

REE-МИНЕРАЛЫ В УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВЕРХНЕХАРБЕЙСКОЙ СВИТЫ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

© 2018 г. О. В. Гракова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар. E-mail: ovgrakova@geo.komisc.ru

Верхнехарбейская свита (RF₃vh), входящая в состав няровейской серии, расположена в Центральноуральской структурно-формационной мегазоне Полярного Урала [4]. Свита распространена преимущественно в западном обрамлении Харбейско-Марункеуского антиклинорного блока-террейна и залегает в виде отдельных полос северо-северо-восточного простирания шириной 2–6 км, общей протяженностью более 50 км [2]. Она сложена метаморфизованными терригенно-осадочными отложениями: переслаивающимися слюдяно-кварц-полевошпатовыми кварцитопесчаниками и гравелитами с подчиненными пластами и пачками хлорит-слюдяно-кварц-альбитовых, хлорит-серицит-альбит-кварцевых, графитоидных сланцев, редко линзами кварцитов и мраморов. Ее мощность составляет 400–500 м.

Пробы для исследования были отобраны нами летом 2017 г. из пород верхнехарбейской свиты по ручью Няршор. REE-минералы были установлены в углеродсодержащих отложениях свиты. Минералы изучались в аншлифах на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 LMH с энергодисперсионной приставкой Instruments X-Max (аналитик А.С. Шуйский). Аналитические работы проводились в ЦКП «Геонаука» ИГ Коми НЦ УрО РАН.

Содержание в породе REE-минералов составляет не более 1%. Редкоземельные минералы представлены монацитом и ксенотимом.

Монацит обнаружен в виде удлиненных образований неправильной формы и изометричных зерен, размером 20–100 мкм (рис. 1а–г). Можно выделить 2 генерации монацита: I тип — зерна

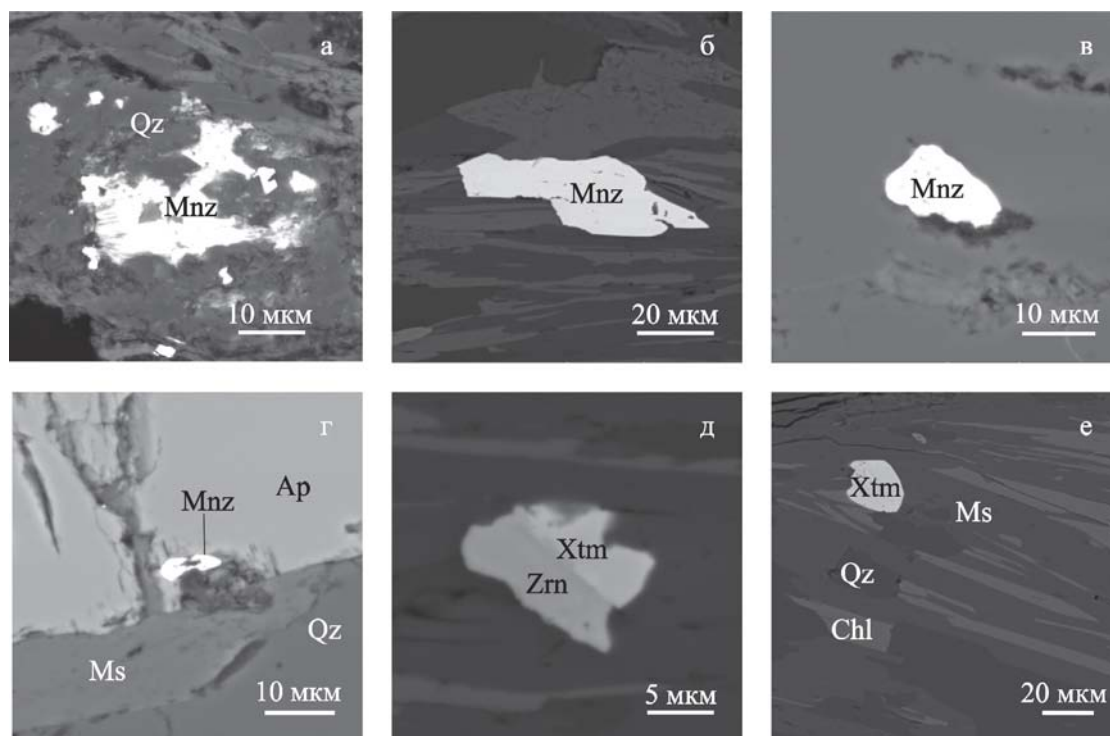


Рис. 1. Редкоземельные минералы в углеродсодержащих отложениях верхнехарбейской свиты

а — монацит (Mnz) в виде образования неправильной формы в кварце (Qz), б — монацит в виде удлиненного образования, в — слабоокатанное зерно монацита, г — монацит в виде образований неправильной формы в апатите (Ap), д — сростание циркона (Zrn) и ксенотима (Xtm) в виде неправильной формы, е — слабоокатанное зерно ксенотима. Ms — мусковит, Chl — хлорит.

и обломки зерен монацита ранней генерации (рис. 1а–в) и II тип — более поздний новообразованный монацит, ассоциирующий с апатитом (рис. 1г). Ксенотим представлен слабоокатанными зернами (рис. 1е) и образованиями неправильной формы размером 15–30 мкм. Встречаются сростки зерен ксенотима с цирконом (рис. 1д).

Химический состав и формулы монацита и ксенотима приведены в таблице. Из таблицы видно, что все изученные монациты существенно цериевые. Наиболее высокие концентрации редкоземельных элементов, помимо Ce_2O_3 (20.4–32.2 мас. %), установлены для La_2O_3 (8.77–15.1 мас. %), Nd_2O_3 (5.62–13.3 мас. %) и Pr_2O_3 (1.87–3.6 мас. %). В ксенотиме среди редкоземельных элементов преобладает Dy_2O_3 (5.75–6.1 мас. %), Er_2O_3 (4.2–4.6 мас. %), присутствуют Yb_2O_3 (3.5–4 мас. %) и Ho_2O_3 (1.3–1.7 мас. %).

Таблица

Химический состав и кристаллохимические коэффициенты монацитов ксенотимов из углеродсодержащих отложений верхнехарьбейской свиты

№ анализа	1	2	3	4	5	6	7
Химические соединения	SiO_2	2.5	2.4	1.5	—	0.6	—
	P_2O_5	26.2	23.6	27.8	30.1	29.7	35.8
	Y_2O_3	—	—	—	—	—	45.1
	ThO_2	0.46	1.6	2.1	3.36	2.64	—
	La_2O_3	11.2	8.77	14.2	14.4	15.1	—
	Ce_2O_3	25.2	21	20.4	31.7	32.2	—
	Pr_2O_3	2.6	2.7	1.87	3.1	3.6	—
	Nd_2O_3	9.5	8.6	5.62	12.7	13.3	—
	Sm_2O_3	1.7	1.7	—	1.9	2.74	—
	Gd_2O_3	0.9	0.9	—	1.64	1.67	1.89
	Dy_2O_3	—	—	—	—	—	6.1
	Ho_2O_3	—	—	—	—	—	1.7
	Er_2O_3	—	—	—	—	—	4.2
	Yb_2O_3	—	—	—	—	—	3.5
	CaO	7.5	6.6	2.9	0.41	0.35	—
	FeO	2.71	9.6	7.33	—	0.6	0.5
	ZrO_2	—	—	4	—	—	—
PbO	—	—	0.8	—	—	—	
Сумма	90.39	87.34	88.53	99.33	102.46	98.74	

Примечание. номера анализов: 1–5 — монацит; 6, 7 — ксенотим. Эмпирические формулы монацита и ксенотима:

- $(\text{Th}_{0.02}\text{La}_{0.12}\text{Ce}_{0.34}\text{Pr}_{0.04}\text{Nd}_{0.14}\text{Sm}_{0.04}\text{Gd}_{0.04}\text{Ca}_{0.29}\text{Fe}_{0.09})_{1.1}(\text{Si}_{0.1}\text{P}_{0.86})_{0.96}\text{O}_4$
- $(\text{Th}_{0.01}\text{La}_{0.12}\text{Ce}_{0.25}\text{Pr}_{0.02}\text{Nd}_{0.12}\text{Sm}_{0.02}\text{Gd}_{0.02}\text{Ca}_{0.2}\text{Fe}_{0.25}\text{Al}_{0.02}\text{S}_{0.01}\text{K}_{0.02})_{1.06}(\text{Si}_{0.1}\text{P}_{0.82})_{0.92}\text{O}_4$
- $(\text{Th}_{0.02}\text{La}_{0.19}\text{Ce}_{0.26}\text{Pr}_{0.04}\text{Nd}_{0.1}\text{Ca}_{0.12}\text{Fe}_{0.23}\text{Zr}_{0.06}\text{Pb}_{0.02}\text{Al}_{0.04})_{1.08}(\text{Si}_{0.06}\text{P}_{0.95})_{1.01}\text{O}_4$
- $(\text{Th}_{0.02}\text{La}_{0.19}\text{Ce}_{0.46}\text{Pr}_{0.04}\text{Nd}_{0.19}\text{Sm}_{0.04}\text{Gd}_{0.04}\text{Ca}_{0.04})_{1.02}\text{P}_{0.98}\text{O}_4$
- $(\text{Th}_{0.02}\text{La}_{0.22}\text{Ce}_{0.44}\text{Pr}_{0.04}\text{Nd}_{0.18}\text{Sm}_{0.04}\text{Gd}_{0.04}\text{Ca}_{0.04}\text{Fe}_{0.04})_{1.06}(\text{Si}_{0.02}\text{P}_{0.93})_{0.95}\text{O}_4$
- $(\text{Y}_{0.79}\text{Gd}_{0.04}\text{Dy}_{0.08}\text{Ho}_{0.04}\text{Er}_{0.04}\text{Yb}_{0.04}\text{Fe}_{0.04})_{1.07}\text{P}_{0.96}\text{O}_4$
- $(\text{Y}_{0.8}\text{Gd}_{0.04}\text{Dy}_{0.08}\text{Ho}_{0.04}\text{Er}_{0.04}\text{Yb}_{0.04})_{1.04}\text{P}_{0.97}\text{O}_4$

В монацитах I типа содержание тория выше и составляет от 2.1 до 3.36 мас. % (таблица, номера анализов 3, 4, 5), в монацитах II типа — от 0.46 до 1.6 мас. % (таблица, номера анализов 1, 2). Известно, что редкоземельные элементы накапливаются в углеродистых осадках в процессе их образования [5]. В дальнейшем во время метаморфических процессов происходит перераспределение вещества, привнос флюидами Th и формирование в породах монацита и ксенотима [1]. Следовательно, в углеродсодержащих отложениях верхнехарьбейской свиты монацит ранней генерации мог быть сформирован во время метаморфических и постметаморфических изменений.

Монацит поздней генерации имеет более высокие содержания СаО (6.6–7.5 мас. %), чем монацит ранней генерации (0.35–2.9 мас. %). Монациты II типа ассоциируют с апатитом (рис. 1г). Проведенные исследования показывают, что в углеродсодержащих породах верхнехарьбейской свиты, монацит поздней генерации мог кристаллизоваться из обогащенного редкими землями апатита по схеме: $Ap_{LREE} - Ap + Mnz + H_2O$ (флюид) [3].

Таким образом, нами были изучены редкоземельные минералы в углеродсодержащих отложениях верхнехарьбейской свиты Полярного Урала. Было установлено, что они представлены монацитом и ксенотимом. Можно предположить, что редкоземельные минералы в углеродсодержащих отложениях верхнехарьбейской свиты, могли быть сформированы во время метаморфических и пост-метаморфических процессов и кристаллизоваться из обогащенного редкими землями апатита.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 18-5-5-19.

Литература:

1. Гракова О.В., Уляшева Н.С. Металлогенетические особенности верхнепротерозойских углеродсодержащих сланцев няровейской серии (Полярный Урал) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. – 2016. – № 9(254). – С. 16–21.
2. Душин В.А., Сердюкова О.П., Малюгин А.А. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М 1:200 000. 2-е изд. Сер. Полярно-Уральская. Листы Q-42-I, II. Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. – 340 с.
3. Савко К.А., Кориш Е.Х., Пилюгин С.М. Метаморфические реакции образования REE-минералов в углеродистых сланцах Тим-Ястребовской структуры, Воронежский кристаллический массив // Вестник ВГУ. Сер. Геология. – 2009. – № 2. – С. 93–109.
4. Уляшева Н.С., Пыстин А.М., Пыстина Ю.И., Гракова О.В., Хубанов В.Б. U-Pb LA-SF-ICP-MS датирование цирконов из верхнепротерозойских отложений Полярного Урала // Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления: Матер. Всерос. науч. конф. с международным участием. – Сыктывкар, 2017. – С. 223–224.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Минеральные индикаторы литогенеза. – Сыктывкар: Геопринт, 2008. – 564 с.