

Заключение и рекомендации

1) С учетом прогнозного пересчета ресурсной базы Ольховского перспективного участка может быть получен значимый прирост баланса прогнозных ресурсов как по рудным телам в известняках и алевролитах, так и по корам выветривания

2) Исходя из полученных данных, трансформацию прогнозных ресурсов возможно произвести с помощью анализа проб пробирно-масс-спектрометрическим методом с подшихтовкой хлоридами.

3) Наиболее важным направлением дальнейших исследований является проведение анализа проб проанализированных пробирным методом с шерберной плавкой - пробирно-масс-спектрометрическим методом подшихтовкой хлоридами, для полного подтверждения перспективности трансформации ресурсов, и в дальнейшем выхода на работы связанные с подсчетом запасов по Ольховскому участку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борисов А.С., Сметанников А.Ф., Сулов С.Б., Филатов А.В., Рыжов А.А., Петухов С.Н., Рыбьякова Н.М., Некрасов Д.И. Особенности распределения золота в известковисто-терригенных комплексах пашийской перспективной площади на западном склоне Урала (Ольховский участок) // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского / ПГНИУ [и др.]. – Пермь, 2018. – Вып. 21. – С. 247-252.
2. Способ качественного и количественного определения органических соединений благородных металлов в породах различного состава: пат. № 2354967 Рос. Федерация: МПК G 01 N 30/06 (2006.01) / Сметанников А.Ф., Серебряный Б.Л., Красноштейн А.Е.; заявитель и патентообладатель ЗАО «Уралкалий-Технология». – № 2007134762/28; заявл. 18.09.2007; опубл. 10.05.2009. Бюл. № 13.
3. Сметанников А.Ф., Седых Э.М. Особенности анализа золота, связанного с органическими соединениями // XXI Международная Черняевская конференция по химии, аналитике и технологии платиновых металлов: тез. докл. – Екатеринбург, 2016. – С. 61.

УДК 551.732:552.122

DOI:10.7242/echo.2019.3.2

ОСОБЕННОСТИ МИКРОПУСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВА ПОРОД НИЖНЕТОЛБАЧАНСКОЙ ПОДСВИТЫ КЕМБРИЯ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО СОЛЕНОСНОГО БАССЕЙНА

О.В. КОРОТЧЕНКОВА, Е.П. ЧИРКОВА

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: При электронно-микроскопическом изучении карбонатных пород нижнетолбачанской подсвиты кембрия (Восточно-Сибирский соленосный бассейн) выявлены различные типы микропустот, среди которых преобладают поры и каверны. Такая структура пустотного пространства является следствием неоднократного преобразования пород (выщелачивание, перекристаллизация, вторичное минералообразование и др.). Практически все исследованные доломитовые породы демонстрируют признаки «вторичности» – фрагменты кальцита внутри доломитовых кристаллов и внутризерновая пористость последних. Сложная угловатая морфология межкристалльных пор и, соответственно, каналов обусловлена идиоморфнокристаллической структурой большинства пород, сформировавшейся в результате их перекристаллизации и вторичного минералообразования. Кроме этого, наблюдается унаследованность структурных и текстурных особенностей «первичных» пород – в некоторых образцах выявлены фрагменты строматолитов с микрослоистой текстурой, микрофитолитов и джаспероидов с микроглобулярной структурой. Процессы вторичного минералообразования выражаются в заполнении пустотных каналов карбонатными, сульфатными и галоидными минералами (кальцит, ангидрит, галит, целестин, барит, флюорит).

Ключевые слова: толбачанская свита, эвапориты, микрофитолиты, структура пустотного пространства, доломитизация кальцита.

Восточно-Сибирский соленосный бассейн расположен на территории Красноярского края, Иркутской области и Республики Саха (Якутия) и в геологическом плане является частью Сибирской платформы. Эвапоритовые отложения в разрезе бассейна прослеживаются от венда и до карбона. Наиболее мощная соленосная формация имеет верхневенд-среднекембрийский возраст.

Входящая в нее толбачанская свита относится к нижнему кембрию и состоит из двух подсвит, которые выделяются по литологическим признакам – нижняя карбонатная и верхняя сульфатно-карбонатно-галогенная. Объектами настоящего изучения являлись карбонатные породы нижней подсвиты Ботуобинско-Олекминской фациальной области Туруханско-Иркутско-Олекминского региона Сибирской платформы [1].

Для выявления структурных особенностей было проведено электронно-микроскопическое исследование 57 образцов (сколов) на сканирующем электронном микроскопе VEGA 3 LMN (Tescan) с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа Oxford Instruments INCA Energy 250/X-max 20.

Основная часть изученной выборки представлена доломитами (41 шт.), которые четко разделяются по цвету на серые и коричневые различных оттенков. Последние, как правило, в большей степени обогащены углеводородами, нередко заметными невооруженным глазом (цвет, запах), серые – глинистым материалом. Остальная часть выборки приходится на известняки и мергели (11 шт.) и пять образцов были отнесены к смешанным породам, для которых характерна брекчиевидная текстура (литогенетические брекчии) и различное соотношение доломита, кальцита, ангидрита и галита.

Практически во всех доломитовых породах в кристаллах доломита наблюдалась внутризерновая пористость, а в некоторых и реликты кальцита размером от первых до 20 мкм в зависимости от структуры породы (рис. 1а). Единично фиксировались случаи когда в реликтовых фрагментах кальцита фиксировался доломит (рис. 1б). Именно эти два факта (внутризерновая пористость и реликты кальцита) позволили нам сделать вывод о постседиментационной природе доломитизации («вторичности» доломитов).

Большинство пород демонстрируют идиоморфнокристаллическую структуру, сформировавшуюся в результате перекристаллизации (рис. 2). Кроме того активно проявилось вторичное минералообразование – инкрустация или заполнение пустот доломитом, ангидритом (рис. 8б), галитом, флюоритом и другими минералами. В некоторых образцах наблюдаются участки, содержащие форменные элементы (строматолиты и микрофитолиты). Микрофитолитовые состоят из сферических частиц размером меньше 1 мм с концентрически-слоистым строением (рис. 3), а строматолитовые имеют характерную микрослоистую текстуру (рис. 4). И те, и другие в различной степени перекристаллизованы. В изученных образцах часто фиксируются проявления процессов окремнения пород, вплоть до формирования участков джаспероидизации (рис. 10). Окремнение выражается в появлении включений халцедон-кварцевых сферолитов (псевдоморфозы по органическим остаткам?) размером около 100 мкм отдельных или их агрегатов (рис. 8), а также участков с унаследованным каркасно-слоистым строением, выполненных тонкодисперсным агрегатом кремнезема, нередко с корродированными реликтами (?) ромбэдров доломита.

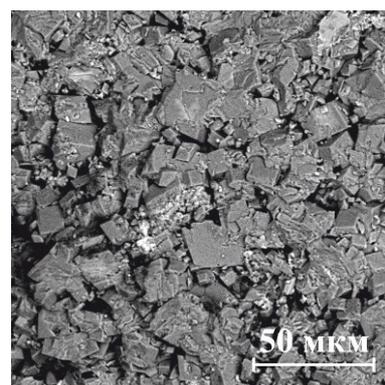
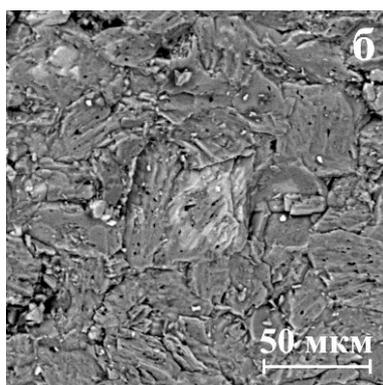
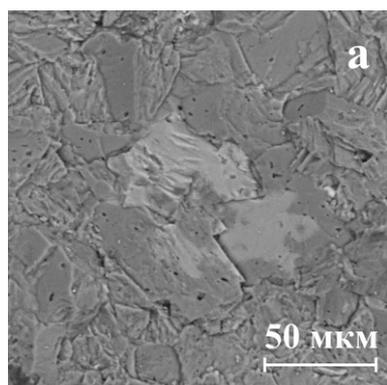


Рис. 1. Реликты кальцита (светлое-серое) в пористых зернах доломита (серая основная масса). Видна внутризерновая пористость доломита

Рис. 2. Идиоморфнокристаллическая структура доломита

Электронно-микроскопическое изучение свежих сколов пород позволило выявить несколько типов микропустот – поры (внутризерновые и межзерновые, внутриформенные и межформенные), каверны и трещины. Наиболее распространены первые два типа, микро-трещины были встречены в единичных случаях и, как правило, заполненные минеральными фазами (галит, ангидрит). На свежих сколах образцов нередко фиксировались мелкие высолы сильвина и карналлита, что указывает на рассолонасыщенность пород.

Внутризерновые и внутрикристалльные поры зафиксированы в породообразующих минералах (доломит, кальцит) и в минералах-включениях (ангидрит, галит) большинства образцов. Они представляют собой скопления пустот чаще всего простой морфологии и размером первые микроны, реже до 10–20 мкм (в галите) (рис. 5). В галите они имеют кубическую форму и часто локализуются вдоль плоскостей спайности или дислокаций (рис.6а).

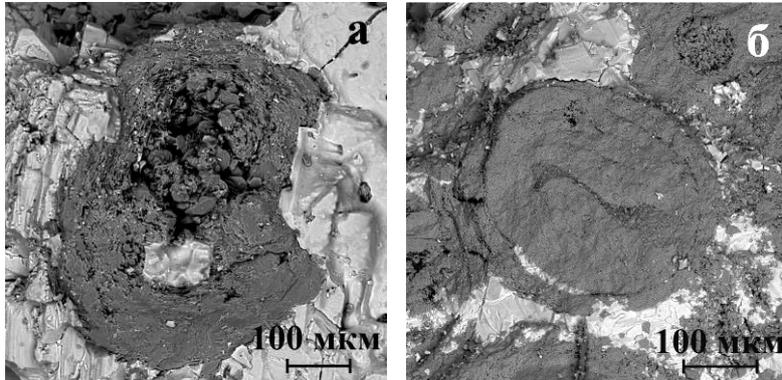


Рис. 3. Концентрически-слоистое строение микрофитоцитов

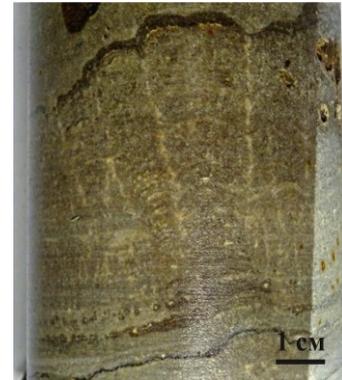


Рис. 4. Фрагмент строматолита и его слоистое строение

Межзерновые и межкристалльные поры. Первые, как правило, фиксируются в галите, заполняющем пустоты, и имеют обычно размер в среднем около 10 мкм (рис. 6б). Вторые характерны для перекристаллизованных участков, а размеры их варьируют в широких пределах (от мкм до $n \cdot 100$ мкм) в зависимости от размера зерен. Геометрия межкристалльных пор сложная угловатая и определяется идиоморфизмом формирующих их кристаллов – ромбоэдров и пинакоидов карбонатных минералов (рис. 7). Нередко они бывают частично или полностью заполнены вторичными минералами (ангидритом, галитом, целестином, баритом и др.). Обычно межкристалльные поры переходят в каверны.

К форменным элементам нами были отнесены микрофитоциты, преимущественно доломитовые и сферолиты халцедон-кварцевого состава на участках окремнения (рис. 8).

Микрофитолитовые частицы имеют округлую форму, размер меньше миллиметра, концентрически-слоистое строение часто с выщелоченным ядром. Они в разной степени перекристаллизованы, в результате чего отдельные слойки-скорлупки сложены агрегатами ориентированных согласно слойку пинакоидальных кристаллов доломита, (рис. 3, 7). Система внутриформенных пор в таких образованиях имеет весьма сложное концентрическое строение и может быть полностью или частично заполнена минеральным веществом.

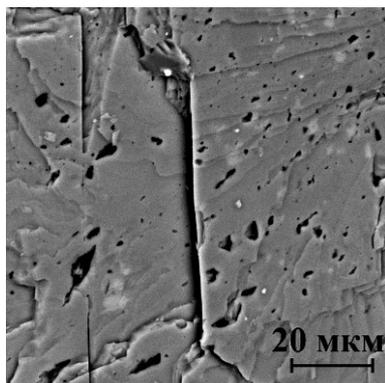


Рис. 5. Внутризерновая пористость (черное) доломита. Светлосерые мелкие участки – кальцит

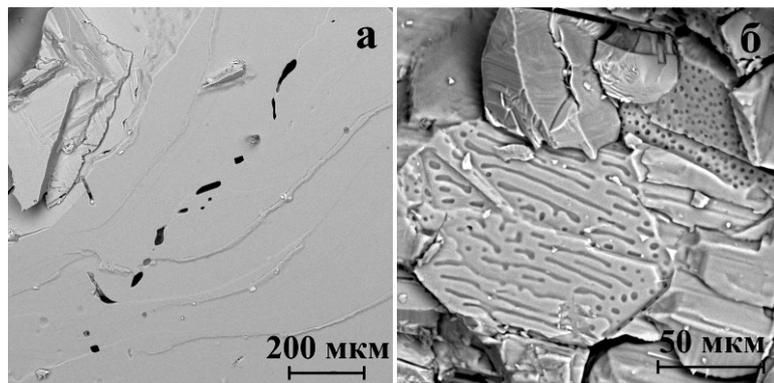


Рис. 6. Внутризерновые (а) и межзерновые (б) полости в галите

В халцедон-кварцевых сферолитах внутриформенные поры наблюдаются в центральной халцедоновой части и имеют относительно изометричную форму (рис. 8а), здесь же отмечались высолы сильвина.

Размер межформенных пустот зависит от размера микрофитолитов и сферолитов (см. выше), а морфология соответствует таковой между сферическими частицами (в шаровых упаковках) (рис. 8б).

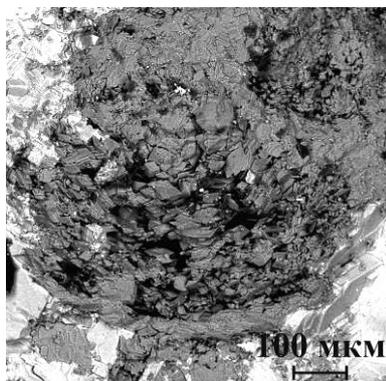


Рис. 7. Система внутриформенных пор в микрофитолите

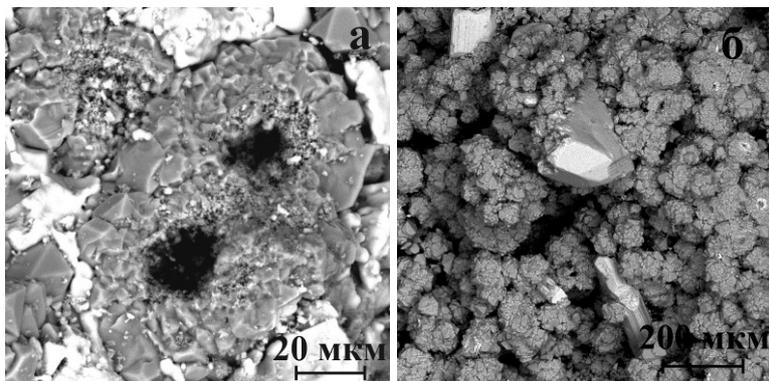


Рис. 8. Внутриформенная (а) и межформенная (б) пористость халцедон-кварцевых агрегатов. На правом фото видны крупные таблитчатые кристаллы ангидрита, сформировавшиеся в межформенном пространстве

Каверны, образующиеся в результате неравномерной перекристаллизации (рис. 9) или выщелачивания (рис. 10), широко развиты в изученных породах, имеют сложную морфологию, так как инкрустированы идиоморфными кристаллами. Размер каверн изменяется в широких пределах – от долей мм до нескольких сантиметров. Также как и межкристалльные поры, они могут быть полностью или частично заполнены поздними минералами, что значительно усложняет их геометрию.

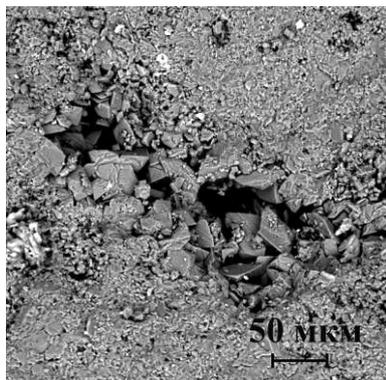


Рис. 9. Каверна, сформировавшаяся в результате неравномерной перекристаллизации

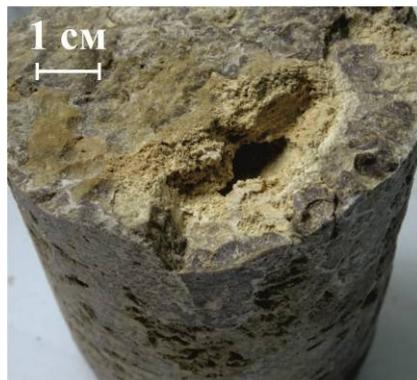
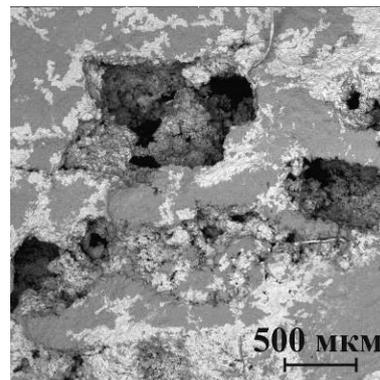


Рис. 10. Пустоты выщелачивания в доломите.
На правом фото:
серое – доломитовая порода, белое – высолы галита



Таким образом, преобладающий порово-каверновый тип микропористости изученных пород обусловлен унаследованной первичной биоморфной структурой, а также вторичными постдиагенетическими процессами преобразования карбонатных пород (перекристаллизация, выщелачивание и вторичное минералообразование).

Широкое распространение в разрезе биоморфных пород, имеющих каркас (слоистый у строматолитовых и по типу шаровой упаковки (гранулярный) у микрофитолитовых) предопределило структуру будущего пустотного пространства. Между форменными элементами интенсивнее происходит выщелачивание вещества и, соответственно, возникновение пустот, благоприятных для миграции флюидов (углеводороды, рассолы и др.).

При формировании микропустотного пространства пород нижнетолбачанской подсвиты играли роль не только структурно-текстурные особенности пород, но и другие факторы (возрастной, структурный, вещественный (минеральная и флюидная фазы), близость к нефтегазоносным горизонтам). Вышележащие пласты каменной соли верхнетолбачанской подсвиты, залегающие на нескольких уровнях и имеющие флюидоупорные свойства, вероятно, способствовали миграции флюидов, в том числе высокоминерализованных эвапорито-

вых рассолов вдоль этих границ. Последние, в свою очередь, «запускали» процессы гравитационно-рассольных катагенетических преобразований [2] – выщелачивание, приводящее к увеличению пустот, вторичное минералообразование, в целом уменьшающее объем пустотного пространства пород и т.д. Дополнительным источником флюидов мог служить палеозойский щелочной магматизм региона.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы УрО РАН,
проект № 15-10-5-13.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы: (Стратиграфия, история развития). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 148 с.: ил.
2. Холодов В.Н. Новое в познании катагенеза. Сообщение 1. Инфильтрационный и гравитационно-рассольный катагенез // Литология и полезные ископаемые. – 1982. – № 3. – С. 3-22.

УДК 622.4:551.521.2

DOI:10.7242/echo.2019.3.3

ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЕНИЙ ВЕНТИЛИРОВАНИЯ ХОЛОДНОГО ВОЗДУХА И РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ В КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЕ В ПЕРИОД 2018-2019 гг.

М.В. БЛАМЫКОВ

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: В данной статье рассматриваются результаты мониторинговых работ в Кунгурской Ледяной пещере в период 2018-2019 г. Увеличение количества поступающего воздуха, при отрицательной температуре, является актуальной задачей по снижению температуры ближе к центру пещеры. С этой целью был сооружен вентиляционный канал, благодаря которому удалось увеличить количество ледяных кристаллов в привходовой части пещеры.

Особое значение в мониторинговых работах отдается замерам радиационного фона. Главными источниками радиации являются дочерние продукты распада радона. Радионуклиды попадают вместе с вдыхаемым воздухом и при больших концентрациях представляют угрозу для человеческого организма. С целью обеспечения безопасности по радиационному фактору были произведены замеры радона прибором РАМОН 02, а также анализ радиационного фона с помощью дозиметра. В результате были выявлены превышения, как по концентрации радона, так и общего радиационного фона.

Ключевые слова: Кунгурская ледяная пещера, вентиляция, воздух, скважина, радиация, радон, мониторинг.

Введение. Кунгурская Ледяная пещера является уникальным геологическим памятником природы и старейшей экскурсионной пещерой в России. Находится пещера на юго-востоке Пермского края, на северо-восточной окраине г. Кунгура, на правом берегу р. Сылва [1]. Одной из главных достопримечательностей Кунгурской Ледяной пещеры являются ледяные образования. Проветривание Кунгурской пещеры осуществляется методом естественной тяги, воздух здесь перемещается за счет гравитационных сил и при наличии разности высотных отметок устьев; направление потока зависит от разности наружной температуры и внутри гротов.

При температуре окружающей среды менее 0°C поверхностный воздух начинает активно поступать в пещеру через Старый лаз, входной и выходной тоннели, а также через трещины в массиве Ледяной горы.

Изменения в вентилировании пещеры. Холодный воздух, поступая в пещеру с поверхности, начинает свое движение вглубь пещеры. Более мощная струя отмечена на входе в пещеру. Она формируется посредством трех основных притоков с поверхности: из входного тоннеля и естественного входа. Этот поток движется до грота склеп, где делится надвое: одна его часть продолжает движение в направлении грота Крестовый, другая – в направлении грота Западный. Воздух, движущийся через грот Крестовый, устремляется далее в направлении грота Центральный (рис. 1).