

О.Н. ВОЛЫНЕЦ, Э.И. ПОПОЛИТОВ, М.Г. ПАТОКА, Г.Н. АНОШИН

**ДВЕ СЕРИИ ЛАВ ПОВЫШЕННОЙ ЩЕЛОЧНОСТИ
В ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКОЙ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ЗОНЕ
СРЕДИННОГО ХРЕБТА КАМЧАТКИ**

(Представлено академиком Л.В. Таузоном 9 VI 1983)

Сведения о проявлении лав повышенной щелочности среди позднеплиоцен-четвертичных вулканитов Срединного хребта Камчатки приводятся в ряде работ [1—4], однако аргументированная петрогеохимическая типизация этих образований до сих пор проведена не была. Предпринятые в последние годы авторами настоящего сообщения детальные исследования вещественного состава лав повышенной щелочности позволили выделить среди них две серии пород, различающиеся особенностями химического и минерального состава: абсарокит-шошонит-латит-трахитовую (АШЛТ) и щелочно-оливин-базальт-трахит-трахириолит-комендитовую (ЩБТК).

Лавы АШЛТ-серии от лав ЩБТК-серии отличаются более высокими концентрациями K, Rb, F, V (а в средних и кислых разностях также Ba и Sr) и повышенными величинами отношений F/V и K/Na (табл. 1, 2). Лавы ЩБТК-серии имеют устойчиво более высокие содержания Na, Zr, Nb, В, Ni, Cr, легких РЗЭ и характеризуются повышенными величинами отношений K/Rb, Zr/Hf и La/Yb. В породах АШЛТ-серии выравнивание концентраций Na и K наблюдается уже в андезито-базальтах, тогда как в породах ЩБТК-серии такое выравнивание происходит только на уровне кислых пород с содержанием SiO₂ 65—66%. Базальты и андезито-базальты ЩБТК-серии отличаются также повышенными концентрациями Ti.

Повышенная титанистость характерна и для темноцветных минералов-вкрапленников из пород ЩБТК-серии. Так, клинопироксены из базальтов этой серии относятся к титан-авгитам, амфиболы из андезито-базальтов и андезитов — к керсутитам, тогда как в породах АШЛТ-серии — соответственно к авгитам и обыкновенным роговым обманкам. Повышенной титанистостью отличаются и вкрапленники слюды в лавах ЩБТК-серии. Биотиты из средних и кислых пород АШЛТ-серии

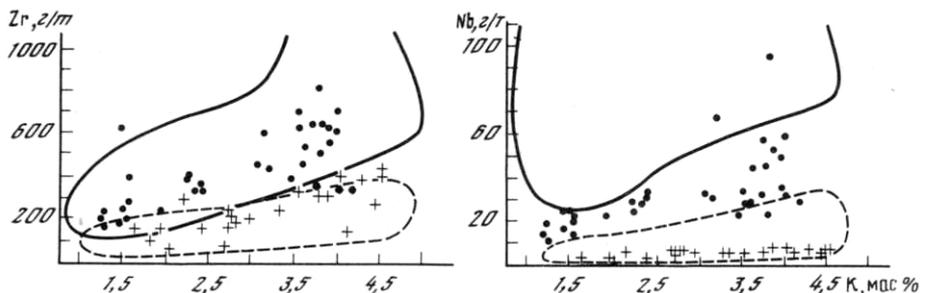


Рис. 1. Соотношение Zr и Nb с K в лавах АШЛТ - (крестики) и ЩБТК - серий (точки). Штриховая линия — поле лав островных дуг; сплошная - то же, континентальных рифтов, по литературным данным

Таблица 1

Химический состав щелочных и щелочных лав

Окисел	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	50,37	50,16	55,59	54,86	58,74	59,70
TiO ₂	0,93	1,61	1,14	1,40	0,99	1,12
Al ₂ O ₃	18,03	17,44	16,50	18,06	16,88	17,80
Fe ₂ O ₃	3,93	3,79	3,14	4,19	3,21	2,57
FeO	5,87	6,19	5,94	3,90	3,51	3,24
MnO	0,15	0,15	0,08	0,13	0,14	0,14
MgO	5,31	5,86	3,14	2,91	2,32	1,58
CaO	9,41	8,27	6,42	6,07	5,05	3,54
Na ₂ O	2,91	3,79	3,89	4,64	4,04	5,27
K ₂ O	1,95	1,77	3,80	2,52	3,82	3,52
P ₂ O ₅	0,34	0,50	0,34	0,48	0,41	0,45
П.п.п.	0,87	0,56	0,54	1,13	0,93	1,13
Σ	100,07	100,04	99,71	100,29	100,04	100,06
<i>n</i>	30(33)	30(35)	7	7(8)	11	8(12)

Примечание. 1, 3, 5, 7, 9 — породы шошонит-латитовой серии; 2, 4, 6, 8, 10—12 — породы щелочно-оливин-базальт-комендитовой серии (11 — трахириолит, 12 — комендит); *n* — число анализов для подсчета среднего, в скобках — для подсчета SiO₂, Na₂O и K₂O.

Таблица 1 (окончание)

Окисел	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	62,04	62,14	67,67	65,65	72,19	72,12
TiO ₂	0,94	0,91	0,61	0,70	0,18	0,07
Al ₂ O ₃	16,61	17,34	15,48	16,97	14,36	13,09
Fe ₂ O ₃	2,82	2,67	1,51	2,48	1,30	1,49
FeO	2,23	2,06	1,55	1,46	0,82	1,00
MnO	0,11	0,14	0,10	0,14	0,09	0,05
MgO	1,58	1,18	0,64	0,85	0,42	0,30
CaO	3,64	2,43	1,87	1,75	0,85	0,95
Na ₂ O	4,36	5,35	4,70	5,38	4,57	5,11
K ₂ O	4,69	4,09	5,15	4,83	4,59	4,57
P ₂ O ₅	0,32	0,22	0,12	0,16	0,03	0,04
П.п.п.	0,96	0,87	0,79	0,64	0,53	0,77
Σ	100,30	99,40	100,19	101,01	99,95	99,56
<i>n</i>	13	14(20)	15	29(40)	11(22)	3

характеризуются весьма высокими концентрациями F — до 4,0—4,5% против 1,0—1,5% в породах ЩБТК-серии. Вкрапленники щелочных полевых шпатов в лавах АШЛТ-серии в целом имеют более высокие содержания Or-минала (санидины) по сравнению с таковыми в лавах ЩБТК-серии (натровые санидины и анортклазы). В базальтах ЩБТК-серии установлены мегакристы высокоалюминиевого авгита, близкие по составу к мегакристам клинопироксена в щелочных базальтах континентов, а также включения оливиновых клинопироксенитов с высокоглиноземистой шпинелью. Наконец, наиболее кислые представители этой серии — комендиты — характеризуются присутствием в основных массах пород натровых феррогенденбергитов, эгирин-авгитов, а также щелочных амфиболов ряда арфедсонит—рибекит и рихтерит—кальциевый рихтерит. В лавах АШЛТ-серии щелочные темноцветные минералы не установлены.

Т а б л и ц а 2

Содержание щелочей (%) и микроэлементов (г/т) в субщелочных и щелочных лавах

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na	2,22 (52)	2,80 (57)	2,79 (17)	3,22 (14)	2,89 (22)	3,82 (19)	3,11 (18)	4,10 (41)	3,40 (25)	3,97 (58)	3,47 (37)	3,87 (7)
K	1,71 (52)	1,45 (5 8)	2,79 (17)	2,03 (14)	3,02 (22)	2,74 (19)	3,80 (18)	3,59 (41)	4,27 (25)	3,97 (57)	3,82 (37)	3,89 (7)
Rb	39 (28)	20,4 (35)	51 (9)	31,5 (9)	61 (11)	45,4 (10)	72 (6)	55,3 (25)	92,2 (10)	59,6 (18)	110 (17)	116 (6)
Li	7,3 (27)	8,1 (35)	8 (6)	10,7 (8)	13 (11)	16 (10)	17 (6)	14,3 (25)	20,1 (8)	16,1 (18)	34 (16)	16 (5)
F	479 (9)	626 (16)	1032 (4)	220 (1)	635 (4)	646 (4)	850 (3)	567 (17)	791 (7)	406 (12)	235 (12)	250 (2)
B	12 (9)	15 (15)	13 (4)	16,5 (1)	15 (4)	23 (4)	81 (3)	36 (17)	22,4 (8)	37 (12)	78 (12)	112 (2)
Be	2,1 (9)	1,7 (16)	2,8 (4)	2,5 (1)	3,0 (4)	2,8 (4)	6,0 (3)	2,5 (16)	3,3 (8)	3,5 (6)	5,6 (13)	5,6 (2)
Ba	553 (28)	486 (31)	1092 (9)	710 (3)	1227 (11)	887 (5)	1450 (6)	1279 (10)	1410 (10)	956 (5)	156 (7)	112 (4)
Sr	665 (28)	672 (31)	740 (9)	743 (3)	703 (11)	550 (5)	592 (6)	270 (10)	314 (10)	150 (5)	< 50 (7)	41 (3)
Ni	30 (27)	74 (34)	13,6 (5)	34 (5)	< 8 (11)	16 (7)	< 8 (7)	5,8 (10)	< 8 (9)	13,5 (4)	2,8 (5)	5,7 (2)
Co	29 (27)	32 (34)	17 (9)	23 (5)	14 (11)	14 (8)	5,9 (7)	2,9 (12)	3,3 (9)	2,8 (4)	1,2 (7)	1 (2)
Cr	65 (27)	104 (34)	23,4 (9)	39 (3)	21,4 (11)	36 (6)	12,7 (7)	48 (13)	8,9 (9)	36 (3)	9 (9)	15 (3)
V	259 (27)	204 (31)	156 (9)	92 (3)	135 (11)	97 (4)	48 (7)	27,5 (10)	22 (5)	14 (1)	5,5 (7)	5,6 (2)
Cu	85 (27)	75 (33)	67 (9)	68 (3)	50 (11)	36 (8)	15 (7)	23 (9)	8,7 (9)	31 (2)	12 (3)	8 (4)
Zn	94 (27)	89 (32)	87 (9)	93 (3)	85 (11)	104 (7)	81 (7)	86 (9)	56	78 (2)	93 (3)	65 (4)
Nb	4,0 (4)	18,5 (10)	6,5 (3)	31,4 (2)	5,4 (4)	26,6 (3)	6,7 (4)	38,4 (10)	7,1 (6)	31,4 (4)	46,2 (4)	108 (4)
Ta	0,3 (1)	0,7 (5)	—	—	—	1,6 (3)	0,5 (2)	1,6 (10)	0,35 (4)	1,7 (4)	2,6 (4)	5,0 (1)
Zr	158 (4)	279 (10)	182 (3)	355 (2)	221 (4)	380 (3)	330 (4)	637 (10)	342 (6)	596 (4)	378 (4)	560 (4)
Hf	4,7 (3)	7,5 (10)	10,1 (3)	6,9 (2)	5,6 (4)	7,6 (3)	6,6 (4)	9,4 (10)	7,3 (6)	18,7 (4)	8,4 (4)	9,0 (1)
La	17(2)	23,5 (7)	10 (1)	25 (2)	19 (2)	37,2 (6)	23 (3)	48 (13)	26 (4)	48 (5)	76 (9)	76 (2)
Ce	45 (2)	52 (7)	55 (1)	41 (2)	45 (2)	65,5 (6)	53,5 (3)	74 (13)	61 (4)	91 (5)	95 (7)	110 (2)
Nd	32,5 (2)	34 (5)	17 (1)	41 (2)	30,5 (2)	38,5 (4)	33,5 (3)	50 (11)	38 (4)	40 (5)	47 (7)	62 (2)
Y	41 (2)	25,8 (7)	40 (1)	22,5 (2)	47 (2)	30,1 (6)	43,5 (3)	33 (13)	45 (4)	32,6 (5)	41 (7)	40 (2)
Yb	4,15 (2)	2,6 (7)	4,0 (1)	2,4 (2)	4,5 (2)	3,1 (6)	4,3 (3)	3,4 (13)	4,45 (4)	3,1 (5)	5,5 (7)	4,6(2)

П р и м е ч а н и е . Номера колонок соответствуют таковым в табл. 1. В скобках — число анализов для подсчета среднего.

По уровню содержания Nb, Zr (а также Ti в базальтах) породы АШЛТ-серии являются типичными представителями семейства островодужных вулканитов, тогда как породы ЩБТК-серии по этим характеристикам приближаются к лавам континентальных рифтов (рис. 1). Лавы АШЛТ-серии в типическом выражении описаны на многих островных дугах с корой континентального типа ([5—8] и др.), а также в пределах активных континентальных окраин ([8—10] и др.). Лавы ЩБТК-серии типичны для внутриплитных рифтовых зон и океанических островов, однако встречаются и на активных континентальных окраинах ([11] и др.), тогда как случаи проявления их в островных дугах единичны [12, 13]. Предполагается, что различия в составах пород АШЛТ- и ЩБТК-серий связаны с условиями генерации исходных расплавов, формирование которых в первом случае происходит в обычной для островных дуг обстановке общего сжатия, а во втором — локального растяжения в тыловых зонах дуг [5, 8, 14].

Появление достаточно необычной для островных дуг ЩБТК-серии в тыловой зоне вулканического пояса Срединного хребта Камчатки могло быть обусловлено тектонической перестройкой региона, начавшейся в плиоцене. В это время в пределах Восточной Камчатки возник новый вулканический пояс (Восточно-Камчатский), зона субдукции скачкообразно отступила к востоку [15], а вулканический пояс Срединного хребта превратился в тыловую дугу, где тектонический режим стабилизировался. Именно в этих условиях в тыловой зоне дуги могли проявляться растягивающие напряжения, с которыми связано образование отрицательных вулканотектонических структур, где и локализуются породы ЩБТК-серии. Совмещение в некоторых случаях лав АШЛТ- и ЩБТК-серий на одних объектах (вулкан Кекукнайский), где излияние лав АШЛТ-серии предшествует излиянию лав ЩБТК-серии, может указывать на смену обстановки сжатия на обстановку растяжения.

Институт вулканологии Дальневосточного научного центра Академии наук СССР,
Петропавловск-Камчатский
Институт геохимии им. А.П. Виноградова
Сибирского отделения Академии наук СССР,
Иркутск
Камчатская геолого-съемочная экспедиция
Камчатского производственного геологического объединения,
Петропавловск-Камчатский
Институт геологии и геофизики Сибирского отделения Академии наук СССР, Новосибирск

Поступило
14 VI 1983

ЛИТЕРАТУРА

1. *Огородов Н.В., Кожемяка Н.Н., Важеевская А.А., Огородова А.С.* Вулканы и четвертичный вулканизм Срединного хребта Камчатки. М.: Наука, 1972. 192 с. 2. *Бабич В.В.* - ДАН, 1973, т. 208, № 5, с. 1198-1201. 3. *Патока М.Г., Успенский В.С.* - ДАН, 1977, т. 233, № 6, с. 1168-1171. 4. *Пополитов Э.И., Вольнец О.Н.* Геохимические особенности четвертичного вулканизма Курило-Камчатской островной дуги и некоторые вопросы петрогенезиса. Новосибирск: Наука, 1981. 182 с. 5. *Jakes P., White A.J.R.* - Geol. Soc. Amer. Bull., 1972, vol. 83, № 1, p. 29-40. 6. *Keller J.* - Contrib. Mineral, and Petrol., 1974, vol. 46, № 1, p. 25-47. 7. *MacKenzie D.E., Chappel B.M.* - Ibid., 1972, vol. 35, № 1, p. 50-63. 8. *Morrison G.W.* - Lithos, 1980, vol. 13, № 1, p. 97-108. 9. *Dostal I., Zutilli M., Caelles I.C., Class A.H.* - Contrib. Mineral, and Petrol., 1977, vol. 63, № 1, p. 113-128. 10. *Таусон Л.В., Захаров М.Н., Гундобин Г.М.* В сб.: XIV Тихоокеанский научный конгресс. Секция В-VI. Геохимическая модель земной коры и верхней мантии в зонах перехода от континентов к Тихому океану. М., 1979, с. 33-35. 11. *Ewart A.* In: Trondhjemites, dacites and related rocks. Amsterdam: Elsevier, 1979, p. 13-121. 12. *Uchimizu M.* - J. fac. sci. Univ. of Tokyo, Sec. 11, geol. mineral., geograph. geophys., 1966, vol. 16, p. 1, 85-160. 13. *Smith I.E.M., Chappel B.W., Ward G.K., Freeman R.S.* - Earth and Planet. Sci. Lett., 1977, vol. 37, № 2, p. 230-236. 14. *Лутц Б.Г.* Геохимия океанического и континентального магматизма. М.: Недра, 1980. 247 с. 15. *Леглер В.А.* В кн.: Тектоника литосферных плит. М.: ВИНТИ, 1977, с. 137-169.