

Член-корреспондент АН СССР Л. Н. ОВЧИННИКОВ,
С. Н. ВОРОНОВСКИЙ, Л. В. ОВЧИННИКОВА

РАДИОГЕОХРОНОЛОГИЯ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ

Радиологическое определение абсолютного возраста минералов и горных пород прочно вошло в арсенал методов геологии, способствующих восстановлению последовательности геологических событий и выявлению этапов эволюции земной коры. Однако существуют значительные трудности в создании единой геохронологической шкалы из-за отсутствия, особенно в докембрии, надежных опорных реперов, возраст которых мог бы быть установлен объективно.

С точки зрения абсолютной геохронологии самого серьезного внимания заслуживают гранитные пегматиты, несомненно являющиеся наилучшими реперами в реконструкции времени и последовательности геологических событий, благоприятными одновременно как в методическом, так и в геологическом отношении.

Пегматиты, сопутствуя гранитному магматизму, формируются на всем протяжении истории развития земной коры: от глубокого докембрия до кайнозоя. Вместе с тем, пегматиты содержат большой набор различных по составу минералов, наиболее пригодных для определения абсолютного возраста всеми используемыми в настоящее время методами — свинцовыми, калий-аргоновым и рубидий-стронциевым. Таким образом, радиолог из пегматитов получает в свое распоряжение однотипный геологический материал с возможностью проверки получаемых возрастных значений тремя независимыми методами, а внутри каждого метода — по двум и более независимым минералам.

Обладая всегда большой крупностью зерна, гранитные пегматиты обеспечивают наибольшую сохранность аргона в минералах, используемых для определения абсолютного возраста калий-аргоновым методом.

Благоприятны для геохронологических целей гранитные пегматиты также всегда ясной своей структурно-тектонической позицией, однозначно определяющей возрастные соотношения с вмещающими комплексами и формациями; пегматиты являются всегда позднемагматическими, заключающими интрузивный процесс, и к тому же самыми молодыми образованиями цикла в целом.

Для создания единой геохронологической шкалы по гранитным пегматитам необходимы широкие специальные совместные исследования геологов и радиологов с целенаправленным отбором материала. В качестве первого шага мы сделали попытку систематизации и статистического анализа более 800 данных по абсолютному возрасту гранитных пегматитов всех континентов (кроме Антарктиды), полученных разными методами как в нашей стране, так и за рубежом. Зарубежные данные составляют 58%; из отечественных данных 153 калий-аргоновых определения выполнено в нашей лаборатории.

Материалом для калий-аргоновых и рубидий-стронциевых определений служили слюды: мусковит, биотит, лепидолит; ряд определений рубидий-стронциевым методом выполнен также по микроклину, реже цинвальдиту. Для определений по уран-торий-свинцовому методу использованы более широкий список минералов; при преобладании определений по ураниниту в него входят также циртолит, монацит, циркон, микролит, ториянит, эвксенит, поликраз, ураноторит, самарскит, ортит, фергусонит, давидит.

Таблица 1

Этапы пегматитообразования

Тектоно-магматический цикл (цикл диастрофизма)	Интервал времени для цикла, млн лет	№ этапа пегматитообразования	Интервал времени для этапа, млн лет	Генеральная выборка по этапу		K—Ar-метод			Rb—Sr-метод			U—Th—Pb-метод			n ₄ (между циклами)
				N	средн., млн лет	n ₁	средн., млн лет	отклон. от генер. средн., %	n ₂	средн., млн лет	отклон. от генер. средн., %	n ₃	средн., млн лет	отклон. от генер. средн., %	
Альпийский	12—85	14	25—85	12	44±34 *	6	44	0	1	—	—	5	48,6	+10,4	—
Киммерийский	110—190	13	110—190	18	135±50	7	119	-11,8	1	—	—	10	148	+9,6	—
Герцинский	240—340	12	240—340	85	290±50	53	294	+1,4	24	290	0	8	252	-13,1	10
Каледонский	400—450	11	390—450	26	418±48	17	412	-1,4	4	435	+4,1	5	425	+1,7	8
Байкальский	500—540	10	480—550	55	516±54	11	516	0	23	506	-1,9	21	522	+1,2	6
Катангский	650—680	9	600—680	11	627±38	3	629	+0,3	2	620	-1,1	6	629	+0,3	5
Гренвилльский	1000—1100	8	800—1100	133	962±158	23	952	-1,0	36	930	-3,3	74	965	+0,3	1
Прикамский	1300—1400	7	1290—1400	16	1383±96	4	1356	-1,9	4	1440	+4,1	8	1368	-1,1	—
Выборгский	1600—1700	6	1600—2100	255	1845±220	156	1842	-0,2	24	1910	+3,5	75	1841	-0,2	2
Карельский	1900—2100														
	2250—2350														
Кенорецкий	2600—2800	5	2220—2350	39	2270±104	25	2281	+0,5	8	2248	-1,0	6	2245	-1,1	3
	3150—3300	4	2400—2600	54	2490±124	32	2487	-0,1	13	2487	-0,1	9	2535	+1,8	2
	3500—3700	3	2600—2800	45	2700±132	16	2683	-0,5	14	2688	-0,4	15	2734	+1,3	—
Саамский		2	2900—3300	15	2980±230	5	3026	+1,5	4	2988	+0,3	6	2946	-1,1	—
		1	3450	2	3488±38	2	3488	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего				766		360			158			248			43

* Здесь и далее в тексте число после знака ± отвечает двум стандартам, характеризуя тем самым толерантные пределы разброса значений возраста при уровне значимости 0,05.

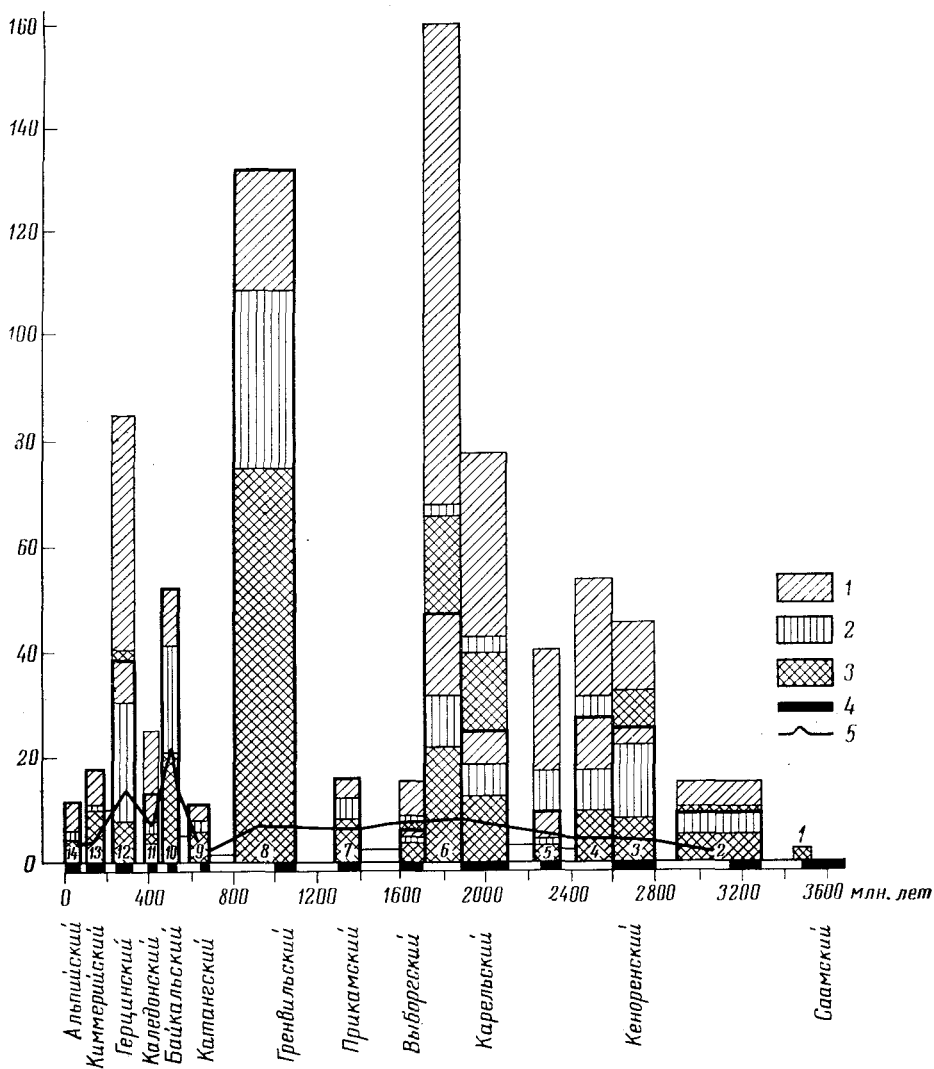


Рис. 1. Распределение значений абсолютного возраста гранитных пегматитов по тектоно-магматическим циклам (циклам диастрофизма) и структура выборки. Часть колонки, обведенная жирным контуром, — данные по зарубежным пегматитам; остальная часть — данные по пегматитам СССР. 1–3 — определения U–Th–Pb-методом (1), Rb–Sr (2) и K–Ar (3); 4 — тектоно-магматические циклы; 5 — кривая интенсивности пегматитообразования (число проб на единицу времени)

В итоге выявились следующие достаточно интересные закономерности.

1. Хотя пегматиты и формировались на протяжении от архея до кайнозоя, процесс этот не был непрерывным, а характеризовался весьма четкой периодичностью. Отчетливы 14 этапов пегматитообразования, проявившихся одновременно во всех частях земного шара. Концентрация цифр абсолютного возраста пегматитов в пределах этих этапов весьма высокая: на промежутки времени между ними падает всего лишь 5,3% нашей выборки (табл. 1, рис. 1). Продолжительность выявившихся этапов и числовые значения их средних величин совпадают у всех трех методов, при полной их методической и минералогической независимости; отклонения средних значений (времени кульминаций), полученных разными методами, от генерального среднего по этапам составляют десятки процентов — первые проценты. Систематического отклонения в одну сторону цифр, полученных каким-либо из методов, не наблюдается, что наглядно подтверждает объективность полученных значений абсолютного возраста и свиде-

теством о том, какой могучий инструмент для датировки геологических событий имеем мы в своем распоряжении.

2. Этапы пегматитообразования отвечают всем двенадцати общепризнанным тектоно-магматическим циклам (циклам диастрофизма), считающимся достаточно твердо установленным фактом (¹⁻³). Продолжительность формирования пегматитов охватывает больший интервал времени, чем приводимая продолжительность соответствующего тектоно-магматического цикла. При этом она всегда асимметрична за счет растянутости в сторону более молодых возрастов.

В периодизации пегматитообразования наблюдаются и отличия: помимо этапов, совпадающих с указанными выше циклами, отчетливо выделяются еще три с интервалами времени: 2250—2350; 2400—2600 и 2900—3300 млн лет; более молодой и более древний из них подмечены некоторыми исследователями на основании других фактов (³). Средний интервал 2400—2600 млн лет не является простым продолжением пегматитообразования кеноренского цикла, так как в выборке возрастных значений, лежащих в пределах 2400—2800 млн лет, наблюдается бимодальное распределение с кульминациями, падающими на 2700 ± 132 и 2490 ± 124 млн лет.

Вторым отличием в периодизации является любопытный факт слияния выборгского и карельского циклов вследствие «непрерывного» пегматитообразования в течение 500 млн лет. Распределение значений возраста в интервале 1600—2100 млн лет унимодальное, аппроксимируется нормальным законом при среднем 1845 ± 220 млн лет.

Интенсивность отдельных этапов пегматитообразования, весьма приближенно, конечно, может быть выражена через число проб, падающее на единицу времени. Она показана кривой на рис. 1, для построения которой за единицу времени была взята продолжительность байкальского цикла в 40 млн лет, являющаяся минимальной. В докембрии эта интенсивность мало меняется от цикла к циклу, описываясь почти горизонтальной кривой; в фанерозое эта кривая более извилиста и имеет максимумы, отвечающие байкальскому и герцинскому циклам.

На территории Советского Союза наибольшее число значений абсолютного возраста получено для гранитных пегматитов советской части Балтийского щита. Здесь проявлены первые шесть этапов пегматитообразования с интервалами продолжительности и кульминациями, отвечающими интервалам и генеральным средним значениям табл. 1. Наибольшее распространение имеют пегматиты выборгско-карельского, а также трех соседних этапов, более древних. Здесь же калий-аргоновым методом по биотиту обнаружены наиболее древние пегматиты с возрастом 3450—3525 млн лет.

В заключение мы бы хотели еще раз подчеркнуть большое значение гранитных пегматитов в абсолютной геохронологии и выразить надежду, что приведенные нами данные привлекут широкие круги специалистов к использованию их в этих целях, как объектов, наилучших в настоящее время.

Институт минералогии, геохимии и
кристаллохимии редких элементов
Москва

Поступило
23 XII 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. И. Салоп, Общая стратиграфическая шкала докембрия, Л., 1973. ² А. И. Тугаринов, Г. В. Войткевич, Докембрийская геохронология материков, М., 1970.
³ К. О. Крагц и др., Сборн. Новые данные абсолютной геохронологии, М., 1974.