

П. В. КОВАЛЬ, В. И. КОВАЛЕНКО, М. И. КУЗЬМИН,
В. А. ПИСАРСКАЯ, С. А. ЮРЧЕНКО

МИНЕРАЛЬНЫЕ ПАРАГЕНЕЗИСЫ, СОСТАВ И НОМЕНКЛАТУРА
СЛЮД РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ АЛЬБИТСОДЕРЖАЩИХ ГРАНИТОИДОВ

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 17 XI 1970)

Несмотря на существующие расхождения во взглядах на генезис плюмазитовых альбитсодержащих редкометальных гранитоидов (1-3), в настоящее время можно наметить выдержанную последовательность формирования трех главных групп парагенезисов рассматриваемых гранитоидов. I. Ранние собственно гранитоидные (3) или апогранитные (1, 2) ассоциации (Пл* + Кв + КПШ + Сл ± Топ ± Флю). II. Пегматоидные кварц-кальцишпатовые (часто амазонитовые) образования (Кв + КПШ ± Аб ± ± Сл ± Топ). III. Грейзеновые образования (Кв + Аб + КПШ + Сл ± ± Топ с тенденцией к образованию анхимономинеральных кварцевых зон

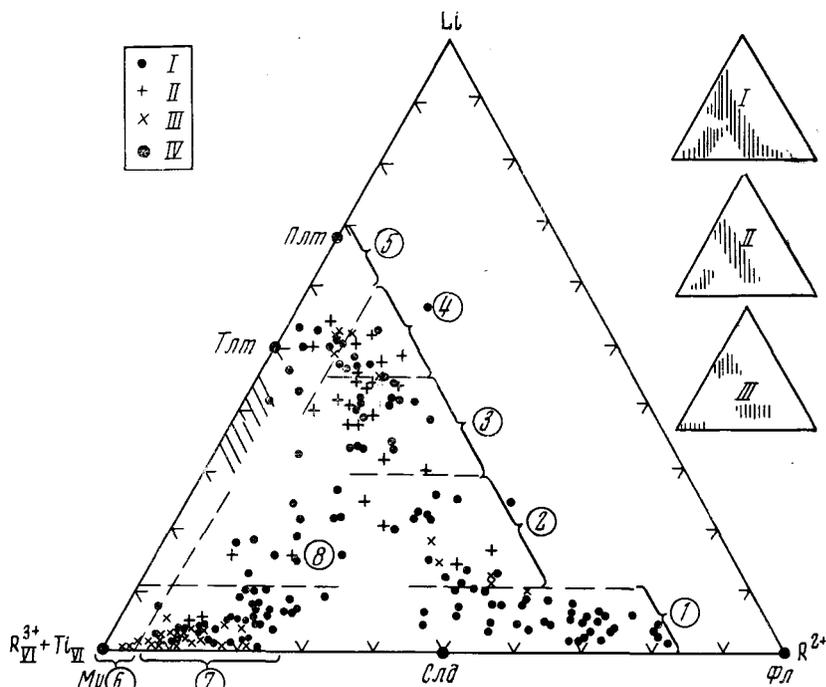


Рис. 1. Состав и номенклатура слюд редкометальных альбитсодержащих гранитоидов. Диаграмма построена по данным 150 оригинальных анализов авторов и работам (4-8). I — слюды из ранних парагенезисов (двуслюдяные и мусковитовые граниты, редкометальные пегматиты, альбитсодержащие гранитоиды); II — слюды из пегматоидных кварц-кальцишпатовых образований; III — слюды из поздних грейзенов; IV — теоретические составы слюд. Поля составов: I — биотиты, 2 — протолитиониты, 3 — цинвальдиты, 4 — железистые лепидолиты (криофиллиты), 5 — лепидолиты, 6 — мусковиты, 7 — фенгит-мусковиты, 8 — литиевые фенгит-мусковиты. Заштрихована область смешанных структур слюд по (9). Формулы слюд рассчитаны по методу (10)

* Пл, Аб — плагиоклаз от олигоклаза до альбита; Кв — кварц; КПШ — калиевый полевой шпат, Сл — слюды (биотиты, мусковиты, литиевые слюды); Топ — топаз; Флю — флюорит, Му — мусковит, Слд — селадонит, Фл — флогопит-аннит; Тлт — трилитнионит, Плт — полилитнионит.

и жил). Слюды в рассматриваемых ассоциациях представлены: а) биотитами, б) литиевыми слюдами ряда биотит — лепидолит, в) высокоглиноземистыми литиевыми и литийсодержащими слюдами мусковитового ряда.

Главной особенностью рассматриваемых слюд является значительное расширение поля составов мусковитов по сравнению с известными данными, касающимися главным образом слюд пегматитов (¹¹, ¹²). В мусковитах из редкометалльных гранитоидов устанавливается избыток атомов кремния в формульной единице по сравнению с теоретическим составом мусковита. Этому сопутствует прямая корреляция между содержаниями атомов Si и R²⁺, а также Li с R²⁺ и суммой катионов октаэдрической координации и обратная корреляция между Li и R_{VI}³⁺ (рис. 1 и 2).

Отсюда составы обсуждаемых мусковитов можно интерпретировать как изоморфную смесь диоктаэдрических мусковитового (преобладает), селадонитового (10—20%) и триоктаэдрического железо-литиевого (до 30—40%) компонентов и выделить данные слюды в изоморфную серию фенгит-мусковита — протолитионит — цинвальдит. С увеличением содержания железо-литиевого компонента в слюдах этой серии уменьшается угол оптических осей, а параметр *b* элементарной ячейки возрастает (рис. 3 и 4). Основные схемы изоморфных замещений в этой серии — R_{VI}³⁺ + R_{IV}³⁺ ⇌ R²⁺ + Si и R_{VI}³⁺ ⇌ Li + R²⁺, для биотитов и слюд ряда биотит-лепидолит близки к известным (¹², ¹³).

Структура 2M₁ сохраняется в этой серии вплоть до содержания 35—40% железо-литиевого компонента.

Для слюд ряда биотит — лепидолит преобладающей является структура 1M. В области составов, примыкающей к протолитионит-цинвальдиту со стороны литиевых фенгитов, отмечаются слюды со структурой 3T¹⁴⁻¹⁶. Однако границы их распространения еще недостаточно ясны.

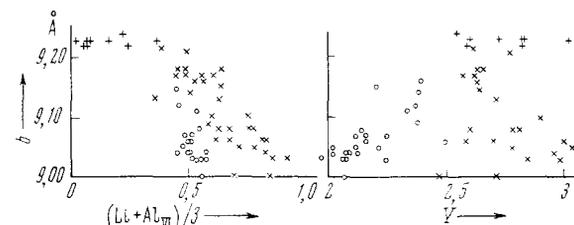


Рис. 3. Соотношение между величиной *b* элементарной ячейки слюд, суммой октаэдрических катионов в формульной единице слюды и относительным содержанием лития и алюминия в октаэдрической позиции. Обозначения те же, что на рис. 2

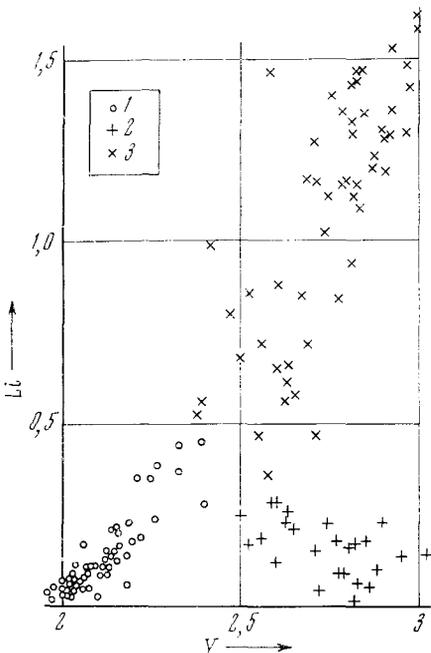


Рис. 2. Связь между содержанием атомов лития в формульной единице слюды и суммой октаэдрических катионов в ней (Y). 1 — фенгит-мусковиты; 2 — биотиты; 3 — протолитиониты, цинвальдиты и лепидолиты

Имеющийся к настоящему времени материал по составу и свойствам слюд редкометалльных гранитоидов позволяет наметить их номенклатуру (рис. 1, табл. 1), взяв за основу классификацию (¹¹, ¹²).

При переходе от парагенезисов гранитоидов (I) к пегматоидам (II) и к грейzenам (III) происходит общее сужение полей составов слюд (рис. 1, правая часть). Считая эту

Химический состав, оптические свойства и некоторые параметры элементарных ячеек слюд редкометалльных альбитсодержащих гранитоидов (I—III типы парагенезиса)

	Биотиты		Литиевые слюды ряда биотит-ленидолит										Слюды ряда фенгит-мусковит-протолигионит-циннвальдит							
			протолигиониты			циннвальдиты		железистые ленидолиты (криофиллиты)			ленидолиты		фенгит-мусковиты			Li-содержащий фенгит-мусковит	литиевые фенгит-мусковиты			
	I		I № П-353	II № П-517-2Т	III № БН-635	I № П-208	II № П-386	I № Э-434	II № П-222а	III № П-421	I № Дч-534	II № Э-517Г	III № Дч-538	I № 822	II № А-200	III № Дж-1	I № 506	I № 1223	II № 806а	I № 1243
	№ 1002	№ П-343																		
SiO ₂	36,54	35,90	42,00	40,90	41,08	43,44	49,98	52,26	49,16	52,82	52,10	51,40	52,30	46,30	45,96	46,56	41,70	45,94	45,71	44,51
TiO ₂	2,46	1,50	0,35	1,60	С.п.	0,30	С.п.	0,30	С.п.	0,22	0,07	0,25	0,07	0,43	0,10	0,25	0,82	0,72	0,74	0,76
Al ₂ O ₃	12,91	18,70	20,38	18,55	22,43	20,90	20,38	17,50	18,70	18,97	19,03	20,44	19,23	27,81	30,75	30,24	26,65	24,25	26,60	22,76
Fe ₂ O ₃	6,43	11,44	3,20	4,49	4,22	3,02	2,01	2,54	1,92	1,58	3,06	1,00	2,11	4,67	2,48	3,27	3,45	3,40	4,00	5,21
FeO	11,33	12,50	14,28	7,68	15,10	10,53	2,81	2,51	4,61	3,06	2,15	0,72	2,51	2,55	2,67	1,79	3,21	2,50	1,97	3,57
MnO	1,86	0,62	0,70	0,79	0,85	0,54	2,78	1,28	0,38	2,08	1,05	1,21	1,20	0,95	0,13	1,10	0,87	1,12	1,20	3,20
MgO	12,66	2,06	0,50	7,10	0,16	0,44	2,76	1,41	1,00	2,40	0,70	0,74	0,45	0,72	0,50	1,13	2,00	2,40	2,78	2,22
CaO	0,28	1,30	0,80	0,06	0,30	0,25	0,22	0,25	0,50	0,10	0,80	0,31	0,55	0,34	0,20	0,50	0,41	0,71	0,35	0,43
Na ₂ O	0,16	0,13	0,32	0,24	0,26	0,38	0,44	1,50	0,25	0,18	0,47	0,54	0,40	0,20	0,30	0,26	0,39	0,60	0,51	0,16
K ₂ O	8,67	8,50	9,27	9,87	10,29	9,63	9,75	8,55	10,11	9,58	10,23	9,75	10,07	10,73	10,53	10,35	10,60	10,36	10,29	11,07
Rb ₂ O	0,06	0,15	0,50	0,72	0,33	0,85	0,80	1,26	1,09	0,79	0,98	1,86	1,06	0,70	0,38	0,51	0,74	0,62	0,56	0,90
Li	0,19	0,54	1,94	1,59	0,58	3,23	3,74	4,94	4,52	4,82	5,27	5,98	5,38	0,21	0,41	0,24	0,58	1,24	1,31	1,38
Сs	0,02	0,02	0,05	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,05	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,06
F	1,60	1,90	4,90	3,50	4,50	6,00	3,80	4,60	7,40	4,50	5,75	5,60	5,50	0,42	0,60	0,20	0,33	4,40	1,90	1,80
H ₂ O+	4,80	2,00	2,64	2,51	2,80	2,41	3,24	2,80	2,80	1,39	0,76	1,63	1,48	4,00	4,50	3,25	2,86	2,69	2,39	
П. п. п.	5,29	0,10	0,10	0,35	0,12	0,10	0,08	0,08	0,12	С.п.	0,11	0,85	0,20	С.п.	0,18	0,04	0,11	С.п.	0,10	С.п.
P ₂ O ₅	0,55	0,34	101,29	100,08	102,74	102,42	101,98	101,93	102,40	102,52	102,54	102,33	101,85	100,05	92,72	99,63	99,93	101,14	100,80	100,48
Σ'	100,99	100,40	2,06	1,47	1,89	2,52	1,60	1,93	3,11	1,89	2,47	2,35	2,36	0,18	0,24	0,08	0,14	1,85	0,80	0,76
- O = F	0,67	0,79	99,23	98,61	100,85	99,90	100,38	100,00	99,29	100,63	100,07	99,98	99,49	99,87	99,48	99,55	99,79	99,29	100,00	99,72
Σ	100,32	99,61	1,605	1,582—1,613	1,609	1,585	1,568	1,561	1,561	1,563	1,565	1,554	1,558	1,600	1,600	1,598	1,599	1,594	1,587	1,597
<i>n_g</i>	1,629	1,655	6—8	5—19	21—24	27	36	36	35	38—42	40	42	40	39	41	42	40	35	31—38	8—13
-2 <i>V</i> , град.	10	5—17	5,30	5,27	5,27	5,27	5,24	5,24	5,24	5,22	5,22	5,22	5,22	5,22	5,22	5,21	5,23	9,07	9,11	9,12
<i>a</i> , Å	9,23	9,24	9,18	9,13	9,18	9,13	9,08	9,08	9,08	9,10	9,06	9,03	9,12	9,01	9,01	9,03	9,06	9,07	9,11	9,12
<i>b</i> , Å	1 <i>M</i>	1 <i>M</i> (3 <i>T</i>)	1 <i>M</i> (3 <i>T</i>)	1 <i>M</i> (3 <i>T</i>)	1 <i>M</i> (3 <i>T</i>)	1 <i>M</i>	1 <i>M</i>	1 <i>M</i>	1 <i>M</i>	1 <i>M</i>	1 <i>M</i> (3 <i>T</i>)	1 <i>M</i>	1 <i>M</i> (3 <i>T</i>)	2 <i>M</i> ₁	2 <i>M</i> ₁	2 <i>M</i> ₁	2 <i>M</i> ₁	2 <i>M</i> ₁	2 <i>M</i> ₁	3 <i>T</i>
Полиморфная модификация																				

Примечание. Показатели преломления определялись иммерсионным методом. 2*V* — коноскопическим методом на федоровском столике. Определения параметров элементарных ячеек проведены Б. В. Звягиным (Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР), А. А. Кашаевым и С. В. Базаровой, которым авторы выражают глубокую благодарность.

последовательность групп парагенезисов регрессивным рядом минеральных образований, приходим к выводу, что с падением температуры (от I до III) пределы изоморфной смесимости компонентов слюды, по крайней мере для мусковитовой области составов, уменьшаются.

В целом среди массивов плюмазитовых альбит-содержащих гранитоидов могут быть выделены по крайней мере три парагенетических типа, характеризующихся вполне определенной последовательностью изменения состава слюды в процессе формирования массивов: 1) мусковитовый тип, в парагенезисах которого встречаются только слюды фенгит-мусковитовой серии; 2) лепидолит-биотитовый, где слюды представлены разновидностями серии биотит-лепидолит; 3) мусковит-лепидолитовый, в котором встречаются парагенезисы как с мусковитом, так и парагенезисы с литиевыми слюдами. В двух последних типах в парагенезисе с литиевыми слюдами присутствует топаз.

Разнообразие выделенных парагенетических типов массивов редкометалльных гранитоидов определяется в первую очередь активностью фтора и лития (¹⁷) при их формировании и пределами смесимости компонентов слюды.

Институт геохимии
Сибирского отделения Академии наук СССР
Иркутск

Поступило
11 XI 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Беус и др., Альбитизированные и грейзенизированные граниты (апограниты), Изд. АН СССР, 1960. ² П. В. Коваль, Е. Б. Знаменский, В сборн. Вопросы геологии Прибайкалья и Забайкалья, в. 6, ч. 1 (1969). ³ В. И. Коваленко и др., ДАН, 190, № 2 (1970). ⁴ В. И. Коваленко и др., ДАН, 190, № 3 (1970). ⁵ П. В. Коваль, С. А. Юрченко, ДАН, 190, № 3 (1970). ⁶ П. В. Коваль, С. А. Юрченко, Д. Х. Николаева, Зап. Всесоюзн. мин. общ., 92, в. 4 (1970). ⁷ Н. Е. Залашкова, Л. Ф. Сырицо, В кн.: Проблемы метасоматизма, Л., 1969. ⁸ А. А. Ситнин, И. С. Разина, Геохимия, № 7 (1963). ⁹ A. A. Levison, Am. Mineral., 38, № 1-2 (1953). ¹⁰ R. E. Stevens, U. S. Geol. Surv. Bull., 950 (1946). ¹¹ А. Н. Гинзбург, С. И. Берхин, Тр. Минерал. музея им. А. Е. Ферсмана, в. 5 (1953). ¹² M. D. Foster, U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 354-E (1960). ¹³ П. В. Коваль, С. Д. Юрченко, Ежегодник по работам 1969 г., Инст. геохимии Сиб. отд. АН СССР, Иркутск, 1970, стр. 242. ¹⁴ М. М. Повилайтис, Н. И. Органова, Тр. Минерал. музея им. А. Е. Ферсмана, в. 14 (1963). ¹⁵ В. Е. Тепикин, В сборн. Конституция и свойства минералов, № 3, Киев, 1969. ¹⁶ П. В. Коваль, А. А. Кашаев, С. Д. Юрченко, Ежегодник по работам 1969 г., Инст. геохимии Сиб. отд. АН СССР, Иркутск, 1970, стр. 246. ¹⁷ Л. В. Таусон и др., В сборн. Геохимические критерии потенциальной рудоносности гранитоидов, ч. 1, Иркутск, 1970.

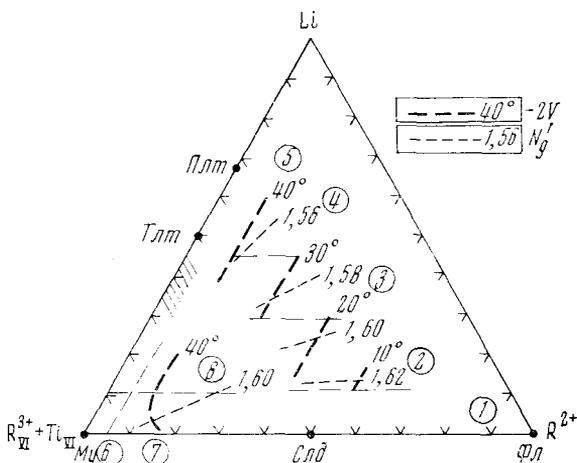


Рис. 4. Угол оптических осей ($-2V$) и показатель преломления (N_g') слюд из редкометалльных альбит-содержащих гранитоидов. Диаграмма построена для наиболее распространенных полиморфных модификаций рассматриваемых слюд — $2M_1$ (мусковиты) и $1M$ (литиевые слюды). 1—8 — то же, что на рис. 1