Доклады Академии наук СССР
1955. Том 104, № 1

ГЕОХИМИЯ

А. А. БЕУС и С. Н. ФЕДОРЧУК

О КЛАРКЕ БЕРИЛЛИЯ В ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТАХ

(Представлено академиком Д. И. Щербаковым 12 IV 1955)

В пегматитовом процессе, связанном с гранитной магмой, обычно наблюдается некоторое обогащение бериллием, особенно отчетливое на поздних стадиях пегматитообразования. Именно в эти стадии бериллий с кремнием и алюминием получает возможность строить собственные кристаллические решетки, образуя ряд бериллиевых минералов. В то же время часть ионов бериллия в пегматитах захватывается в решетках силикатов, главным образом полевых шпатов и слюд. Имеющиеся аналитические данные показывают, что в пегматитах «чистой линии» явления рассеяния бериллия, крайне незначительные на ранних стадиях пегматитового процесса, усиливаются в конечные стадии замещения, достигая своего предела в зонах, сложенных поздними слюдами (лепидолит, мусковит). В табл. 1 приведены обобщенные данные о содержании рассеянного бериллия в породообразующих и некоторых второстепенных минералах гранитных пегматитов «чистой линии» *. Результаты проведенных исследований указывают на незначительное, в общем, развитие явлений рассеяния бериллия в процессе формирования подобных пегматитов. При этом содержание рассеянного бериллия в ранних зонах пегматитовых образований, сложенных графическим пегматитом, обычно ниже, чем содержание бериллия в материнских гранитах, или же равно ему.

Интересно, что некоторые пегматиты, не содержащие редкометальных минералов и связанные с гранитами, характеризующимися пониженным кларком бериллия, не обнаруживают концентрации бериллия по сравнению с материнским гранатом. Примером подобных образований могут явиться пегматиты кировоградско-житомирских гранитов (УССР), содержащих 0,0002 % Be (табл. 1, №№ 1—5). В то же время в ряде пегматитов, также не содержащих минералов бериллия, но отличающихся повышенными концентрациями редкоземельных минералов, наблюдаются относительно высокие содержания рассеянного бериллия, захваченного в решетках полевых шпатов (табл. 1, №№ 20, 21). В последнем случае отсутствие самостоятельных бериллиевых минералов может быть объяснено захватом бериллия в полевых шпатах ([1]), идущим, по всей вероятности, по схеме:

$$(K, Na)^{1+} + [SiO_4]^{4-} \text{ на } TR^{3+} + [BeO_4]^{6-} \text{ или}$$
$$2\,Ca^{2+} + [SiO_4]^{4-} \text{ на } 2\,TR^{3+} + [BeO_4]^{6-}.$$

Следует отметить что средний кларк бериллия в пегматитах, обогащенных редкими землями, может достигать значения, характерного для пегматитовых образований, содержащих до 0,1 % берилла (табл. 3).

Таким образом, весьма ограниченное рассеяние бериллия в гранитных пегматитах чистой линии, содержащих повышенные концентрации бериллиевых минералов, определяется геохимическими особенностями место-

* Аналитическая часть работы выполнена С. Н. Федорчук. Определение малых количеств бериллия производилось при помощи флуоресцентного (моринового) метода.

рождений этого типа. В подобных пегматитах важным геохимическим фактором, способствующим концентрации бериллия в виде собственно бериллиевых минералов (даже в случае его сравнительно низкого среднего содержания), является крайне незначительная роль ряда элементов, которые могли бы компенсировать вхождение бериллия в решетки силикатов (1).

В отличие от гранитных пегматитов чистой линии, геохимические особенности пегматит-пневматолитовых месторождений линии скрещения

Таблица 1

Содержание рассеянного бериллия в минеральных комплексах и минералах гранитных пегматитов чистой линии

№№ п.п.	Минерал или порода	Число проб	Содержание Be в %	
			предельн.	средн.
	Пегматиты, не содержащие редкометальных минералов			
1	Графический пегматит	4	0,0001—0,0002	
2	Среднезернистый пегматит с турмалином и гранатом	6	0,0001—0,0003	
3	Блоковый микроклин . .	4	0,0001—0,0003	
4	Блоковый кварц	3	0,0001	
5	Мусковит	2	0,0001—0,0002	
	Пегматиты, содержащие бериллиевые минералы			
6	Графический пегматит	4	0,0003—0,0006	
7	Микроклин-пертит блоковый и среднезернистый	19	0,0005—0,0036	0,0008
8	Альбит	29	0,0004—0,0061	0,0018
9	Кварц блоковый	5	0,00005—0,0004	0,0002
10	Мусковит	21	0,0020—0,0108	0,0056
11	Лепидолит	9	0,0016—0,0126	0,0049
12	Турмалин черный . . .	3	0,0013—0,0036	0,0020
13	Турмалин полихромный	2	0,0020—0,0036	
14	Гранат	2	0,0006—0,0013	
15	Сподумен	5	0,0005—0,0072	0,0010
16	Жильбертит	2	0,0020—0,0072	
17	Апатит	1	0,0018	
	Пегматиты, содержащие редкоземельные минералы и не содержащие минералов бериллия			
18	Графический пегматит олигоклазовый . . .	2	0,0001—0,0002	
19	Графический пегматит амазонитовый	1	0,0001	
20	Микрокмин-пертит блоковый	4	0,0012—0,0020	
21	Олигоклаз блоковый . .	3	0,0019—0,0036	

определяют возможность более широкого рассеяния бериллия в виде примеси в породообразующих и второстепенных минералах жильных образований. Факторами, способствующими этому процессу и облегчающими захват бериллия в решетках силикатов, являются:

а) широкое развитие явлений контаминации, включающих в процесс минералообразования ряд чуждых для пегматитов катионов (титан, хром,

магний и др.), которые могут компенсировать замещение кремния на бериллий в силикатах (1);

б) высокая концентрация фтора, содействующая миграции бериллия и замещению кремния на бериллий в силикатах типа слюд, везувиана и др. (Si+2O на Be+2F).

В табл 2. приведены обобщенные данные о содержании рассеянного бериллия в минералах гранитных пегматитов и пневматолитов линии скрещения.

Таблица 2

Содержание рассеянного бериллия в минералах пегматитов и пневматолитов линии скрещения и их реакционных зон

Минерал или порода	Число проб	Содержание Be в %	
		предельн.	средн.
Микроклин	2	0,0040—0,0187	
Альбит	1	0,0025	
Средний плагиоклаз	19	0,0018—0,0223	0,0106
Мусковит из бериллоносной жилы	1	0,0090	
Кварц из бериллоносной жилы	1	0,0001	
Маргарит	5	0,43—0,67	0,51
Флюорит	3	0,0001—0,0025	
Актинолит из актинолитового сланца в 1,5 м от контакта с бериллоносной жилой	1	0,0066	
Черный турмалин из биотитового слюдита	1	0,0026	
Зона мелкочешуйчатого биотита	1	0,0026	
Флогопит из оторочки бериллоносной жилы	6	0,005—0,0600	0,025
Хлоритовая зона бериллоносной плагиоклазовой жилы	1	0,0009	
Хлорит крупнозернистый	1	0,0013	
Зона мелкопластинчатого флогопита	3	0,0008—0,0033	
Биотит из хлорит-биотитового сланца	1	0,0006	
Тремолит из талькового сланца	1	0,0001	
Тремолит-тальковый сланец	3	0,0001—0,0002	
Тальково-актинолитовый сланец	3	0,0001—0,0003	
Тальковый сланец	3	0,0001—0,000	

Резко отличное содержание бериллия, характерное для пегматитовых образований различных типов и разных районов, создает известные трудности при подсчете среднего кларка бериллия в пегматитах. При этом необходимо учитывать:

а) различное содержание рассеянного бериллия в пегматитах редкометальных и нередкометальных провинций;

б) различное содержание рассеянного бериллия и бериллия, концентрированного в форме бериллиевых минералов в разных типах пегматитов;

в) количественные соотношения между различными по концентрации бериллия группами пегматитов, и прежде всего между пегматитами, содержащими бериллиевые минералы и не содержащими.

Результаты изучения распределения бериллия в пегматитах, а также анализ имеющихся материалов о соотношении различных типов пегматитов в пределах наиболее характерных редкометальных пегматитовых полей позволяют оценить средний весовой кларк бериллия в пегматитах как 0,0020%.

Таблица 3

Весовые кларки бериллия в различных группах гранитных пегматитов (в %)

Пегматиты, не содержащие редкометальных минералов (не альбитизированные)	0,0002—0,0010
Блоковые пегматиты, содержащие редкоземельные минералы (не содержащие берилла)	0,0010—0,0025
Пегматиты, содержащие 0,01—0,1% берилла	0,0015—0,0057
Пегматиты, содержащие 0,2—2,5% берилла	0,0100—0,025
Среднее для пегматитов	0,0020

Полученные данные дают возможность уточнить кларк бериллия в пегматитах (0,05%), выведенный ранее А. Е. Ферсманом [2]. Столь высокий кларк может быть отнесен только к весьма редким пегматитовым образованиям, содержащим не менее 1% берилла.

Лаборатория минералогии и геохимии
редких элементов
Академии наук СССР

Поступило
21 II 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] А. А. Беус, ДАН, 90, № 3 (1953). [2] А. Е. Ферсман, Пегматиты, I, 1940, стр. 326.