

ЦИРКОНОЛОГИЯ КАРБОНАТИТОВ ВИШНЕВОГОРСКОГО МАССИВА (Ю. УРАЛ)

А. А. Краснобаев, И. Л. Недосекова, С. В. Бушарина

Исследованы цирконы карбонатитов (пр. К 1721а) корневой части Вишневогорского массива (подинтрузивный субкомплекс), подробно охарактеризованного ранее [1–3].

Размер кристаллов цирконов достигает 0.8–1 мм, окраска от “бесцветной” до светло-коричневой – бурой, прозрачные или замутненные. Большая часть кристаллов имеет округлый до “неправильного” облик, у субидiomорфных зерен просматривается дипирамидальный. В целом – по внешним признакам цирконы карбонатитов представляют полигенную ассоциацию, сохранившую признаки роста, дробления и метасоматических преобразований.

Данные CL (рис. 1) проясняют причины гетерогенности цирконов. Реально выделяется три типа кристаллов, каждому из которых свойственны свои отличительные особенности. К I типу относятся зерна, для которых CL не характерна – она или очень слабая, или отсутствует (подобно 9, рис. 1), а ко II – кристаллы с отчетливой люминесценцией (3, 5, 8; рис. 1). Сосуществование I и II типов в объеме

отдельных кристаллов порождает синтетический (III) тип, представленный зернами 1, 2, 10 (рис. 1). Подобное сплошное строение кристаллов – результат неполного преобразования (диафтореза) ранних генераций (I), обусловленного постепенным замещением их материалом цирконов II.

Геохимия цирконов выделенных типов также весьма показательна и неординарна. Для цирконов I, присутствующих как в виде отдельных зерен, так и представленных их реликтами (1.1, 2.1, 10.1, 4 и 9; рис. 1, табл. 1) содержания U и Th варьируют в интервалах 233–627 ppm и 312–1354 ppm соответственно. Качественно иная специфика цирконов II – они содержат U от 3 до 25 ppm, Th – от 4 до 28 ppm. Отсюда становится очевидной причина их различного свечения в катодных лучах. При этом составы различных фаз гетерогенных кристаллов III типа демонстрируют (рис. 1) отчетливое рафинирование (очистку) цирконов I типа: из сопоставления параметров различных участков видно, что у кристалла 1 (анализы 1.1 и 1.2) снижение U про-

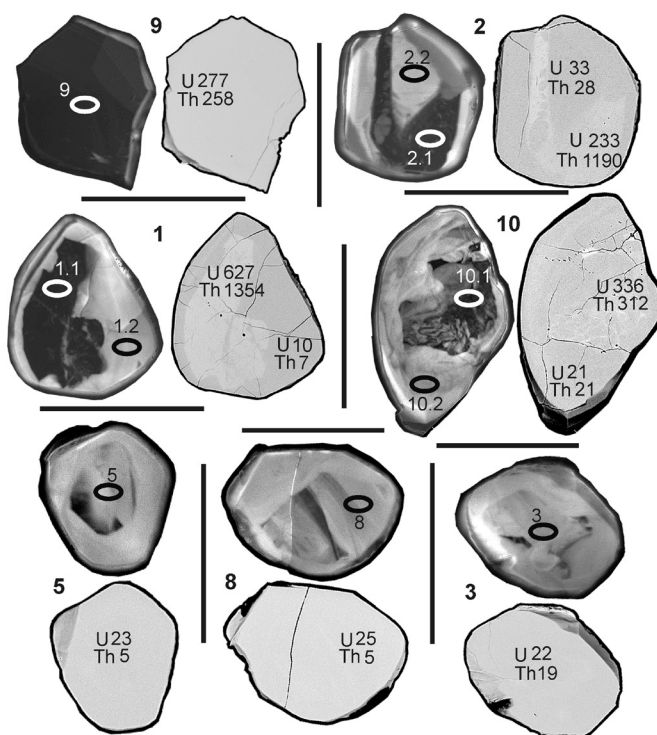


Рис. 1. Особенности строения цирконов карбонатитов по данным CL и BSE.

Цифры соответствуют табличным номерам кристаллов, точкам анализов и содержаниям U и Th (ppm).

Таблица 1. U-Pb данные для цирконов карбонатитов Вишневогорского массива (К 1721а)

Анализ кратер	²⁰⁶ Pbс, %	Содержание, ppm			²³² Th ²³⁸ U	Возраст, млн. лет (1) ²⁰⁶ Pb ²³⁸ U	D, %	Изотопные отношения					
		U	Th	²⁰⁶ Pb*				²⁰⁷ Pb*/ ²⁰⁶ Pb*, ±%	²⁰⁷ Pb*/ ²³⁵ U, ±%	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U, ±%			
6	15.59	3	4	0.22	1.76	512±99	546	0.27	42	3.1	47	0.083	20
7	14.04	10	4	0.67	0.44	414±69	479	0.15	76	1.4	78	0.066	17
1.2	23.70	10	7	0.58	0.71	312±62	895	0.24	52	1.62	56	0.05	20
10.2	13.67	21	21	0.94	1.05	288±38	684	0.142	63	0.9	65	0.0457	13
3	8.06	22	19	1.30	0.88	385±26	119	0.067	79	0.57	80	0.0615	7
5	13.48	23	5	1.18	0.21	331±29	159	0.068	99	0.49	99	0.0526	8.9
8	6.53	25	5	1.42	0.20	382±21	183	0.075	54	0.63	54	0.061	5.8
2.2	15.18	33	28	2.01	0.87	370±33	284	0.09	81	0.73	81	0.059	9.1
2.1	2.23	233	1190	13.30	5.28	405±8	51	0.0602	12	0.537	12	0.0648	2
9	1.20	277	258	15.40	0.96	398±8	-46	0.0504	9.4	0.443	9.6	0.0638	2
10.1	1.03	336	312	17.10	0.96	366±7	49	0.0585	9.3	0.471	9.5	0.0584	2
4	0.53	494	1124	27.50	2.35	403±7	3	0.0551	3.4	0.489	3.9	0.0644	1.9
1.1	0.94	627	1354	32.50	2.23	374±7	16	0.0555	4.2	0.457	4.6	0.0597	1.9

Примечание. Погрешность ±1σ, Pbc и Pb* – общий и радиогенный свинец, ошибка калибровки стандарта – 0.61%, (1) – коррекция по ²⁰⁴Pb, D – дискордантность.

изошло от 627 до 10 ppm, Th – от 1354 до 7 ppm; у кристалла 2 (2.1–2.2) U от 233 до 33 ppm, Th – от 1150 до 28 ppm. Подобная ситуация и с кристаллом 10 (10.1–10.2). “Конечным” продуктом подобных преобразований могут служить (табл. 1) кристаллы 7 (U – 10 ppm, Th – 4 ppm) и 6 (U – 3 ppm, Th – 4 ppm). При этом необходимо подчеркнуть, что в цирконах II типа, несмотря на их повышенную стерильность относительно U и Th, часто сохраняются “тени” ранних фаз (3, 5, 8; рис. 1), подтверждая тем самым их полигенность и сложную эволюцию. По сопоставлению данных BSE также следует, что “стерильные” кристаллы достаточно однородны (структурные различия не фиксируются), тогда как у гетерогенных III типа (1, 2, 10) ранняя фаза может обособляться системами трещин, поскольку обладает повышенной метамиктностью и, соответственно, пониженной плотностью (“рыхлостью”).

Итог сказанному подводят возрастные данные (табл. 1, рис. 2). Распределение анализов в координатах Pb²⁰⁶/U²³⁸–Pb²⁰⁷/U²³⁵ указывает на существенные вариации изотопных отношений и их повышенную дискордантность. При этом обращает внимание и обособленность цирконов различных типов. Для высокоурановых (10.1, 1.1, 9, 4 и 2.1) разностей возраст определяется значением T₂ = 388 ± 13 млн. лет, причем для наиболее сохранившихся из них (4, 9 и 2.1) оно возрастает до T₂¹ = 402 ± 9 млн. лет. Это значение может рассматриваться как наиболее достоверное для ранней генерации цирконов карбонатитов, и, возможно, самих карбонатитов. Все низкоурановые цирконы II типа образуют довольно компактную группу с возрастом T₁ = 359 ± 24 млн. лет, причем это касается и отдельных кристаллов, и новообразованных фаз. Если исключить самые низкоурановые разности (1.2, 6 и 7), то возрастные значения практически не изменятся (T₁¹ = 359 ± 25 млн. лет), но заметно улучшаться и MSWD (с 3.1 до 1.2),

и вероятность (с 0.076 до 0.26). Отсюда следует вывод о связи всех низкоурановых цирконов с единым геологическим процессом, и тогда сообщество ранних–поздних генераций (I и II типов) можно рассматривать как показатель их двухэтапной эволюции (образование–преобразование), которая присуща и самим карбонатитам Вишневогорского массива. Напомним, что ранее [4] для цирконов из карбонатитов Ильменогорского (?) массива были получены две датировки: 432 ± 12 млн. лет (интерпретируется как возраст образования пород) и 261 ± 6 млн. лет (отвечает герцинскому метаморфизму и складчатости).

Сопоставление изотопных параметров различных типов цирконов, особенно значений их дискордантности (табл. 1) демонстрирует резкое ее возрастание у кристаллов II типа. По-видимому, это связано не только с малыми содержаниями U (соответственно и радиогенных изотопов Pb), но и с возросшим влиянием обычного Pb (табл. 1), и, возможно, с неадекватным (непропорциональным) смешением изотопных систем в процессах замещения.

Предварительные выводы. Довольно четко установлены два этапа в эволюции цирконов карбонатитов – 402 ± 9 млн. лет и 359 ± 25 млн. лет. Первая из датировок может отождествляться с возрастом карбонатитов, вторая – с их диафорезом. Сопутствующие заключения этого вывода содержат и элемент неопределенности, связанный с особенностями цирконов II. Их свойства, рассмотренные выше, позволяют рассматривать все низкоурановые разности, как результат преобразования (!) цирконов I типа. Необходимо отметить, что в подинтрузивном комплексе отмечены аналогичные закономерности в поведении урана для пироксенов – красные низкоурановые пироксены из поздних карбонатитов II стадии содержат ядра (ранние генерации) черных высокоурановых пироксенов карбонатитов I стадии [Левин и др., 1997]. Из всего выше-

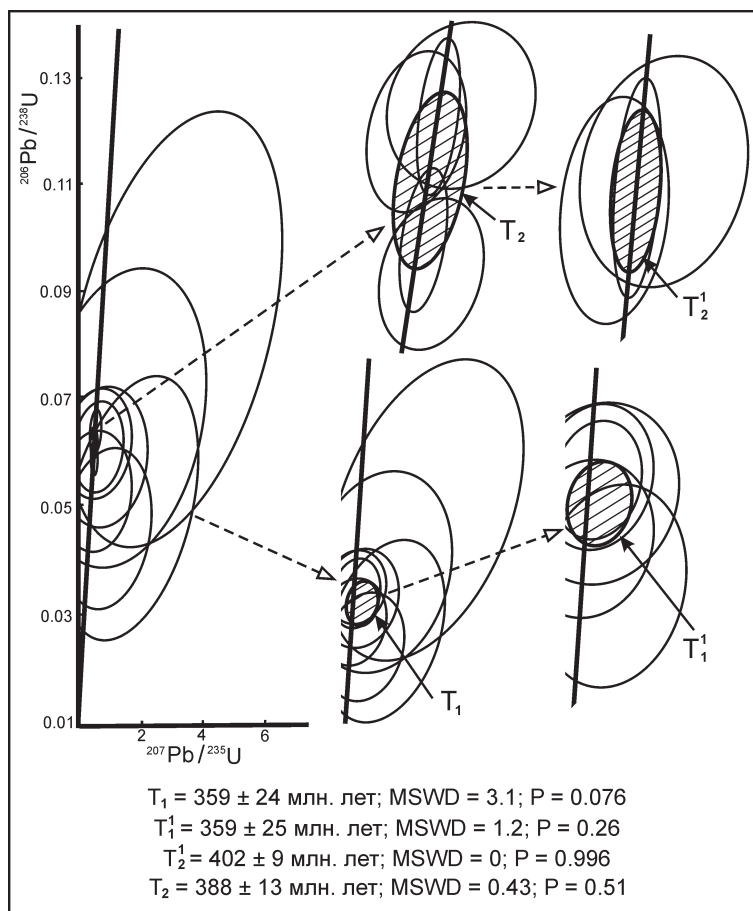


Рис. 2. U-Pb возраст цирконов карбонатов (P – вероятность).

сказанного следует, что собственно карбонатитовых цирконов с возрастом 359 ± 25 млн. лет не существует. Вывод неординарный, поскольку в других породах Ильменских гор, включая миаскиты, этот возрастной рубеж трассируется и различными методами, и, соответственно, новообразованными минеральными парагенезисами (включают цирконы, монациты, сфены, слюды). Источником преобразования ранних цирконов могли быть только стерильные (!) относительно U и Th растворы, в которых эти цирконы оказались неустойчивыми, что и привело к их рафинированию. Нет уверенности, что, и сами цирконы I типа возникли в карбонатитах, как собственные первичные минералы, сингенетичные порообразующим карбонатам. Основанием для этого служит присутствие цирконов I типа, как обособленных зерен, так и в виде обломков, т.е. фрагментов более крупных кристаллов, сохранивших реликты первичной зональности, т.е. попавших в карбонатитовый расплав (?) уже в деформированном состоянии. Поскольку подобная ситуация наблюдается и в цирконах миаскитов, то можно говорить о сходстве истории существования этих двух основных типов (миаскиты и карбонатиты) пород Ильменских гор. Нахождение среди цирконов миаскитов реликтовых зерен с возрастом не ме-

нее 490 млн. лет допускает существование субстрата, общего для обоих типов пород с возрастом не менее 490 млн. лет.

Этот вопрос представляется главным при дальнейших исследованиях щелочных пород и карбонатитов Ильменских гор Южного Урала.

Работа выполнена при финансовой поддержке программ ОНЗ № 4, СО и ДВО РАН 2009-2011 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левин В.Я., Роненсон Б.М., Самков В.С. и др. Щелочно-карбонатитовые комплексы Урала. Екатеринбург: Уралгеолком, 1997. 272 с.
2. Недосекова И.Л., Прибавкин С.В. Источники вещества карбонатитов Ильмено-Вишневогорского комплекса по данным изотопии Sr и Nd в карбонатах // Докл. АН. 2006. № 3. Т. 408. С. 381–385.
3. Недосекова И.Л., Прибавкин С.В., Серов П.А., Ронкин Ю.Л., Лепихина О.П. Sr-Nd-C-O изотопные данные и геохимия карбонатитов Ильмено-Вишневогорского щелочного комплекса и Куртинской зоны // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. С. 235–245.
4. Чернышев И.В., Кононова В.А., Крамм У., Граурт Б. Изотопная геохронология щелочных пород Урала в свете данных уран-свинцового метода по цирконам // Геохимия. 1987. № 3. С. 323–338.