

УДК 552.51:551.734 (234.851)

МОНАЦИТ ИЗ ПОРОД ДЖЕЖИМСКОЙ СВИТЫ ВЕРХНЕГО РИФЕЯ (НЕМСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ, ЮЖНЫЙ ТИМАН)

Н.Ю. Никулова, И.В. Козырева, В.Н. Филиппов

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Поступила в редакцию 01.11.17

Выявленные с помощью электронно-микроскопических и микрозондовых исследований морфологические и химические особенности монацита позволили использовать его в качестве важного минералогического критерия при выяснении условий образования, источников обломочного материала, постдиагенетических преобразований палеонтологически немой терригенной джежимской свиты (верхний рифей Южного Тимана).

Ключевые слова: монацит, химический состав, метапесчаник, гранит, биотит, акцессорные минералы.

Nikulova N.Yu., Kozyreva I.V., Philippov V.N. Monazite from Upper Riphæan Dzhezhim Formation (Nem Uplift, South Timan). Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series. 2018. Volume 93, part 1. P. 60–67.

The morphological and chemical features of monazite, revealed by electron microscopy and microprobe studies, allowed using it as an important mineralogical criterion for clarifying conditions of formation, sources of clastics, postdiagenetic transformations of paleontologically silent terrigenous Dzhezhim Formation (Upper Riphean, South Timan).

Key words: monazite, chemical composition, metasandstone, granite, biotite, accessory minerals.

Химический состав монацита, являющегося достаточно распространенным акцессорным минералом в осадочных и метаморфических породах, зависит от его происхождения, поэтому вариации состава этого минерала используются в качестве индикаторов для установления источников поступления РЗЭ, способов образования и локализации редкоземельной минерализации при оценке металлогенической перспективности терригенных толщ (Швецова, 1994; Козырева и др., 2003; Удоратина и др., 2015).

В районе Вадьявожской антиклинальной структуры на Южном Тимане монацитовая минерализация была установлена в аллювиальных потоках рассеяния и нелитифицированных мелкообломочных образованиях основания разреза мезозойской коры выветривания в ходе геологической съемки (Жарков, Швецова, 1999). Слабая окатанность или ее полное отсутствие и значительная концентрация монацита в шлиховых пробах позволили предположить близость коренного источника. Таким источником могли быть слагающие ядро антиклинальной складки песчаники джежимской свиты (R₃dž) верхнего рифея – возрастного и фациального аналога золотоносной аньоугской свиты поднятия Четласский Камень (Тиманский кряж, 2009). На Среднем Тимане рифейские отложения являются вмещающими для многочисленных проявлений метасоматической редкометально-редкоземельной минерализации, связанных с внедрением ордовикских интрузий. На Южном Тимане отсут-

ствие интрузивных образований уменьшает перспективы обнаружения здесь подобных рудопоявлений, однако, учитывая слабо проявленный метаморфизм, здесь можно установить исходный минеральный состав рифейских пород, не подвергшихся столь масштабным изменениям, как в более северных разрезах.

Монацит обнаружен нами в слабо метаморфизованных песчаниках джежимской свиты при детальном литолого-геохимическом и минералогическом изучении этих пород, вскрытых карьером на водораздельной поверхности между реками Нем и Кама (Никулова, 2017).

Целью изучения состава монацита являлась максимально полная характеристика химических и морфологических особенностей, которые могут быть использованы для определения его происхождения, способа поступления в осадок и выяснения последовательности постдиагенетических преобразований терригенных толщ.

Объект и методы исследования

Объектом исследования является монацит из метапесчаников джежимской свиты верхнего рифея, извлеченный из выделенной по стандартной методике (дробление, разделение на фракции) тяжелой фракции протолочных проб. Микрозондовый анализ проведен на сканирующем электронном микроскопе JSM–6400 с энергетическим спектрометром Link.

Краткая характеристика джежимской свиты

Содержащие монацит метапесчаники слагают центральную часть Вадьявожской антиклинальной структуры, представляющей собой ограниченный разрывными нарушениями выступ фундамента Тимано-Печорской платформы в зоне ее сочленения с Тиманским складчато-глыбовым сооружением и эпикарельской Восточно-Европейской платформой (Кириллин, 2002 г.) (рис. 1). Свита представлена переслаиванием метапесчаников, глинистых сланцев и алевролитов. Породы разбиты трещинами шириной от нескольких миллиметров до 3–4 см с азимутами простирания 120 и 40° и углами падения 55 и 30° соответственно. Трещины растяжения, образование которых связано с появлением в раннеюрскую эпоху взбросово-надвиговых дислокаций, ограничивающих выступ фундамента в ядре Вадьявожской антиклинали, часто выполнены непрозрачным белым кварцем, в котором присутствуют скопления и отдельные зерна гематита и небольшие остаточные полости с частично ограниченными прозрачными кристаллами кварца.

Метапесчаники, составляющие основную часть разреза, сложены преимущественно окатанными зернами мелко- и среднепесчаной размерности с развитым регенерационным кварцевым и поро-

вым слюдястым цементом. В обломочной части преобладает кварц, реже встречаются полевые шпаты, микрокварциты и мелкокристаллические полевошпат-кварцевые породы. Акцессорные минералы в шлифах представлены единичными зернами эпидота, циркона и монацита (рис. 2) и обломочного биотита – минерала первого цикла выветривания.

Химический состав песчаников, масс. %: SiO₂ – 93,36; TiO₂ – 0,07; Al₂O₃ – 2,75; Fe₂O₃ – 0,72; FeO – 0,13; MnO – 0,210; MgO – 0,16; CaO – 0,12; Na₂O – 0,09; K₂O – 0,97; P₂O₅ – 0,029; ппп – 1,43. Нормативный минеральный пересчет показал, что порода состоит (об. %) из кварца (89), мусковита (4,7), полевых шпатов (3,3), хлорита (0,8), гематита (0,8), доломита (0,2), лейкоксена (0,1) и оксида марганца (0,1). В тяжелой фракции протолочных проб установлены лейкоксен, гематит, гетит, турмалин, циркон, гематит, рутил, титанит, эпидот, монацит, пирит, гидроксиды железа и марганца.

Морфологические особенности и состав монацитов

Монацит представлен непрозрачными таблитчатыми кристаллами субкубического или удлиненного облика красно-коричневого и красновато-желтого

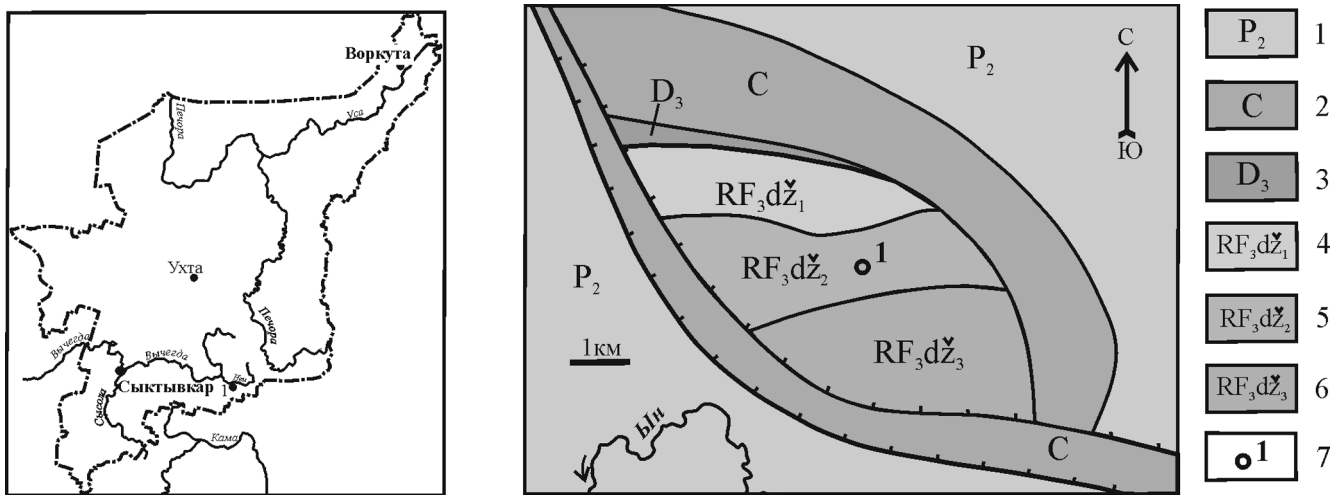


Рис. 1. Схема расположения изученного разреза (а) и схематическая геологическая карта (б) Вадьявожской структуры, по (С.И. Кириллин, 2002 г.): 1– пермская система: известняки, доломиты, гипсы, ангидриты, глины; 2 – каменноугольная система: известняки, доломиты, глинистые известняки, глины, песчаники известковистые; 3 – девонская система: известняки, доломиты; 4–6 – верхний рифей джежимская свита: 4 – нижняя подсвита, песчаники с прослоями сланцев; 5 – средняя подсвита, сланцы, металевролиты, метапесчаники, метагравелиты, брекчии; 6 – верхняя подсвита, метапесчаники, сланцы; 7 – изученный разрез

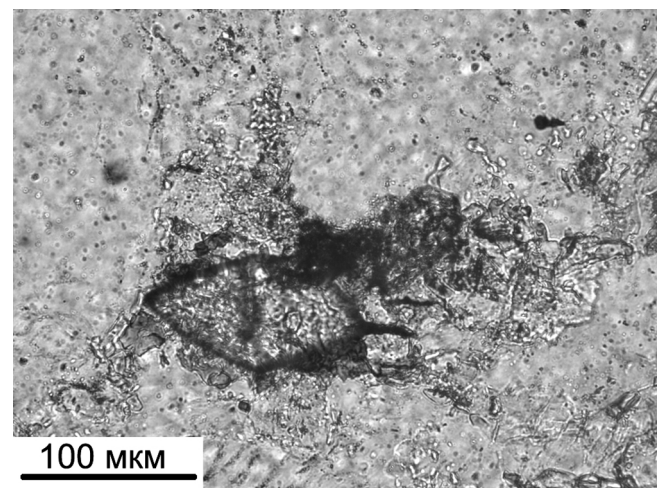


Рис. 2. Монацит в метапесчанике, обр. К-18, без анализатора

цвета, а часть зерен является поли- и мультикристаллами, сложенными субиндивидами (рис. 3). Микрочешуйчатый биотит образует объемные включения (рис. 3, а), а на поверхности зерен нередко располагаются различно ориентированные таблитчатые кристаллы мусковита (рис. 3, б). Встречено также зерно, представляющее собой обломок микрозернистой кварцевой, участками «пропитанной» монацитом породы, с частью кварцевой жилы и примазками микрозерен монацита на кристаллах кварца (рис. 3, д, е).

Внутреннее строение зерен монацита неоднородное, часто с хорошо проявленной зональностью. Во всех образцах видна достаточно однородная кайма и насыщенные включениями и порами «внутреннее зерно», форма которого не совпадает с контурами современного кристалла (рис. 4). По строению, форме и размерам этих «внутренних зерен» выделяются три типа монацитов, содержащих: 1) одно крупное идиоморфное зерно (рис. 4, а, г); 2) сросток микрозерен (рис. 4, б); 3) одно окатанное «внутреннее зерно» (рис. 4, в). Все изученные зерна в различной степени насыщены микровключениями торита, иногда представленными идиоморфными микрокристаллами размером до 10 мкм (рис. 4, г).

Составы монацитов на поверхности зерен и их внутренних частей (табл. 1 и 2) близки, что хорошо отражено на диаграмме распределения РЗЭ оксидов (рис. 5, а). Соотношение Ce:La:Nd в спектре лантаноидов отражает значительное преобладание церия над лантаном и неодимом. Изученные монациты не содержат тория или содержат его в незначительных количествах (табл. 1 и 2). Исключение составляет один замер в обр. К* 15-1 (точка 3), в которой содержание ThO₂ составляет 9,07 мас.%, что, по всей видимости, обусловлено фоновым влиянием содержащихся в зерне многочисленных микрозерен торита. В спектре лантаноидов прослеживается обратная зависимость между содержаниями La₂O₃ и Nd₂O₃, количество последнего может значительно изменяться в пределах одного зерна (табл. 1 и 2). В большинстве изученных зерен зафиксирована примесь SmO (до 4,2 мас.%) и в нескольких зернах – GdO (до 2,6 мас.%).

По соотношению главных минералообразующих элементов изученные монациты соответствуют Ce–La-монациту, а два состава (обр. KB 2-2 и KB* 2-5) – неодимовому (табл. 2, рис. 5, б). Незначительное колебание содержания минералообразующих окислов, в том числе в пределах одного зерна, характерно для внутренних частей зерен, а состав поверхности относительно однороден, что указывает на одинаковые условия их формирования. Сходство химического состава позволяет считать, что изученные монациты имеют единый источник сноса. Присутствие окатанных и неокатанных «внутренних» зерен объясняется локальными различиями гидродинамических условий, поскольку слабая устойчивость монацита к выветриванию не предполагает дальнюю транспортировку этого минерала.

Обсуждение результатов

Составы исследованных нами зерен по соотношению основных элементов и примесей значительно отличаются от известных метаморфогенных, гидротермальных и гидротермально-метасоматических монацитов Приполярного Урала и Среднего Тимана (Юшкин, Котов, 1987; Швецова, 1994; Хазов, 2001; Козырева и др., 2003; Кунц, Козырева, 2007; Ковальчук и др., 2011; Швецова и др., 2012; Макеев, Вирус, 2013; Удоратина и др., 2015) и сходны с бес-ториевыми монацитами из алевросланцев среднерифейского Шатакского пикрит-базальт-риолитового комплекса западного склона Южного Урала (Ковалев и др., 2009), а также с монацитом из нижнеордовикских гравелитов хр. Сабля, источником которых были биотитовые граниты венд-раннекембрийского сальнеро-маньхамбовского комплекса (Никулова и др., 2014). Для изученных монацитов характерны отсутствие редких земель иттриевой группы, относительно постоянное содержание церия и колебание содержаний примесей, что позволяет соотнести их с «ранней генерацией гранитных монацитов, включенных в биотит и калиевый полевой шпат» (Ляхович, 1968). Геохимические особенности пород джежимской свиты, присутствие обломков полевошпат-кварцевых кристаллических пород, обломочного биотита и включений этого минерала в исследованные зерна монацита, свидетельствуют о том, что в формировании их состава принимали участие слабо измененные выветриванием граниты (Никулова, 2017), которые, по нашему мнению, и являлись вероятным источником обломочного монацита.

Заключение

Зональное строение зерен монацита позволяет считать, что формирование их современного облика проходило в несколько этапов, первым из которых было образование монацита в гранитах и переотложение их в осадочную породу. Окончательное формирование вещественного состава терригенной породы происходило под влиянием постдиагенетических процессов, в том числе связанных с воздействием гидротермальных растворов при образовании в ранней юре кварцевых жил. Гидротермальная переработка привела к перераспределению тория и образованию на поверхности зерен монацита микрокристаллов торита. На этом этапе частично растворенные зерна обломочного монацита изменили форму поверхности за счет нарастания регенерационной каймы и приобрели современный облик.

Таким образом, геологическая позиция, особенности формирования состава и постдиагенетических преобразований вмещающих монацит пород не дают оснований предполагать наличие сколь-либо существенных концентраций монацита и других РЗЭ, характерных для разновозрастных разре-

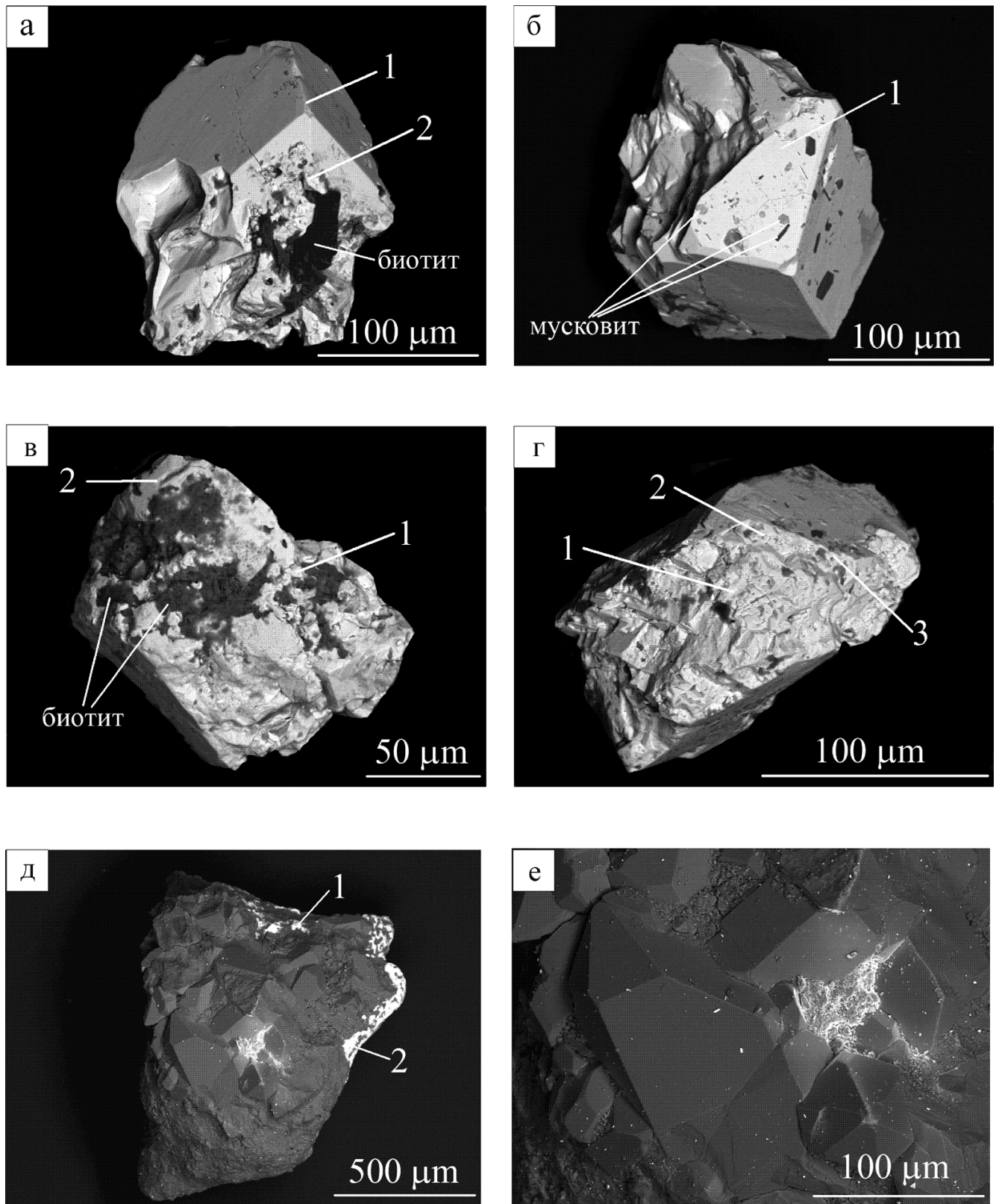


Рис. 3. Монацит из песчаников джежимской свиты: а, б – обломки простых двойников: а – с включениями биотита, обр. КВ-2-5; б – с табличчатыми кристаллами мусковита, обр. К-15-1; в – поликристалл с включениями биотита, обр. КВ-2-1; г – обломок призматического кристалла со спайностью по (001) КВ 2-6; д – фрагмент породы с кварцем и монацитом, обр. К-20-1; е – взаимоотношение кварца и монацита (светлое), обр. К 20-1. Все фотографии выполнены в режиме упруго отраженных электронов, цифрами обозначены точки, в которых проведены измерения

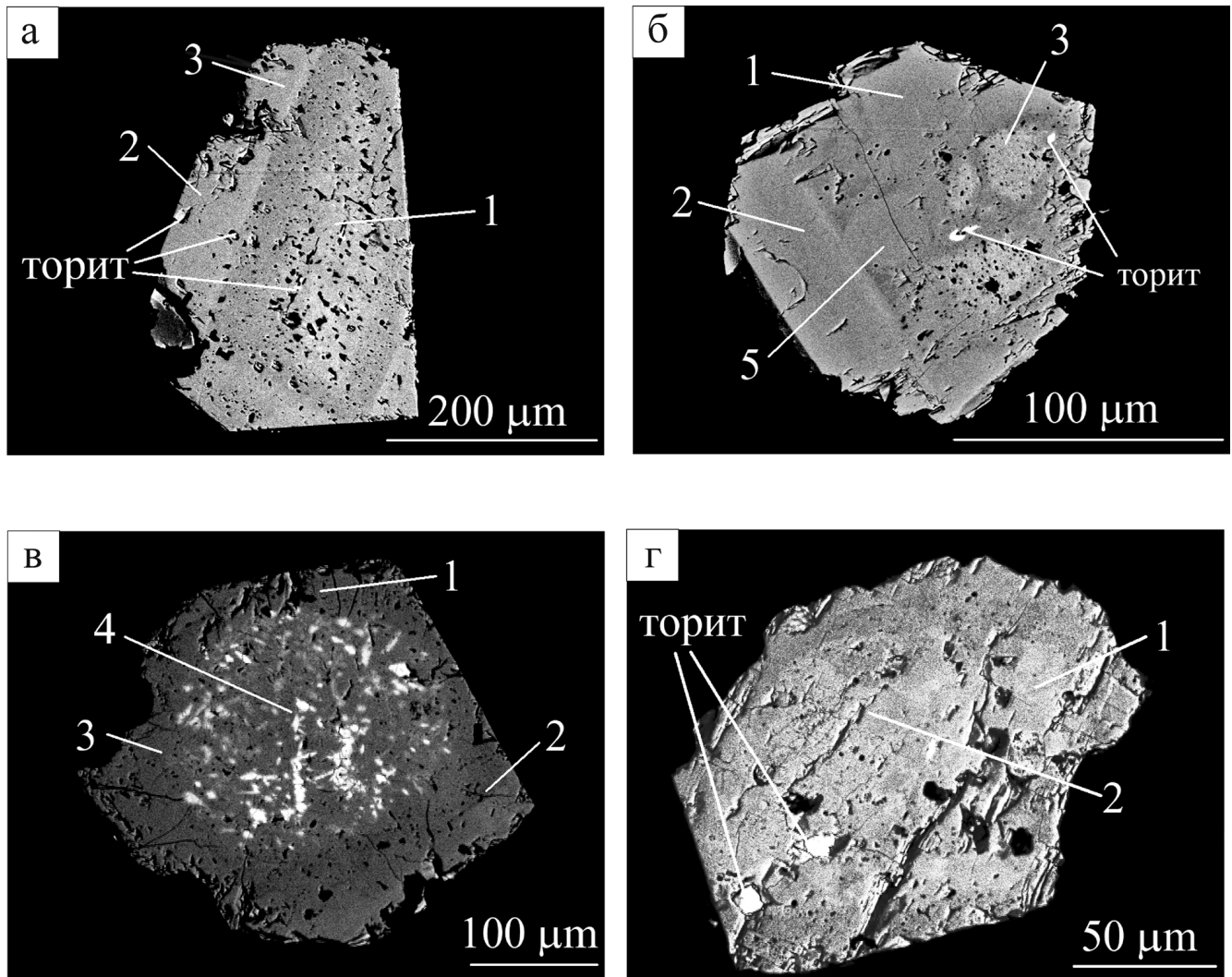


Рис. 4. Внутреннее строение зерен монацита: а – контур монокристалла, обр. К*15-3; б – сросток микрозерен, обр. КВ*15-1; в – окатанное зерно, обр. К*15-5; г – монокристалл с включениями торита, обр. КВ*2-6. Все фотографии выполнены в режиме упруго отраженных электронов, цифрами обозначены точки, в которых проведены измерения

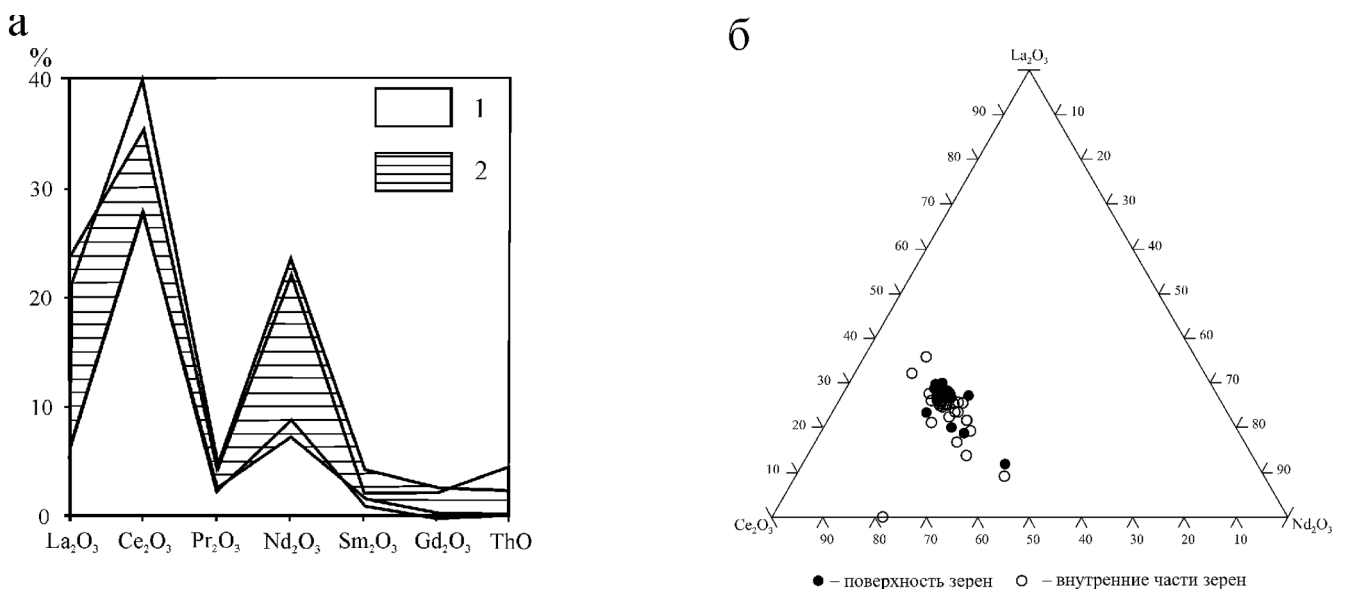


Рис. 5. Распределение РЗЭ: 1 – замеры на поверхностях зерен; 2 – замеры на внутренних частях зерен (а) и диаграмма Ce:La:Nd (б) для исследованных монацитов

Таблица 1

Химический состав поверхности зерен монацита, мас.%

№ п/п	№ обр.	№ точки	P ₂ O ₅	CaO	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Gd	ThO ₂	Сумма	Ce:La:Nd
1	KB 2-1	2	28,52	0,63	18,85	35,54	4,79	11,67	0	0	0	100	1,89:1:0,62
2	KB 2-2	2	30,12	0,58	12,78	34,9	3,22	15,72	1,95	0	0	99,27	2,73:1:1,23
3		3	30,23	0,5	17,55	33,88	3,83	12,67	0	0	2,07	100,73	1,93:1:0,72
4		4	34,23	0,93	6,84	27,38	4,9	21,95	1,62	0	1,47	99,32	4,00:1:3,21
5		5	32,44	1,39	10,9	30,67	5,11	15,93	2,02	0	1,54	100	2,80:1:1,46
6	KB 2-3	1	28,34	0,17	19,39	35,45	3,83	12,82	0	0	0	100	1,83:1:0,66
7		2	30,6	0	18,3	34,54	2,2	12,22	2,14	0	0	100	1,89:1:0,67
8		3	27,29	0,45	17,64	33,81	4,47	12,88	2,23		1,24	100,01	1,92:1:0,73
9		7	28,83	0,98	19	34,85	3,52	12,85	0	0	0	100,03	1,84:1:0,68
10	KB 2-4	2	26,34	0	17,22	33,73	4,46	12,35	2,21	2,14	1,51	99,96	1,96:1:0,71
11		3	27,76	0	16,68	32,18	3,15	13,17	1,66	0	0	94,6	1,92:1:0,79
12		9	29,52	0	16,74	32,62	4,24	13,01	1,45	0	0	97,58	1,95:1:0,78
13		10	27,31	0	16,02	39,6	2,9	12,36	0,88	0	0	99,07	2,47:1:0,76
14	KB 2-5	1	33,66	0	15,94	29,01	3,41	11,45	1,71	0	0	95,18	1,82:1:0,72
15		2	31,29	1,7	16,28	28,7	3,77	14,47	2,66	0	0	98,87	1,76:1:0,89
16	KB 2-6	1	28,01	0	18,23	35,78	3,85	11,93	2,17	0	0	99,97	1,96:1:0,66
17		2	30,48	0	17,92	35,38	3,56	12,64	0	0	0	99,98	1,97:1:0,70
18		3	28,56	0	18,21	33,15	5,03	12,71	2,32	0	0	99,98	1,82:1:0,70
19	K 15-1	1	29,95	0	19,05	35,41	4,37	11,19	0	0	0	99,97	1,86:1:0,59
20	K 15-2	1	31,45	0	17,71	32,99	4,48	13,35	0	0	0	99,98	1,86:1:0,76
21	K 15-3	1	32,21	0	18,58	32,84	4,98	11,36	0	0	0	99,97	1,77:1:0,61
22		2	29,1	0	20,28	34,86	3,71	12,02	0	0	0	99,97	1,72:1:0,59
23		3	27,69	0	18,04	33,59	3,88	11,13	1,95	0	0	96,28	1,86:1:0,62
24	K 15-4	1	26,13	0	19,37	35,26	4,6	13,01	1,6	0	0	99,97	1,82:1:0,68
25		2	24,98	0	20,24	37,43	3,28	12,53	1,5	0	0	99,96	1,85:1:0,64
26	K 15-5	1	25,94	0,52	19,42	36,28	3,82	13,99	0	0	0	99,97	1,87:1:0,72
27		2	33,64	0	16,6	33,38	2,87	11,8	1,68	0	0	99,97	2,01:1:0,71
28	KB 20	1	33,89	0,3	16,19	28,8	3,33	8,95	0	—	—	101,2	1,78:1:0,55

Таблица 2

Химический состав внутренних частей зерен монацита, мас.%

№ п/п	№ обр.	№ точки	P ₂ O ₅	CaO	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Gd	ThO ₂	сумма	Ce:La:Nd
1	КВ* 2-1	1	31,73	0	16,58	32,68	2,93	13,63	1,89	1,6	0	101,04	1,97:1:0,82
2		2	28,62	0	16,2	32,11	2,91	13,63	1,38	0	0	94,85	1,98:1:0,84
3		3	29,37	0,42	10,36	31,84	4,79	16,35	2,04	0	1,22	96,39	3,11:1:1,58
4	КВ* 2-2	1	28,42	0,43	12,41	30,53	5,06	17,81	2,53	1,78	1,7	100,67	2,46:1:1,43
5		2	31,73	0	14,51	31,56	0	17,39	3,13	0	1,66	99,98	2,17:1:1,20
6	КВ* 2-3	1	30,65	0	17,46	32,71	4,08	13,29	3,15	0	1,15	102,49	1,87:1:0,76
7		2	30,08	0,36	14,52	30,24	3,1	14,22	2,55	0	4,89	99,96	2,08:1:0,98
8		3	28,57	0	16,86	33,77	3,71	13,15	2,15	0	0	98,21	2,00:1:0,78
9	КВ* 2-4	1	29,43	0	16,76	33,06	4,08	12,96	0	0	2,56	98,85	1,97:1:0,77
10		2	32,18	0,41	16,62	33,85	0	12,87	0	0	4,22	100,15	2,04:1:0,77
11		3	29,36	0	13,66	29,91	4,46	16,34	2,54	0	2,36	98,63	2,19:1:1,20
12	КВ* 2-5	1	30,54	1,3	6,11	28,14	4	23,47	4,35	2,06	0	99,97	4,59:1:3,82
13		2	30,34	1,49	15,33	34,21	3,32	15,29	0	0	0	99,98	2,23:1:1,00
14		3	28,24	0,48	15,21	31,42	3,2	12,37	2,09	0	2,86	95,87	2,06:1:0,81
15	КВ* 2-6	1	30,0	0	14,83	30,58	2,48	14,84	2,33	2,6	2,29	99,95	2,06:1:1
16		2	29,01	0	16,75	30,73	2,62	12,12	1,84	0	1,33	94,4	1,85:1:0,72
17	К* 15-1	1	30,75	0	19,65	33,43	3,91	12,24	0	0	0	99,98	1,70:1:0,62
18		2	29,93	0,51	16,07	31,09	3,6	12,18	1,86	0	0	95,24	1,96:1:0,76
19		3	29,53	0,69	20,11	33,48	0	7,09	0	0	9,07	99,97	1,67:1:0,35
20		5	30,59	0	17,12	33,46	2,39	12,92	2,26	0	0	98,74	1,95:1:0,76
21	К* 15-2	1	30,8	0	17,78	34,85	4,18	12,83	0	0	0	100,44	1,96:1:0,72
22		3	30,1	0	13,99	35,65	3,34	12,91	0	0	0	95,99	2,55:1:0,92
23		4	30,3	0,44	9,01	32,3	3,73	18,87	2,22	0	0	96,87	3,59:1:2,09
24	К* 15-3	1	29,8	0	17,61	33,4	3,05	12,27	2,05	0	0	98,18	1,90:1:0,70
25		2	31,1	0	18,01	32,35	2,59	12,76	2,17	2,04	0	101,02	1,79:1:0,70
26		3	30,11	0,33	18,53	34,94	3,12	10,97	0	1,56	0	99,56	1,88:1:0,59
27	К* 15-4	2	28,57	1,81	23,25	31,99	3,17	7,86	0	0	1,9	98,55	1,38:1:0,34
28		3	29,79	0	17,79	35,61	4,07	11,89	1,75	0	0	100,9	2,00:1:0,67
29		5	28,89	0	16,01	29,45	3,14	14,8	3,1	0	0	95,39	1,85:1:0,92
30	К* 15-5	1	30,11	0,59	17,43	34,3	4,41	13,14	0	0	0	99,98	1,96:1:0,75
31		2	30,39	0,33	16,74	32,15	4,16	11,84	1,94	0	2,4	99,95	1,92:1:0,71
32		3	31,55	0,41	17,04	31,35	0	14,8	2,9	0	1,91	99,96	1,84:1:0,87
33		4	29,98	0,6	16,02	30,67	2,61	14,12	1,99	0	0	95,99	1,91:1:0,88

зов в более северных районах Тимана. Остается открытым вопрос о месте расположения размываемого гранитного массива, выявление которого даст

возможность для установления направления миграции обломков при проведении палеогеографических реконструкций.

ЛИТЕРАТУРА

- Жарков В.А., Швецова И.В.* Крупнокристаллический монацит из кайнозойских отложений в районе ручья Вадьявож (Немская возвышенность, Южный Тиман) // Сыктывкарский минералогический сб. № 28 / Ред. Н.П. Юшкин, А.М. Асхабов, В.И. Ракин. Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Вып. 101. Сыктывкар, 1999. С. 172–178.
- Ковалев С.Г., Тимофеева Е.А., Пиндюрина Е.О.* Монацитовая минерализация западного склона Южного Урала // Геологический сб. № 8. Информационные мат-лы Ин-та геологии Уфимского НЦ РАН. 2009. С. 138–144.
- Ковальчук Н.С., Шуმიлова Т.Г., Козырева И.В.* Морфология и особенности химического состава монацита в карбонатитах Косьюсского массива (Средний Тиман) // Изв. Коми НЦ УрО РАН. 2011. Вып. 1 (5). С. 49–53.
- Козырева И.В., Юдович Я.Э., Швецова И.В., Кетрис М.П., Ефанова Л.И.* Глиноземистые породы Приполярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 101 с.
- Куниц А.Ф., Козырева И.В.* Монацитовая минерализация Североуральско-Тиманского региона // Минералогия Урала-2007. 20–25 августа 2007 г. / Ред. В.Н. Анфилогов. Миасс: Ин-т минералогии УрО РАН, 2007. С. 237–240.
- Ляхович В.В.* Акцессорные минералы, их генезис, состав, классификация и индикаторные признаки. М.: Наука, 1968. 275 с.
- Макеев А.Б., Вирюс А.А.* Монацит проявления Итчеью (состав, минералогия, возраст) // Изв. вузов. Геол. и разведка. 2013. № 3. С. 10–15.
- Никулова Н.Ю.* Вещественный состав и особенности формирования метасадочных пород фундамента Вадьявожского выступа (Немская возвышенность, Южный Тиман) // Регион. геол. и металлогения. 2017. № 69. С. 23–32.
- Никулова Н.Ю., Филиппов В.Н., Швецова И.В.* Использование типохимических особенностей монацита для установления стратиграфической принадлежности терригенных пород хр. Сабля (Приполярный Урал) // Вестн. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 8 (236). С. 12–15.
- Тиманский кряж. Т. 2. Литология и стратиграфия, геофизическая характеристика Земной коры, тектоника, минерально-сырьевые ресурсы / Ред. Л.П. Шилов, А.М. Плякин, В.И. Алексеев. Ухта: УГТУ, 2009. 460 с.
- Удортрина О.В., Вирюс А.А., Козырева И.В., Швецова И.В., Капитанова В.А.* Возраст монацитов жильной серии четласского комплекса (Средний Тиман): Th-U-Pb данные // Вестн. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. 2015. № 3. С. 23–29.
- Швецова И.В.* Апатит и монацит в бокситоносных корах выветривания на Среднем Тимане // Минералы и минеральные месторождения европейского северо-востока России. Минералогический сборник № 23 / Ред. Н.П. Юшкин, С.К. Кузнецов. Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Вып. 83. Сыктывкар, 1994. С. 93–101.
- Швецова И.В., Козырева И.В., Никулова Н.Ю.* Особенности фракционирования лантаноидов в монацитах как индикатор процессов минералообразования // Кристаллическое и твердое некристаллическое состояние минерального вещества: проблемы структурирования, упорядочения и эволюции структуры. Мат-лы минералогического семинара с международным участием. Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 4–7 июня 2012 г. Сыктывкар: Геопринт, 2012. С. 209–211.
- Хазов А.Ф.* REE-минерализация в сланцах мороинской свиты как возможный фактор обогащения золотоносных кор выветривания редкими землями // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента / Ред. И.Н. Бурцев. Мат-лы 10-й науч. конф. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. 5–6 декабря 2001 г. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 212–215.
- Юшкин Н.П., Котов А.А.* Черный монацит («куларит») Тимана // Минералогия рудоносных территорий европейского северо-востока СССР / Ред. Н.П. Юшкин, А.Б. Макеев. Сыктывкар: Коми НЦ УрО АН СССР, 1987. С. 58–68.

Сведения об авторах: *Никулова Наталия Юрьевна* – докт. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотр. лаб литологии ИГ Коми НЦ УрО РАН, e-mail: nikulova@geo.komisc.ru; *Козырева Ирина Владимировна* – канд. геол.-минерал. наук, уч. секретарь ИГ Коми НЦ УрО РАН, e-mail: kozyreva@geo.komisc.ru; *Филиппов Василий Николаевич* – ст. науч. сотр. лаб. экспериментальной минералогии ИГ Коми НЦ УрО РАН, e-mail: vnfilippov@geo.komisc.ru