

К ВОПРОСУ ДАТИРОВАНИЯ ПЛЮМАЗИТОВЫХ ЛЕЙКОГРАНИТОВ ЧЕЛЯБИНСКОГО МАССИВА

© 2017 г. Г. А. Каллистов, Т. А. Осипова

Плюмазитовые лейкограниты слагают небольшое, овальное в плане (размером около 2×3 км), вытянутое в субширотном направлении тело на крайнем северо-западе Челябинского интрузива, в его контактовой зоне. Они представлены преимущественно среднезернистыми разновидностями, часто постепенно переходящими в крупнозернистые, местами до пегматоидных. Лейкограниты прорваны редкими жилами пегматитов и оказывают контактное воздействие на вмещающие метаморфизованные в зеленосланцевой фации метавулканиды саргазинской толщи (O_{1-2}). Контакты с гранитоидами других фаз Челябинского массива не обнажены [Осипова и др., 2010].

Минеральный состав лейкогранитов отвечает аплиту, об. %: кварц – 30; кислый плагиоклаз – альбит-олигоклаз An_{10-12} – 40; щелочной полевой шпат – решетчатый микроклин – около 25; мусковит, образующий крупные (до 5–6 мм) листочки – около 4; биотит – около 2. Важно подчеркнуть, что не весь мусковит образован в субсолидусных условиях по биотиту, большей частью он формирует сростания и взаимные прорастания с биотитом и может являться первичномагматическим. Акцессорные минералы представлены гранатом альмандин-спессартинового ряда ($Sp_{55}Alm_{39}Py_{4}Gr_2$), немногочисленными зернами циркона и единичными мелкими зернами магнетита. Необходимо отметить, что порода не претерпела значительных постмагматических преобразований (отмечаются лишь слабая серицитизация плагиоклаза и частичное замещение биотита хлоритом). Важно заметить, что порода обеднена Zr (48 г/т). Более подробная информация по химическому составу породы представлена в других работах [Осипова и др., 2010; Каллистов, 2011].

Ранее для рассматриваемых лейкогранитов Ar-Ar методом по мусковиту был получен среднетриасовый возраст [Осипова и др., 2010], но до настоящего времени эта датировка остается дискуссионной. Породы такого возраста крайне редки на восточном склоне Урала: сегодня известны лишь два гранитоидных комплекса (кисинетские лейкократовые гранит-порфиры в Восточно-Уральском поднятии и малочекинские интрузивные щелочные гранитоиды в Магнитогорской зоне), для которых Rb-Sr изохронным методом получены триасовые возрасты [Тевелев и др., 2009], но которые

также являются предметом острой дискуссии [Салихов и др., 2013].

Для ревизии среднетриасового возраста рассматриваемых пород проведены локальные U-Pb изотопные исследования цирконов на установке SHRIMP-II в ФГУП ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург).

Кристаллы циркона прозрачные бесцветные, местами имеют буроватую окраску. Габитус от коротко- до длиннопризматического с преобладанием последнего (отношение длины к ширине составляет около 4). Размеры колеблются от 200 до 500 мкм. В хорошо ограненных кристаллах развиты грани (111) и (110). Нередко кристаллы имеют неровные кристаллографические очертания, в некоторых случаях зерна слегка округлые (рис. 1, 2). Во многих кристаллах присутствует тонкая осцилляторная зональность, приуроченная преимущественно к периферии. Внутреннее строение зерен цирконов часто осложняется нарушением структуры минерала вследствие его метамиктных и эпигенетических преобразований, что в химическом составе выражается в обогащении таких областей фосфором, иттрием, меньше – кальцием и торием. На периферии некоторых зерен циркона отмечаются каймы пористой структуры около 5–10 мкм мощностью, обогащенные алюминием, кальцием, железом.

Для всех без исключения цирконов характерны твердофазные минеральные включения размером от первых микрометров до 100 мкм, которые спорадически располагаются в объеме кристаллов (см. рис. 2). Подавляющее большинство минеральных включений представлено мусковитом (рис. 3), реже – кварцем, отмечаются единичные включения кислого олигоклаза и калинатрового полевого шпата и магнетита. Мусковит из включений в цирконах всегда содержит в составе MgO (среднее содержание 1.7 мас. %) и TiO_2 (среднее содержание 0.5 мас. %), тогда как мусковит из вмещающего лейкогранита лишен этих компонентов.

Результаты исследования U-Pb изотопной системы приведены в табл. 1 и на рис. 4, 5. Содержание U и Th в цирконах варьирует от 40 до 1651 г/т и от 24 до 830 г/т соответственно и характеризуется неустойчивостью отношения Th/U (от 0.24 до 1.03) и отсутствием корреляции между содержанием урана и тория в разных кристаллах (см. рис. 4).

Всего выполнено 10 определений; аналитические точки располагались преимущественно в кра-

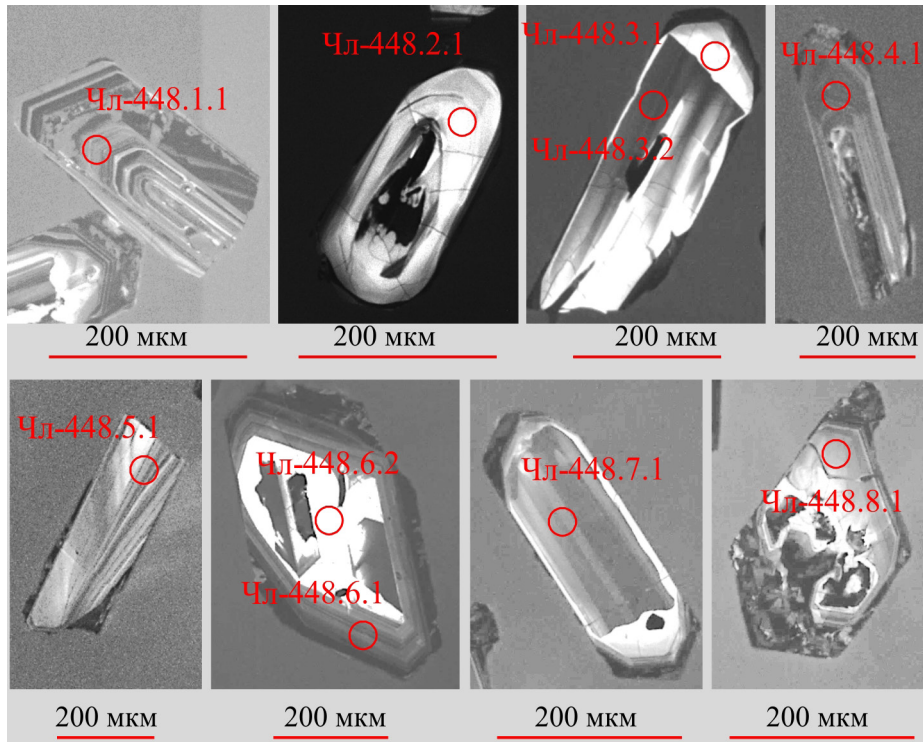


Рис. 1. Катодолуминесцентные изображения зерен цирконов из плюмазитового лейкогранита (Чл-448). Ионный зонд SHRIMP, ВСЕГЕИ. Кругами отмечено положение точек измерений.

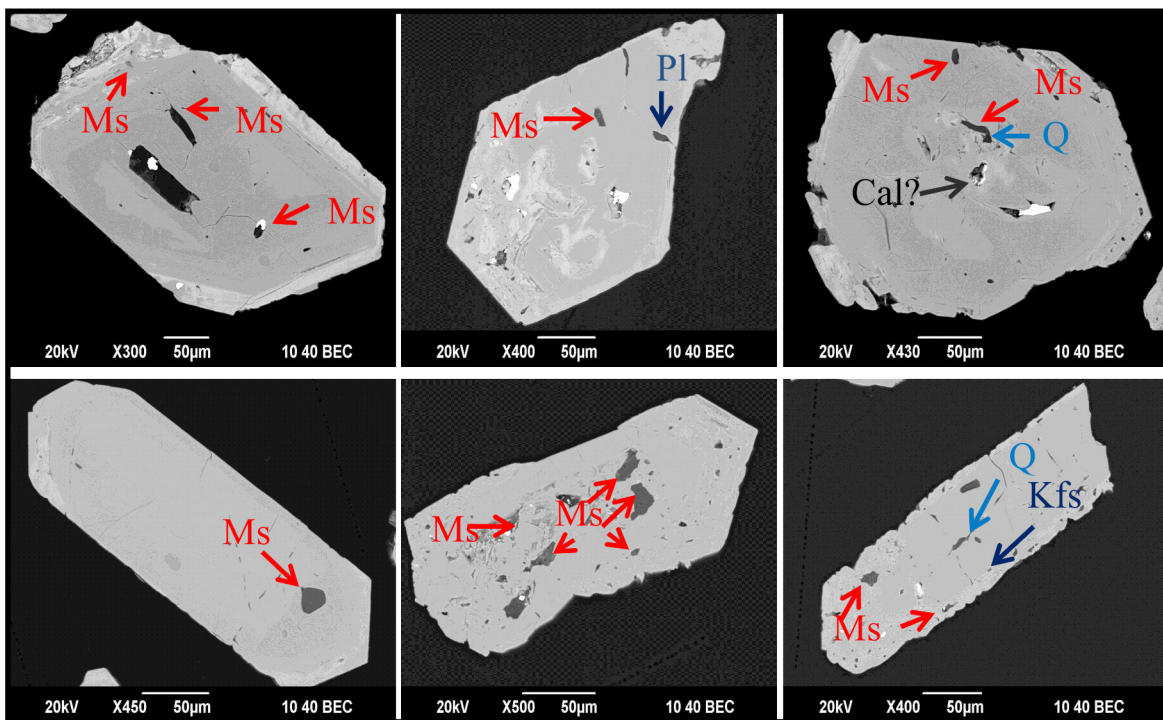


Рис. 2. Твердофазные минеральные включения в цирконах (BSE-изображение). Ms – мусковит, Q – кварц, Pl – плагиоклаз (кислый олигоклаз), Kfs – калинатовый полевой шпат, Cal – кальцит (?).

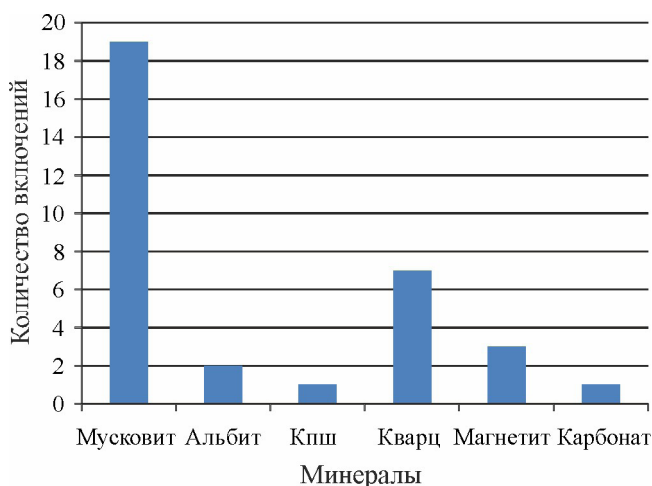


Рис. 3. Гистограмма встречаемости минералов во включениях в цирконах.

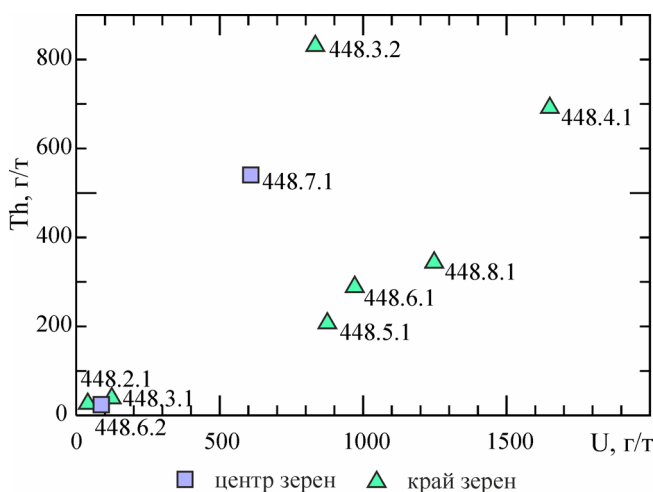


Рис. 4. Диаграмма U–Th для цирконов из плюмазитового лейкогранита.

евых частях кристаллов, две – в центральных. Анализ U–Pb изотопной системы цирконов показал конкордантное значение возраста (за исключением точки Чл-448.1.1 в силу большого содержания обычного свинца), соответствующее раннекаменноугольному времени – 346 ± 3 млн лет с хорошими параметрами: СКВО = 0.18, вероятность конкордантности = 0.67 (см. рис. 5).

Однако полученную датировку по цирконам нельзя с уверенностью считать возрастом кристаллизации рассматриваемых плюмазитовых лейкогранитов. В пользу этого вывода можно отнести непропорционально большой объем во включениях в цирконах мусковита по сравнению с долей других главных минералов, совершенно не соответствующий их соотношениям в породе, а также значительные различия в химизме мусковита из включений в цирконе и мусковита лейкогранита.

Таблица 1. Результаты U–Pb исследований цирконов из плюмазитового лейкогранита

Аналит. точка	$^{206}\text{Pb}_c$, %	U, г/г	Th, г/г	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$, г/г	$^{206}\text{Pb}^*$, г/г	(1) $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, млн лет	Изм. $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ ± %	Изм. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ± %	(1) $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}^*$ ± %	(1) $^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$ ± %	(1) $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$ ± %	(1) $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$ ± %	Rho
Чл-448.1.1	6.36	1254	673	0.55	56.2	307 ± 3.2	19.19 ± 0.86	0.11180 ± 0.95	20.49 ± 1.10	0.06120 ± 8.0	0.4110 ± 8.1	0.04871 ± 1.10	0.131	
Чл-448.2.1	1.62	40	26	0.67	1.97	352 ± 9.2	17.55 ± 2.50	0.06190 ± 6.60	17.84 ± 2.70	0.04870 ± 18.0	0.3760 ± 18	0.05600 ± 2.70	0.148	
Чл-448.3.1	0.60	124	38	0.32	5.87	344 ± 5.4	18.12 ± 1.60	0.05880 ± 3.90	18.23 ± 1.60	0.05400 ± 6.7	0.4080 ± 6.9	0.05485 ± 1.60	0.232	
Чл-448.3.2	1.09	833	830	1.03	40.4	350 ± 3.4	17.74 ± 0.93	0.06184 ± 1.50	17.94 ± 0.99	0.05300 ± 5.2	0.4080 ± 5.3	0.05573 ± 0.99	0.188	
Чл-448.4.1	0.06	1651	691	0.43	78.9	349 ± 3.1	17.96 ± 0.92	0.05434 ± 1.50	17.97 ± 0.93	0.05385 ± 1.7	0.4131 ± 2.0	0.05563 ± 0.93	0.471	
Чл-448.5.1	0.22	875	207	0.24	41.3	344 ± 3.1	18.19 ± 0.91	0.05466 ± 1.50	18.23 ± 0.92	0.05290 ± 2.5	0.4000 ± 2.6	0.05485 ± 0.92	0.349	
Чл-448.6.1	0.00	971	289	0.31	46.5	350 ± 3.1	17.93 ± 0.92	0.05310 ± 1.60	17.93 ± 0.92	0.05310 ± 1.6	0.4084 ± 1.8	0.05578 ± 0.92	0.508	
Чл-448.6.2	1.03	87	24	0.29	4.21	350 ± 6.2	17.74 ± 1.70	0.06190 ± 3.90	17.92 ± 1.80	0.05360 ± 11.0	0.4120 ± 11.0	0.05580 ± 1.80	0.166	
Чл-448.7.1	0.00	608	540	0.92	28.7	344 ± 3.2	18.23 ± 0.96	0.05310 ± 2.20	18.23 ± 0.96	0.05310 ± 2.2	0.4017 ± 2.4	0.05485 ± 0.96	0.401	
Чл-448.8.1	0.16	1248	343	0.28	57.8	338 ± 3.4	18.53 ± 1.00	0.05390 ± 1.40	18.56 ± 1.00	0.05260 ± 2.6	0.3910 ± 2.8	0.05387 ± 1.00	0.371	

Примечание. Ошибки приведены на уровне 1σ; Pbс и Pb* – нерадиогенный и радиогенный свинец соответственно. Погрешность в калибровке стандартов составляла 0.43%. Корреляция на обыкновенный свинец вносилась с использованием 204Pb. Rho – коэффициент корреляции U–Pb изотопных отношений.

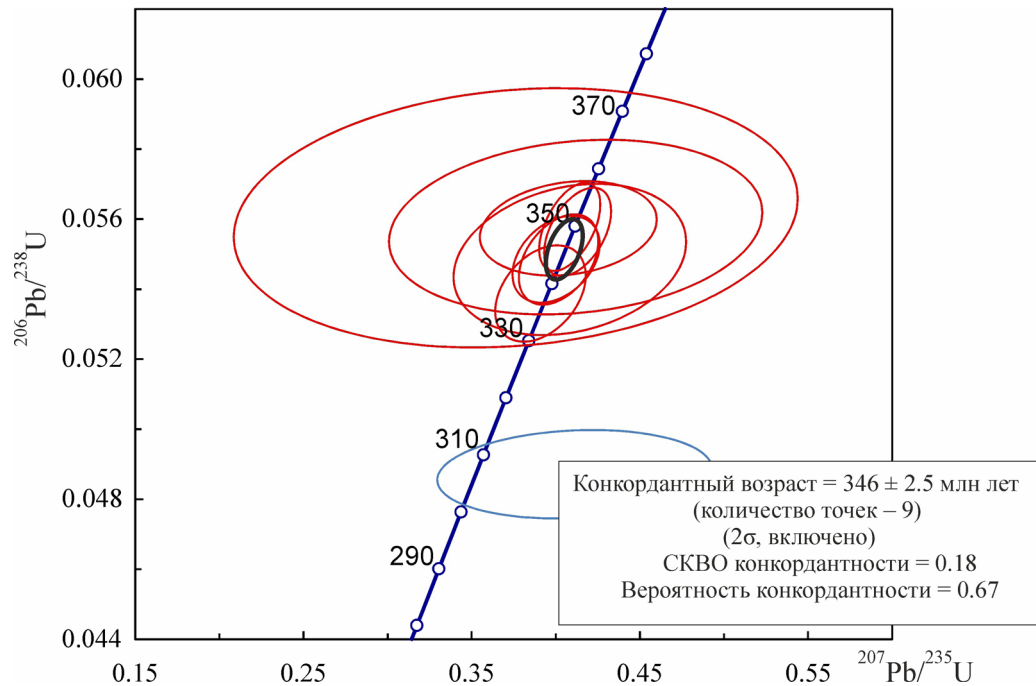


Рис. 5. Диаграмма $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ – $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ с конкордией для цирконов из плюмазитового лейкогранита (Чл-448). Данные SHRIMP-II, ВСЕГЕИ.

Плюмазитовые лейкограниты характеризуются типично “коровым” изотопным составом Sr и Nd ($(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.71100$; $\epsilon\text{Nd}_i = -1.76$). Эти породы не могли быть образованы за счет переплавления более ранних гранитоидов, слагающих Челябинский плутон [Каллистов, 2011]. При пересчете первичного отношения стронция ($(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ в рассматриваемых породах на возраст 346 млн лет эта величина становится равной 0.69549, что значительно ниже даже гипотетических изотопных составов верхней мантии [Мурбат, 1980; Костицын, 2013] и поэтому не имеет смысла.

Приведенные данные по характеристике цирконов из плюмазитовых лейкогранитов, очевидно, оставили вопрос о возрасте этих пород дискуссионным и выявили проблему применения “цирконовой геохронологии” в конкретном случае. Вероятно, исследуемые цирконы являются ксеногенными или унаследованными.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 15-18-5-24.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Каллистов Г.А.* Петрология гранитоидов Челябинского массива: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. 23 с.
- Костицын Ю.А.* Микроэлементный состав примитивной мантии – нехондритовая модель // Глубинный магматизм, его источники и плюмы. Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 2013. С. 24–52.
- Мурбат С.* Граничные условия эволюции архейской коры по возрастным и изотопным данным // Ранняя история Земли. М.: Мир, 1980. С. 356–366.
- Осипова Т.А., Каллистов Г.А., Травин А.В., Дриль С.И.* Первые данные о мезозойских гранитоидах в составе Челябинского интрузива (Южный Урал) // Литосфера. 2010. № 4. С. 163–169.
- Тевелев Ал.В., Кошелева И.А., Фурина М.А., Беляцкий Б.В.* Триасовый магматизм Южного Урала: геохимия, изотопия, геодинамика // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 2009. № 2. С. 29–38.
- Салихов Д.Н., Мосейчук В.М., Пучков В.Н., Холоднов В.В., Андреичев В.Л., Баянова Т.Б.* О возрасте щелочных гранитоидов магнитогорской габбро-гранитной серии // Литосфера. 2013. № 5. С. 165–171.