного расслоения рапы. Таким образом, на момент кристаллизации калийных и калийно-магневых минералов для бассейна было характерным наличие двухслойной рапы.

*Ключевые слова: включения, калийно-магневые соли, прегольская свита, солеродный бассейн.*

**DOI: 10.17072/chirvinsky.2021.25**

Калининградско-Гданьский (Калининградский) солеродный участок находится в пределах южной части Польско-Литовской впадины, которая наложена на крупную отрицательную структуру первого порядка – Балтийскую синеклизу, расположенную на западной окраине

Восточно-Европейской платформы. В пределах Калининградской области данный тупиковый бассейн по современному контуру соленосных отложений имеет довольно сложную конфигурацию. Глубина залегания соляной толщи увеличивается в направлении с северо-востока на юго-запад (от 500 до 1230м) в соответствии с западным направлением регионального погружения фундамента и увеличения мощности осадочного чехла [2].

Галогенные образования в пределах калининградской части солеродного бассейна приурочены к отложениям прегольской и айстмарской свит. Наиболее соленосными являются отложения прегольской свиты (соответствующей части западно-европейского цикла Верра). В соленосной толще этой свиты выделяется четыре пачки каменной соли, из которых (снизу вверх) вторая и третья содержат включения калийно-магниевого солей. Во второй они представлены очень тонкими галопелит-полигалитовыми слойками и мелкими (до 6 мм) гнездовидными скоплениями кизерита. В третьей же пачке калийно-магневые соли представлены сложным и неравномерным переслаиванием каменной соли с прослоями кизерит-галитовой, сильвин-каинит-галитовой, карналлит-содержащей галит-кизеритовой породы, с тончайшими прослойками полигалитового, кизерит-полигалитового и галопелит-полигалитового состава. В ее основании, в виде тонких прослоев в галитите, встречается полигалит, кизерит и редко каинит. Пачка является перспективной на промышленные залежи калийно-магниевого солей. Четвертая пачка завершает разрез галогенной толщи цикла прегольской свиты. Калийные, калийно-магневые и магневые соли в прегольской свите представлены сульфатными (кизерит, полигалит), хлоридными разновидностями (сильвин, карналлит), а также смешанными двойными солями (каинит) [1,4].

В составе айстмарской свиты выделена одна пачка каменной соли (соответствующее циклу Страссфурт). Она представлена, в основном, серым с розоватым оттенком галититом, содержащим микропрослойки ангидритового и галопелитового состава. В ней по данным ГИС также предполагается присутствие прослоев калийно-магниевого солей [1,3].

Анализ особенностей кристаллизации солей Калининградско-Гданьского солеродного участка, являющегося тупиковой частью системы эпиконтинентальных морей Среднеевропейского эвапоритового бассейна основан на результатах изучения включений в минералах. Основная часть изученных нами разрезов скв. 2 и 5 Нивенского участка Калининградско-Гданьского соленосного бассейна сложена мелко-среднезернистой породой, состоящей из галита с вкрапленностью

полигалита, кизерита, карналлита и каинита. Породообразующее значение здесь имеют: галит, кизерит, каинит, карналлит и реже – сильвин. Учитывая текстурно-структурные особенности калийно-магневых минералов, включения анализировались в галите из ассоциаций с минералами из продуктивных интервалов верхнепермских галогенных отложений.

Среди широкого разнообразия включений, выявленных нами при изучении галогенных отложений, в соответствии с подходами Э. Реддера (1987), Н.П. Ермакова (1972), Ю.А. Долгова (1974), О.И. Петриченко (1977, 1988) и др., выделяются три различные системы микровключений: 1) включения минералообразующих сред в виде сингенетичных микросистем рассолов, растворов и расплавов, являющиеся материнскими для каждого включающего микросистему минерала; 2) включения окружающих сред, не участвующих в образовании кристаллов минералов и их агрегатов; 3) твердые включения, захваченные минералами при росте из морских растворов.

Наиболее информативными являются системы микровключений первого типа, поскольку они отражают физико-химические параметры среды минералообразования. Системы включений второго типа отмечаются в минералах различного происхождения и характеризуют состояние окружающей среды и ее изменение во времени. Твердые включения (в дальнейшем они называются нами ксеногенными) захватывались во время роста минерала-хозяина из минералообразующей среды [5].

Включения первой системы в генетическом отношении делятся на первичные и вторичные. К первичным относятся включения, образование которых связано со временем и процессами образования минерала-хозяина, а вторичные образуются на постседиментационных стадиях в результате проникновения поровых и межкристалльных растворов по трещинам и пустотам внутрь кристалла. Среди первичных включений выделяют аутигенные - как реликты минералообразующих растворов - и - случайно захваченные в процессе роста минерала.

**Первично-седиментационные** включения представлены существенно-жидкими вакуолями, образующие «лодочковые» структуры, и газовой-жидкими включениями, образующими «перистые» структуры. Газовая фаза в них не превышает 2-3 % от объема вакуоли. Жидкие первично-седиментационные включения типичны для галита почти для всех парагенетических ассоциаций галогенных пород продуктивного интервала. Так для пород каинит-карналлитового состава, нередко и с примесью сильвина и кизерита, достаточно обычным является присутствие плоских вытянутых фрагментов «лодочек» галита с одной зоной

жидких вакуолей включений. Одиночные жидкие вакуоли весьма характерны для галититов с существенной вкрапленностью полигалита. Для более крупных кристаллов галита характерны, полизональные «перистые» структуры, образованные газовой-жидкими включениями. Структуры, аналогичные «лодочковым» структурам в галите установлены нами и в отдельных зернах каинита.

Многофазовые включения часто встречаются в галите из ассоциации с каинитом, карналлитом и сильвином в виде зональных структур, напоминающих «лодочковые». Твердая фаза представлена минералами-узниками: сильвином, карналлитом и каинитом. Зачастую во включениях присутствуют несколько минералов-узников, что наиболее характерно для галита из ассоциации с каинитом. Температура гомогенизации многофазовых твердых включений практически одинакова и составляет - 40-45<sup>0</sup> С. Захваченная твердая фаза представлена полигалитом, кизеритом или пелитоморфным материалом. Газовая фаза в многофазовых включениях составляет не более 5% объема вакуоли.

**Постседиментационные включения** установлены в перекристаллизованном галите из продуктивного интервала и представлены реликтами зональных и азональных флюидных вакуолей. Зональные реликты чаще всего встречаются в центральной части зерен. Между зональными реликтами располагаются жидкие включения, по агрегатному составу близкие к включениям в седиментационном галите: Т-Ж, Т-Г-Ж, Т<sub>1</sub>-Т<sub>2</sub>-Ж, Т<sub>1</sub>-Т<sub>к</sub>-Ж. В перекристаллизованной его разности включения имеют неправильную форму и значительно больший размер: порядка 0,1-2 мм. Газ в этих вакуолях находится под давлением в десятки атмосфер и представлен водяными парами и смесью газов. Твердые включения в этой разности галита представлены хорошо ограниченными кристаллами сноповидной формы полигалита, идиоморфными зернами сильвина и карналлита, а также кристаллами каинита таблитчатого облика. Включения кизерита в галите встречается в виде мелкокристаллических агрегатов гантелевидной формы.

Особый тип включений установлен в карналлитовой породе, который представлен овальными кристаллами-вкрапленниками бишофита, содержащие в центральной части мелкие кристаллы карналлита. Для твердых включений бишофита характерно присутствие на их поверхности капелек рапы.

Достаточно часто, преимущественно в кристаллах галита встречаются гумифицированные остатки растений и окисленные углеводороды, а также сгустки галопелита. Они, как правило, сопровождаются нарастанием на них кристаллов полигалита или кизерита.

При выявлении условий формирования калийно-магниевого минерала прегольской свиты Калининградского-Гданьского солеродного бассейна по результатам изучения включений в минералах необходимо учитывать его расположение в системе эпиконтинентальных морей Среднеевропейского эвапоритового бассейна. Тупиковое расположение изучаемого бассейна определяет, прежде всего, обогащение растворов калием и магнием за счет поступления их из соседних с ним Германо-Польских солеродных районов. Свидетельством тому служат многофазовые включения в галите, присутствующие уже на начальной стадии его кристаллизации. Поступающая рапа расслоилась здесь континентальными водами, обогащенными ионами кальция и сульфатом. В результате чего создавались условия для садки полигалита, который часто встречается, как среди ангидритовых пород, так и в зоне калийно-магниевого минерализации соленосной толщи прегольской свиты в виде отдельной вкрапленности, тонких прослоев, а также – твердых включений.

Частое присутствие в галите и отдельных зернах каинита плоских «лодочковых» структур свидетельствует вероятнее всего, о поверхностной кристаллизации калийных и калийно-магниевого минералов. Доказательством чего служат достаточно высокие температуры рапы (по гомогенизации включений до 40-50<sup>0</sup>С) а также отсутствие диагенетического разрастания калийных и калийно-магниевого минералов. С поверхностной садкой вкрапленных кристаллов связано и образование их сгустков, зафиксированных в вакуолях в виде ксеногенных включений. Присутствие в галите вкрапленников карналлита и появление в разрезе скв. 1, гл. 1129,3 м карналлита с «капельными» вкрапленниками бишофита позволяют предполагать, что солеродный бассейн достигал в своем развитии эвтонической стадии. Кроме того данный факт служит доказательством проявления и донной кристаллизации минералов, а соответственно возможного расслоения рапы. При этом, для рапы придонного слоя отмечается сохранение высокой сульфатности, что способствовало формированию скоплений кизерита. Таким образом, на момент кристаллизации калийных и калийно-магниевого минералов для бассейна было характерным наличие двухслойной рапы.

#### *Библиографический список*

1. Вишняков А.К., Валеев Р.Н. Тектоника и эпигенез галогенных отложений // Сб. «Условия формирования и закономерности размещения месторождений нерудного минерального сырья Европейской части СССР / Казань, изд-во КГУ, 1976, с.101-130.
2. Высоцкий Э.А., Гарецкий Р.Г., Кислик В.З. Калиеносные бассейны мира. - Минск: «Наука и техника», 1988. 388 с.
3. Загородных В.А. Полезные ископаемые верхнепермских отложений Калининградской области / Литология и полезные ископаемые, 1996. № 1. С. 97-105.

4. Корневский С.М., Поборский Ю.В. Цехштейновая галогенная формация в побочном Гданьско-Калининградском бассейне и ее калиеносность // Строение и условия формирования калийных солей. Новосибирск. «Наука», 1981. с. 161-171.

5. Московский Г.А., Гончаренко О.П. Пермский галогенез Прикаспия. Ч.2. Гидрохимия заключительных стадий и условия постседиментационных преобразований солей /Саратов: «Научная книга», 2004. 87 с.

ENVIRONMENT OF POTASSIUM-MAGNESIUM SALT  
FORMATION IN THE UPPERPERMIAN KALININGRAD-GDANSK  
BLOCK OF THE CENTRAL EUROPEAN HALOGEN BASIN  
(FROM EXAMINATION OF INCLUSIONS IN MINERALS)

**O.P. Goncharenko, I.L. Lashina**

*goncharenkoop@mail.ru*

Examination of inclusions in minerals makes the basis for analyzing the peculiarities of salt crystallization in the Kaliningrad-Gdansk halogen block of the Central-European evaporite basin. Most of the studied sections are composed of fine – medium-grained rock made of halite impregnated with polyhalite, kieserite, carnallite and kainite. Three systems of micro-inclusions may be distinguished among the wide diversity of inclusions: 1) inclusions of mineral-forming mediums; 2) inclusions of surrounding mediums; 3) solid inclusions captured by minerals during their growth from marine solutions. The dead-end position of the study basin accounts for the solutions enrichment in potassium and magnesium arriving from the neighboring German-Polish halogen-bearing areas. The inflowing brine was desalinated by continental waters enriched in calcium and sulfate ions. This used to result in increasing conditions for polyhalite precipitation. The presence of flat boat-shaped structures in halite and in kainite grains is most probably indicative of surficial crystallization of potassium and potassium-magnesium minerals. Carnallite and bischofite impregnations are recorded in halite, which is indicative of the eutonic stage in the basin development and of manifestations of bottom crystallization of minerals and, accordingly, of the brine probable stratification. Therefore, at the moment of crystallization of potassium and potassium-magnesium minerals, the basin was peculiar for availability of two-layered brine.

*Keywords: inclusions, potassium-magnesium salts, Pregolya series, halogen basin.*