

О.Н. ВОЛЫНЕЦ, В.А. АНАНЬЕВ

ЛЕЙЦИТ И НЕФЕЛИН В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ БАЗАЛЬТАХ КАМЧАТКИ

(Представлено академиком Л.В. Таусоном 8 VII 1983)

Первые сведения о наличии лейцитита и эпилейцитита в Камчатских лавах получены И.С. Гузиевым [1] с помощью оптических методов для позднеэогеновых щелочных базальтов Западной Камчатки. Г.Б. Флеров и А.В. Колосков [2] описали субвулканические тела шонкинитов, содержащих эпилейцит, в толще позднеэогеновых — раннепалеогеновых базальтов Срединного хребта Камчатки. Однако лейцит и нефелин — типоморфные минералы щелочных лав — до сих пор не были установлены в составе четвертичных базальтов Камчатки, хотя среди них достаточно давно известны щелочные оливиновые базальты с нормативным нефелином [3,4].

Микроскопическое изучение таких базальтов показало, что во многих порфировых разностях с тонкозернистой, но полнокристаллической структурой основной массы, в интерстициях микролитов устанавливаются бесцветные низкопреломляющие фазы со слабым двупреломлением или изотропные. В ряде случаев эти фазы представлены хорошо ограниченными изометричными кристалликами — квадратами

Т а б л и ц а 1

Состав щелочных оливиновых базальтов и интерстиционных кристаллических фаз из их основных масс

п.п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Σ	n
1	46,90	1,67	15,60	9,72	0,17	10,50	9,59	3,0	1,85	100,11	1
2	63,24	0,17	21,89	0,37	0,01	0,01	2,86	7,22	4,08	99,85	6
3	53,62	0,09	22,49	0,47	0,00	0,02	1,24	0,25	20,00	98,15	1
4	54,53	0,12	23,26	0,28	0,02	0,00	0,09	0,21	21,04	99,55	4
5	55,95	0,12	23,33	0,36	0,02	0,01	0,00	0,04	19,11	98,95	2
6	48,64	0,02	31,27	0,45	0,04	0,03	0,52	15,84	2,52	99,33	3
7	51,75	0,13	29,10	0,72	0,03	0,06	0,33	14,95	2,17	99,24	3
8	48,50	2,13	17,48	9,09	0,16	6,37	9,30	4,00	1,85	100,04	1
9	62,77	0,24	20,18	0,55	0,01	0,07	1,85	5,09	9,17	99,91	10
10	46,86	0,34	33,35	0,67	0,02	0,03	1,26	15,37	3,90	101,80	1
11	48,40	0,13	30,22	0,84	0,01	0,36	3,21	12,64	4,08	99,89	1
12	48,95	0,17	28,63	0,64	0,00	0,09	2,41	14,94	2,66	98,50	1
13	48,31	0,42	29,59	0,98	0,01	0,10	0,64	15,24	2,71	98,00	1
14	49,09	0,03	30,97	0,68	0,00	0,07	1,54	13,14	4,26	99,78	1
15	49,33	-	31,32	-	-	-	0,73	16,19	2,72	100,29	1
16	52,00	-	27,90	1,81	-	-	0,09	15,80	2,10	99,70	1

**Примечание.** 1—7 — обр. 6805, 8—14 — обр. 6732. 1, 8 — валовые составы базальтов; 2, 9 — К—Na полевые шпаты; 3—5 — лейциты, 6, 7, 10—14 — нефелины; 15 — нефелин из основной массы базанита [7]; 16 — нефелин из основной массы фонолитового трахита [8]. Анализы полевых шпатов и нефелинов рассчитаны на 32 (O), лейцитов — на 6 (O). В валовых составах базальтов установлены также P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> и п.п.п.,%: обр. 6805 - 0,48, 0,07, 0,33, обр. 6732 - 0,60, 0,04, 0,25 соответственно, n — число анализов.

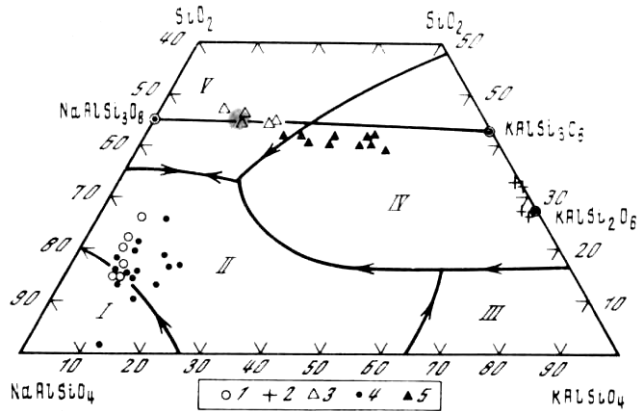


Рис. 1. Диаграмма  $\text{NaAlSiO}_4\text{-KAlSiO}_4\text{-SiO}_2$  для интерстиционных кристаллических фаз щелочных оливиновых базальтов Камчатки. 1-3 - обр. 6805: 1 - нефелин, 2 - лейцит, 3 - K-Na полевой шпат; 4, 5 - обр. 6732: 4 - нефелин, 5 - K-Na полевой шпат; I-V - поля кристаллизации по [5]: I - карнегиита, II - нефелиновых твердых растворов, III - ромбических (K, Na)AlSiO<sub>4</sub> твердых растворов, IV - лейцита, V - K-Na полевых шпатов

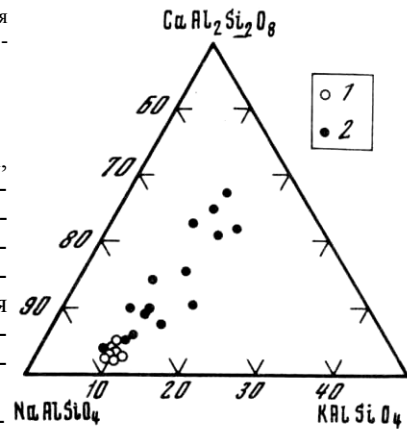
шестиугольниками или ромбами, хотя обычно их форма определяется формой интерстиций. Размеры фаз не превышают 10—20 мкм, что исключает возможность их оптической идентификации.

В нескольких образцах щелочных оливиновых базальтов четвертичной вулканической зоны Срединного хребта Камчатки такие интерстиционные фазы были исследованы с помощью рентгеновского микроанализатора "Camebax". Условия съемки: ускоряющие напряжение 20 кВ, ток 20 нА, экспозиция 5 с, диаметр зонда до 10 мкм. Установлено, что в большинстве случаев интерстиционные фазы базальтов сложены K-Na полевым шпатом с большей или меньшей примесью анортитового минала. Однако в двух образцах базальтов из позднеплейстоцен-голоценовой ареальной зоны Дола Геологов (район вулканов Кекукнайский и Большой) в интерстиционном материале основных масс кроме K—Na полевых шпатов обнаружен нефелин (обр. 6805 и 6732), а в одном из них и лейцит, сосуществующий с нефелином (обр.6805).

Оба анализированных образца представляют собой клинопироксен-оливиновые разности, хотя количество вкрапленников в них резко различно: 25—30% в обр. 6805 и 2—4% в обр. 6732. Как правило, вкрапленники обнаруживают заметную зональность, в случае клинопироксенов нередко многократную. В краевых зонах вкрапленников по сравнению с центральными увеличивается железистость (*f* оливина из центральных зон 13—25%, краевых — 20—35%; *f* клинопироксена соответственно 20-25 и 25-30%) и уменьшается содержание кремнезема. В клинопироксенах в том же направлении растет содержание TiO<sub>2</sub> (0,6—1,5% в центральных зонах и 1,9-2,4% — в краевых), а иногда и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Для клинопироксенов характерна высокая глиноземистость (5-10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Ликвидусной фазой базальтов является Mg-Cr-Al шпинель, отмеченная в виде включений во вкрапленниках оливина, а также бесхромистая высокоглиноземистая шпинель, обнаруженная во вкрапленниках клинопироксена.

Основная масса базальтов имеет интерсертальную структуру и состоит из микролитов плагиоклаза (An<sub>33-77</sub>), оливина (Fa<sub>28,43</sub>), клинопироксена (*f*<sub>25-28</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5-10%, TiO<sub>2</sub> 1,5-2,5%) и титаномагнетита (TiO<sub>2</sub> 16-20%). Относительно крупные микролиты темноцветных минералов обнаруживают зональность, сходную

**Рис. 2.** Диаграмма  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{KAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  для нефелинов из щелочных оливиновых базальтов Камчатки. 1 - обр. 6805, 2 - обр. 6732



по типу с зональностью во вкрапленниках, тогда как в наиболее мелких микролитах клинопироксена зональность противоположная — в краевых зонах уменьшаются железистость, содержания  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и возрастает  $\text{SiO}_2$ . Во внешних зонах микролитов плагиоклаза развивается кальциевый анортотоклаз. Чаще, однако, эти минералы образуют самостоятельные зерна, выполняющие интерстиции между микролитами.

Лейцит и нефелин установлены в составе интерстиционного материала, как уже отмечалось, только с помощью микрозонда. Проанализировано 7 зерен лейцита и 22 нефелина (7 в обр. 6805 и 15 в обр. 6732). Большая часть анализированных зерен лейцита имеет состав, близкий к теоретическому, и характеризуется очень ограниченным замещением К на Na и незначительной примесью Ca и Fe. Лишь в двух зернах несколько повышено содержание Si и в одном — Ca (табл. 1, рис. 1). Составы же анализированных нефелинов достаточно изменчивы даже в пределах одного образца, хотя все они в общем характеризуются повышенными концентрациями Si. На диаграмме  $\text{SiO}_2 - \text{KAlSi}_3\text{O}_8 - \text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  (рис. 1) большая часть фигуративных точек нефелинов располагается в поле нефелиновых твердых растворов и лишь несколько точек — в поле карнегиита [5]. В целом все же нефелины из обр. 6805, где в ассоциации с ними установлен лейцит, более однородны, чем нефелины из обр. 6732. Составы последних существенно изменяются не только по концентрации Si и Al, но и по содержанию Na, K и Ca, причем вариации этих трех элементов тесно связаны между собой (рис. 2). С ростом содержания Ca (анортитовый минал) в нефелинах уменьшается содержание Na (нефелиновый минал) и несколько возрастает — K (калсилитовый минал),

Неоднородность состава нефелинов определяется, очевидно, неравновесными условиями кристаллизации остаточных расплавов и, по-видимому, указывает на локальные различия в их составе. Приблизительная оценка температур кристаллизации по нефелин-полевошпатовому геотермометру [6] дает температуру порядка 800 °C (при расчетах использовались данные по наименее кальциевым полевым шпатам и нефелинам).

Анализы изученных нефелинов заметно отличаются от приведенных в сводке У. Дири и др. [5] более высокими содержаниями  $\text{SiO}_2$  и в большинстве случаев — меньшими Al и щелочей. Однако анализ 10 (табл. 1) очень близок к нефелину из фолонита, Кения [5]. Еще большее сходство обнаруживают составы нефелинов из Камчатских лав с составом нефелина из основной массы базантов Британской Колумбии [7] (табл. 1, ан. 15) и основной массы трахитовых фолонитов Маунт-Сасва, Кения [8] (табл. 1, ан. 16). Возможно, что особенности состава нефелинов исследованных образцов связаны со спецификой остаточных расплавов, образующихся на конечных стадиях кристаллизации щелочно-оливин-базальтовой магмы. По-видимому, такие остаточные расплавы имеют состав щелочных трахитов (фолонитов), и повышенное содержание в них  $\text{SiO}_2$  наряду с пересыщенностью щелочами обеспечивает кристаллизацию высококремнеземистых нефелинов в ассоциации с K—Na полевыми шпатами, а иногда и лейцитом. Имеющиеся статистические данные

[9] подтверждают реальность увеличения доли кварцевого минала в нефелинах с ростом содержания  $\text{SiO}_2$  в материнских породах.

В заключение отметим, что находка лейцита и нефелина в четвертичных базальтах Камчатки является первым прямым минералогическим доказательством наличия среди них щелочных разностей.

Институт вулканологии  
Дальневосточного научного центра Академии наук СССР,  
Петропавловск-Камчатский

Поступило  
18 VII 1983

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гузиев И.С. В кн.: Вулканизм и геохимия его продуктов. М.: Наука, 1967, с. 126—157.
2. Флеров Г.Б., Колосков А.В. Щелочной базальтовый магматизм Центральной Камчатки. М.: Наука, 1976. 148 с.
3. Бабич В.В. - ДАН, 1973, т. 208, № 5, с. 1198-1201.
4. Волынец О.Н., Ермаков В.А. и др. - Бюл. вулканол. станций, 1976, № 52, с. 115-126.
5. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. Каркасные силикаты. М.: Мир, 1966. 482 с.
6. Перчук Л.Л., Зырянов В.Н. и др. В кн.: Геохимия. Минералогия. Докл. сов. геол. на XXVI сессии МГК. М.: Наука, 1980, с. 183-190.
7. Nicholls J., Stout M.Z., Fiesiger D.W. - Contrib. Mineral, and Petrol., 1982, vol. 79, p. 201-218.
8. Nash W.P., Carmichael D.M., Johnson R. W. - J. Petrol., 1969, vol. 10, № 3, p. 409-435.
9. Самсонова Н.С. В кн.: Типоморфизм минералов и его практическое значение. М.: Недра, 1972, с. 174-178.