

**ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИРКОНА ИЗ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ
ИЧЕТЬЮ (СРЕДНИЙ ТИМАН)**

А.О. Красоткина

Научный руководитель профессор С.Г. Скублов

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Полиминеральное рудопоявление Ичетью представляет горизонт с пятнисто-струйчато-линзовидной морфологией рудных тел и выдержанной мощностью от 0.2 до 1.5 м. Рудопоявление сложено кварцевыми песчаниками, гравелитами, конгломератами и конглобрекциями. Вероятным источником циркона являются породы фундамента Среднего Тимана. Цель исследования – установление типоморфных особенностей редкоэлементного состава циркона и их связь с генезисом минерала.

Объектом настоящего исследования послужил циркон, выделенный из пробы МУ-08-4 и ПМС-239. Примерно половина кристаллов имеют изометричные формы, другие – слабо удлинённые, умеренно и слабо окатанные. Удлиненные кристаллы циркона, как правило, демонстрируют в катодолуминесценции (CL) магматическую осцилляционную зональность.

С помощью ионного микрозонда в зернах циркона было определено содержание редких и редкоземельных элементов. Для многих зерен характерно относительно низкое содержание Y + REE в интервале от 92 до 8890 ppm, коррелирующее с содержанием P. Полученные данные согласуются с результатами исследования возраста и геохимии циркона из вышележащего конглобрекциевого горизонта проявления Ичетью и четлашских лампрофиров [1]. Это доказывает единый источник циркона двух промышленных объектов, при этом не исключено, что циркон поступал из разных по глубине уровней нижележащего кристаллического фундамента.

Зоны изменения циркона имеют темный оттенок в BSE, приурочены к краевым участкам зерен (постепенное замещение каймы – точка Z66-2, рис., а) или к центральной части зерна (точка Z411-2, рис., в). В последнем случае можно отметить, что изменение центральной части зерна вызвано поступлением гидротермальных растворов по системе трещин, которые соединяют краевую и центральную части зерна.

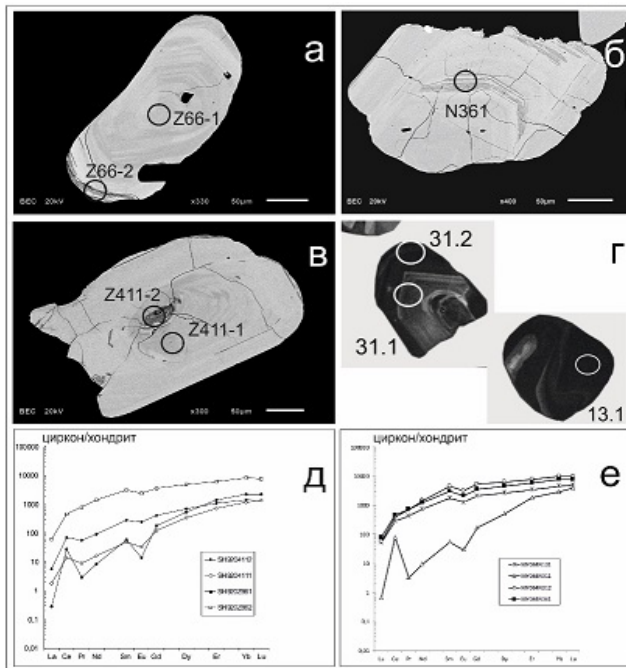


Рис. Изображения (а – в) зерен циркона рудопоявления Ичетью в обратно-отраженных электронах (BSE); изображения (г) зерен циркона в катодолуминесценции; спектры REE зерен (д, е)

Спектры распределения REE (рис., д) в неизменных частях циркона имеют типичный для циркона магматического генезиса дифференцированный характер с увеличением содержания от легких к тяжелым REE и четко выраженными положительной Ce-аномалией ($Ce/Ce^* = 9,94$) и отрицательной Eu-аномалией (Eu/Eu^* составляет в среднем 0.50). Суммарное содержание REE – 8131ppm, среднее содержание Y составляет 2446, P – 1484, Ca – 408, Ti – 111 ppm.

По среднему составу (таблица) зоны изменения отличаются от неизменных зон циркона повышенным содержанием суммы REE, Y, P, Ca, Ti. В процессе гидротермального изменения циркона содержание HREE увеличивается примерно в 3 раза, LREE – в 20 раз. Происходит выполаживание всего спектра REE, редуцирование Ce- и Eu-аномалий. Следует отметить, что содержание U, увеличиваясь в 2-3 раза, в измененных участках, но не превышает 915 ppm (табл.), что отличает зоны изменения от типичного метамиктного циркона. Рост содержания Y в среднем от 788 до 8892 ppm коррелируется с увеличением содержания P (126 и 5518 ppm), что согласуется с выделенным ранее особым Y-HREE-P геохимическим типом иттриевых цирконов [2].

В зернах циркона из пробы МУ-084 также были определены 2 зоны, отличающиеся содержанием редких элементов. Неизменные участки зерен отвечают пониженным содержаниям редких элементов и в большинстве случаев приурочены к центральным частям зерен.

Измененные участки зерен циркона отличаются повышенным содержанием REE – от 3390 до 7617 ppm (что превышает содержание REE в неизменных участках более, чем в 3 раза), положим спектром их распределения (рис., е). Проявлена положительная Ce-аномалия (Ce/Ce^* в среднем 1,94) и отрицательная Eu-аномалия ($Eu/Eu^* = 0.65$). Суммарное содержание Ca, Y, Ti и других элементов в измененных зонах также превышает содержание в неизменных зонах в десятки раз.

Таблица

Распределение редких и редкоземельных элементов (ppm) в цирконе из проявления Ичетью

Компоненты	SH920				MY084			
	Z4112	Z4111	Z661	Z662	N311	N312	N361	N131
La	1.32	0.42	0.07	14.3	0.16	13.7	18.8	12.4
Ce	42.1	8.64	16.5	278	48.4	244	287	174
Pr	5.07	0.82	0.26	74.3	0.30	66.1	67.4	39.9
Nd	41.5	7.34	3.77	637	4.41	665	571	340
Sm	40.7	7.07	8.58	456	8.05	665	462	261
Eu	13.7	1.86	0.78	132	1.66	181	121	71.6
Gd	82.0	24.0	35.4	719	33.9	1071	710	424
Dy	167	82.5	130	1211	126	1569	1127	659
Er	171	115	222	989	292	1267	949	548
Yb	229	189	356	1308	475	1632	1270	738
Lu	33.7	32.8	54.9	187	95.6	244	190	121
Y	1193	788	1365	6438	1614	8775	90.6	107
Li	13.8	19.9	1.47	12.5	35.5	51.2	3656	2190
P	551	426	297	4517	352	4627	1686	1044
Ca	93.7	21.7	15.6	1502	0.53	2569	280	141
Ti	28.5	9.57	32.2	376	22.2	446	10.2	6.14
Sr	2.01	1.12	1.10	7.73	0.11	35.7	6353	3643
Nb	74.1	87.1	71.4	135	12.6	151	69.9	46.6
Ba	10.6	5.43	4.18	44.7	1.81	167	44.7	26.5
Hf	9735	9771	8268	11737	7981	12360	10747	17029
Th	173	75.6	91.1	432	159	766	749	156
U	371	435	275	915	403	1726	1128	1229
Th/U	0.47	0.17	0.33	0.47	0.39	0.44	0.66	0.13
Eu/Eu*	0.72	0.43	0.14	0.70	0.31	0.65	0.65	0.66
Ce/Ce*	3.94	3.57	30.2	2.06	53.8	1.96	1.95	1.90
ΣREE	828	469	828	6006	1086	7617	5772	3390
ΣLREE	90.0	17.2	20.6	1004	53.2	989	944	566
ΣHREE	683	443	798	4415	1023	5783	4245	2491

В группу LREE входят элементы от La до Nd, в группу HREE - от Gd до Lu. В сумму REE входят HREE, LREE и дополнительно MREE (от Sm и Eu).

Установленные особенности изменения состава циркона из конглобрекций Ичетью (значительный привнос Y, REE, P, Ca при подчиненном увеличении содержания Th и U) свидетельствуют о гидротермально-метасоматическом преобразования циркона и подкрепляют точку зрения об эндогенном генезисе проявления Ичетью.

Литература

1. Макеев А.Б., Красоткина А.О., Скублов С.Г. Геохимия и U-Pb возраст циркона Пижемского титанового месторождения (Средний Тиман) // Вестник Института геологии Коми НЦ Уро РАН. – 2016. – № 5. – С. 38 – 52.
2. Макеев А.Б., Скублов С.Г. Иттриево-редкоземельные цирконы Тимана: геохимия и промышленное значение // Геохимия. – 2016. – № 9. – С. 821 – 828.