

В. В. ЛЯХОВИЧ

**ЦЕЗИЙ В СТЕКЛОВАТЫХ ПОРОДАХ ТЫРНЫАУЗА
(СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)**

(Представлено академиком Ф. В. Чухровым 9 XII 1971)

Сравнительно давно на Северном Кавказе Д. С. Белянкиным ⁽¹⁾ были описаны гранитоиды преимущественно молодого, мезозойского, возраста, характерной особенностью которых являлось наличие своеобразного К — Na-полевого шпата, присутствующего в виде анортклаза. Массивы, сложенные подобными гранитоидами или субинтрузивными дацитами и липаритами, получили название неонитрузий, и их петрографической и петрохимической характеристике посвящено большое число работ. В то же время, минералого-геохимические особенности этих пород изучены еще крайне недостаточно. Особенно это относится к стекловатым вулканическим породам, сравнительно широко распространенным на Кавказе.

При минералого-геохимическом изучении кислых неонитрузий Тырныаузского рудного поля нами было установлено необычно высокое содержание цезия в жиле витрофюра, характеристике которого и посвящена

Таблица 1

Химические анализы гранита, липарита и витрофюра
Тырныауза (вес. %)

Компонент	Эльджуртинский гранит	Липарит (Северный шток)	Витрофир	Витрофир (анализ Л. А. Барданянца)
SiO ₂	70,22	67,76	62,00	64,71
TiO ₂	0,34	0,30	0,30	0,35
Al ₂ O ₃	14,09	15,65	13,95	13,17
Fe ₂ O ₃	0,41	1,20	0,81	0,62
FeO	2,40	1,69	1,75	1,53
MgO	1,67	1,58	0,82	0,57
MnO	0,03	0,03	0,03	0,06
CaO	3,20	1,86	2,98	3,44
K ₂ O	4,68	3,30	2,76	2,55
Na ₂ O	3,25	2,77	1,08	1,32
H ₂ O ⁺	0,67	1,50	10,00	
H ₂ O ⁻	0,06			3,80
P ₂ O ₅				0,08
п. п. н.		1,53	2,00	7,74
Сумма	100,42	99,17	98,48	99,94

настоящая заметка. Сам витрофир слагает жилу в трондьемитах мощностью 0,2—0,4 м, обнаруженную впервые Н. А. Хрущовым в 1938 г. Сложена она буро-коричневым стеклом, не обладающим, однако, характерным раковистым изломом, а рассыпающимся при ударе на массу мелких угловатых обломков.

Под микроскопом стекло палево-желтое, участками изотропное, участками в различной степени раскристаллизованное. Его показатель прелом-

ления колеблется в узких пределах — от 1,493 до 1,496 (в среднем 1,494).

Преобладает развитый вдоль трещин аксиолитовый тип раскристаллизации, несколько реже — сферолитовый. Сферолиты имеют концентрически лучистое строение и сложены низкодвупреломляющими минералами хлоритовой группы. Кристаллов в стекле не обнаружено, зато присутствуют очень мелкие миндалины, выполненные халцедоном и цеолитами.

По своему химическому составу витрофир может быть отнесен к **липарито-дацитам**: по низкому содержанию SiO_2 (62%) описываемый витрофир близок дацитовым вулканическим стеклам Исландии (11), в то время как значительное преобладание калия над натрием сближает его со стеклами липаритового состава (см. табл. 1).

Как это принято (3), по высокому содержанию воды (10,0%) стекло, слагающее жилу витрофира, следует именовать перллитом.

Любопытной особенностью рассматриваемого витрофира является высокое содержание в нем цезия. Количество последнего, по данным 15 определений, колеблется от 1060 до 1500 г/т (в среднем 1190 г/т), что в 240 раз превышает кларк этого элемента в кислых породах (см. табл. 2).

По высокому содержанию цезия витрофир значительно превосходит все остальные кислые породы района. В то же время содержание в нем других элементов, близких цезию, — лития и рубидия меньше кларка или близко к нему (см. табл. 3).

Обогащенность кислых стекол цезием, по-видимому, не случайна, так как проанализированные нами для сравнения обидианы Армении и пехштейны Восточного Забайкалья также характеризуются содержанием цезия, в 3—5 раз превышающим кларковое (см. табл. 3). До 18,6 г/т поднимается содержание цезия в стекле игнимбринов Тосканы (9), а для липаритов Северо-Востока СССР установлена зависимость содержания в них цезия от структуры; в стекловатых разновидностях липаритов содержание цезия максимально, составляя в среднем (18 определений) 291 г/т, хотя в отдельных случаях достигает 1700 г/т, в то время как микрофельзитовые липариты содержат цезия значительно меньше — около 15 г/т (8).

Встает вопрос о том, с чем же связано обогащение витрофира цезием, содержание которого в них в 240 раз превышает кларк этого элемента в кислых породах, — обязано ли оно наличию в них большого количества элементов-комплексобразователей или является следствием влияния каких-то иных факторов.

Предполагается (6), что цезий может мигрировать совместно с бором и фтором в виде комплекса $(\text{K}, \text{Cs})[\text{B}, \text{F}_4]$, поэтому между их содержанием и количеством цезия должна наблюдаться положительная корреляция. Действительно, в Западном Тянь-Шане, например, отмечалось возрастание содержания цезия в эффузивах с повышенным количеством бора (5).

Однако в липаритах Северо-Востока СССР четкой корреляции между содержанием цезия и бора установлено не было. Более того, в случае высоких концентраций цезия имеющегося количества бора недостаточно для связывания этого элемента в комплекс типа $[\text{K}, \text{Cs}](\text{B}, \text{F}_4)$ (8). Ранее нами также было показано, что хотя в турмалинсодержащих гранитах количество цезия и превышает кларковое в 13 раз, зависимости между содержанием цезия и бора не отмечается, так как вычисленная оценка коэффициента концентрации в паре $\text{Cs} - \text{B}$ оказалась меньше допустимого $1,5^{0,7}$ (2).

Имеющиеся данные (табл. 3) свидетельствуют о том, что хотя четкой зависимости между содержанием Cs и B в каждом отдельном случае и не

Таблица 2

Содержание цезия в витрофире Тырынауза по данным различных определений (г/т)

№ пробы	Определение Бронницкой геолого-геохим. партии	Определения нашего института	
		I	II
1	1500	1100	1240
2	1400	1100	1200
3	1400	1000	1150
4	1200	1060	1130
5	1200	1060	1100

устанавливается, в общем можно говорить о существовании определенной взаимозависимости между содержаниями цезия и бора. Содержание последнего во всех хорошо раскристаллизованных разностях пород меньше или равно кларковому, а в стекловатых или слабо раскристаллизованных породах в 2—3 раза выше кларкового. Эти же породы обладают и повышенным содержанием цезия.

Обогащенность породы цезием может быть обязана и ее богатству фтором, так как летучесть фторидов цезия доказана экспериментально. Кроме

Таблица 3

Средние содержания Cs, F, B, Li, Rb в кислых интрузивных и субинтрузивных породах Тыришауза (г/т)

Порода	Cs	F	B	Li	Rb
Граниты биотитовые эльджуртинские (50)	19,6	899,6	11,9	52,34	212,6
Гранитоиды лейкократовые. Северный участок (30)	8,4	287,0	19,3	7,1	213,0
Липариты. Южный шток (5)	18,0	734,0	14,2	93,8	
Липариты. Средний шток (5)	13,2	542,0	15,6	61,6	160,0
Липариты. Северный шток (5)	11,2	629,0	11,4	60,0	170,0
Липариты. Жила в граните (5)	24,0	698,0	14,4	58,0	
Витроандезит. Жила в липарите (5)	22,6	652,0	38,6	33,6	180,0
Витрофир. Жила в трондьемите (5)	1190,0	655,0	25,4	26,0	220,0
Обсидиан. Армения (1)	15,0				
Мехитейл. Вост. Забайкалье (1)	27,0				
Кларк в кислых породах	5,0	800,0	15,0	40,0	200,0

Примечание. Здесь и в табл. 4 в скобках указано число анализов, из которых выведено среднее.

того, для кислых изверженных пород Кавказа установлено, что чем выше содержание в них фтора, тем больше в них концентрация цезия, и наоборот (⁴). Для различно раскристаллизованных разностей липаритов Северо-Востока СССР установлена тенденция к увеличению содержания фтора в стекловатых разностях этих пород, которые одновременно характеризуются и наиболее высокими содержаниями цезия (⁵).

В рассматриваемых породах (табл. 3) зависимости между содержанием цезия и фтора не устанавливается. В витрофире и в липаритах, где содержание цезия наиболее значительно превышает кларковое, содержание фтора ниже кларка, а там, где оно выше, — в эльджуртинском графите, — содержание цезия незначительно превышает кларковое. Таким образом, особенности содержания фтора и бора не дают удовлетворительного объяснения повышенному содержанию цезия в витрофире.

Известный ответ на этот вопрос может быть получен при выяснении особенностей содержания цезия в биотите, поскольку в гранитоидах он является главным микроалом-концентратором и носителем этого элемента.

Как видно из табл. 4, по сравнению со средним содержанием цезия в биотите гранитоидов, биотиты из эльджуртинского гранита и особенно из липаритов содержат цезия значительно меньше, что свидетельствует о его накоплении в минералах основной массы, так как сами породы содержат в 3—4 раза больше цезия по сравнению с кларком (см. табл. 3). Это подтверждается данными и по составу биотита из витроандезитов, который содержит цезия значительно меньше, чем стекловатая основная масса (табл. 5). Состав биотита в данном случае существенной роли не играл, так как, судя по показателям преломления, его железистость изменяется крайне незначительно.

Подобное обогащение цезия основной массы может быть вызвано своеобразным направлением процесса фракционной кристаллизации, который

может приводить или к обеднению, или к обогащению остаточного расплава различными элементами.

Например, обогащение комендитовых и пантеллеритовых стекол Sr, Mg и Ca связано с удалением этих элементов из расплава ранее выделившимися плагиоклазом, анортоклазом и санидином (¹⁰).

В рассматриваемом примере подобный механизм привел не к удалению цезия из расплава ранее выделившимися минералами, главным образом биотитом, а наоборот — к его накоплению в поздних продуктах диффе-

Таблица 4

Содержание цезия в биотите кислых изверженных пород Тырныауза (г/т)	
Биотит	Cs
Среднее для интрузивных гранитов (165)	90,6
Гранит эльджуртинский (61)	72,0
Липарит. Южный штук (2)	36,5
Липарит. Северный штук (3)	18,3
Витроандезит (3)	18,3

Таблица 5

Содержание цезия в витроандезите и слагающих его минералах

Порода, минерал	Содерж. минерала в породе, %	Содержание Cs		
		г/т в минерале	г/т при пересч. на породу	% к Cs в породе
Стекло	69,97	28,0	19,59	88,1
Плагиоклаз	20,68	7,0	1,45	6,5
Биотит	4,95	18,3	0,86	3,8
Кварц	2,47	7,0	0,17	0,8
Гиперстен	1,93	21,0	0,41	1,8
Сумма	100,00		22,48	100,0

ренциации, в данном случае в стекле. Действительно, если в гранитах Восточного Казахстана на долю биотита приходится 69% от общего содержания цезия в природе (⁶), то при кристаллизации кислой магмы Тырныауза подобного рассеяния цезия в биотите не происходило. Это подтверждается балансом распределения цезия между биотитом и другими минералами порфировых вкрапленников и стеклом в жиле витроандезита, располагающейся вблизи жилы витрофира и комагматичной ей. Этот баланс свидетельствует о преимущественном накоплении цезия в поздних продуктах, так как на долю стекла приходится 87% общего цезия породы, а на долю биотита — только 3,8% (табл. 5).

Таким образом, если считать витрофир наиболее поздним дифференциатом гранитной магмы, давшей начало и эльджуртинскому граниту и липаритам, то повышенное содержание в нем цезия, весьма вероятно, обязано его ограниченному рассеянию в кристаллических решетках ранее выделившихся минералов, главным образом биотита.

Поскольку в витрофире никаких минералов, в том числе и цезиевых, не обнаружено, весьма вероятно, что ионы цезия рассеяны в силикатном каркасе стекла (⁷).

Институт минералогии, геохимии и
кристаллохимии редких элементов
Москва

Поступило
6 XII 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. С. Белянкин, Изв. Петрогр. политехнич. инст., 28 (1915). ² В. В. Ляхович, ДАН, 153, № 6 (1963). ³ В. В. Наседкин, Водосодержащие вулканические стекла кислого состава, их генезис и изменения, М., 1963. ⁴ Г. Л. Одикадзе, Геохимия, № 5 (1971). ⁵ В. Д. Отрошенко, Геохимия, № 8 (1967). ⁶ О. Д. Ставров, В. Т. Хитров, Геохимия, № 1 (1962). ⁷ Г. А. Шатков, Геохимия, № 7 (1971). ⁸ Г. А. Шатков, Е. Н. Гуцин, Геохимия, № 12 (1969). ⁹ C. Durru, Chem. Geol., 3, № 4 (1968). ¹⁰ D. Noble, J. Haffty, C. Hedge, Am. J. Sci., 267, № 5 (1969). ¹¹ I. S. E. Carmichael, Min. Mag., 32, № 251 (1960).