

В. В. ГОРДИЕНКО

ЦЕЗИЙ В ЛЕПИДОЛИТАХ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЦЕЗИЕНОСТИ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 14 VI 1971)

Необходимость разработки критериев для предварительной оценки цезиености гранитных пегматитов диктуется крайне неравномерным распределением поллуцита — главного минерала-концентрактора цезия в пегматитах — и весьма трудной его визуальной диагностикой. Наиболее надежным критерием редкометального оруденения пегматитов помимо их структурно-текстурных признаков, позволяющими подходить с «мерой и весом» к прогнозной оценке рудоносности отдельных жил, является уровень концентрации микроэлементов в породообразующих минералах пегматитов — микроклине, мусковите и бисфите (¹⁻⁴). На возможность использования для этой цели лепидолита, являющегося постоянным спутником поллуцита, впервые обратил внимание А. И. Гинзбург (^{5,6}). Однако недостаток аналитических данных позволял подойти к решению этого вопроса только качественно.

Проведенное исследование особенностей распределения редких щелочных элементов (Li, Rb и Cs) в лепидолитах из пегматитов различных районов СССР, результаты которого излагаются в настоящем сообщении, а также использованные литературные данные позволяют теперь дать уже статистически достоверные количественные критерии для отличия пегматитов, сходных по минеральному составу и структурно-текстурным признакам, но различающихся по масштабам цезиевого оруденения. Тем самым открывается возможность для «разбраковки» отдельных пегматитовых жил уже на ранней стадии поисково-разведочных работ на цезий.

Приведенные в настоящей статье данные о содержании редких щелочей в лепидолитах (более 400 анализов) характеризуют 14 хорошо изученных пегматитовых полей мира в отношении цезиевой минерализации. По ее характеру и масштабам все рассматриваемые лепидолитсодержащие пегматиты подразделяются на следующие четыре группы: I группа — это пегматиты с Li — Be — Ta-оруденением, лишенные поллуцита и принадлежащие к нецезиеносным пегматитовым полям (поллуцит отсутствует во всех известных явках пегматитового поля). К этой группе принадлежат пегматиты Манона, Конго (^{7,8}), Кварц-крик и Браун-деби, Колорадо (⁹⁻¹¹) и др. II группа — пегматиты с убогим Be — Ta — Nb-оруденением, лишенные поллуцита, но принадлежащие к цезиеносным пегматитовым полям (в ряде жил поля наблюдается поллуцитовое оруденение). III группа — пегматиты с поллуцитом, но обладающие небольшими масштабами цезиевого оруденения. Типичным примером пегматитов этой группы могут служить жилы штата Мэн, США (¹²⁻¹⁴). IV группа — пегматиты, обладающие крупными запасами поллуцита, составляющими тысячи тонн. К этой группе принадлежат жилы Варутреска, Швеция (¹⁵), Карьбиб, Ю.-З. Африка (¹⁶), Бикита, Южная Родезия (¹⁷), Берник-лейк, Канада (^{18, 19}).

Такая классификация лепидолитсодержащих пегматитов не претендует на глубокий генетический смысл, а лишь правильно отражает характер и масштабы цезиевого оруденения. Это видно хотя бы из того, что все

рассматриваемые пегматиты принадлежат либо к микроклин-альбитовому типу по классификации А. Н. Солодова ⁽²⁰⁾, либо к альбит-лепидолитовому ⁽²¹⁾. При этом следует заметить, что микроклин-альбитовые пегматиты Маноно, Конго, лишённые поллукцита, по своим текстурно-структурным признакам и минеральному составу весьма близки к пегматитам Бикиты (Южная Родезия), обладающими весьма крупными запасами поллукцита (> 100 тыс. т). То же можно сказать и об альбит-лепидолитовых пегматитах, попадающих в I и III группы.

Таблица 1

Вариации содержания щелочных элементов в лепидолитах редкометалльных пегматитов (вс. %)

Группа пегматитов	Месторождения	n	Cs		Rb		Li		Rb/Gs		Источники*
			\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	
I	Маноно, Конго	3	0,16	0,09	0,66	0,09	2,09	0,50	4,1	—	(8)
	Браун-дерби, Колорадо	7	0,46	0,09	1,33	0,21	2,21	0,22	8,3	—	(9-11)
	Кварц-крик, Колорадо	4	0,10	—	0,70	—	2,16	—	7,0	—	(22)
	Среднее по группе	16	0,134	0,074	0,95	0,388	2,07	0,42	8,14	4,8	
II	Казахстан, СССР	12	0,195	0,05	0,69	0,07	1,34	0,21	3,7	—	
	Казахстан, СССР	4	0,22	0,05	0,79	0,08	1,83	0,14	3,6	—	
	Калифорния, США	7	0,15	0,05	1,22	0,28	2,00	0,47	8,3	—	(9)
	Среднее по группе	22	0,18	0,07	0,87	0,28	1,63	0,50	5,7	3,2	
III	Казахстан, СССР	19	0,62	0,22	1,05	0,51	1,85	0,43	1,7	—	
	Северо-Запад СССР	7	0,67	0,09	2,19	0,36	2,30	0,30	3,3	—	
	Приморье, СССР	4	0,40	0,03	0,70	0,07	2,16	0,10	1,7	—	
	Приморье, СССР	5	0,87	0,12	0,74	0,05	2,69	0,33	0,86	—	
	Средняя Азия, СССР	7	0,82	0,23	1,73	0,23	1,92	0,35	2,2	—	
	Рожна, Пуклице, ЧССР	4	0,79	0,22	1,44	0,32	2,62	0,14	1,8	—	(9, 24)
	Мэн, США	3	0,56	0,12	1,50	0,67	2,00	0,16	2,5	—	(23)
Калифорния, США	4	0,48	0,10	1,21	0,25	2,50	0,14	2,5	—	(9)	
	Среднее по группе	53	0,65	0,21	1,28	0,59	2,10	0,42	2,20	1,36	
IV	СССР	9	1,02	0,04	4,70	0,18	1,59	0,45	4,6	—	
	Варутреск, Швеция	5	1,24	0,33	2,22	0,44	2,46	0,40	2,0	—	(9, 13)
	Карибб, Ю.-З. Африка	2	1,13	—	1,43	—	2,05	0,30	1,2	—	(6, 16)
	Бикита, Ю. Родезия	2	1,30	—	3,65	—	1,70	—	2,8	—	
	Среднее по группе	18	1,12	0,19	3,52	1,43	1,92	0,56	3,33	1,55	

* Отсюда заимствованы данные для расчета.

Таблица 2

Доверительные интервалы для средних содержаний цезия в лепидолитах гранитных пегматитов, различающихся по характеру цезиевого оруденения и минеральному составу

Группа пегматитов	Тип пегматита по минеральному составу *	65% доверит. интервал ($\bar{x} \pm \sigma$)	95% доверит. интервал ($\bar{x} \pm 2\sigma$)
I	Ми-Аб + Аб-Леп	0,09—0,17	0,05—0,21
II	Ми-Аб	0,15—0,23	0,11—0,27
III	Ми-Аб + Аб-Леп	0,49—0,80	0,32—0,96
	Аб-Леп	0,79—0,87	0,75—0,91
IV	Ми-Аб	0,51—0,63	0,46—0,68
	Ми-Аб	1,02—1,29	0,93—1,41

* Ми-Аб — микроклин-альбитовый тип по А. Н. Солодову ⁽²⁰⁾, Аб-Леп — альбит-лепидолитовый тип по Г. Б. Мелентьеву ⁽²¹⁾.

Статистические оценки средних содержаний Cs, Rb и Li и Rb/Cs-отношения для лепидолитов, принадлежащих пегматитам отдельных пегматитовых полей и объединенных в четыре названные группы, приведены в табл. 1. Из этих данных следует, что выделенные группы пегматитов наиболее заметно различаются именно по содержанию Cs (по содержанию Li, Rb и Rb/Cs они весьма сходны между собой). В связи с этим уровень концентрации цезия в лепидолите может быть принят за показатель цезиеносности пегматитов, поскольку именно он должен количественно характеризовать концентрацию цезия в минералообразующей среде в момент кристаллизации лепидолита, образующегося близко-одновременно с поллуцитом.

За краткостью результаты анализов отдельных образцов лепидолитами опущены, но по ним построены гистограммы, приведенные на рис. 1. На сводной гистограмме хорошо видно наличие нескольких максимумов распределения, отвечающих модалым значениям содержания цезия в лепидолитах, принадлежащих пегматитам выделенных групп. Из частных гистограмм вместе с тем следует, что при сопоставлении состава лепидолитов отдельных групп наблюдаются заметные перекрытия крайних значений содержания цезия. Это говорит о невозможности оценки цезиеносности пегматитов по данным единичных анализов лепидолита. В то же время расчеты значимости различий содержания цезия в лепидолитах указанных групп при помощи критериев Стьюдента, Фишера и Колмогорова — Смирнова (цифровые данные за краткостью опущены) однозначно показывают различие лепидолитов IV, III и II групп между собой. Что же касается лепидолитов I и II групп, то здесь различия значимы лишь по непараметрическому критерию Колмогорова — Смирнова ($D_{\max} = 0,535$).

Таким образом, статистическая оценка среднего содержания цезия в лепидолите может служить показателем цезиевого оруденения в отдельной жиле (наличие или отсутствие поллуцита, масштабы цезиевой минерализации).

В табл. 2 приведены статистические границы средних значений выделенных групп, вычисленные из среднеарифметических по каждому пегматитовому полю в качестве частных значений выборки. Границы даны для 95 и 65% степени значимости ($x \pm 2\sigma$ и $x \pm \sigma$). Они и являются критериями для отнесения отдельных жил к той или иной группе. Из этих данных видно, что наличие в пегматите поллуцита определяется с 95% степенью надежности. Что же касается определения масштабов цезиевого оруденения, то жилы с малыми и большими запасами поллуцита различаются лишь с 75% уровнем надежности. Если, однако, учесть, что в III группу попадают микроклин-альбитовые и альбит-лепидолитовые пегматиты, среди которых последние отличаются заметно более высоким содержанием цезия в лепидолитах (соответственно $0,57 \pm 0,04$ и $0,83 \pm 0,03$ %), то различия меж-

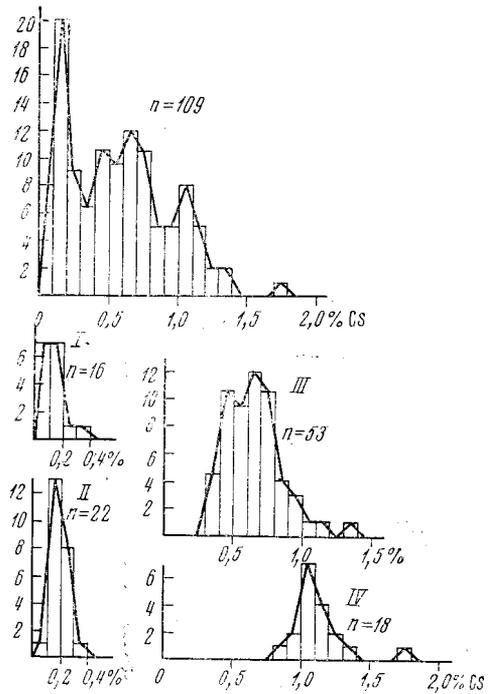


Рис. 1. Гистограммы распределения цезия в лепидолитах. Вверху — сводная гистограмма; I—IV — гистограммы для пегматитов I—IV групп соответственно

ду микроклин-альбитовыми пегматитами с богатым и бедным оруденением также определяются с 95% уровнем достоверности.

Предложенные выше критерии для прогнозной оценки цезиеносности лепидолитсодержащих пегматитов представляются достаточно надежными, а их использование перспективным благодаря простоте, доступности и невысокой стоимости геохимического опробования. Наш опыт показывает, что для уверенной оценки жилы бывает достаточно анализа 8—10 образцов лепидолита, характеризующих различные структурные зоны пегматита и минеральные парагенезисы.

В заключение следует отметить, что достоверно установленные высокие содержания цезия в лепидолитах поллуцитсодержащих пегматитов (не менее 0,4—0,5% Cs) показывают перспективность использования самого лепидолита в качестве дополнительного источника цезия при обработке пегматитов этого типа.

Поступило
10 VI 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Ф. Соседко, Материалы по минералогии и геохимии гранитных пегматитов, 1961. ² А. А. Шиманский, Ю. М. Учакин, Изв. высш. учебн. завед., геол. и разв., № 8 (1963). ³ В. В. Гордиенко, Зап. Всесоюз. мин. общ., 99, в. 2 (1970). ⁴ В. В. Гордиенко, Минералогия, геохимия и генезис сподуменовых пегматитов, 1970. ⁵ А. И. Гинзбург, ДАН, 98, № 2 (1954). ⁶ А. И. Гинзбург, Тр. мин. музея, в. 8 (1957). ⁷ J. Thoreau, M. Van Meerssche, V. Kipfel, Bull. Sci. Acad. Roy. Belg., 42, № 8 (1956). ⁸ Н. Варламов, Классификация пегматитов Бельгийского Конго и Руанда—Урунди, Сборн. Пегматиты центральной Африки, 1958. ⁹ R. E. Stewens, W. T. Schaller, Am. Mineral., 27, № 8 (1942). ¹⁰ M. H. Staatz, A. F. Tritsch, Geol. Surv. Prof. Paper, № 256 (1955). ¹¹ E. W. H. Heinrich, Am. Mineral., 52, № 7—8 (1967). ¹² H. W. Foote, Zs. Kristallogr., 2, H. 1 (1896). ¹³ K. K. Landes, Am. Mineral., 10, № 11 (1925). ¹⁴ H. J. Froser, Am. Mineral., 15, № 3—4 (1930). ¹⁵ P. Quensel, Ark. f. Mineral Geol., 2, № 2 (1955). ¹⁶ E. N. Cameron, Mining Eng., 7, № 8 (1955). ¹⁷ R. Symons, Bull. Just. Min. and Metall., № 661 (1961). ¹⁸ R. W. Hutchinson, Econ. Geol., 54, № 8 (1959). ¹⁹ E. H. Nickel, Canada Mines, Branch. Techn. Bull., 20 (1961). ²⁰ Н. А. Солодов, Внутреннее строение и геохимия редкометалльных гранитных пегматитов, Изд. АН СССР, 1962. ²¹ Г. Б. Мелентьев, В сборн. Новые данные по геологии, геохимии и генезису пегматитов, «Наука», 1965. ²² J. Oftedal, Norsk Geol. Tidsskr., 22, № 1—2 (1942). ²³ M. D. Foster, Geol. Surv. Prof. Paper, № 354-E (1960). ²⁴ P. Cerny, M. Rieder, P. Povondra, Lithos, 3, № 4 (1970).