

Л. Б. ЗУБКОВ, В. И. ПАРИБОК, А. Б. ЧЕРНЯХОВСКИЙ

ПЕРВАЯ НАХОДКА ГАДОЛИНИТА В ГРАНИТАХ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

(Представлено академиком А. П. Виноградовым 5 VI 1969)

При производстве геологосъемочных работ по картированию кристаллического фундамента Русской платформы В. И. Парибоком и А. Б. Черняховским были обнаружены метасоматически измененные граниты, в которых впервые для этого района был установлен гадолинит.

Гадолинит, довольно редкий иттрий-бериллиевый силикат $Y_2Fe_2Be_2[SiO_4]_2O_2$, встречающийся ранее в основном в пегматитах щелочных, реже — нормальных гранитов, а иногда как акцессорный минерал — в самих гранитах, установлен в гранитах Русской платформы в необычных геологических условиях в связи с их метасоматическими изменениями. Обнаружение здесь гадолинита представляет большой интерес, как первая находка этого редкого минерала в пределах кристаллического фундамента Русской платформы, а также с точки зрения нахождения его в гранитах, подвергшихся интенсивным метасоматическим преобразованиям. В настоящей статье описываются геологические условия нахождения минерала и результаты его исследований, проведенных Л. Б. Зубковым.

Район, где обнаружены метасоматически измененные граниты с гадолинитом, представляет собой выступ кристаллического фундамента Русской платформы, залегающий под чехлом осадочных пород мезо-кайнозоя на глубинах от 15 до 100 м от поверхности. Возраст кристаллических пород выступа докембрийский, верхнепротерозойский. В строении его принимают участие гранитоидные породы различного состава, в основном амфибол-биотит-кварц-полевошпатового. В качестве акцессорных минералов эти граниты содержат апатит, сфен, циркон, ортит.

В осевой части выступа проходит зона разломов, пересекающая его в восток-северо-восточном направлении, падение зоны на В-ЮВ $\angle 60-80^\circ$. К центральной части зоны приурочен мощный (шириной в плане до нескольких сотен метров) пояс даек диабазов, в лежачем боку которых граниты претерпевают значительные динамометаморфические, а затем метасоматические изменения: сначала микроклинизация, затем более слабая альбитизация, окварцевание и в незначительной степени — ослюднение (серицитизацию). В результате этих преобразований возникли новые по составу породы — метасоматиты существенно полевошпатового и кварц-полевошпатового состава, с небольшим количеством серицита, но без амфибола и биотита.

В одной из таких зон метасоматитов лежачего бока дайкового пояса на глубине 214 м и обнаружена вкрапленность гадолинита.

Эти метасоматиты представляют собой светло-серую, средне- до крупнозернистой структуры породу, состоящую на 55—65% из светло-серого микроклина, на 10—15% из альбита, 20—25% кварца, 3—5% серицита. Породу рассекают маломощные (до нескольких сантиметров) прожилки водно-прозрачного кварца с флюоритом. Возле некоторых из них, на расстоянии нескольких сантиметров, а на отдельных участках — вне связи с прожилками, и встречается гадолинит. Он является основным акцессорным минералом этих участков метасоматитов. Наряду с ним, но в гораздо меньших количествах обнаруживаются (в протолочках пород) в качестве

аксессуарев темно-фиолетовый флюорит, ортит, сфен, пирохлор, торит, бастнезит.

Гадолинит образует неправильной формы выделения, реже кристаллы призматического габитуса, черного, со слабым зеленоватым оттенком цвета, с сильным смолистым блеском. Зерна минерала располагаются спорадически в полевошпатовой части породы и нередко корродируются более поздним альбитом и кварцем. Размеры выделений невелики — от первых десятых долей до 1—3 мм. Более крупные изометричные, иногда удлиненные зерна встречаются как отдельными группами (по 3—4 зерна), так и в единичных выделениях. Мелкие располагаются нередко один за другим вдоль определенных направлений трещин в породе.

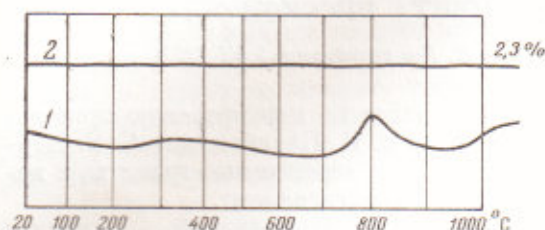


Рис. 1. Дифференциальная кривая нагрева (1) и кривая потери веса (2) исследованного гадолинита из полевошпатовых метасоматитов в гранитах кристаллического фундамента Русской платформы (аналитик Р. Н. Моржеедова)

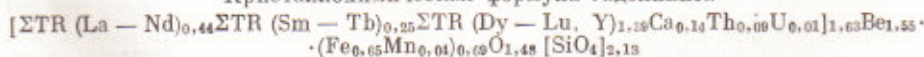
ловатые обломки кристаллов, неправильной формы зерна, темно-коричневого, почти черного цвета с темно-зеленоватым оттенком в тонких сколах, с сильным смолистым блеском. Излом раковистый, спайность не обнаруживается. Удельный вес 4,3. Магнитная восприимчивость повышенная.

Таблица 1

Химический состав исследованного гадолинита из метасоматически измененных гранитов Русской платформы

Окисел	Содержание		Молекулярные колич.	Атомные колич. кислорода	Число атомов кислорода в пересчете на 10	Число атомов катионов	Теоретический состав, % (1, 2)
	вес. % *	вес. %, приведен. к 100%					
SiO ₂	24,60	25,33	421	842	4,27	2,13	22,20
ΣTR ₂ O ₃	49,00	50,46	206 **	618	3,13	2,08 ***	55,40
BeO	7,40	7,63	305	305	1,55	1,55	9,20
FeO	9,00	9,27	129	129	0,65	0,65	13,20
MnO	0,60	0,62	008	8	0,04	0,04	—
CaO	1,50	1,55	028	28	0,14	0,14	—
ThO ₂	4,65	4,79	018	36	0,18	0,09	—
U ₃ O ₈	0,34	0,34	001	8	0,04	0,01	—
Итого...	97,09	100,00		1974	общий делитель 1974 : 10 = 197,4		100,0

Кристаллохимическая формула гадолинита



* Аналитик К. Б. Зубынина.

** Молекулярное количество для суммы окислов р. з. о. получено путем сложения молекулярных количеств всех индивидуальных окислов р. з. о., состав которых показан в табл. 2.

*** Согласно расчетам получены следующие числа атомов-катионов для р. з. о. минерала: ΣTR (La - Nd) = 0,44 — цериевая подгруппа, ΣTR (Sm - Tb) = 0,25 — промежуточная подгруппа, ΣTR (Dy - Lu, Y) = 1,39 — иттриевая подгруппа.

В иммерсионных препаратах в зернах непрозрачен, просвечивает только отдельными участками в тонких сколах темно-зеленовато-коричневым цветом. В скрещенных николях изотропизирован в силу метаамфибоности, и даже в просвечивающих участках двупреломление почти не обнаруживается. Показатель преломления больше 1,78 (в пределах 1,80—1,81).

Вследствие метамиктности минерал рентеноаморфен и дает отчетливую рентгенограмму только после длительного, более 1 часа, прокалывания при температуре около 1000°. Межплоскостные расстояния и относительные интенсивности линий исследуемого образца полностью идентичны таковым известных образцов гадолинита из Якутии и Норвегии (2, 4). Каких-либо других фаз в изученном образце не обнаружено. Главные линии на его дебаеграмме (в скобках — интенсивность): 3,11 (8); 2,8 (10); 2,55 (8); 2,36 (5); 1,867 (9); 1,653 (7); 1,623 (5); 1,243 (5); 1,185 (6); 1,174 (7).

Таблица 2

Состав редких земель в гадолините из метасоматически измененных гранитов Русской платформы*

	Цериевая подгруппа				Промежуточная подгруппа			
	La ₂ O ₃	CeO ₂	Pr ₂ O ₁₁	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Eu ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃
Содержание, отн. % **	0,5	4,0	0,5	8,0	5,0	0,7	10,0	2,0
(продолжение)								
Иттриевая подгруппа							ΣTR ₂ O ₃	
Dy ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	Er ₂ O ₃	Tm ₂ O ₃	Yb ₂ O ₃	Lu ₂ O ₃	Y ₂ O ₃		
8,0	3,0	4,0	0,8	4,0	0,5	49,0	100,0	

* Аналитик З. Д. Погодина.

** От ΣTR₂O₃.

Термографическое исследование образца показало, что его дифференциальная кривая нагревания (см. рис. 1) характеризуется небольшим экзотермическим подъемом при 300°, вызванным, вероятно, частичным окислением железа, и значительным экзотермическим эффектом при 800°. Последний обусловлен, вероятнее всего, упорядоченностью структуры минерала и переходом его из метамиктного состояния в кристаллическое. При температуре 950° наблюдается небольшой эндотермический эффект (начало разрушения кристаллической решетки), а затем при 1000° — резкое экзотермическое поднятие (спекание образца). Потеря веса невелика, составляет всего 2,3% и приурочена к температуре 950°. Скорее всего, она связана с удалением при разрушении кристаллической решетки конституционной воды или каких-либо других летучих компонентов, содержащихся в небольшом количестве в гадолините.

Химический анализ образца и пересчет его результатов на кристаллохимическую формулу приведены в табл. 1. Как видно из результатов этого анализа, минерал характеризуется несколько пониженными, по сравнению с теоретическим составом, содержаниями суммы р. з. э., бериллия, железа и исключительно высокими содержаниями тория (4,65%) и урана (0,34%). Гадолинит со столь значительными содержаниями радиоактивных элементов выявлен впервые. Изучение радиографических отпечатков минерала показало отсутствие каких-либо радиоактивных минеральных микровключений в гадолините и равномерное, связанное с изоморфным вхождением тория и урана в минерал, распределение радиоактивности по всей площади зерна гадолинита. Эту разновидность минерала, вследствие высокого содержания в нем тория, будет, по-видимому, справедливым назвать торгадолинитом, по аналогии с принятыми в минералогической литературе (1-3) другими названиями разновидностей: цергадолинит, кальций-гадолинит. Кроме элементов, перечисленных в табл. 1, полным спектральным анализом ми-

нерала в нем обнаружены в количестве 0,1—1% алюминий, цирконий; 0,01—0,1% магний, олово; 0,01% и менее — титан, медь, свинец.

Состав редких земель гадолинита из метасоматитов Русской платформы, установленный рентгеноспектральным анализом осадка окислов р. з. э., выделенного при химическом анализе минерала, показан в табл. 2. Результаты расшифровки ΣTR_2O_3 минерала свидетельствуют о том, что состав редких земель в нем, хотя и является существенно иттриевым (49% Y_2O_3), характеризуется комплексностью: в нем в значительных количествах присутствуют как цериевые лантаноиды, так и средние (Sm_2O_3 , Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Tb_4O_7) и редкие иттриевые. Из всех известных ранее минералов описанный гадолинит отличается максимальными содержаниями таких редких лантаноидов, как гадолиний (10 отн. %), европий (0,7 отн. %), гольмий (3 отн. %); высокими являются содержания эрбия, тулия, лютеция.

Образование описанного гадолинита в данной геологической обстановке следует связывать с метасоматическими преобразованиями древних гранитоидных пород. Щелочной метасоматоз привел к преобразованию исходных амфибол-биотитовых гранитов, а дальнейшие его стадии — к высвобождению и мобилизации при этих изменениях многих редких элементов, в том числе бериллия и иттрия, содержащихся в значительных количествах во многих породообразующих и акцессорных минералах этих гранитов, и перетолжению их в виде гадолинита вдоль определенных зон наиболее активного изменения пород на завершающих стадиях процесса метасоматоза.

Государственный научно-исследовательский
и проектный институт редкометаллической
промышленности
Москва

Поступило
31 V 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Е. И. Семенов, Минералогия редких земель, Изд. АН СССР, 1963. ² Геохимия, минералогия и генетические типы месторождений редких элементов, 2, Минералогия, «Наука», 1964. ³ Геология месторождений редких элементов, в. 9. Новые данные по минералогии месторождений редких элементов, М., 1961. ⁴ О. Н. Ложникова, С. В. Яковлева, Рентгенометрический справочник-определитель минералов, содержащих редкоземельные элементы, М., 1961.