

О.В. Коротченкова

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

АУТИГЕННОЕ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЕ В КРОВЛЕ ГЛИНИСТО-АНГИДРИТОВОЙ ТОЛЩИ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОЛЕЙ (ИЗВЕРСКИЙ УЧАСТОК)

Исследован минеральный состав и структурно-текстурные особенности пород, сформировавшихся на границе подстилающей каменной соли и глинисто-ангидритовой толщи Верхнекамского месторождения солей. Выявленные здесь преобразования сульфатно-карбонатных пород связаны с процессами перекристаллизации на фоне пластических деформаций. Все это привело к образованию целестина с примесью бария, ангидрита, кварца и пирита. Кристаллизация новообразованных минералов происходила за счет гидролиза алюмосиликатного материала и сульфатредукции.

Ключевые слова: Верхнекамское месторождение солей, сульфатредукция, глинисто-ангидритовая толща, подстилающая каменная соль, катагенез, аутигенное минералообразование.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2022.148

В 2021 году в пределах Изверского участка Верхнекамского месторождения солей была пройдена (ПАО «Уралкалий») скважина, вскрывшая на глубине чуть более 500 м подошву соляной залежи – контакт нижней пачки подстилающей каменной соли (ПдКС) и нижележащей глинисто-ангидритовой (ГАТ) толщи. Вскрытый разрез последней представлен преимущественно мергелями серыми тонкослоистыми, подчиненное значение имеют песчаники полимиктовые. В кровле толщи наблюдается прослой ангидрит-доломитовой породы светло-коричневой соленосной мощностью ~90 см (рис. 1 а–б). Переход от ГАТ к ПдКС постепенный мощностью ~10 см и представляет собой тонкое переслаивание доломитовой и ангидритовой пород, мергеля с постепенным увеличением галитовой составляющей (рис. 1 в).

Образцы, отобранные из зоны тонкого переслаивания, изучались с помощью стереомикроскопа Leica MZ16 и сканирующего электронного микроскопа VEGA 3 LMN (Tescan) с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа Oxford Instruments INCA Energy 250/X-max 20 («ГИ УрО РАН», г. Пермь).

Доломитовая порода глинистая светло-коричневого цвета микрокристаллическая с фрагментами неправильной формы ангидритовой

породы светло-серой, белой с желваковым строением, видимый размер фрагментов до ~15 см (рис. 1 б). На микроуровне заметно, что вмещающий доломит состоит из микроромбоэдров доломита и глинистых частиц с галитом в интерстициях (рис. 2 а). В целом для породы характерна перемятая текстура, в связи с чем желваки часто пластично деформированы и имеют овальную или изогнутую линзовидную форму. Очертания фрагментов ангидрита неровные – некоторые желваки «отщепляются». Мелкие желваки неравномерно рассеяны и в основной массе доломита. Также в породе нередко видны мелкие полиминеральные стяжения, выполненные идиоморфными кристаллами ангидрита, пирита, кварца в галитовой «матрице» (рис. 1 д–е). В единичных случаях в доломите выявлены стяжения пирита, заместившие мелкие «лодочки» галита (рис. 1 г).

Собственно тонкое переслаивание представляет собой чередование слоев доломита бежевого и мергеля серого, в различной степени обогащенных (до 40 %) белыми ангидритовыми желваками размером от долей миллиметра до 3–4 мм, которые имеют вытянутую форму и ориентированы согласно слоистости (рис. 1 в). Мощность слоев не выдержана по латерали за счет их будинирования и примеси желваков, которые они облекают, и варьирует в пределах первых миллиметров. Кроме доломита и мергеля отмечаются неясновыраженные слои, сложенные галитом бесцветным прозрачным с идиоморфными микровключениями ангидрита, кварца, пирита, целестина, аналогичным таковому в доломите.

Наибольшее разнообразие аутигенных минералов встречено на участках развития галита – полиминеральные стяжения в доломите и галитовые прослойки в тонком переслаивании.

Типоморфизм минералов, выявленных в ассоциации с галитом

Ангидрит зафиксирован в двух генерациях (рис. 1 з–и; рис. 2 б–в, д, ж): 1) в виде желваков со спутанно-кристаллическим внутренним строением, слагающих основную массу ангидритовой породы; 2) в виде относительно поздних отдельных кристаллов и сростков, рассеянных в галитовых слоях тонкого переслаивания и часто обрастающих желваки первой генерации. Вторая генерация представлена микропризматическими идиоморфными кристаллами бесцветными и прозрачными.

Кварц чаще всего наблюдается в виде редких бесцветных идиоморфных короткопризматических кристаллов размером 50–200 мкм (рис. 2 г).

Пирит образует две генерации. Первая представляет собой кристаллографически закономерный скрытокристаллический агрегат

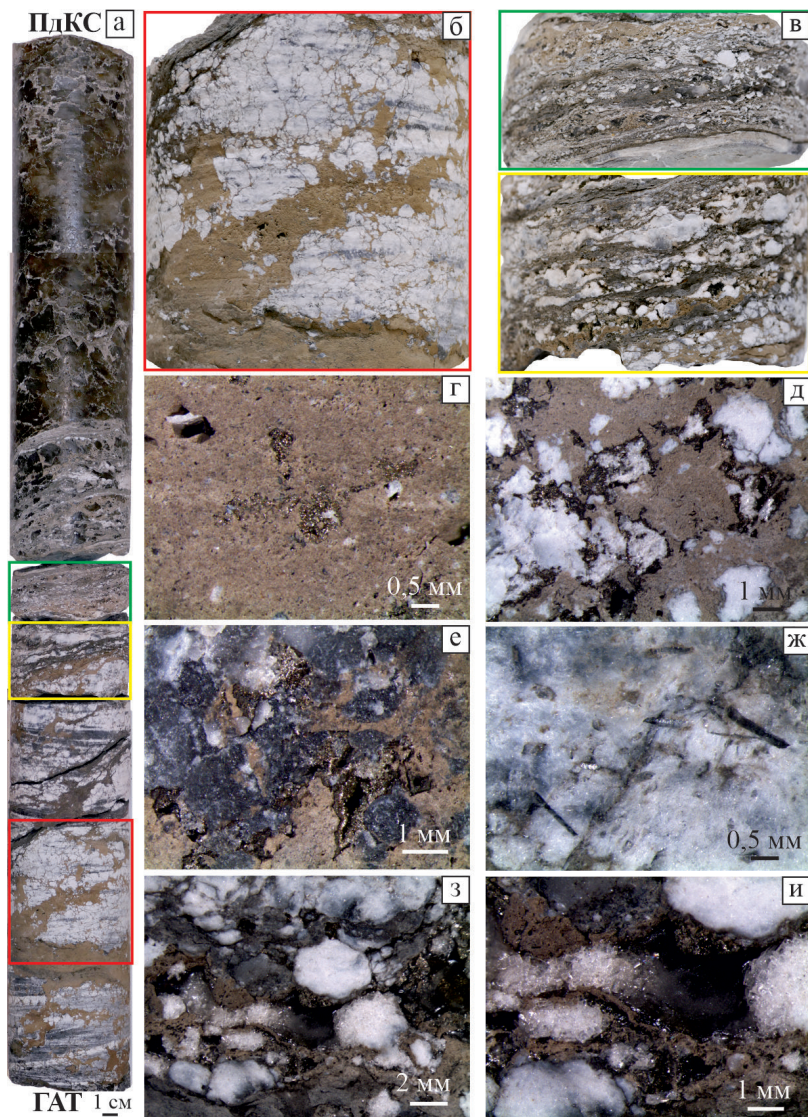


Рис. 1. Участки отбора (а) исследованных образцов (б – ангидрит-доломитовая порода; в – тонкое переслаивание) и детали их строения: г – скелетный кристалл пирита в доломите; д, е – полиминеральные (ангидрит, пирит, галит) включения в доломите; ж – включения игольчатых кристаллов целестина в желваке ангидрита; з, и – тонкое переслаивание доломита бежевого, желваков ангидрита двух генераций (белых и бесцветных) и галита бесцветного прозрачного

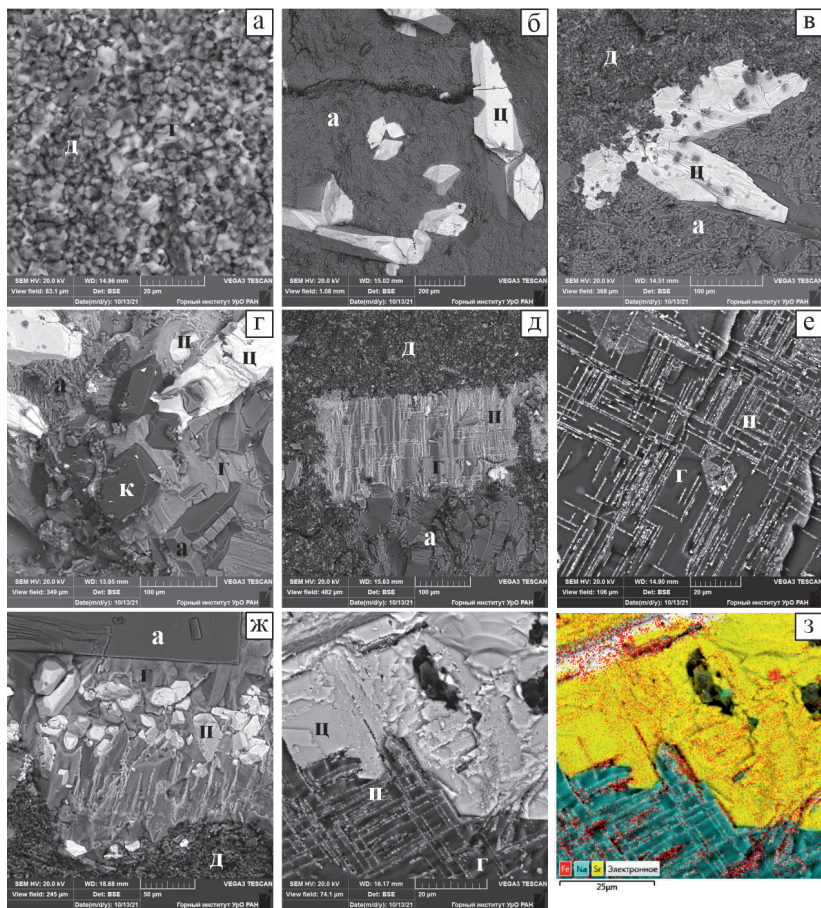


Рис. 2. Микроскопические особенности исследованных образцов: а – идиоморфнозернистая структура доломита вмещающего (в интерстициях видны ксеноморфные зерна галита; б – идиоморфные включения целестина в ангидритовом желваке; в – сrostок кристаллов целестина на контакте ангидритового желвака и доломита вмещающего. В целестине видны пойкилитовые включения доломита; г – идиоморфизм кварца, целестина, ангидрита и пирита в галите; д, е – зерно галита с пиритом вдоль плоскостей спайности; ж – пирит двух генераций (скрытокристаллический агрегат вдоль плоскостей спайности и кристаллы) в краевой части галита); з – пирит первой генерации в галите и целестине. Показана элементная карта распределения: желтое – целестин, голубое – галит, красное – пирит

(пленка), формирующийся вдоль плоскостей спайности галита в направлении от края (вмещающего доломита внутрь зерна (рис. 2 д–е). Такие агрегаты могут быть как по периферии зерен, так и насквозь. Изредка они отмечаются и в кристаллах ангидрита, целестина (рис. 2 з) и кварца, на участках которые примыкают к такому галиту. Вторая генерация пирита – отдельные или в сростаниях полногранные идиоморфные кристаллы (комбинация нескольких простых форм) размером в среднем 10–50 мкм. Чаще всего они образуются на фронте агрегатов первой генерации внутри галита (рис. 2 ж), реже – рассеяны в галите в виде отдельных индивидов. Макроскопически вторая генерация выглядит как футляровидный агрегат вокруг галита.

Целестин формирует бесцветные прозрачные идиоморфные длиннопризматические пойкилокристаллы размером до 1,5 мм в длину, которые локализуются преимущественно в желваках ангидрита, реже он рассеян в доломите и в галите на контакте с ангидритом (рис. 1 ж; рис. 2 б–г). В качестве пойкилитовых включений в целестине обнаруживаются фрагменты вмещающего доломита, ангидрита, отдельные редкие кристаллы пирита. В химическом составе целестина обнаруживается примесь бария (содержание баритового минала варьирует от 0,03 до 0,2 ф.е.).

Структурно-текстурные и минеральные особенности изученного интервала пород указывают на их преобразования в результате перекристаллизации на фоне пластических деформаций.

В результате перекристаллизации сульфатного материала высвободились изоморфные стронций, в меньшем количестве барий и кристаллизовался целестин. Гидролизное разложение терригенного алюмосиликатного материала под действием агрессивных хлоридных растворов привело к высвобождению ионов кремния и железа и образованию кварца и пирита. Последний формировался в присутствии сульфатного материала за счет сульфатредукции.

Таким образом, на стадии катагенеза на границе ГАТ и ПдКС возникали хлоридные растворы, которые привели к образованию аутигенных пирита, кварца и целестина за счет процессов гидролиза и сульфатредукции.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и образования РФ в рамках соглашения по государственному заданию № 075-03-2021-374 от 29.12.2020 (рег. № НИОКТР АААА-А18-118040690031-5).

AUTHIGENIC MINERAL FORMATION AT THE TOP OF THE
CLAY-ANHYDRITE STRATA OF THE VERKHNEKAMSKOE SALT
DEPOSIT (IZVERSKY AREA)

O.V. Korotchenkova

korotchenkova@mi-perm.ru

The mineral composition and textural features of rocks formed at the boundary between the underlying rock salt and the clay-anhydrite strata of the Verkhnekamskoe Salt Deposit have been investigated. The transformations of sulfate-carbonate rocks revealed here are associated with recrystallization processes that occurred during plastic deformations. All this led to the formation of celestine with an admixture of barium, anhydrite, quartz and pyrite. Crystallization of newly formed minerals occurred due to hydrolysis of aluminosilicate material and sulfate reduction.

Keywords: Verkhnekamskoe Salt Deposit, sulfate reduction, clay-anhydrite strata, underlying rock salt, catagenesis, authigenic mineral formation.