

## НЕСКОЛЬКО СЛОВ ОБ U-Pb ВОЗРАСТЕ ПОРОД КОЗЛИНОГОРСКОГО КОМПЛЕКСА

© 2016 г. Г. Ю. Шардакова

Козлиногорский комплекс представлен серией малых тел и даек на границе Уфалейского блока (Ю-З часть) и Башкирского мегантиклинория (С-В). Приурочен к зоне дислокаций в районе приустьевой части р. Тахта и по берегам р. Уфы. Вмещающими для данного комплекса являются докембрийские породы слюдяногорской (PR<sub>1</sub>) и таганайской (RF<sub>2</sub>) свит. Комплекс представлен умереннощелочными габбро, субщелочными гранитами, граносиенитами. В его составе описаны также нефелиновые сиениты [7], но их принадлежность к данному комплексу обоснована слабо и подлежит уточнению.

Образования, отнесенные к козлиногорскому комплексу, кратко описаны в работах [1–4], приведен К-Ar возраст в диапазоне от 430–450 до 250–230 млн лет. Проявления Zr-Nb минерализации давно изучались А.И. Белковским (1970-е гг.); в 2006–2007 гг. была заново подтверждена потенциальная продуктивность участка на редкометалльное оруденение, выделен геохимический ореол Nb, Sn, Pb, Cu, Bi, Mo [7].

Данные наших локальных петрографических и геохимических исследований опубликованы в прошлом выпуске данного издания [9]. Из них видно, что габбро, сиенитоиды и большая часть гранитов козлиногорского комплекса относятся к подотряду умереннощелочных пород; имеют калинатровый тип щелочности при преобладании Na<sub>2</sub>O над K<sub>2</sub>O; к щелочным следует отнести граниты, в которых встречаются эгирин и рибекит. Также было показано, что для козлиногорских габбро и гранитов по распределению элементов-примесей имеется определенное сходство как с аналогичными по основности породами известных ордовикских щелочных комплексов восточного склона Урала (Ильмено-Вишневогорский комплекс и др.), так с гранитоидами и базитами западной границы Урала с ВЕП (м-е Сибирка, граниты Бердяуша). Последние, как и сиенитоиды ИВК, образованы сложным путем при участии мантийного материала в источнике [6, 8].

Полученный нами ранее Ar-Ar возраст габбро козлиногорского комплекса (по биотиту) составил  $457.8 \pm 5.8$  млн лет [9]; на основании этой датировки комплекс в новой редакции карты нанесен как позднеордовикский. Затем совместно с В.И. Петровым (Челябинскгеосъемка) из умереннощелочного гранита были выделены цирконы. Зерна имеют светло-розовато-желтоватую окраску, полупро-

зрачные; часто трещиноватые, удлинение составляет от 1 : 1.5 до 1 : 3, индивиды дипирамидальные, иногда имеются комбинации с призмой; отдельные зерна корродированы по внешним граням; многие имеют следы внутреннего перерастования. Некоторые зерна имеют сложное зональное строение с древними ядрами, измененными и/или регенерированными промежуточными зонами и молодыми каймами. Иногда цирконы содержат включения. В CL-лучах иногда светлой окраской отличаются каймы и промежуточные зоны; иногда явно реликтовые зерна субстрата.

Определения U-Pb возраста были проведены в Изотопном центре ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, А.Н. Ларионовым на ионном микрозонде SHRIMP-II по стандартной методике [10]. Результаты приведены в табл. 1. Количество замеров – 31. Полученные результаты приведены в табл. 1. Значения возрастов локализованы в довольно узком диапазоне, в интервал 470–430 млн лет попадает большая часть замеров (см. рис. 1а); есть отдельные более древние цифры (490 млн лет). По соотношениям U и Th (рис. 1а) хорошо видно, что обособляется ряд точек с высоким содержанием U; эти точки соответствуют замерам в каймах. На диаграмме “содержание U – возраст” (рис. 1б) на фоне плотного “облака” близких по возрасту точек выделяется группа замеров с содержаниями U 1113–1296 г/т, имеющих самые молодые возраста (295–337, замеры в каймах), вероятно, отвечающие позднему эпизоду тектоно-термальных событий. В принципе это возраст конца субдукции–начала коллизии на Урале.

На конкордию точки основной группы ложатся очень кучно, средняя величина возраста составляет  $455 \pm 5.5$  млн лет; средневзвешенная –  $455.7 \pm 6.9$  млн лет. Пересечения дискордии с конкордией дают  $333 \pm 100$  и  $446 \pm 61$  млн лет.

Полученный U-Pb возраст гранитов практически совпадает с определенным ранее возрастом габбро (см. выше) и, по-видимому, отражает довольно узкий интервал становления генетически родственных субщелочных пород козлиногорского комплекса. Эти возрастные данные логически дополняют представления о том, что гранитоиды (и родственные им породы) повышенной щелочности, продуктивные на редкометалльное оруденение, формировались в течение ордовика–начала силу-

Таблица 1. Результаты U-Rb датирования цирконов из гранита козлинорогского комплекса

№	$^{206}\text{Pb}_e$ , %	U, г/г	Th, г/г	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*/\text{г/г}$	(1) $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ Age	±	(1) $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ Age	±	(1) $^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$	% D $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}^*$	±	(1) $^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$	±	(1) $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$	±	(1) $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$	±	K, отн. ед.	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$
E1.1	0.13	980	456	0.48	66.6	490	5.0	496	46	1.10	1	46	0.0571	2.1	0.622	2.4	0.07898	1.1	0.452	0.07899
C1.2	0.82	794	465	0.61	49.2	446	4.6	425	73	1.10	-5	73	0.0553	3.3	0.546	3.5	0.07156	1.1	0.311	0.07158
E2.1	1.04	2063	705	0.35	129	449	4.5	440	49	1.00	-2	49	0.0557	2.2	0.554	2.5	0.07217	1.0	0.427	0.07220
C2.2	1.37	882	439	0.51	59.1	478	5.8	489	190	1.30	2	190	0.0569	8.6	0.604	8.7	0.07692	1.3	0.144	0.07698
E3.1	0.58	1294	733	0.59	77.3	431	6.5	431	84	1.60	0	84	0.0555	3.8	0.529	4.1	0.06910	1.6	0.382	0.06916
C3.2	3.49	560	388	0.72	38.6	480	10.0	489	270	2.20	2	270	0.057	12.0	0.607	12.0	0.07730	2.2	0.179	0.07740
E4.1	1.48	1305	1152	0.91	56.6	313	11.0	329	300	3.70	-5	300	0.053	13.0	0.364	14.0	0.04980	3.7	0.275	0.04978
C4.2	0.12	609	334	0.57	40.3	478	5.0	493	42	1.10	3	42	0.057	1.9	0.605	2.2	0.07695	1.1	0.491	0.07698
E5.1	0.09	562	260	0.48	34.7	446	4.6	442	38	1.10	-1	38	0.05573	1.7	0.551	2.0	0.07166	1.1	0.534	0.07168
C5.2	0.83	151	187	1.28	9.44	450	5.7	449	150	1.30	0	150	0.0559	6.8	0.557	7.0	0.07230	1.3	0.188	0.07231
E6.1	0.24	2302	1122	0.5	140	439	4.4	446	36	1.00	2	36	0.05585	1.6	0.543	1.9	0.07053	1.0	0.539	0.07052
C6.2	0.32	720	489	0.7	44.3	444	4.7	427	59	1.10	-4	59	0.0554	2.7	0.545	2.9	0.07136	1.1	0.377	0.07138
E7.1	1.47	1810	733	0.42	105	414	6.1	421	270	1.50	2	270	0.0552	12.0	0.505	12.0	0.06630	1.5	0.124	0.06636
C7.2	0.11	749	492	0.68	8.1	464	4.8	446	46	1.10	-4	46	0.0558	2.1	0.574	2.3	0.07458	1.1	0.466	0.07457
C8.2	2.13	305	159	0.54	17.7	411	6.1	405	320	1.50	-1	320	0.0548	14.0	0.498	14.0	0.06590	1.5	0.106	0.06592
E8.1	0.58	38	21	0.58	2.43	465	8.4	443	230	1.90	-5	230	0.0558	10.0	0.575	11.0	0.07480	1.9	0.177	0.07479
E9.1	1.48	1296	396	0.32	60.7	337	3.7	326	160	1.10	-3	160	0.0529	7.2	0.392	7.3	0.05370	1.1	0.156	0.05373
C9.2	0.74	684	494	0.75	42.8	449	4.7	474	110	1.30	6	110	0.0566	4.8	0.563	4.9	0.07219	1.1	0.221	0.07220
E10.1	2.65	1955	997	0.53	124	447	5.4	424	69	1.30	-5	69	0.0553	3.1	0.547	3.4	0.07177	1.3	0.374	0.07184
E10.A	0.92	1076	504	0.48	65	434	6.0	465	70	1.40	7	70	0.0563	3.2	0.54	3.5	0.06958	1.4	0.411	0.06959
C10.2	0.58	237	146	0.64	14.2	433	4.9	432	100	1.20	0	100	0.0555	4.5	0.532	4.7	0.06948	1.2	0.252	0.06949
E11.1	1.76	695	346	0.51	47.1	480	6.2	523	120	1.30	9	120	0.0578	5.4	0.617	5.6	0.07740	1.3	0.238	0.07740
C11.2	0.87	976	931	0.98	60.3	444	6.5	419	75	1.50	-6	75	0.0552	3.4	0.542	3.7	0.07120	1.5	0.412	0.07123
E12.1	0.64	748	288	0.4	50.4	483	5.1	459	85	1.10	-5	85	0.0562	3.8	0.603	4.0	0.07783	1.1	0.274	0.07782
C12.2	0.76	1109	1064	0.99	69.9	453	4.6	474	69	1.10	5	69	0.0566	3.1	0.568	3.3	0.07279	1.1	0.320	0.07283
E13.1	1.14	1814	562	0.32	104	413	4.2	390	71	1.00	-5	71	0.0545	3.2	0.497	3.3	0.06616	1.0	0.315	0.06618
C13.2	0.05	1337	1509	1.17	84	455	4.6	430	25	1.00	-5	25	0.05545	1.1	0.5585	1.5	0.07306	1.0	0.686	0.07305
E14.1	2.33	1113	779	0.72	45.8	295	4.7	278	290	1.60	-6	290	0.0518	12.0	0.334	13.0	0.04678	1.6	0.130	0.04679
C14.2	0.33	281	152	0.56	18	462	5.2	441	110	1.20	-5	110	0.0557	5.1	0.571	5.3	0.07437	1.2	0.221	0.07440
E15.1	0.25	616	293	0.49	40.1	470	5.0	458	70	1.10	-3	70	0.0561	3.2	0.586	3.3	0.07565	1.1	0.327	0.07564
C15.2	0.06	1106	1062	0.99	67.2	440	4.4	435	27	1.00	-1	27	0.05555	1.2	0.5414	1.6	0.07069	1.0	0.654	0.07067

Примечание. № – номер аналитической точки и ее позиция в зерне; C (core) – ядро, E (edge) – край. Ошибки приведены для интервала 1 сигма.  $\text{Pb}_e$  и  $\text{Pb}^*$  указывают обычно-вентную и радиогенную составляющие соответственно. Ошибка калибровки стандарта не превышает ~1%. (1) – поправка на обыкновенный свинец проведена по измеренному  $^{204}\text{Pb}$ . K – коэффициент корреляции отношений  $^{207}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ; D – дискордантность.

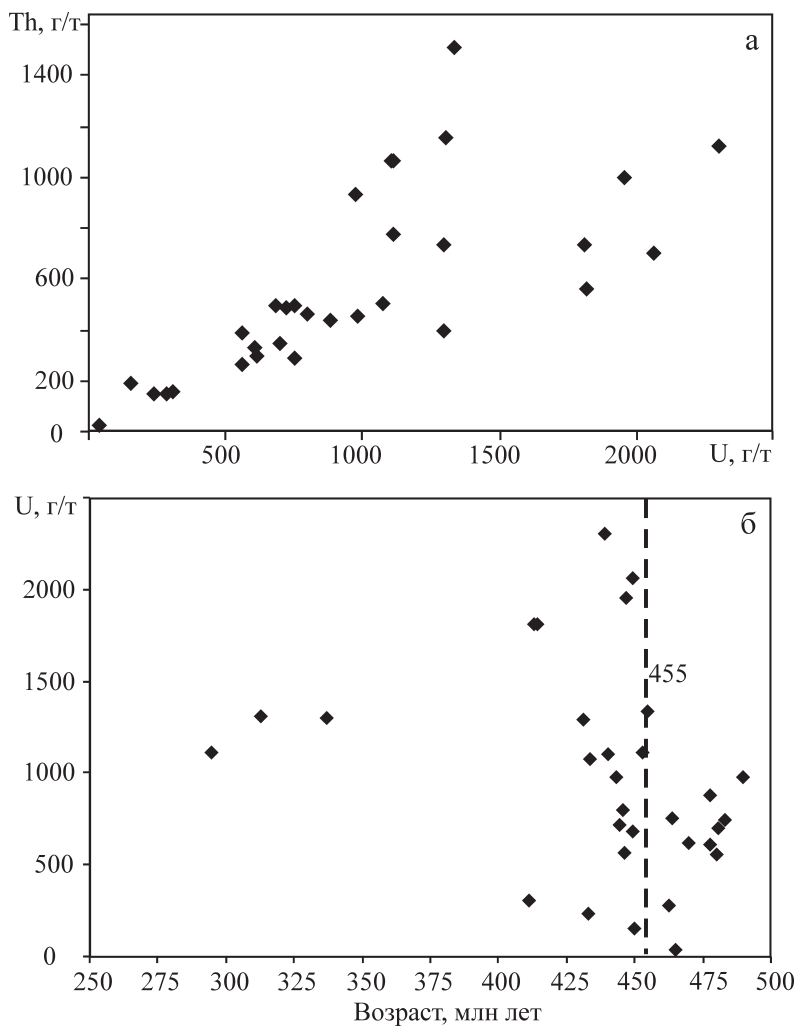


Рис. 1. Диаграммы соотношений содержаний U с содержанием Th (а) и возрастом (б) цирконов.

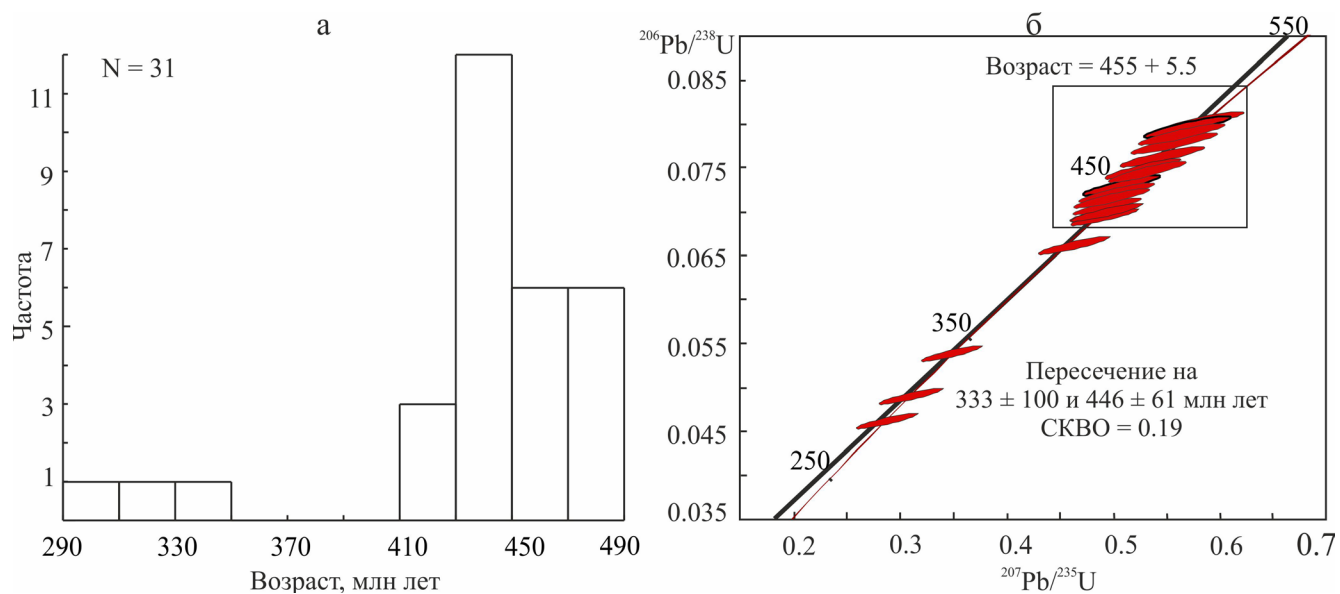


Рис. 2. Гистограмма распределения возрастов (а) и конкордия для цирконов из гранитов козлиногорского комплекса.

ра не только в пределах Ильмено-Вишневогорской зоны (ИВЗ) и близлежащем к ней секторе на восточном склоне Урала, но и существенно западнее зоны ГУР. Заметим, что помимо описанных здесь пород козлиногорского комплекса возраст в интервале 450–430 млн лет [2–4] имеют также субщелочные гранитоиды нязепетровского и тахтинского (сейчас последний включен в состав описанного нами комплекса, см. ранее) участков, продуктивных на Ta, Nb, Th. В [9] нами было показано, что субщелочные и щелочные гранитоиды и сиенитоиды козлиногорского комплекса по петрогеохимическим характеристикам близки к сходным по основности породам ИВК (восточный склон) и месторождения Сибирка (западный склон). Относительно геодинамических обстановок и механизма формирования пород дать однозначное заключение трудно. Близкое время становления и сходство петрогеохимических признаков субщелочных и/или щелочных пород, с которыми ассоциированы редкие металлы, на западном и восточном склонах Урала могут отражать близкую специфику родоначальных магм. По козлиногорскому комплексу изотопные данные отсутствуют; но, например, для ИВК И.Л. Недосековой было показано, что существенной частью субстрата для формирования щелочных пород (ряд вплоть до карбонатитов) являлся мантийный (от DM до EM1 – для разных объектов) материал [6].

*Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 15-05-00576-а).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белковский А.И., Локтина И.Н.* Раннепалеозойская ассоциация щелочных гранитов–нефелиновых сиенитов западного склона Урала // Докл. АН СССР. 1974. Т. 215, № 4. С. 1206–1209.
2. *Белковский А.И. и др.* Состав, возраст домиаскитовых сиенитов и проблема возраста сиенит-миаскитовой формации Урала // Уральский минералогический сборник. 2000. № 10. С. 132–141.
3. *Грабежов А.И., Карагодин С.С., Чащухина В.И., Парфенов В.В.* Геохимия метасоматитов щелочных и субщелочных интрузивных комплексов западного склона Среднего Урала. Препринт. Свердловск, 1982. 57 с.
4. *Золов К.К., Левин В.Я., Мормиль С.И., Шардакова Г.Ю.* Минерагения и месторождения редких металлов, молибдена, вольфрама Урала. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. 336 с.
5. *Краснобаев А.А., Попов В.С., Беляцкий Б.В.* Хронологические и генетические соотношения интрузивных пород Бердяшского плутона (Южный Урал) в свете новых U–Pb и Sr–Nd изотопных данных // ЗРМО. 2011. Ч. СХХХХ, № 2. С. 59–63.
6. *Недосекова И.Л.* Возраст и источники вещества ильмено-вишневогорского щелочного комплекса (Урал, Россия): геохимические и изотопные Rb–Sr, Sm–Nd, U–Pb, Lu–Hf данные // Литосфера. 2012. № 5. С. 77–95.
7. Отчет по объекту “Геологическая съемка ГДП-200 N-41-I (Кыштымская площадь)”. Челябинск: Челябинскгеосъемка, 2009. Кн. 1. 259 с.
8. *Шагалов, Е.С., Холоднов В.В., Носова А.А. и др.* К вопросу о возрасте вмещающих пород редкометалльного месторождения Сибирка: Sm–Nd- и U–Pb(циркон)-изотопные данные // Ежегодник-2013. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 161. 2014. С. 362–366.
9. *Шардакова Г.Ю., Савельев В.П., Пужаков Б.А., Петров В.И.* Новые данные о химическом составе и возрасте пород козлиногорского комплекса // Ежегодник-2014. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 162. 2015. С. 148–154.
10. *Williams I.S.* (1998) U–Th–Pb geochronology by ion microprobe: Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes // Rev. in Econ. Geol. 7. P. 1–35.