

УДК 550.4

К. С. Шабоян

Закономерности распределения лития и рубидия в гранитоидах Баргушатского хребта

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 9/IX 1968)

В настоящем сообщении приводятся результаты изучения распределения лития и рубидия в двух разновозрастных гранитоидных комплексах Баргушатского хребта. Геохимия лития и рубидия в изверженных горных породах изучена достаточно хорошо. Многими исследователями установлена геохимическая связь первого с магнием, второго—с калием (1-4).

Район Баргушатского хребта входит в Центральную складчатую зону Армении, характеризующуюся интенсивной складчатостью и широким развитием третичных интрузий гранитоидного состава. В геологическом строении района принимают участие вулканогенно-осадочные породы верхнего девона, вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы эоцена и олигоцена.

Интрузивные породы Баргушатского хребта разделяются на два разновозрастных комплекса: верхнеэоценовый и нижнемиоценовый, формирование которых происходило в результате внедрения нескольких последовательных фаз. Согласно данным О. П. Гуюмджяна (5), подтвержденным нашими наблюдениями, устанавливается следующая последовательность формирования пород: I фаза—оливиновые габбро, троктолиты; II фаза—габбро, монцониты, снениты; III фаза—гранодиориты, кварцевые диориты; IV фаза—граносиениты. Нижнемиоценовый комплекс представлен порфировидными гранодиоритами и гранитами. Геолого-петрографические особенности интрузивных пород района изучены хорошо и освещены в ряде работ (6,7).

Определение содержания лития и рубидия производилось методом пламенной фотометрии в лаборатории ИМГРЭ. Чувствительность метода для рубидия $5 \cdot 10^{-3} \%$, для лития— $1 \cdot 10^{-4} \%$, точность метода $\pm 7 \%$.

Изучение распределения лития по минералам пород Баргушатского хребта показало следующее. Наиболее высокие содержания лития установлены в биотитах, содержащих от 0,001 до 0,0045%, в среднем 0,0021% лития (шесть определений). Содержание лития в роговых обманках не-

высокое и колеблется от 0,0006 до 0,0007%, т. е. от двух до семи раз ниже, чем в биотитах. Невысокими содержаниями лития характеризуются также полевые шпаты (от 0,00025 до 0,0007%).

Составление баланса распределения лития (табл. 1) показало, что от 40 до 75% лития породы связано с биотитами. В последних содержание лития в несколько раз больше, чем в породах. В тех разностях пород, где основным темноцветным минералом является роговая обманка,

Таблица 1

Распределение лития в минералах пород Баргушатского хребта

Минерал	Содержание минерала в породе, ‰	Содержание Li в минерале, ‰	Количество Li, приходящееся на минерал при пересчете на 1% породы	% Li, приходящий на минерал	Общее содержание Li в породе, ‰
---------	---------------------------------	-----------------------------	---	-----------------------------	---------------------------------

Роговообманковый гранодиорит (проба № 427)

Кварц	18	—	—	—	—
Полевые шпаты	60	0,0004	0,00024	48,0	—
Роговая обманка	20	0,0007	0,00014	30,0	—
Сумма			0,00038	78,0	0,0005

Граносиенит (проба № 425)

Кварц	13	—	—	—	—
Полевые шпаты	72	0,0007	0,0005	54,0	—
Биотит	10	0,0035	0,00035	40,0	—
Сумма			0,00085	94,0	0,0009

Граносиенит (проба № 424)

Кварц	12	—	—	—	—
Полевые шпаты	70	0,0003	0,00021	26,2	—
Биотит	15	0,0045	0,00067	75,0	—
Сумма			0,00088	101,2	0,0008

Граносиенит (проба № 285)

Кварц	12	—	—	—	—
Полевые шпаты	70	0,0003	0,00021	35,0	—
Биотит	15	0,0025	0,00037	62,5	—
Сумма			0,00058	97,5	0,0006

с последней связано 30% лития породы. В таких случаях основными носителями лития являются полевые шпаты, несмотря на то, что содержание лития в них всегда меньше, чем в породе. Таким образом, основным минералом-концентратором и минералом-носителем лития в исследуемых породах является биотит (в биотитовых разностях). Преимуществ-

венное накопление лития в биотитах по сравнению с другими железомagneзными силикатами (пироксен, роговая обманка) отмечается многими исследователями. Так, согласно данным Сена и др. (8), содержание лития в биотите из норита Южно-Калифорнийского батолита в четыре раза больше, чем в ассоциирующем с ним авгите. В биотите из пироксено-слюдяного диорита Шотландии лития в 50 раз больше, чем в пи-

Таблица 2
Распределение лития и рубидия в гранитоидах Баргушатского хребта

Комплексы	Интрузив- ные фазы	№ образцов	Название породы	Содержание, ‰		Среднее содержа- ние по фазе, ‰	
				Li	Rb	Li	Rb
Верхнеэоценовый	I	2501	Оливиновое габбро	0,0003	0,001	0,00067	0,010
	II	1017	Биотитовое габбро	0,0008	0,005		
		1001	Биотитовое габбро	0,0006	0,003		
		Среднее	Монцонит	0,0007	0,004		
		1012		0,0007	0,010		
		2450		0,0008	Не опр.		
		Среднее	Сиенит	0,00075	0,010		
		1002		0,0007			
		1010		0,0007			
		1023		0,0003			
		1018		0,0007			
		1020		0,0005			
		2364		0,0009	Не опр.		
	III	Среднее	Диорит	0,00065	0,013	0,0005	0,004
		420		0,0003	0,002		
		747		0,0004	0,003		
		Среднее	Кварцевый диорит	0,0003	0,0025		
		289		0,0005	0,003		
		432		0,0005	0,002		
		433		0,0003	0,004		
		290		0,0003	0,003		
		691		0,0009	0,003		
		Среднее	Роговообм. гранодиорит	0,0005	0,003		
		427		0,0005	0,004		
		519		0,0008	0,006		
		520		0,0005	0,004		
		1022		0,0003	0,005		
		1007		0,0005	0,006		
IV	Среднее	Граносиенит	0,0005	0,005	0,0007	0,008	
	424		0,0008	0,007			
	425		0,0009	0,007			
	390		0,0006	0,009			
	285		0,0006	0,010			
Нижнеоценовый	Среднее	Биотит—роговообм. гранит	0,0007	0,008			
	A		0,002	0,010			
	B		0,002	0,010			

роксене из этой же породы (³). Н. Е. Залашкова в роговых обманках гранодиорита (Вост. Забайкалье) отмечает в 10 раз меньше лития, чем в биотите этой породы (⁹). По данным Л. В. Таусона (⁴), в роговых обманках гранитоидов Сусамырского батолита содержание лития в среднем в 10 раз ниже, чем в ассоциирующих с ними биотитах. Преимущественное накопление лития в биотитах по сравнению с пироксенами и роговыми обманками объясняется их структурными особенностями. В биотитах связь магния с гидроксильной группой теснее, чем в амфиболах. Благодаря большой основности, связь лития с гидроксильными группами биотитов будет более прочной, чем у магния. Поэтому замещение магния литием в них должно происходить легче, чем в других минералах (⁴). Кроме того, согласно данным Г. Рамберга (⁴), литий как катион стремится к более тесным ионным связям и будет предпочтительно входить в те соединения, в которых у него с кислородом более тесная ионная связь. В слюдах магний с кислородом имеет связь более ионную, чем в роговых обманках или пироксенах. В полевых шпатах литий, по всей вероятности, замещает натрий.

Таблица 3

Распределение рубидия по минералам некоторых пород
Баргушатского хребта

Минерал	Содержание минерала в породе, %	Содержание Rb в минерале, %	Количество Rb, приходящееся на минерал при пересчете на 1 г породы	% Rb, приходящий на минерал	Общее содержание Rb в породе, %
---------	---------------------------------	-----------------------------	--	-----------------------------	---------------------------------

Роговообманковый кварцевый диорит

Кварц	18	—	—	—	
Полевые шпаты	60	0,004	0,0024	80,0	
Роговая обманка	20	0,003	0,0006	20,0	
Сумма			0,003	100	0,003

Граносиенит

Кварц	13	—	—	—	
Полевые шпаты	72	0,008	0,0058	82,3	
Биотит	10	0,015	0,0015	21,4	
Сумма			0,0073	103,7	0,007

Данные по распределению лития в гранитоидных комплексах Баргушатского хребта, приведенные в табл. 2, показывают, что в породах верхнеэоценового комплекса содержание лития колеблется в пределах от 0,0003 до 0,0007%. При этом минимальное содержание лития установлено в оливиновых габбро первой интрузивной фазы. В породах второй интрузивной фазы содержание лития повышается. По отдельным фацональным разновидностям литий распределяется довольно равномерно. В пределах этой фазы, в ряду габбро—монцонит—сиенит, среднее содержание лития почти не меняется.

В породах третьей интрузивной фазы наблюдается уменьшение содержания лития. Последнее в этих породах колеблется в небольших пределах от 0,0003 до 0,0009%. При этом по среднему содержанию лития кварцевые диориты и гранодиориты не отличаются друг от друга. Уменьшение содержания лития в более кислых дифференциатах верхнеэоценового комплекса, видимо, связано с характером их минералогического состава. Характерной особенностью пород третьей интрузивной фазы является присутствие роговой обманки в качестве темноцветного минерала. Роговая обманка, как было показано выше, в силу своих структурных особенностей не может концентрировать литий, вследствие чего породы с железомagneзным силикатом в виде роговой обманки содержат меньше лития по сравнению с биотитовыми разновидностями. Таким образом, обогащения литием более кислых дифференциатов (¹⁰), в породах Баргушатского хребта не происходит.

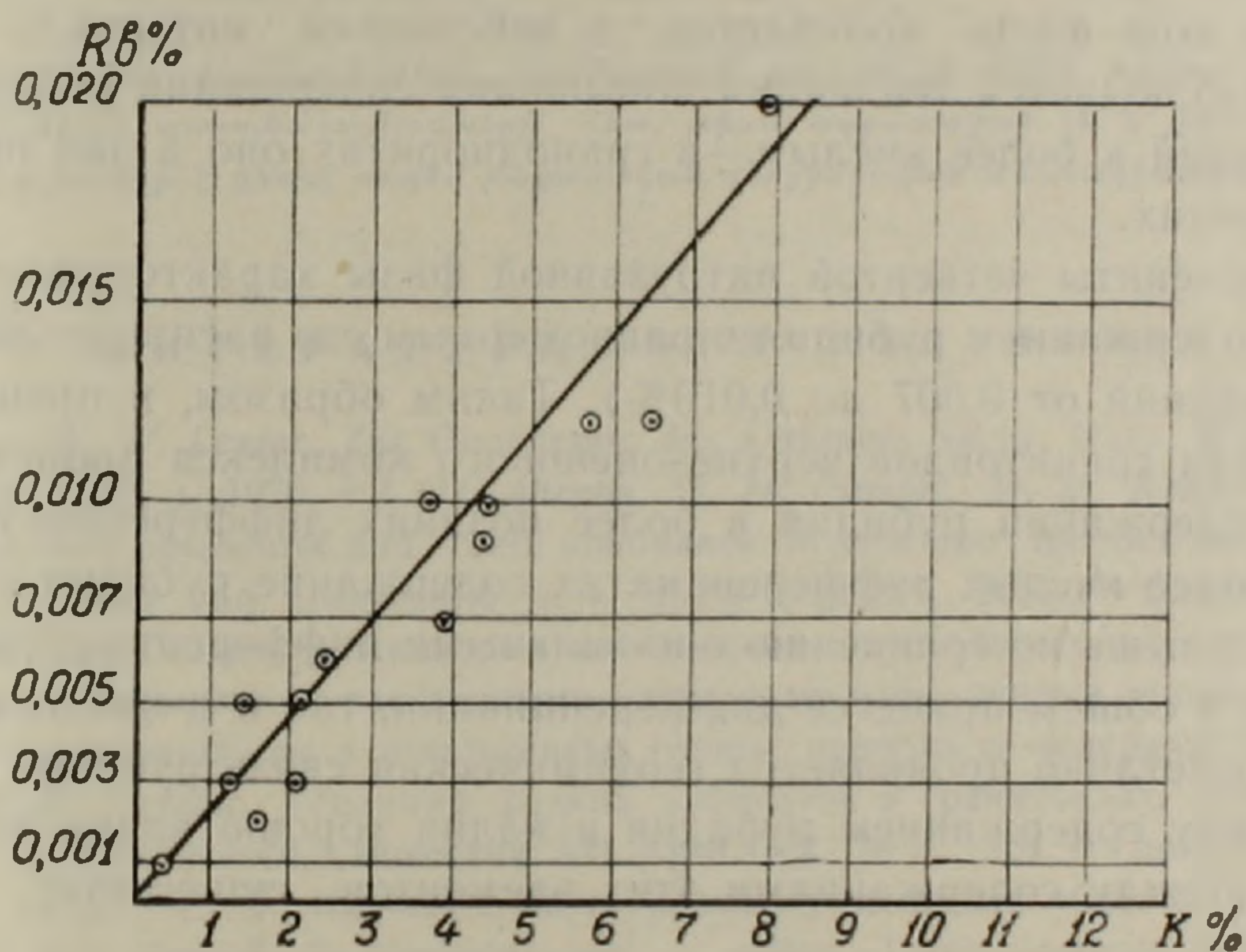


Рис. 1. График корреляции между содержаниями калия и рубидия в гранитоидах Баргушатского хребта.

В граносиенитах четвертой интрузивной фазы уровень содержания лития несколько выше по сравнению с породами предыдущей фазы. Вследствие этого среднее содержание лития в них больше (табл. 2).

Граниты нижнемиоценового комплекса характеризуются более повышенным содержанием лития (табл. 2), в четыре раза превышающим его содержание в гранодиоритах верхнеэоценового комплекса.

Изучение распределения рубидия по минералам изученных пород показывает (табл. 3), что наиболее высокие концентрации рубидия имеются в биотитах. Однако основным минералом-носителем рубидия являются полевые шпаты. С ними связано 80% рубидия породы. В рогово-обманковых разностях полевые шпаты являются основными концентраторами и носителями рубидия. В калийсодержащих минералах (полевые

шпаты, биотит) рубидий, по всей вероятности, изоморфно замещает калий в силу их кристаллохимической близости ($K = 1,33A^\circ$, $Rb = 1,49A^\circ$).

Рассмотрение данных табл. 2 позволяет отметить следующие особенности распределения рубидия. В породах верхнеэоценового комплекса содержание рубидия колеблется в пределах от 0,001 до 0,02%. Минимальное содержание рубидия, как и следовало ожидать, установлено в оливиновом габбро первой интрузивной фазы. Низкое содержание рубидия в них, по-видимому, связано с трудностью гетеровалентного изоморфизма рубидия в ортосиликатах. В породах второй интрузивной фазы происходит увеличение содержаний рубидия, которые колеблются от 0,003 до 0,02%. При этом содержание рубидия возрастает от габбро к сиенитам параллельно повышению содержания калия. Содержание рубидия в породах третьей интрузивной фазы несколько ниже по сравнению с содержанием в породах предыдущей фазы, что, по-видимому, связано с более низким содержанием калия в первых. Содержание рубидия в породах этой фазы колеблется в небольшом интервале—0,003 до 0,006%. Наблюдается тенденция повышения содержания рубидия от основных фаций к более кислым—в гранодиоритах оно в два раза выше, чем в диоритах.

Граносиениты четвертой интрузивной фазы характеризуются более высоким содержанием рубидия и равномерным его распределением (пределы колебаний от 0,007 до 0,010%). Таким образом, в процессе дифференциации гранитоидов верхнеэоценового комплекса происходит увеличение содержания рубидия в более поздних дифференциатах. В последних более кислых дифференциатах содержание рубидия от пяти до восьми раз выше по сравнению с начальными дифференциатами. Вместе с тем, как в общем процессе дифференциации, так и в пределах отдельных фаз отчетливо проявляется геохимическая связь рубидия с калием. Связь между содержанием рубидия и калия хорошо видна на графике (рис. 1). Между содержаниями этих элементов существует линейная связь.

Порфировидные граниты и гранодиориты нижнемиоценового комплекса характеризуются более высоким содержанием рубидия (табл. 2).

Сравнение средних содержаний лития и рубидия в гранитоидных комплексах Баргушатского хребта со средними их содержаниями в главных типах пород по А. П. Виноградову ⁽¹⁾, показывает на резкую их обедненность этими элементами, что можно рассмотреть как отрицательную геохимическую специализацию.

Ереванский государственный
университет

Р. В. ЗАРЯН

Լիթիումի և ուրիդիումի բաշխման օրինաչափությունները Բարգուշատի
լեռնաշղթայի գրանիտոիդներում

Լիթիումի և ուրիդիումի բաշխման օրինաչափությունների ուսումնասիրությունը Բարգուշատի
լեռնաշղթայի վերին էոցենյան և ստորին միոցենյան հասակի գրանիտոիդային կոմպլեքսներում

ապարներում հեղինակին հանդեպը են հետևյալին.

Ինտրուզիվ ապարների բիոտիտ պարունակող տարատեսակներում լիթիումի հիմնական կոնցենտրատորը և կրողը բիոտիտն է: Վերջինիս հետ կապված է ապարի լիթիումի 45—75%, չորնբլենդային տարատեսակներում լիթիումի հիմնական կրողները և կոնցենտրատորները հանդիսանում են դաշտային շպատները:

Վերինէոցենյան կոմպլեքսի դիֆերենցման պրոցեսում լիթիումի ամենացածր պարունակությունը հաստատված է առաջին ֆազի ապարներում: Առաջին ֆազի ապարներից դեպի հաջորդ ֆազերի ապարները լիթիումի պարունակությունը փոխվում է՝ կախված ապարներում բիոտիտի առկայությունից: Ավելի բթու դիֆերենցիատներում լիթիումի հարստացում չի նկատվում:

Ռուրիդիումը կուտակվում է ուսումնասիրվող ապարների կալիում պարունակող միներալներում՝ դաշտային շպատներում և բիոտիտում: Ռուրիդիումի հիմնական կրողը հանդիսանում է բիոտիտը, նրա հետ կապված է ապարի ռուրիդիումի մոտ 85%-ը:

Ուսումնասիրվող ապարներում ռուրիդիումի վարքագծի մեջ պարզորոշ կերպով արտահայտվում է նրա դեոքիմիական կապը կալիումի հետ և ավելի ուշ դիֆերենցիատներում կուտակվելու տենդենց:

Ստորինէոցենյան կոմպլեքսի ապարները բնորոշվում են լիթիումի և ռուրիդիումի ավելի բարձր պարունակությամբ, քան վերինէոցենյան կոմպլեքսի նույնատիպ ապարները, որը կրկին անգամ ընդգծում է նրանց հասակային տարբերությունը և ապացուցում է, որ այդ բաժանումը ճիշտ է:

Ուսումնասիրվող զբաղիտոիդները, համեմատած ապարների միջին տիպերում լիթիումի և ռուրիդիումի միջին պարունակությունների հետ, խիստ աղքատացած են և լիթիումով և ռուրիդիումով, որը կարելի է դիտել որպես բացասական դեոքիմիական մասնազիտացում:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ Strock, W. Lester, Zur Geochemie des Lithiums Nachr. Gess. Wiss. Gottingen, „Neu Folds“, N15, 1, 1936. ² L. H. Ahrens, W. H. Plinson, M. M. Kears, Association of rubidium and potassium and their abundance in common igneous rocks and meteorites. Geochimica and cosmochim. acta, 2, № 4, p. 224, 1952. ³ С. П. Ноккольдс и Р. Л. Митчелл, Геохимия некоторых каледонских интрузивных пород: исследование связи между основными и рассеянными элементами изверженных пород и их минералов, Сб. Редкие элементы в изверженных горных породах и минералах. Изд. Ин. лит., 1952. ⁴ Л. В. Таусон, Геохимия редких элементов в гранитоидах, Изд. АН СССР, 1961. ⁵ О. П. Гукмджян, „Известия АН АрмССР“, № 3, 1967. ⁶ Геология Армянской ССР, т. 3, 1967. ⁷ С. С. Мкртчян, Зангезурская рудоносная область, Изд. АН Арм. ССР, 1958. ⁸ N. Sen, S. R. Nockolds and K. Allen, Trace elements in minerals from rocks of Californian Batholith, Geochim. et Cosmochim. acta, v. 16, №1/3, 1959. ⁹ Н. Е. Заламкова, Закономерности распределения бериллия, лития и рубидия в гранитах Восточного Забайкалья, Доклады на XXI международ. геол. конгрессе, 1960. ¹⁰ S. R. Nockolds and K. Allen, Geochemistry of some igneous rock series. Geochim et Cosmochim. Acta, v. 4, № 3, 1953. ¹¹ А. П. Виноградов, Закономерности распределения химических элементов в земной коре, Геохимия, № 7, 1962.