ГЕОХРОНОЛОГИЯ

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЦИРКОНОВОЙ ГЕОХРОНОЛОГИИ ТАЛДЫКСКОГО БЛОКА МУГОДЖАР

А.А. Краснобаев, Т.Б. Баянова

Проблемы возраста метаморфических пород Мугоджар были обозначены ранее [Краснобаев, Давыдов, 1999], одновременно с впервые полученной для них рифейской (1196±103 млн лет) датировкой, определённой U-Pb классическим методом. Она объединяла аналитические данные по 6 фракциям из 5 проб, а всего рассматривались анализы по 9 пробам. Поэтому полученные результаты оценивались как коммулятивные (интегральные), и с учётом современных требований геохронологии нуждались в подтверждении исследованиями отдельных проб, различающихся и по геологической позиции, и по петрологическим особенностям. Кроме того, вопрос о наличии в Мугоджарах архейской субстанции, предполагаемой А.И. Русиным [Русин, 1980], не получил дальнейшего развития, что также послужило важным стимулом для проведения новых исследований.

Породы. Объектами новых исследований послужили цирконы из мигматизированных биотит-гранатовых с мусковитом плагиогнейсов (пр. 84, состав Pl + Q + Bt + Mu-Gr) шаникенской и плагиолептинитов (пр. 98, состав Pl + Q + KFsp + Bt +Mt + бурый циркон) шагырской толщ таскаринской свиты южномугоджарской серии. Представление о химическом составе пород даёт табл. 1.

Принципиальное отличие новых исследований от выполненных ранее заключается не только в более тщательном изучении отдельных проб, но и в использовании новейших достижений в области химических процедур и масс-спектрометрии изотопной геологии [Баянова, 2004].

Цирконы. Минералого-геохимические особенности цирконов проб 84 и 98, частично рассмотренные ранее [Краснобаев, Давыдов, 1999] приведены на рис. 1-2. Оптические данные (1-8, рис. 1) наглядно демонстрируют полигенно-полихронную спецификацию цирконов гнейсов. Уже на первом снимке (1, рис. 1) заметны существенные различия между тремя кристаллами: относительно однородный прозрачный с включениями и следами дробления - средний, подобные, но в разной степени метасоматически изменённые - верхний и нижний. Возможно, что у нижнего кристалла прозрачные округлые головки обусловлены или новым ростом, или процессами регенерации, но в любом случае это свидетельствует об их метаморфогенном происхождении. Серия фотографий 2-8, рис. 1 более наглядно иллюстрирует индивидуальные особенности. Призматические, магматического облика индивиды (2-3, рис. 1) заметно различаются по внутреннему строению: прозрачный однородный со слабо заметными следами дробления, сохранивший высокий уровень идиоморфизма (2, рис. 1), и во многом внешне подобный ему, но обладающий и зональностью, и, самое главное, с первичным обогащением примесями пирамидальных секторов роста, образующих структуру типа «песочных часов» (3, рис. 1). Дроблению подвергались и округлые кристаллы (4, рис. 1), предполагающие терригенный источник субстрата гнейсов, и призматические (5-6, рис. 1), что сопровождалось появлением вторичных включений. Для большинства кристаллов наблюдаются новооб-

Таблица 1

Состав метаморфических пород Мугоджар (мас. %)

проба	SiO ₂	TiO ₂	Al_2O_3	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	MnO	P_2O_5	K ₂ O	Na ₂ O	П.П.П.	Сумма
84	64,49	0,82	15,60	0,66	5,17	3,20	2,70	0,16	0,20	2,62	2,80	1,27	99,66
98	75,43	0,22	11,80	1,60	1,20	0,72	0,24	0,05	0,14	5,06	2,27	0,76	99,49



Рис. 1. Минералого-геохимические особенности цирконов плагиогнейсов (пр. 84). Объяснения в тексте.



Рис. 2. Минералого-геохимические особенности цирконов лептинитов (пр. 98). Объяснения в тексте.

разованные наслоения (частичные обрастания) или обособленные выросты, иногда перекрывающие (запечатывающие) трещиноватые зоны (4-6, рис. 1). По зонам дробления могут развиваться и минеральные вторичные включения (7-9, рис. 1), из которых удалось надёжно установить лишь лейсты биотита. С подобными включениями часто связаны значительные добавки нерадиогенного свинца, что затрудняет решение возрастных вопросов. Первичная геохимическая гетерогенность, отвечающая структуре «песочных часов», наблюдается у кристалла 10, рис. 1 (сравнить с кристаллом 3, рис. 1). Отчётливо проявляется секторальное строение, связанное с обогащением пирамид роста граней {111} Th, Fe, Ca, а также U, Y и, частично, Р, хотя последние (У и Р) находятся в «противофазе». Особенности геохимической гетерогенности кристаллов, подобных 10, рис. 1, равномерное распределение в них Hf и высокий идиоморфизм позволяют относить их к самой поздней генерации в весьма сложной, испытавшей различные преобразования (дробление, метасоматоз, регенерация) популяции цирконов гнейсов.

Цирконы лептинитов (пр. 98) качественно отличаются от рассмотренных. Их гетерогенность и в оптическом (1-11, рис. 2), и в геохимическом проявлении (12-13, рис. 2) представляет неординарный случай в цирконологии. В его основе лежит реализация метастабильного состояния, связанного с избыточным содержанием примесей, особенно Ү и Р, т.е. первичной ксенотимизацией. На примере кристаллов 1-9, рис. 2 показана постепенная трансформация исходных, обогащённых примесями, генетически метамиктных кристаллов (у них отсутствует люминесценция), в устойчивую прозрачную разновидность с высокой кристалличностью (интенсивно люминесцирует). У «промежуточных», т.е. частично преобразованных кристаллов видно, что новообразованная, уже испытавшая заметное рафинирование (самоочищение) фаза может занимать в их объёме любое положение (периферическое, центральное, секущее, унаследующее структурные особенности). При этом возникают структуры, с которыми может быть связано и появление псевдоядер (3, 6-7, рис. 2) и грубой зональности (9, рис. 2). На полированных срезах видно, что исходная субстанция, обычно окрашенная в коричневые (бурые) тона, обладает повышенной пористостью (10а-10б, рис. 2), представляя, по сути дела, поликристаллический агрегат (11, рис. 2). По-

Пробы, фракции		Навес-	Содержа- ние, ррт		Изотопн	ый соста	в свинца	Изотог возј			
		ка, мг	Pb	U	206 <i>Pb</i>	206 <i>Pb</i>	206 <i>Pb</i>	207 <i>Pb</i>	206 <i>Pb</i>	207 <i>Pb</i>	Rh ₀
					204 <i>Pb</i>	207 <i>Pb</i>	208 <i>Pb</i>	235U	238U	206 <i>Pb</i>	
84	1	0,40	26,0	342,1	1366	14,547	7,1407	0,577221	0,072059	533	0,40
	2	0,50	23,9	295,5	400	10,77	4,9326	0,537898	0,069083	471	0,50
	3	0,25	25,4	328,3	514	11,684	5,4069	0,538575	0,068201	502	0,44
	4	0,55	25,3	347,2	903	13,505	6,4474	0,539802	0,067567	528	0,44
98	1	0,50	20,0	330,1	1878	15,812	10,886	0,458704	0,059971	431	0,42
	2	0,50	29,3	486,1	2064	15,440	12,498	0,483386	0,060739	519	0,69
	3	0,55	31,5	505,6	1452	14,693	9,3054	0,486764	0,060824	531	0,29

U-Pb возраст циркона из гнейсов и лептинитов Южномугоджарской серии

Примечание. * Все отношения скорректированы на холостое загрязнение 0,08 нг для Рb и 0,04 нг для U и масс-дискриминацию 0,12±0,04 %. ** Коррекция на примесь обыкновенного свинца определена на возраст по модели Стейси и Крамера [Stacey, Kramers. 1975]. Абрадированные кристаллы различной размерности – фракции 1-3; после ультразвуковой обработки – фракция 4.

скольку состояние ранней-поздней фаз может варьировать в диапазоне 0-100 %, то становится очевидным, что в данной пробе прозрачные однородные кристаллы представляют вторичную (позднюю) разновидность, возникающую за счёт исходной высокопримесной. Геохимическая гетерогенность цирконов пр. 98 продолжает и усиливает оптическую. При относительно однородном распределении Нf в первичных-вторичных фазах, первичные существенно обогащены U (до 2500-3000 ppm против 240-250 ppm в новообразованной), отчасти Fe и Ca. Однако их основная специфика – конкордантное распре-

из лептинита Канндинского массива,

Мугоджары. Урал (пр. Р-1 г)

деление Y и P, т.е. ярко выраженная первичная ксенотимизация, определяющая столь сложный путь геохимической эволюции. На рис. 2 видны также различные варианты геохимической гетерогенности, отвечающие развитию новой фазы в центральной (12, рис. 2) и, периферической (малый кристалл; 13, рис. 2) части кристалла с появлением «грубой» зональности (основной кристалл; 13, рис. 2). Аналогичные ситуации возникают и при секущем положении новой фазы.

Геохронология. В табл. 2 и на рис. 3 приведены новые данные возрастных исследований обеих проб, полученных, как отмечалось



U-Pb диаграмма с конкордией для циркона из Bt-Amf-гнейса Южномугоджарской серии Урала (проба К-1084).



выше, с учётом современных методов химического и масс-спектрометрического анализа [Баянова, 2004].

Результаты датирования (табл., рис. 3а) цирконов гнейсов (пр. 84) оцениваются как предварительные, требующие введения поправок на нерадиогенный Pb с использованием изотопного состава Pb сосуществующего плагиоклаза. Тем не менее, параметры дискордии 417±31 млн лет и 1,28 млрд лет (?) сопоставимы с ранее полученными 415±14 млн лет и 1196±103 млн лет [Краснобаев, Давыдов, 1999]. Они подтверждают и рифейский возраст гнейсов, и их интенсивную перекристаллизацию, связанную и с деформациями, и с метасоматическими процессами диафтореза.

Крайне интересны, но требуют дальнейших исследований, датировки цирконов лептинитов (табл. 2, рис. 3б). Возраст новообразованных цирконов 373±4 млн лет близок к процессам гранитообразования и вулканизма в Мугоджарах, неоднократно отмеченным ранее [Докембрий ..., 1977; Зоненшайн и др., 1984]. Основные сложности связаны с интерпретацией вероятной максимальной датировки - 2,9 млрд лет. Структурно-геохимические особенности цирконов лептинитов однозначно свидетельствуют об их полихронности, причём не вызывает сомнения и тот факт, что наиболее урановые фазы (ранние генерации цирконов) являются и более древними. Подобный вывод следует из распределения фракции 1-2-3 на дискордии (рис. 36, табл. 2), хотя «перепад» содержаний урана в них не очень существенный (330,1-486,1-505,6 ppm U). В то же время, некоторые из бурых кристаллов, т.е. представляющих раннюю фазу в «чистом» виде, могут содержать до 3000 ppm U. Не очевидно, что их датирование решит проблему архея Мугоджар,

поскольку у них могли активизироваться потери радиогенного Pb за счёт процессов и диафтореза, и современного «выветривания», которые являются неизбежными при эволюционных изменениях метамиктных цирконов. Наиболее вероятным путём к архейской (?) субстанции Мугоджар, а таковая и по полученным данным, и по геологическим предпосылкам [Русин, 1980] здесь вполне допустима, является проведение точечных изотопных анализов центральных зон «промежуточных» кристаллов, кристаллические оболочки которых будут выполнять роль своеобразных контейнеров, препятствующих миграции радиогенного Рb. Вопрос на сегодня остаётся открытым, сохраняющим свою актуальность и требующим продолжения исследований с получением прецизионных изотопных анализов по отдельным зонам гетерогенных цирконов.

Список литературы

Баянова Т.Б. Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма. СПб.: Наука, 2004. 174 с.

Докембрий и нижний палеозой Западного Казахстана / Миловский А.В., Гетлинг Р.В. и др. Изд-во МГУ, 1977. 267 с.

Зоненшайн П.П., Кориневский В.Г. Казьмин В.Г. и др. Строение и развитие Южного Урала с точки зрения тектоники литосферных плит // История развития Уральского палеоокеана. М.: Изд-во МГУ, 1984. С. 6-57.

Краснобаев А.А., Давыдов В.А. Цирконовая геохронология Талдыкского блока Мугоджар // Докл. АН. 1999. Т. 366. № 1. С. 95-99.

Русин А.И. Дорифейские комплексы Урала // Доордовикская история Урала. Т. 6. Свердловск. Изд. УНЦ АН СССР, 1980. С. 41-60.

Stacey J.S., Kravers J.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model // Earth Planet. Sci. Lett. 1975. V. 26. N 2. P. 207-221.