

**ЦИРКОНОЛОГИЯ САЛДИНСКОГО  
ПОЛИМЕТАМОРФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА: НОВЫЕ ДАННЫЕ**

**А.А. Краснобаев, Н.В. Чередниченко, В.А. Давыдов, Б.А. Калеганов**

В предыдущей работе [Краснобаев и др., 2001] были изложены первые результаты по U–Pb датированию цирконов метаморфических пород Салдинского комплекса (СК): выде-

лены четыре возрастных этапа (протерозойский –  $1871 \pm 35$  млн лет, нижнесилурийский –  $430 \pm 5$  млн лет, среднедевонский –  $370\text{--}390$  млн лет и нижнекарбонатный –  $320\text{--}340$  млн лет) в его развитии, сделана попытка определить их геолого-петрологическое содержание. В заключении работы отмечено, что геохронологические исследования СК необходимо продолжить, обратив основное внимание на получение более надежного обоснования протерозойскому этапу, имеющему решающее значение для всего СК.

Вновь полученные датировки цирконов основаны не только на аналитических изотопных исследованиях, но и на результатах минералого-геохимического анализа гетерогенности цирконов, которые составляют вещественную основу для геологической интерпретации цифрового материала.

**1. Геохронология.** Исследовано десять новых проб цирконов, отобранных по р. Тагил на ее протяжении от устья р. Белая Теляна (на западе) до пос. Тагильский Кордон (на востоке). Результаты для большинства проб подтвердили или уточнили ранее полученную возрастную информацию. Качественно новые датировки получены для четырех проб, расположенных вблизи (пр. 327, гранат-пироксен-плаггиоклазовый гнейс) и в двух километрах к западу от д. Пряничниково (пр. 1137, основной гранулит), вблизи устья р. Нолька (пр. 1242, гранат-пироксен-плаггиоклазовый гнейс) и устья р. Белая Теляна (пр. 1226, гранат-амфибол-биотитовый плаггиогнейс). Изотопные составы цирконов K1242, K1137, K327 и K328 отвечают изохронной модели с параметрами  $T = 2195 \pm$

68 млн лет (верхнее пересечение системы конкордия–дискордия) и  $t = 581 \pm 14$  млн лет – нижнее пересечение. Пробы K1137 и K1242 сами конкордантны вблизи этой отметки, а сходящиеся цифры для пробы K1226 дают несколько большее значение –  $598 \pm 3$  млн лет. По совокупности этих данных конечные результаты соответствуют датировкам  $T = 2195 \pm 68$  млн лет и  $t = 591 \pm 10$  млн лет; первая уточняет ранее [Краснобаев и др., 2001] полученную ( $1871 \pm 35$  млн лет), а вторая – новая, дающая дополнительную возрастную координату к ранее рассмотренным. Прежде чем перейти к геологической интерпретации датировок, рассмотрим некоторые особенности самих цирконов СК.

**2. Цирконы.** Отличительная особенность цирконов СК – их исключительная (по внешним признакам) однородность, прозрачность, сильный блеск, практически полное отсутствие окраски (изредка встречаются кристаллы с желтоватыми-розоватыми тонами). Облик кристаллов меняется от округлого до эллипсоидного, степень идиоморфизма низкая. Показательно, что с увеличением размеров кристаллов она несколько повышается (проявляется специфическое для гранулитовой фации грануломорфное зарождение кристаллов). Зональность в кристаллах или отсутствует, или проявляется на следовом уровне, указывая, тем не менее, на шаровую симметрию среды кристаллизации. Распространены сростки кристаллов, кристаллы с обособленными выростами и с ядром, с признаками деформационных (хрупких) изменений. Специфику цирконам СК создают включения, варьирующие по форме, составу, проис-

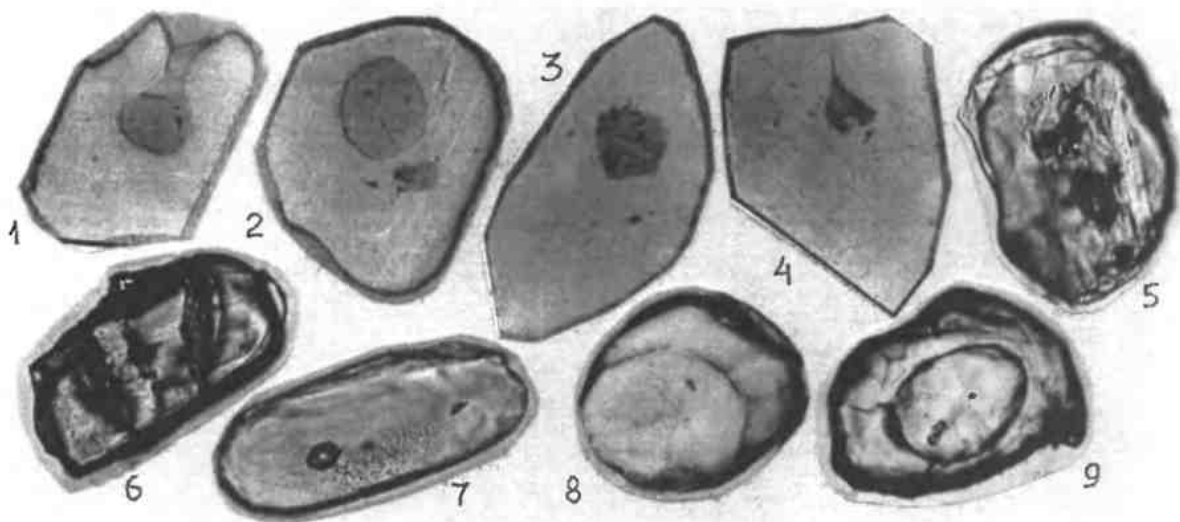


Рис. 1. Включения в цирконах Салдинского комплекса.  $\times 200\text{--}250$ .

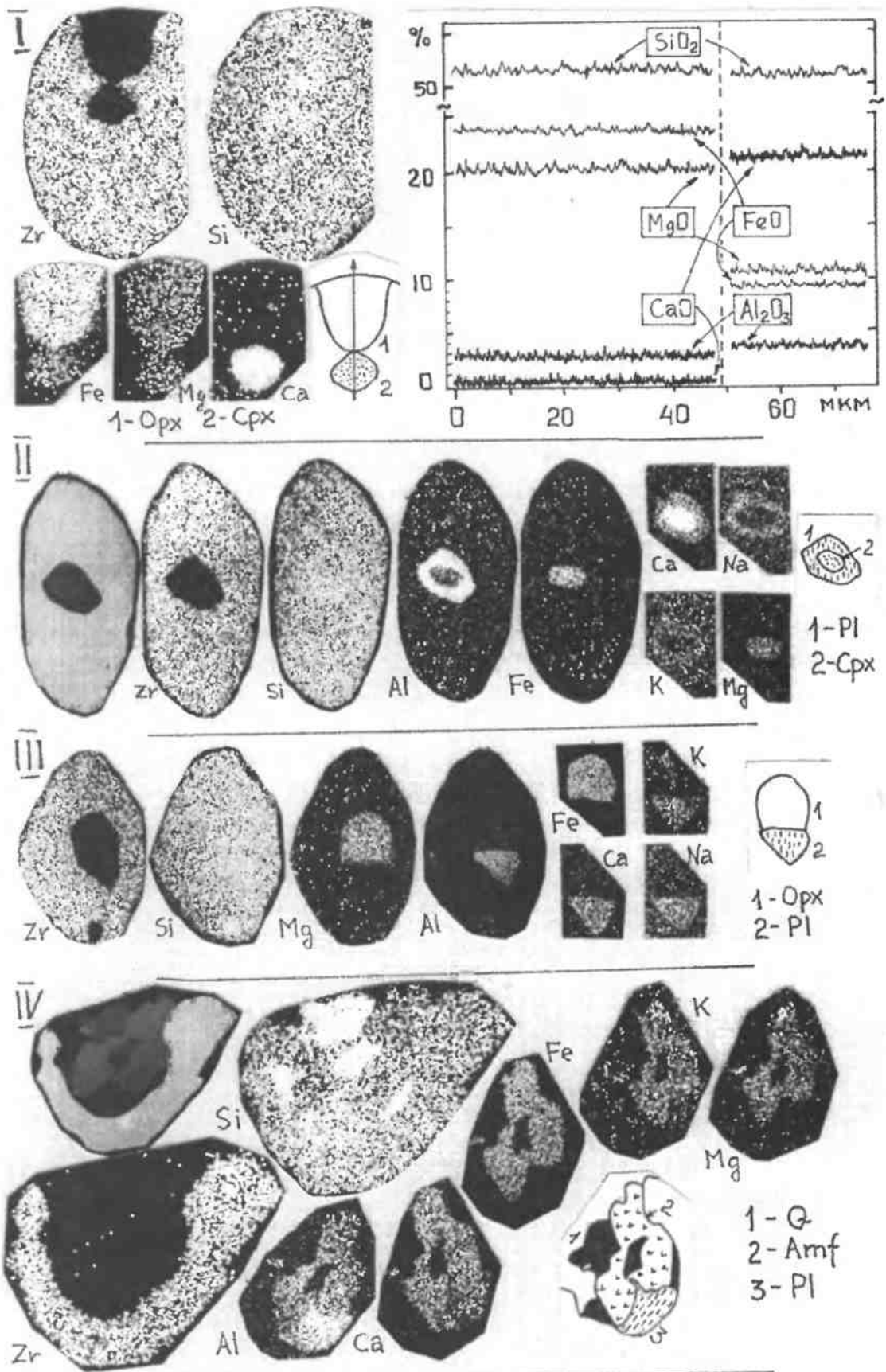


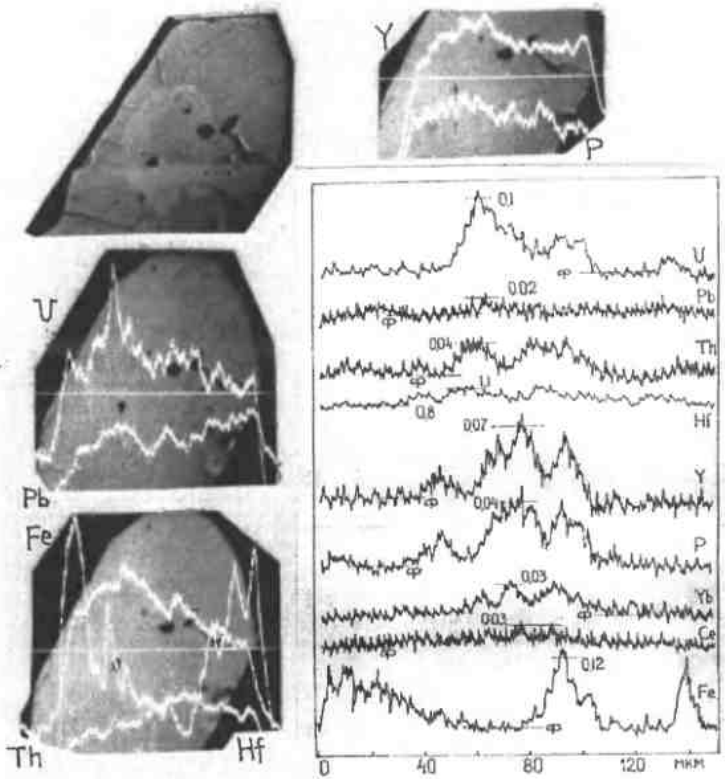
Рис. 2. Состав включений в цирконах Салдинского комплекса.  $\times 250-300$ .

Рис. 3. Гетерогенность цирконов Салдинского комплекса. х 250–300.

Цифры на графиках – содержания, %; ф – фоновые содержания.

хождению. Природа включений в цирконах СК имеет генетическую значимость, а потому заслуживает повышенного внимания.

На рис. 1 представлены кристаллы с характерными включениями: они могут иметь «связь» с внешней средой (1) или быть от нее изолированными (2), представлять обломки породы, сохраняющие иногда следы расшнуровки расплава (3–4), иметь вторичное происхождение (5–6), сохранять останцы флюидной фазы (7). В расплаве, очевидно, находилась взесь минералов, образовавшихся до циркона, и останцов субстрата, не претерпевших полной гомогенизации (растворения). Четко представлены ядра в кристаллах (8–9). Классическими методами профильной и точечной съемки определен состав некоторых включений. Двойное включение в кристалле I (рис. 2) представлено сосуществующими ортопироксеном (гиперстеном) и клинопироксеном (салитом), которые образуют также равновесные сростания с плагиоклазом (андезином) (рис. 2, II, III; табл. 2). Подобным образом были установлены обособленные включения плагиоклаза,



амфибола, апатита, ильменита, титаномагнетита. Особое значение имеет включение в кристалле IV (рис. 2): в цирконовой полусфере заключен обломок (см. рис. 1, 3–4) породы, представленной кварцем, плагиоклазом и амфиболом, что однозначно свидетельствует о сохранившихся фрагментах исходного кислого субстрата гранулитов, упомянутого выше.

Гетерогенность самих цирконов (матрицы) необходимо учитывать при интерпретации их изотопных отношений. Пример частичной перекристаллизации цирконов иллюстрируется

Таблица 1

Уран-свинцовый возраст цирконов Салдинского комплекса

№ проб	Содержание, мкг/г		Изотопный состав*			Изотопные отношения**		Возраст, млн. лет		
	U	Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$
К-328	193,40	35,54	795,18	0,1151	0,2538	2,02259	0,15008	1123	901	1581
К-327	199,11	40,09	307,75	0,1339	0,3929	1,63151	0,13377	982	809	1392
К-1226	211,15	40,57	85,92	0,2286	0,5461	0,80544	0,09772	600	601	596
К-1137	101,28	11,04	437,85	0,0924	0,1295	0,77188	0,09456	581	582	574
К-1242	190,88	32,41	109,72	0,1915	0,5121	0,76092	0,09332	575	575	572

Примечание: \* – измеренные величины, \*\* – исправленные на масс-фракционирование, холостой опыт и Обыкновенный свинец на 2000 млн. лет (по Stacey, Kramers, 1975).

Таблица 2

Состав включений в цирконах Саддинского комплекса (%)

Кристалл	Включение, фаза	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ Fe	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Σ	Заключение (минерал)
I	Наружное	51,75	0,11	2,85	23,92	0,51	20,29	0,43	Ф*	Ф	99,86	Ортопироксен
	Внутреннее	51,41	0,38	3,57	9,58	0,19	11,33	21,55	0,91	Ф	98,92	Клинопироксен
	Внутренняя	50,89	0,33	3,63	9,34	0,38	12,02	21,36	1,12	Ф	99,07	Клинопироксен
II	Наружная	58,31	Ф	23,97	Ф	Ф	Ф	8,40	8,30	0,29	99,27	Платиоклаз
	Верхнее	49,97	0,15	2,63	24,93	0,71	20,24	0,40	Ф	Ф	99,03	Ортопироксен
III	Нижнее	58,39	Ф	24,76	Ф	Ф	Ф	8,09	7,23	0,36	98,83	Платиоклаз
	Наружная	97-100	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Кварц
IV	Центральная	43,45	1,72	12,05	14,51	0,17	12,45	11,39	1,78	0,97	98,49	Амфибол
	Внутренняя	58,85	Ф	24,88	Ф	Ф	Ф	9,11	6,57	0,15	98,86	Платиоклаз

Примечание: \* - фоновые величины

кристаллом на рис. 3. Его центральная часть, подчеркнутая оперяющими трещинами, соответствует исходной (реликтовой) фазе, заметно отличаясь по составу от преобразованной («оболочка»). Здесь проявляется известная закономерность, согласно которой в цирконах, испытавших гранулитовую перекристаллизацию, происходит снижение содержания U и других примесей. Сохранность первичных особенностей реликтовой фазы подтверждается также заметной конкордантностью в распределении U и Th, Hf, Y, Yb и P.

**3. Обсуждение результатов.** Рассмотренный материал позволяет сопоставить аналитические и вещественные (минералого-геохимические) параметры цирконов. Разновидности, сохранившие реликты исходной субстанции, кристаллы с ядрами и, наконец, фрагменты пород субстрата, захваченные гранулитовыми цирконами в виде включений – все это служит вещественной основой для отождествления датировки  $T = 2195 \pm 68$  млн лет с возрастом самого субстрата, параметры метаморфизма которого отвечали условиям амфиболитовой фации.

Минеральные ассоциации Орх–Срх, Орх–Р1, Срх–Р1 (табл. 2), образующие первичные включения в гранулитовых цирконах, и полученные для этих цирконов конкордантные возрастные значения (табл. 1), служат обоснованием вендского возраста ( $591 \pm 10$  млн лет) для начальных этапов гранулитового метаморфизма.

Подобные датировки близки полученным ранее для цирконов из Ильменских гор (селян-

кинская толща –  $2081 \pm 15$  млн лет, ильменогорская –  $643 \pm 46$  млн лет), что облегчает сопоставление метаморфических пород Среднего и Южного Урала.

Для широко развитых в Пряничниковской зоне смятия (Pranitchnikova Shear Zone [Friberg et al., 2000]) габбро-гранулитов наиболее вероятной остается прежняя датировка – 370–390 млн лет [Краснобаев и др., 2001]. Заключение этапы становления СК сопровождалось интенсивным преобразованием всех предшествующих разновидностей цирконов (их дроблением, образованием вторичных включений, различных выростов-обрастаний) и появлением новых генераций, для которых ранее были получены близкие к конкордантным датировки в диапазоне 320–340 млн лет. Новообразованные цирконы с такими возрастными параметрами наиболее характерны для гранитоидов СК.

#### Список литературы

Краснобаев А.А., Петров Г.А., Давыдов В.А. и др. Цирконология и некоторые особенности петрологии Салдинского комплекса // Ежегодник–2000. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2001. С. 191–196.

Friberg M., Larionov A., Petrov G.A., Gee D.G. Paleozoic amphibolite-granulite facies magmatic complexes in the hinterland of the Uralide Orogen // Int. J. Earth Sci. 2000. V. 89. P. 21–39.

Stacey J.S., Kramers J.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model // Earth Planet Sci. Lett. 1975. V. 26. № 1. P. 207–221.