

**О.Н. ВОЛЫНЕЦ, М.Г. ПАТОКА, Т.М. ФИЛОСΟΦОВА, В.М. ЧУБАРОВ**  
**ПЕРВАЯ НАХОДКА ЩЕЛОЧНЫХ ТЕМНОЦВЕТНЫХ МИНЕРАЛОВ**  
**В ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКИХ ЛАВАХ КАМЧАТКИ**

*(Представлено академиком Л.В. Таусоном 18 VIII 1982)*

Среди позднекайнозойских лав Срединного хребта Камчатки установлены экструзии, субвулканические тела и дайки трахитов и комендитов, приуроченные к заключительным этапам развития крупных плиоцен-плейстоценовых базальт-андезито-базальтовых стратовулканов тыловой зоны Центрально-Камчатского вулканического пояса [1-3]. Базальты и андезито-базальты этих стратовулканов также характеризуются повышенной щелочностью и составляют вместе с кислыми разностями единую серию: щелочной оливиновый базальт-трахит-комендит. Все породы серии отличаются высокой глиноземистостью, в связи с чем величина коэффициента агпаитности (к.а.) в большинстве случаев даже в риолитах менее 1 и превышает 1 только в субафировых разностях. Однако уже в трахитах значение к.а. в основных массах пород может достигать 1 и более, что указывает на агпаитовый характер дифференциации расплавов и на возможность появления щелочных темноцветных минералов в основных массах лав [4]. Детальные микроскопические исследования кристаллических фаз щелочных риолитов и анализ их с помощью микрозонда "Камебак" (Институт Вулканологии ДВНЦ АН СССР) позволили установить наличие щелочных темноцветных минералов как в порфировых, так и в субафировых разностях этих пород.

Порфиновые щелочные риолиты (вулкан Белоголовский) имеют к.а. менее 1, хотя содержат более 10% окислов щелочных металлов. Вкрапленники в них представлены натровым санидином и манганомферроавгитом, а основная масса состоит из санидина, кварца, небольшого количества манганомферроавгита, ильменита и титаномагнетита. В ряде случаев в краевых зонах вкрапленников клинопироксена, а также среди микролитов устанавливаются окрашенные в густой зеленый цвет выделения натрового манганомферрогеденбергита и марганцовистого эгирина-авгита (табл. 1). Изменение составов от центральных к краевым зонам вкрапленников постепенное. Изученные натрово-железистые пироксены являются конечными членами единого эволюционного ряда клинопироксенов переменного состава, развитых во всей серии пород от основных разностей до кислых (рис. 1). Температура кристаллизации минералов основной массы риолитов составляет по геотермометру Баддингтона и Линдсли  $680^{\circ}\text{C}$  при  $P_{\text{O}_2} = 10^{-18,7}$  атм. В целом тренд эволюции клинопироксенов позднекайнозойских щелочных лав Срединного хребта Камчатки (рис. 1) сходен с таковым для клинопироксенов щелочных лав о. Дого, Западная Япония [5], имеющих близкий возраст и аналогичное геологическое положение. Однако в японских лавах натровые клинопироксены встречаются в основных массах трахитов и кварцевых трахитов, а для основных масс щелочных риолитов характерно присутствие щелочных амфиболов.

В изученной ассоциации пород щелочные амфиболы также установлены в основных массах щелочных риолитов, но только в субафировых разностях с к.а.  $\geq 1$  (вулкан Нюлканде). Единичные вкрапленники в этих лавах представлены натровым

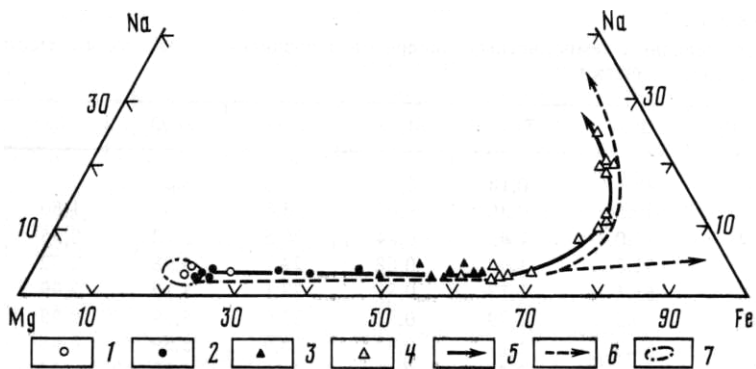


Рис. 1. Вариации составов клинопироксенов щелочных лав Срединного хребта Камчатки в системе Mg-Fe-Na. 1-4 - фигуративные точки клинопироксенов: 1 - щелочных оливиновых базальтов, 2 - трахитов, 3, 4 - трахириолитов и комендитов (3 - ядра кристаллов, 4 - внешние зоны); 5, 6 - тренды кристаллизации клинопироксенов: 5 - щелочных лав Срединного хребта Камчатки, 6 - трахитов и кварцевых трахитов о. Дого, Западная Япония [5]; 7 - поле клинопироксенов трахибазальтов о. Дого [5]

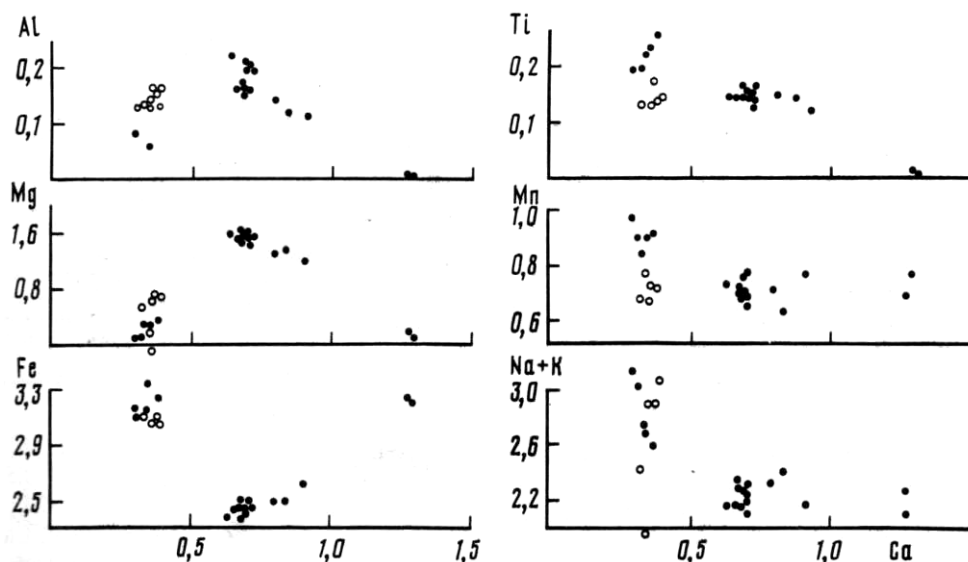


Рис. 2. Составы амфиболов из основных масс комендитов Срединного хребта Камчатки, Поле и залитые кружки - амфиболы из различных образцов лав

санидином и титанистым биотитом. Основная масса сложена преимущественно лейстами K-Na полевого шпата и кварца. Редкие выделения щелочного амфибола размером не более 0,05-0,08 мм часто ассоциируют с ильменитом и титаномагнетитом и обычно ксеноморфны по отношению к полевоому шпату. Амфибол интенсивно плеохроирует от густого сине-зеленого цвета до оранжево-желтого и аномально погасает. Температура кристаллизации минералов основной массы по геотермометру Баддингтона и Линдсли составляет 800°C при  $P_{O_2} = 10^{-15}$  атм. Как и в случае минералов основной массы порфировых риолитов, кристаллизация происходила при давлении кислорода, близком к буферу кварц—фаялит—магнетит.

В отношении химического состава все изученные амфиболы характеризуются высоким содержанием щелочей, Mn, низким Al, при переменных количествах

**Таблица 1**

Состав щелочных темноцветных минералов в позднекайнозойских комендитах Среднего хребта Камчатки

№№ п.п.	№ обр.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO
1	6295/1	48,4	0,18	0,11	25,8	3,37	2,31	15,7
2		49,5	0,30	0,05	26,8	2,61	1,80	13,9
3	6407	52,0	1,43	0,74	26,5	5,72	0,95	2,07
4		51,8	1,02	0,68	23,1	4,98	2,32	1,90
5	6442	51,1	1,13	0,86	23,1	5,19	2,99	2,21
6		50,5	1,79	0,56	23,6	6,59	0,93	1,95
7		51,3	1,17	0,92	18,9	5,39	6,48	4,38
8		51,1	0,54	0,00	24,1	5,39	0,64	7,50

**Таблица 1** (окончание)

№№ п.п.	№ обр.	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>f</i>	X + A
1	6295/1	1,81	0,00	–	97,68	3	87,7	–
2		3,50	0,00	–	98,46	6	90,2	–
3	6407	5,53	1,30	1,88	98,12	1	95,0	2,32
4		7,08	1,19	1,86	95,93	1	87,2	2,78
5	6442	8,77	1,33	1,89	98,57	3	84,2	3,34
6		8,24	1,28	1,86	97,30	5	94,9	3,18
7		6,72	1,16	1,93	98,35	13	67,8	2,98
8		7,14	0,02	1,88	98,31	2	96,2	3,50

**Примечание.** 1 — натровый манганферрогеденбергит; 2 - манганозгирин-авгит; 3 - манганорибекит; 4 - манганорфведсонит-рибекит; 5, 6 - манганорфведсонит; 7 - манганорихтерит; 8 - кальциевый манганорихтерит; *n* - число анализов для подсчета среднего; *f* - общая железистость, ат.%; X + A - содержание катионов (в ф.е.) в данной позиции. FeO - общее содержание Fe; H<sub>2</sub>O - расчет на основе программы ЭВМ. Дефицит суммы в анализах амфиболов может быть связан с заметным содержанием в образцах фтора.

Ca, Mg и Fe (рис. 2). На классификационной диаграмме щелочных амфиболов [6] наши образцы попадают в основном в два поля: I — арфведсонит-рибекитов (Ca < 0,5 на 1 ф.е.; Al < 0,5), II - рихтеритов, Са-рибекитов, Na-тремолитов (0,5 < Ca < 1; Al < 0,25). Однако отмечены амфиболы и с еще более высокой концентрацией Са (1,28-1,29, при Al = 0), которые попадают в поле субкальциевых разновидностей, несмотря на высокое содержание щелочей. Среди арфведсонит-рибекитов по количеству катионов в группе X + A [6] могут быть выделены (табл. 1): арфведсониты, арфведсонит-рибекиты и рибекиты, однако явно преобладают арфведсониты. Амфиболы поля II, судя по концентрации щелочей и кальция [7], следует отнести к рихтеритам (табл. 1). Вместе с тем концентрация Са в рихтеритах может увеличиваться до 1,5 на 1 ф.е. [7], так что изученные субкальциевые амфиболы, по-видимому, могут быть отнесены к кальциевым рихтеритам. Это предположение подтверждается данными рис. 2, где фигуративные точки субкальциевых амфиболов закономерно завершают рой точек амфиболов рихтеритового ряда. С другой стороны, анализ рис. 2 показывает, что амфиболов промежуточного состава между арфведсонит-рибекитами и рихтеритами в исследованных образцах не наблюдается.

Таким образом, в позднекайнозойских комендитах Камчатки присутствуют щелочные амфиболы двух изоморфных рядов: арфведсонит-рибекит и рихтерит-кальциевый рихтерит. В конкретных образцах наблюдались либо ассоциации

арфведсонит — арфведсонит - рибекит — рибекит, либо арфведсонит —  
— рихтерит— кальциевый рихтерит.

Сочетание низко - и высококальциевых амфиболов в одной породе является характерной особенностью многих щелочных гранитов Монголии (рибекит—катафорит) [6], пантеллеритов Британской Колумбии (арфведсонит—катафорит) [8] и ряда других регионов. Амфиболы арфведсонит-рибекитового состава установлены в молодых гранитах Нигерии, некоторых щелочных гранитах Монголии [6], щелочных риолитах Западной Японии [5], щелочных трахитах и комендитах Юго-Восточной Австралии [9]. Рихтериты описаны во вкрапленниках и микролитах пантеллеритов Кении [6].

Отличительной особенностью изученных амфиболов является весьма высокое содержание в них марганца (4,7—7,0% MnO в отдельных зернах), так что в названии этих минералов следует, очевидно, добавлять приставку "мангано". Столь высокомарганцовистые амфиболы описаны пока лишь в некоторых метаморфизованных известняках и пегматитах [7] и неизвестны в щелочных гранитах и риолитах [6—8]. Отметим, что высокая марганцовистость амфиболов закономерно сочетается с повышенной марганцовистостью и других темноцветных минералов изученных щелочных риолитов.

**Институт вулканологии  
Дальневосточного научного центра  
Академии наук СССР  
Камчатское производственное объединение "Камчатгеология"  
Петропавловск-Камчатский**

**Поступило  
24 VIII 1982**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Патока М.Г., Успенский В.С. - ДАН, 1977, т. 233, № 6, с. 1168-1171.
2. Патока М.Г. В кн.: Современный вулканизм и связанные с ним геологические, геофизические и геохимические явления. Тбилиси: Мецниереба, 1980, с. 119-120.
3. Пополитов Э.И., Вольнец О.Н. Геохимические особенности четвертичного вулканизма Курило-Камчатской островной дуги и некоторые вопросы петрогенезиса. Новосибирск: Наука, 1981, 182 с.
4. Маракушев А.А., Феногенов А.Н., Емельяненко П.Ф., Ракчеев А.Д. - Бюл. МОИП. Отд. геол., 1979, т. 5, вып. 1, с. 96-109.
5. Uchimizu M. - J. Pac. Sci. Univ. Tokyo. Sec. 11. Geol., mineral., geogr., geophys., 1966, vol. 16, p. 1, 85-160.
6. Коваленко В.И., Владыкин Н.В., Липидес И.А., Горегляд А.В. Щелочные амфиболы редкометальных гранитоидов. Новосибирск: Наука, 1977. 232 с.
7. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. Т. 2. Цепочечные силикаты. М.: Мир, 1965. 406 с.
8. Bevier M.L. - J. Volcan. Geotherm. Res., 1981, vol. 11, № 2-4, p. 225 -251.
9. Ewart A., Meehan A., Ross J.A. In: Volcanism in Australasia. Amsterdam; Oxford; N.Y.: Elsevier, 1976, p. 21-39.