

УДК 549.761.22:552.53:552.14

DOI:10.7242/echo.2023.2.2

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЛАУБЕРИТЕ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОЛЕЙ

О.В. Коротченкова

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: В геологическом разрезе калийной залежи в пределах Изверского участка Верхнекамского месторождения солей были выявлены глинистые прослой с многочисленными ромбовидными включениями, сложенными полиминеральным (ангидрит, доломит, галит, сильвин) агрегатом. По нашему мнению, они представляют собой псевдоморфозы выполнения по глаубериту, сформировавшиеся на стадии позднего диагенеза. Их наличие в разрезе позволяет говорить о существовании локальных участков вдоль восточной окраины Соликамской впадины, в которых активную роль при минералообразовании играли континентальные воды, обогащенные кальцием.

Ключевые слова: глауберит, Верхнекамское месторождение солей, фациальное замещение, диагенез солей.

Введение

Глауберит ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$) формируется в соляных отложениях, связанных с испарением как морской воды, так и озерных вод, и характерен преимущественно для месторождений солей сульфатного типа. Одним из немаловажных условий его образования является активная роль при галогенезе континентальных вод, в которых чаще всего превалирует кальций. Поэтому наличие его в месторождениях хлоридного типа позволяет предполагать более сложный сценарий их формирования. Следует также отметить, что диапазон условий, при которых глауберит устойчив, достаточно узкий, и в ископаемых солях он часто не сохраняется, а замещается другими минералами, в связи с чем его диагностика обычно затруднена.

Первые упоминания о глауберите на Верхнекамском месторождении солей относятся ко второй половине XX века [2, 3], когда проводились масштабные работы по изучению структурно-вещественного состава руд, в том числе для технологических целей. Однако в большинстве этих публикаций упоминается только о местонахождениях и отсутствует детальная вещественная характеристика, поэтому сложно провести сравнения с нашими исследованиями. До 2020 года нами также обнаруживался глауберит, но это были разрозненные единичные находки [4, 5]. В работе [4] приводится историческая сводка находок, среди которых, по мнению авторов, не все следует относить к глаубериту.

В 2020-21 гг. ПАО «Уралкалий» были пройдены скважины на Изверском участке (восточная окраина ВКМС), которые вскрыли разрез от пестроцветной толщи до подстилающей каменной соли. Во многих глинистых прослоях в пределах калийной залежи были выявлены многочисленные субидiomорфные включения, в настоящее время замещенные полиминеральным (доломит, ангидрит, галит/сильвин) агрегатом. По нашему мнению они являются псевдоморфозами по глаубериту.

Фактический материал и методы исследования

В качестве фактического материала послужил керн скважин №№ 1120, 1121, и 1122, пробуренных в пределах Изверского участка. Образцы пород и отпрепарированные кристаллографические образования были исследованы с помощью стереомикроскопа Stemi 508 (Carl Zeiss, Germany) с универсальной цветной цифровой камерой Zeiss AxioCam 208 с разрешением 8,3 мегапикселей и сканирующего электронного микро-

скопа VEGA 3 LMN с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа Oxford Instruments INCA Energy 250/X-max 20 (Tescan, Чехия).

Структурно-вещественная характеристика полиминеральных образований

В исследованных образцах (более 20 шт.) псевдоморфозы всегда приурочены к глинистым прослоям – они или «погружены» в галопелитовый матрикс, или локализованы, как бусины на нити, в случае, если глинистый прослой имеет малую мощность (рис. 1). От слоя к слою их количество варьирует от единичных и редких индивидов до ~30% и не коррелирует с мощностью прослоя.



Рис. 1. Общий вид глинистых прослоев, содержащих псевдоморфозы

Окраска (от белой до желтой и красной) зависит от слагающих их главным образом хлоридных минералов – бесцветного или желтого галита и красного сильвина, при большом количестве ангидрита образования приобретают белый цвет. Кристаллографически псевдоморфозы имеют ромбопризматический габитус, размеры по длинной оси изменяются от первых миллиметров до 1 см (рис. 2), единичные до первых сантиметров.



Рис. 2. Морфология и цвет псевдоморфоз

При микроскопических исследованиях псевдоморфоз был выявлен их полиминеральный состав. Они состоят главным образом из ромбоэдрических кристаллов доломита, призматического ангидрита и ксеноморфных (заполняющих интерстиции) галита или/и сильвина. В последних присутствуют механически привнесенные фрагменты галопелитового материала и углефицированный растительный детрит (рис. 3).

Исходя из степени идиоморфизма кристаллов, можно установить следующую последовательность их формирования: доломит→ангидрит→галит→(сильвин). То есть в псевдоморфозах мы наблюдаем нормальную эвапоритовую последовательность формирования минералов – от карбонатов к хлоридам, отмеченную М.Г. Валяшко [1].

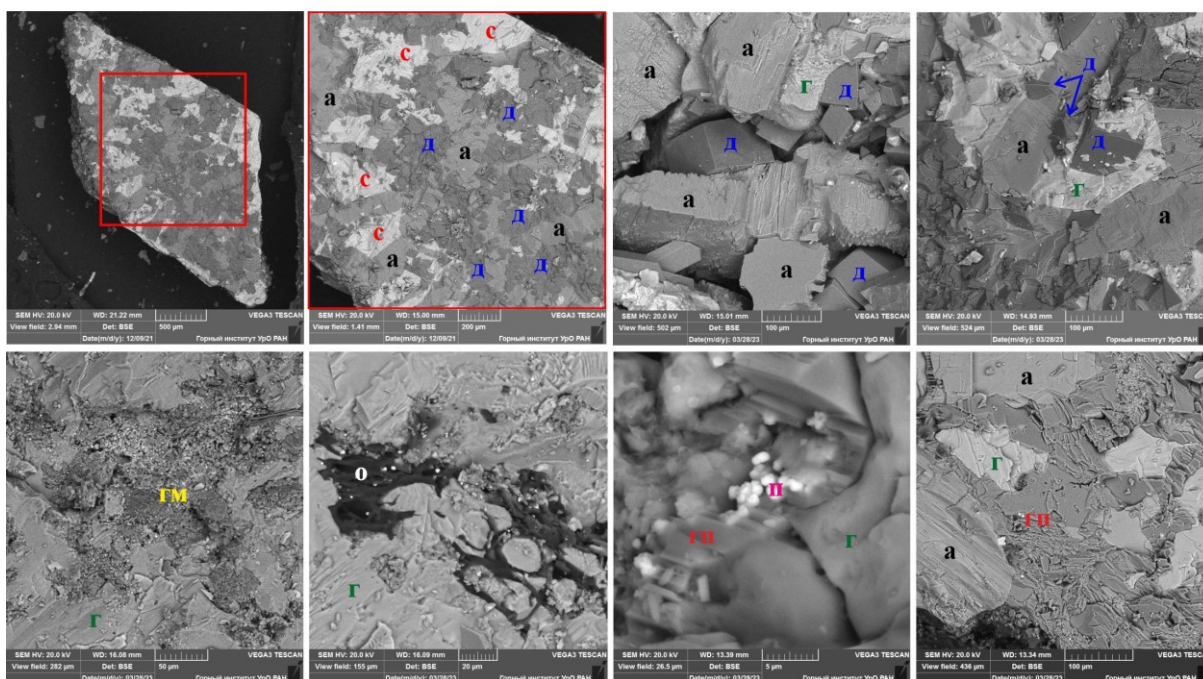


Рис. 3. Полиминеральный состав псевдоморфоз и примеси в них:
 д – доломит, а – ангидрит, с – сильвин, г – галит, гп – гипс, гм – галопелитовый материал,
 о – углефицированная органика, п – пирит

В качестве аксессуарных фаз в псевдоморфозах выявлены включения аутигенных целестина, барита, пирита (рис. 4), изредка встречаются пойкилокристаллы гипса, возникшие за счет локальной гидратации ангидрита, вероятно на стадии гипергенеза.

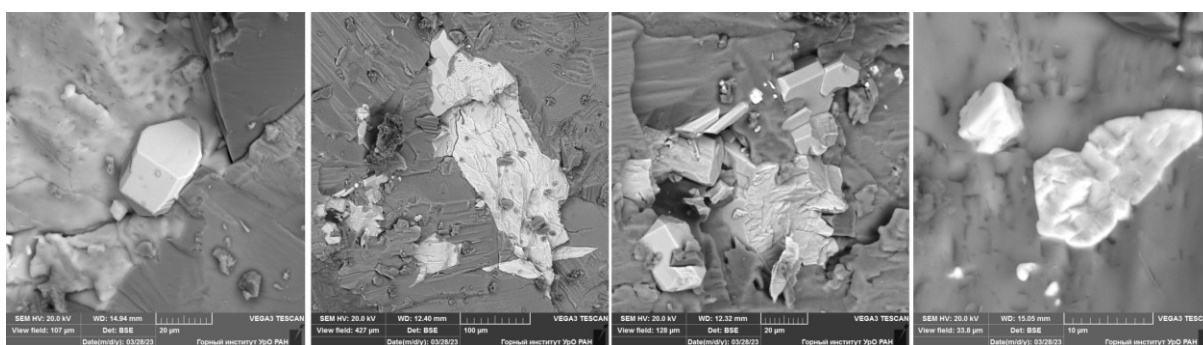


Рис. 4. Аутигенные включения пирита (фото 1), целестина (2, 3) и барита (4)

Источником металлов для образования целестина и барита (сульфата стронция и сульфата бария) могли служить перекристаллизовывающиеся сульфатные минералы, в которые они входят изоморфно.

Для пирита в изученных образованиях характерны две генерации. Пирит первой генерации формирует кристаллы микронной размерности и часто приурочен к фрагментам галопелитового материала, редко фиксируется в гипсе (пойкилитовые включения) (рис. 3). Его образование связано с биогенной сульфатредукцией, происходившей в глинистом осадке на стадии его накопления и раннего диагенеза за счет рассеянного в нем органического материала. Вторая генерация, представленная субидiomорфными кристаллами размером в среднем около 10-20 мкм, вероятно, формировалась синхронно с основными минералами псевдоморфоз за счет абиогенной сульфатредукции (но в присутствии рассеянного органического вещества).

Все вышеизложенное позволяет говорить об исследованных образованиях, как о псевдоморфозах выполнения, и предполагать следующий сценарий их формирования (рис. 5).

Стадия седиментогенеза характеризовалась накоплением глинистого осадка, насыщенного минерализованными водами, обогащенными, кроме всего прочего, натрием (из морской воды) и кальцием (континентальные воды). На стадии раннего диагенеза в уплотняющемся глинистом материале кристаллизовались метакристаллы глауберита. На позднем диагенезе активную роль играли мигрирующие по латерали и вертикально рассолы/растворы, и в том числе с запада, со стороны калийной залежи. Глауберит, как неустойчивый во вновь возникающих условиях минерал, полностью растворился, а получившиеся полости постепенно заполнились агрегатом равновесных (соляной залежи) минералов нормальной эвапоритовой последовательности хлоридного типа.

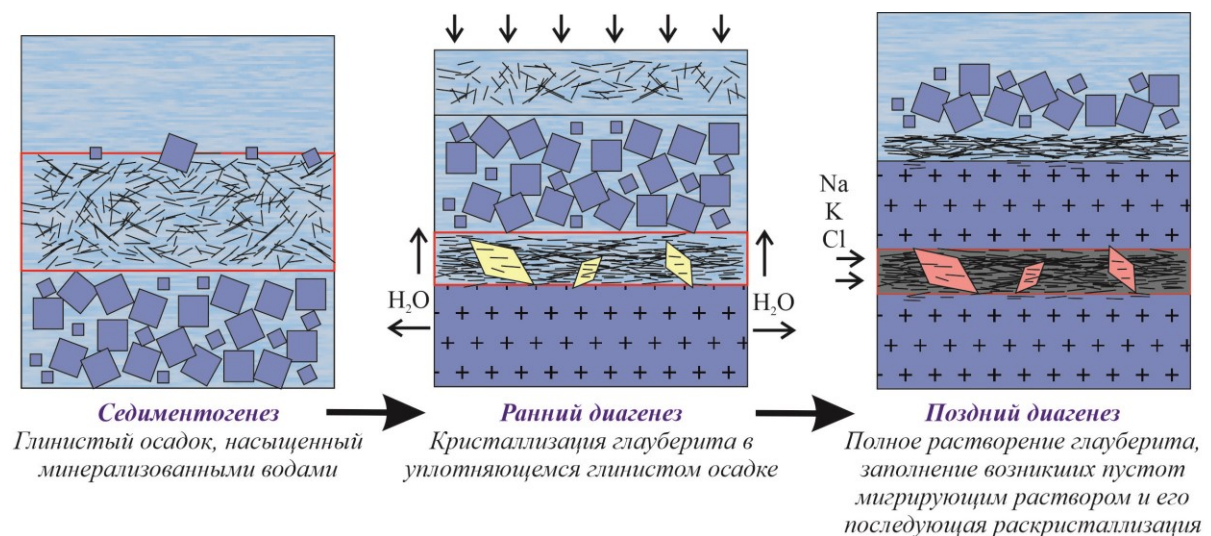


Рис. 5. Вероятный сценарий формирования псевдоморфоз

Заключение

Исследование псевдоморфоз позволило детализировать минералообразующие процессы, возникавшие локально вдоль восточной окраины Соликамской впадины, где активную роль играли континентальные воды, богатые кальцием.

В период накопления минеральных солей этот участок представлял собой переходную зону с неровным рельефом, в которой происходило смешение морских и континентальных вод и реализовывались условия, благоприятные для кристаллизации глауберита, а возможно, и других солей.

Кроме того, присутствие в разрезе псевдоморфоз выполнения по глаубериту указывает на первичность данных пород и отсутствие каких-либо значительных (катагенетических) преобразований, то есть отсутствие калийных солей в разрезе связано с фациальным замещением, а не с их растворением и выщелачиванием.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке
Министерства науки и образования РФ в рамках соглашения
по государственному заданию № 075-03-2021-374 от 29 декабря 2020 г.
(рег. номер 122012000400-0).*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Валяшко М.Г. Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей. – М.: МГУ, 1962. – 397 с.
2. Поликарпов А.И., Мелкова Н.В., Киселева О.В. Породы и минералы-индикаторы выщелоченных галогенных отложений соляно-мергельной толщи Верхнекамского месторождения // Условия формирования и преобразования вещественного состава пород калийных месторождений: сб. науч. тр. / ВНИИГ. – Л., 1982. – С. 34-44.
3. Поликарпов А.И., Мелкова Н.В., Липницкий В.К., Киселева О.В. Особенности гипергенеза пород соляно-мергельной толщи Верхнекамского месторождения и проблема реконструкций ее первичного солевого состава // Литолого-фациальные особенности осадконакопления в эвапоритовых бассейнах: сб. науч. тр. / ИГиГ СО АН СССР. – Новосибирск, 1983. – С. 108-109.
4. Федоров Т.В., Чайковский И.И. Литологические и минералогические особенности соляной и глинисто-ангидритовой толщ восточной части Соликамской впадины // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского (140 лет со дня рождения). – 2020. – Вып. 23. – С. 146-154.
5. Чиркова Е.П. Глауберит Верхнекамского месторождения // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. Вып. 11 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2013. – С. 6-7.

УДК 550.84 : 543.383.2

DOI:10.7242/echo.2023.2.3

ОБНАРУЖЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В СЛОЖНОЙ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ МАТРИЦЕ ХЛОРОФОРМЕННОГО БИТУМОИДА В ХОДЕ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

Ю.С. Токсарова

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: Предложены подходы к нецелевому анализу гомологических рядов нефтяных маркеров и их кислородсодержащих производных, базирующиеся на определении закономерности времени удерживания (RT) и аналитических серий фрагментарных и перегруппировочных ионов. Сформулированы причины сложностей идентификации аналитов в ходе нецелевого анализа.

Ключевые слова: газовая хроматография/масс-спектрометрия, алифатические углеводороды, гомологический ряд, аналитическая серия.

Анализ сложных многокомпонентных смесей является традиционной проблемой как аналитической химии, так и геохимии. Одним из методов, позволяющих решить эту проблему, является хромато-масс-спектрометрия (ХМС). Тем не менее, при нецеле-