

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ КАРБОНАТЫ В ГРАНИТОИДАХ ФУНДАМЕНТА НИЖНЕВАРТОВСКОГО СВОДА (УРЬЕВСКАЯ ПЛОЩАДЬ, ХМАО-ЮГРА, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

© 2017 г. Ю. В. Ерохин, В. В. Хиллер, К. С. Иванов

Урьевская нефтеразведочная площадь расположена в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа. В пределах этой площади мы изучили керн гранитоидов из скважины № 2п, вскрывшей доурское основание. Она расположена в 10 км северо-восточнее г. Лангепас и в 60 км северо-западнее г. Нижневартовск (рис. 1). В геоморфологическом плане она находится на северо-западном склоне Нижневартовского свода на так называемом Урьевском поднятии.

Доурский фундамент данного района имеет блоковое строение и сложен разнообразными комплексами пород. Блоки отделяются разломами разной амплитуды, протяженности и ориентировки. В строении фундамента выделяются три структурно-тектонических этажа. Нижний сложен кристаллическими сланцами, гнейсами, кварцитами, мраморами условного докембрия, а точнее метаморфическими толщами средней части земной коры. Средний этаж представлен терригенно-карбонатными и интрузивными породами палеозоя. Верхний (рифтогенный) – эффузивно-осадочными (базальтовыми) толщами поздней перми-нижнего-среднего триаса. Каждый структурно-тектонический этаж с угловым, стратиграфическим и метаморфическим несогласием перекрывает нижележащий [Потрясов и др., 2005; Скачек и др., 2013; и др.]. Выше фундамента залегают юрские отложения, представленные преимущественно песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

В пределах Урьевской площади доурский комплекс пород вскрывается на глубине 3 км. В скважине № 2п гранитоид отобран с глубины 3397 м. Это крупнозернистый, однородный и массивный гранит, подвергшийся вторичным преобразованиям. По данным химического анализа это гранит нормального ряда ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 7.8$ мас. % и $\text{SiO}_2 = 71.9$ мас. %). В породе наблюдаются отчетливые следы дробления и тектоники, выраженные трещинами, залеченные карбонатом, а также грануляцией и волнистым погасанием в зернах кварца. Структура равномерная гипидиоморфнозернистая, местами близкая к монцитовой (плаггиоклаз отчетливо идиоморфен по отношению к калиевому полевому шпату). Часто плаггиоклаз образует пертитовые вроски в матрице КПШ. Размер зерен до 1 см.

Главные породообразующие минералы – кварц, калишпат, плаггиоклаз и темная слюда. Калиевый полевой шпат представлен микроклин-пертитом и содержит небольшое количество натрия (Na_2O до 1.3 мас. %). Плаггиоклаз относится к чистому альбиту и включает следы кальция (CaO до 0.2 мас. %) и калия (K_2O до 0.1 мас. %). При этом плаггиоклаз содержит большое количество сосюритизированных участков с развитием минералов группы эпидота и карбоната. Слюда образует лейсты до 1 см, плеохроирует в темно-зеленых тонах и имеет большое количество распыленного рудного минерала (возможно, магнетита). По данным микронзондового анализа минерал относится к алюмосиладони-ту и является вторичной слюдой, поскольку совсем

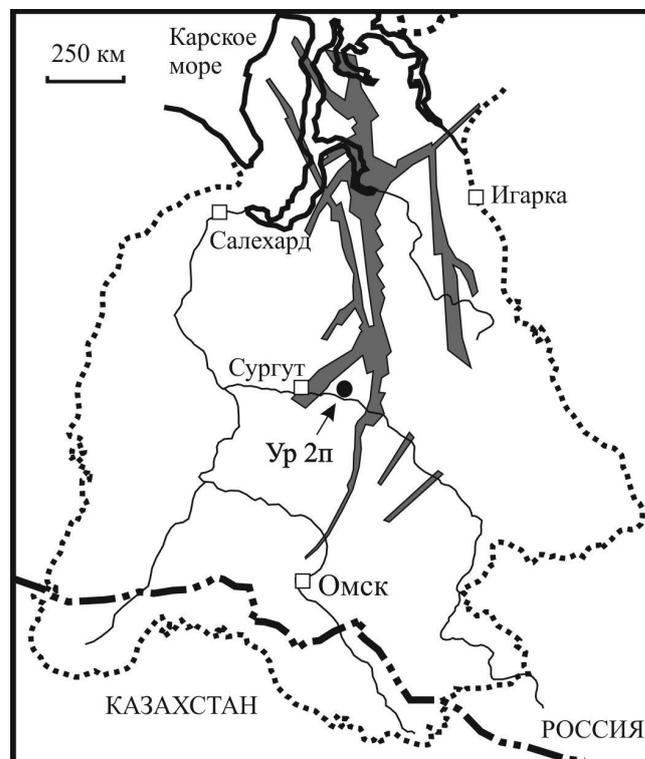


Рис. 1. Схема Западно-Сибирской плиты с системой Уренгойско-Колтогорского триасового рифта [Сурков и др., 1997] и вынесенной скважиной Урьевская № 2п.

Таблица 1. Химический состав РЗЭ-карбонатов из гранита (обр. Ур 2п/3397 м), мас. %

№	Паризит-(Ce)				Рентгенит-(Ce)			
	1	2	3	4	5	6	7	8
SO ₃	0.08	0.11	0.00	—	0.02	0.07	0.13	—
ThO ₂	2.77	2.48	2.87	—	3.15	2.92	2.97	—
UO ₂	0.07	0.04	0.04	—	0.02	0.03	0.01	—
SiO ₂	0.17	0.07	0.57	—	0.09	0.06	0.10	—
Y ₂ O ₃	0.55	0.73	0.60	—	0.76	0.91	0.87	—
Ce ₂ O ₃	26.58	26.68	26.13	30.56	24.36	25.29	25.72	43.11
La ₂ O ₃	12.92	12.92	13.12	30.33	11.27	12.80	12.63	14.26
Pr ₂ O ₃	2.92	2.76	2.74	—	3.20	2.63	2.46	—
Nd ₂ O ₃	10.99	10.65	10.72	—	10.94	10.67	9.90	—
Sm ₂ O ₃	1.24	1.33	1.11	—	2.03	2.09	1.81	—
Eu ₂ O ₃	0.55	0.56	0.53	—	0.67	0.69	0.45	—
CaO	7.62	8.18	8.70	10.44	12.32	11.45	11.51	13.09
CO ₂ *	24.58	24.58	24.58	24.58	25.69	25.69	25.69	25.69
F	7.57	7.32	7.37	7.07	6.64	7.13	6.82	6.65
—O≡F ₂	—3.19	—3.08	—3.10	—2.98	—2.80	—3.00	—2.87	—2.80
Сумма	95.42	95.33	95.98	100.00	98.36	99.43	98.20	100.00

Кристаллохимические формулы по результатам катионного метода пересчета

1	Ca _{0.75} (Ce _{0.90} La _{0.44} Nd _{0.36} Pr _{0.10} Th _{0.06} Sm _{0.04} Y _{0.03} Si _{0.02} Eu _{0.02}) _{1.97} [C _{3.08} O ₉]F _{2.20}
2	Ca _{0.81} (Ce _{0.90} La _{0.44} Nd _{0.35} Pr _{0.09} Th _{0.05} Sm _{0.04} Y _{0.04} Eu _{0.02} Si _{0.01}) _{1.94} [(C _{3.10} S _{0.01}) _{3.11} O ₉]F _{2.14}
3	Ca _{0.86} (Ce _{0.87} La _{0.44} Nd _{0.35} Pr _{0.09} Th _{0.06} Si _{0.05} Sm _{0.04} Y _{0.03} Eu _{0.02}) _{1.95} [C _{3.06} O ₉]F _{2.13}
4	Ca _{1.00} (Ce _{1.00} La _{1.00}) _{2.00} [C _{3.00} O ₉]F _{2.00}
5	Ca _{1.92} (Ce _{1.29} La _{0.60} Nd _{0.57} Pr _{0.17} Th _{0.11} Sm _{0.10} Y _{0.06} Eu _{0.03} Si _{0.01}) _{2.94} [C _{5.09} O ₁₅]F _{3.05}
6	Ca _{1.76} (Ce _{1.32} La _{0.68} Nd _{0.55} Pr _{0.14} Th _{0.10} Sm _{0.10} Y _{0.07} Eu _{0.03} Si _{0.01}) _{3.00} [C _{5.02} O ₁₅]F _{3.22}
7	Ca _{1.79} (Ce _{1.37} La _{0.68} Nd _{0.52} Pr _{0.13} Th _{0.10} Sm _{0.09} Y _{0.07} Eu _{0.02} Si _{0.02}) _{3.00} [(C _{5.08} S _{0.01}) _{5.09} O ₁₅]F _{3.12}
8	Ca _{2.00} (Ce _{2.25} La _{0.75}) _{3.00} [C _{5.00} O ₁₅]F _{3.00}

*Теоретическое содержание CO₂ в минералах.

Примечание. ИГГ УрО РАН, микроанализатор САМЕСА SX 100, аналитик В.В. Хиллер; ан. 4 – идеализированный состав паризита-(Ce), ан. 8 – идеализированный состав рентгенита-(Ce).

не содержит титана (TiO₂ до 0.3 мас. %). Хлорит слагает скопления до 0.5 см в слюдяном агрегате и характеризуется темно-зеленой окраской. По составу относится к слабо магнезиальному шамозиту и, вероятнее всего, представляет собой продукт замещения первичных минералов железа (магнетита, ильменита). Из аксессуарных минералов наблюдаются апатит, циркон, бетафит, торит, а также редкая вкрапленность металлического серебра. Кроме того, в гранитоиде установлены два редкоземельных карбоната, по всей видимости, заместивших первичный монацит.

Первый редкоземельный карбонат образует псевдоморфозы по призматическим зернам первичного монацита (рис. 2), за счет чего размер индивидов карбоната достигает 200 мкм. Строение зерен выглядит неоднородным и пористым, что хорошо видно в обратноотраженных электронах (BSE-изображение). По данным микросондового анализа (табл. 1, ан. 1–3) карбонат характеризуется устойчивым химическим составом и по соотношению кальция, редких земель и фтора относится к цериевой разновидности паризита – Ca(Ce,La)₂(CO₃)₃F₂. Минерал содержит небольшое количество примесей тория (ThO₂ до 2.9 мас. %) и иттрия (Y₂O₃ до 0.7 мас. %). Немного заниженные суммы анализов

объясняются неоднородной поверхностью карбоната. Некоторое обогащение паризита торием косвенно подтверждает замещение первичного торий-содержащего монацита редкоземельным карбонатом. Подобное псевдоморфное развитие минерала по зернам монацита мы описывали в диоритах Уральских Изумрудных копей [Попов и др., 2009]. В целом паризит-(Ce) является типичным гидротермальным минералом месторождений, связанных с карбонатитами [Ruberti et al., 2008; и др.], в качестве аксессуарного минерала отмечается в нефелиновых сиенитах, а также в щелочных и гранитных пегматитах [Guastoni et al., 2010; и др.]. В корках выветривания замещает первичные РЗЭ-минералы [Lottermoser, 1990; и др.].

Второй редкоземельный карбонат слагает собственные индивиды и их сростки (см. рис. 2), зачастую обрастая агрегаты паризита-(Ce). Размер сростков достигает 300 мкм. Строение зерен однородное, никаких включений в минерале не отмечается. По данным микросондового анализа (табл. 1, ан. 5–7) индивиды карбоната характеризуются устойчивым химическим составом и по соотношению кальция, редких земель и фтора относятся к цериевой разновидности рентгенита – Ca₂(Ce, La)₃(CO₃)₅F₃. Минерал, как и паризит, со-

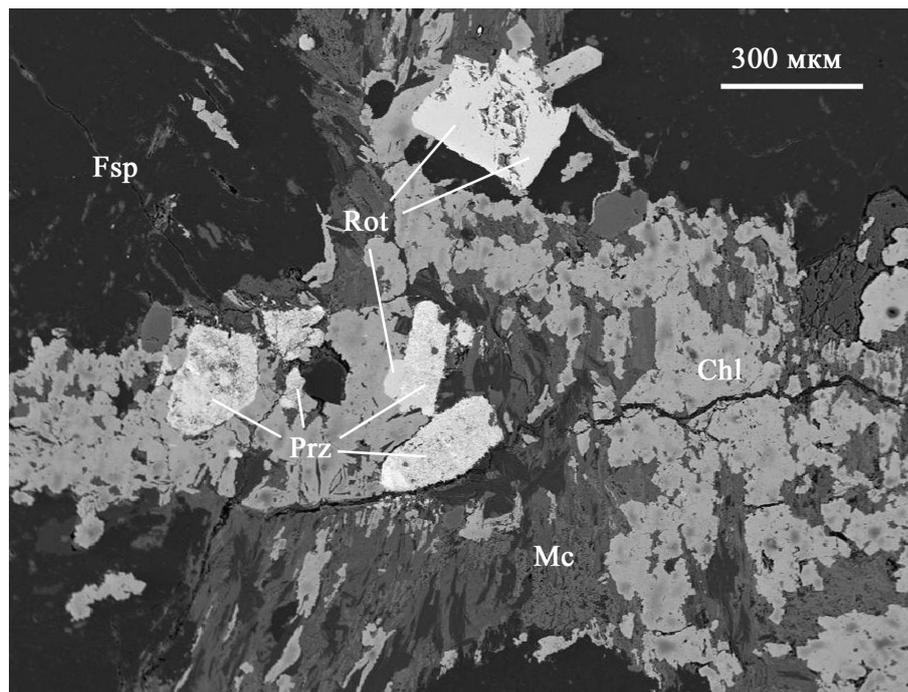


Рис. 2. Скопления редкоземельных карбонатов в слюдисто-хлоритовом агрегате в матрице гранита.

Prz – паризит-(Ce), Rot – рентгенит-(Ce), Mc – слюда (алюминоселадонит), Chl – хлорит (шамозит), Fsp – микроклин. Скважина Урьевская № 2п, глубина отбора керна 3397 м. Фото в BSE-режиме, микроанализатор CAMECA SX 100, аналитик В.В. Хиллер.

держит небольшое количество примесей тория (ThO_2 до 3.2 мас. %) и иттрия (Y_2O_3 до 0.9 мас. %). В природе рентгенит описывается достаточно редко, в основном как поздний гидротермальный минерал гранитных и щелочных пегматитов [Donnay, 1953; и др.]. Рентгенит-(Ce) мы уже описывали в кальцитовых жилах, секущих осадочные породы из доюрского фундамента Южно-Ларьякской площади (скв. 28, гл. 2700 м) с востока ХМАО [Ерохин, Иванов, 2012; Иванов и др., 2016].

Рассмотренные нами редкоземельные карбонаты в граните Урьевской площади являются вторичными минералами, образовавшимися за счет первичного акцессорного монацита. Сначала индивиды фосфата псевдоморфно заместились пористым агрегатом паризита-(Ce), а позднее образовались кристаллы рентгенита-(Ce) и их сростки. Источником фтора, скорее всего, послужили лейсты магматического биотита (обычно обогащенного данным компонентом), которые были замещены безфтористым алюминоселадонитом. Формирование РЗЭ-карбонатов напрямую связано с низкотемпературной метасоматической проработкой гранитоида, выраженной в виде процессов альбитизации и карбонатизации, т. е. пропилитизации. Подобные изменения доюрских комплексов пород вполне характерны для Западной Сибири, поскольку они перекрыты мощным водонасыщенным чехлом осадочных пород и на границе двух разнородных сред по-

стоянно проходят процессы пропилитизации или аргиллизации [Иванов и др., 2016]. В целом совместная находка паризита и рентгенита в матрице одного гранита уже описывалась, например они как вторичные минералы совместно установлены в гранитоидах Венгрии [Buda, Nagy, 1995].

Таким образом, в гранитах доюрского фундамента Урьевской площади (ХМАО-Югра, Западная Сибирь) мы установили два редких редкоземельных карбоната – паризит-(Ce) и рентгенит-(Ce). Формировались они за счет субстрата первичных минералов – монацита и частично биотита. Образование редкоземельных карбонатов связано с наложенной пропилитизацией гранитоидов под влиянием вышележащего осадочного чехла.

Работа подготовлена при поддержке Российского научного фонда, проект № 16-17-10201.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ерохин Ю.В., Иванов К.С. Редкоземельные карбонаты в осадках доюрского основания восточной части ХМАО (Западно-Сибирская плита) // Геодинамика, рудные месторождения и глубинное строение литосферы; мат-лы XV Чтений памяти А.Н. Заварицкого. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2012. С. 84–86.
- Иванов К.С., Писецкий В.Б., Ерохин Ю.В., Хиллер В.В., Погромская О.Э. Геологическое строение и флюидодинамика фундамента Западной Сибири (на востоке

- ХМАО). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2016. 242 с.
- Попов М.П., Ерохин Ю.В., Хиллер В.В.* Монацит и паризит в диоритах Мариинского месторождения (Уральские Изумрудные копи) // Под знаком халькофильных элементов: мат-лы Уральской минералогической школы – 2009. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. С. 132–134.
- Потрясов А.А., Скачек К.Г., Ларичев А.И., Смирнов Л.В., Бостриков О.И., Фомичев А.С., Девятов В.П., Еханнин А.Е.* Геологическое строение и нефтегазоносность зон дезинтеграции пород фундамента Широкого Приобья (территория деятельности ТПП “Когалымнефтегаз”) // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО: мат-лы Восьмой науч.-практ. конф. Ханты-Мансийск, 2005. Т. 1. С. 129–140.
- Скачек К.Г., Ларичев А.И., Бостриков О.И.* Геолого-геохимические критерии нефтегазоносности зоны контакта доюрского фундамента и осадочного чехла в Широтном Приобье // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2013. Т. 8, № 3. С. 1–20.
- Сурков В.С., Казаков А.М., Девятов В.П., Смирнов Л.В.* Нижнесреднетриасовый рифтогенный комплекс Западно-Сибирского бассейна // Отечественная геология. 1997. № 3. С. 31–37.
- Buda G., Nagy G.* Some REE-bearing accessory minerals in two types of variscan granitoids, Hungary // *Geologica Carpathica*. 1995. V. 46, no. 2. P. 67–78.
- Guastoni A., Kondo D., Nestola F.* Bastnasite-(Ce) and parisite-(Ce) from Mt. Malosa, Malawi // *Gems Gemology*. 2010. V. 46, no. 1. P. 42–47.
- Donnay G.* Roentgenite, $3\text{CeFCO}_3 \cdot 2\text{CaCO}_3$, a new mineral from Greenland // *Amer. Miner.* 1953. V. 38. P. 868–870.
- Lottermoser B.G.* Rare-earth element mineralization within the Mt. Weld carbonatite laterite, Western Australia // *Lithos*. 1990. V. 24. P. 151–167.
- Ruberti E., Enrich G.E.R., Gomes C.B.* Hydrothermal REE fluorocarbonate mineralization at Barra do Itapirapua, a multiple stock work carbonatite, Southern Brazil // *Canad. Miner.* 2008. V. 46. P. 901–914.