

А. И. ЧЕПУРОВ, Т. Ю. БАЗАРОВА, Ю. Г. ЛАВРЕНТЬЕВ, О. С. ПОКАЧАЛОВА

**СОСТАВ ВКЛЮЧЕНИЙ МАГМАТИЧЕСКОГО РАСПЛАВА  
В МИНЕРАЛАХ ФЕРГУСИТ-ПОРФИРА (ВОСТОЧНЫЙ ПАМИР)  
И ПСЕВДОЛЕЙЦИТИТА (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛДАН)**

(Представлено академиком В. С. Соболевым 20 XI 1973)

В наших предыдущих работах были описаны включения магматических расплавов в минералах фергусит-порфира из Восточного Памира (1) и оливинового псевдолейцитита из Центрального Алдана (2), которые представляют собой уникальные щелочные интрузивные образования и вызывают особый интерес. Данная статья посвящена исследованию состава силикатной части включений магматических расплавов в минералах этих пород.

Фергусит-порфиры слагают трубки взрыва, реже — отходящие от них дайки, расположенные вдоль регионального разлома по р. Агаджан-Джилга (Восточный Памир). Оливиновый псевдолейцитит образует маломощные дайки в гранито-гнейсах архея в центральной части Алданского щита.

Лейцит в фергусит-порфирах и псевдолейцититах обычно превращен в псевдолейцитит, и только в нескольких телах фергусит-порфиров он не изменен.

Фергусит-порфиры с неизменным лейцитом состоят из вкрапленников и основной массы. Вкрапленники представлены главным образом лейцитом, в меньшем количестве моноклинным пироксеном. Кроме того,

Таблица 1

Состав включений стекла в пироксене фергусит-порфира  
(8 определений)

Овисел	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	60,4	58,4	62,4	62,5	62,5	62,8	62,9	61,4
TiO <sub>2</sub>	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,1	21,9	20,7	21,9	21,4	21,2	21,4	20,4
FeO <sub>общ</sub>	2,3	2,4	2,0	1,5	1,7	1,7	1,4	1,6
MgO	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
CaO	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
Na <sub>2</sub> O	2,9	5,3	4,7	4,9	4,2	4,3	4,6	4,9
K <sub>2</sub> O	12,9	11,4	11,2	11,1	10,9	11,1	11,7	9,4
Σ	101,0	100,1	101,6	102,5	101,3	101,6	102,7	98,3

присутствует темно-бурый биотит и апатит. Оливиновый псевдолейцитит\* отличается присутствием оливина, который наряду с вкрапленниками псевдолейцита и диопсида погружен в мелкокристаллическую основную массу породы, представленную диопсидом, псевдолейцитом, калипатовым полевым шпатом, апатитом и измененным стеклом.

\* В оливиновом псевдолейцитине неизмененный лейцит был найден только в виде кристаллических включений в оливине.

Таблица 2

Состав включений стекла в минералах фергусит-порфира и оливнивого псевдолейцитита (%)

Компонент	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	44,64	52,1	61,6	49,98	53,9	58,9	62,1
TiO <sub>2</sub>	1,14	0,5	0,1	0,86	0,8	0,5	0,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,08	1,8	21,4	15,45	2,0	21,2	21,0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	Не опред.	—	0,18	0,4	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,99	—	—	5,08	—	—	—
FeO	2,80	8,2	1,8	4,11	6,0	2,7	2,4
MnO	0,13	Не опред.	—	0,03	Не опред.	—	—
MgO	5,49	12,6	0,1	5,38	15,3	0,5	0,1
CaO	12,81	23,2	0,4	4,91	22,0	1,0	0,3
Na <sub>2</sub> O	1,65	1,2	4,5	2,40	—	5,0	4,4
K <sub>2</sub> O	8,70	—	11,2	7,50	—	10,1	8,4
H <sub>2</sub> O	0,45	Не опред.	—	3,02	Не опред.	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,30	»	»	0,88	»	»	»
CO <sub>2</sub>	—	»	»	0,14	»	»	»
П.п.п.	3,09	»	»	—	»	»	»
Σ	99,57	99,6	101,1	99,91	100,4	99,9	99,2
Q	—	—	—	—	—	—	2,4
C	—	—	0,7	—	—	—	2,8
Or	15,6	—	66,0	44,7	—	59,1	49,3
Ab	—	—	17,5	12,9	—	16,5	39,2
An	—	—	1,6	9,2	—	5,0	1,4
Le	26,8	—	—	—	—	—	—
Ne	7,5	—	11,4	4,5	—	14,1	—
Wo	27,6	—	—	4,8	—	—	—
En	—	—	—	—	—	—	0,4
Fs	—	—	—	—	—	—	3,7
Yo	14,2	—	0,2	14,6	—	1,2	—
Fa	—	—	2,5	1,5	—	3,3	—
Il	2,0	—	0,1	1,5	—	0,8	0,8
Mt	3,6	—	—	4,5	—	—	—
Hm	—	—	—	—	—	—	—
Ap	2,7	—	—	1,8	—	—	—
Sal	1,0	—	34,7	2,4	—	18,0	19,4
Fem	—	—	—	—	—	—	—
K	1,3	—	10,2	1,6	—	3,4	10,3

Примечание. Фергусит-порфир: 1 — порода, 2 — пироксен, 3 — включения стекла в пироксене (ср. по 8 анализам); оливнивого псевдолейцитита: 4 — порода, 5 — пироксен, 6 — включения стекла в оливине (ср. по 8 анализам), 7 — включения стекла в пироксене (ср. по 4 анализам). 2, 3, 5, 7 — выполнены на рентгеновском микроанализаторе Ms-46, Fe определено как FeO<sub>общ</sub>; 1, 4 — химический анализ, исполнитель И. К. Кузнецова.

ных включений расплава, как правило изометричной формы, размерами от 0,001 до 0,05 мм. Наряду со стеклом во включениях присутствуют иголки кристаллитов, газовый пузырек, ксеногенные кристаллики магнетита и иногда апатита. Включения гомогенизировались при 1210–1190°.

Состав включений магматических расплавов в минералах фергусит-порфира и оливнивого псевдолейцитита определялся при помощи рентгеновского микроанализатора Ms-46. Точный анализ состава включений осложнен рядом трудностей: малый размер включений, неоднородный состав их, уход щелочных металлов из облучаемого объема и т. д. (?). Нами анализировались стекла из частично раскристаллизованных и стекловатых

В лейците фергусит-порфира присутствует большое количество включений расплава, приуроченных к зонам роста кристаллов.

Включения — округлой формы, размерами от 0,002 до 0,02 мм в поперечнике. Содержимое их представляет собой тонко раскристаллизованный агрегат, в котором при комнатной температуре газовой фазы не наблюдается. Гомогенизация включений в лейците не была достигнута при нагревании до 1600°.

В моноклинном пироксене фергусит-порфира первичные включения расплава рассеяны по всему объему кристаллов. Форма их разнообразная, чаще округлая. Размеры от 0,01 до 0,1 мм в поперечнике. Обычны стекловатые и частично раскристаллизованные включения с газовым пузырьком и кристалликом рудной фазы. Гомогенизация осуществляется во включениях из краевых зон в интервале температур 1250–1280°, из центральных зон в интервалах 1320–1380°.

В оливине псевдолейцитита включения магматического расплава обнаруживают отчетливую приуроченность к периферическим зонам роста вкрапленников. Округлые по форме, включения меняются в размерах от 0,003 до 0,05 мм. Кроме стекла во включениях присутствуют игольчатые кристаллики пироксена (?), магнетит и газовый пузырек. Гомогенизация их наступает при 1250–1180°.

В диопсиде вкрапленников псевдолейцитита встречается большое количество первичных

Таблица 3

Влияние нагревания на состав включений стекла в пироксене оливинового псевдолейцитита (%)

Компонент	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	58,7	58,2	53,7
TiO <sub>2</sub>	0,5	0,7	Не опр.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,4	19,6	13,4
FeO	3,6	4,1	6,5
MgO	1,4	2,0	5,8
CaO	2,0	2,6	8,7
Na <sub>2</sub> O	4,0	3,4	2,5
K <sub>2</sub> O	8,8	7,1	6,1
Σ	99,4	97,5	96,7
C	0,4	1,1	—
Or	51,0	41,3	34,4
Ab	24,1	30,3	16,7
Ne	5,7	—	2,1
An	9,9	12,6	6,8
Wo	—	—	16,7
Eu	—	6,9	—
Fs	—	6,6	—
Fo	3,6	—	14,3
Fa	4,5	—	9,0
Il	0,8	1,2	—
<u>Sal</u>			
Fem	10,2	5,8	1,5

Примечание. Закалка включений стекла в пироксене оливинового псевдолейцитита (выдержка при максимальной температуре 7 мин.) проводилась при 1100° (1), 1200° (2) и 1300° (3).

включений (табл. 1 и 2), а также стекла, полученные при закалке включений, прогретых до определенных температур (табл. 3). Наиболее благоприятными для анализа стекол оказались следующие условия: ускоряющее напряжение 15 кв, ток 30—50 на, время одного отсчета 10 сек. Погрешность не менее 2%. Раскристаллизованные включения в лейцитите не анализировались из-за трудности определения состава объекта, состоящего из разнородных образований.

При рассмотрении результатов анализа (табл. 2) обращает на себя внимание значительное расхождение в составах стекол из включений от валовых составов пород, что, естественно, связано с процессом кристаллизационной дифференциации.

Во-первых, кристаллизация ранних фенокристаллов приводила к изменению состава магмы, и пироксен, кристаллизующийся позднее большей части фенокристаллов, на грани кристаллизации основной массы породы, захватывал и консервировал уже частично отдифференцированный расплав. Близкими по составу стекла включениями в пироксене псевдолейцитита являются стекла из периферических зон роста вкрапленников оливина.

Во-вторых, кристаллизационная дифференциация продолжалась в уже законсервированных включениях расплава в минералах, что выразилось в частичной раскристаллизации включений (см. выше): появление отдельных кристаллитов и отложение на стенках вакуоли вещества, родственного минералу-хозяину.

Таким образом, анализированные стекла представляют собой остаточные после кристаллизационной дифференциации расплавы. Остаточный характер включений стекла в пироксенах подчеркивается появлением кварца в нормативном составе, а также отношением

$$K = \frac{\text{MgO}/(\text{MgO} + \text{FeO}) \text{ в пироксене}}{\text{MgO}/(\text{MgO} + \text{FeO}) \text{ в стекле, породе и т. д.}}$$

(см. табл. 2). К аналогичному выводу пришли и другие исследователи, изучавшие состав включений стекла в оливинах некоторых вулканических пород (4).

Подтверждением полученных выводов может служить изменение состава законсервированного в минералах расплава при нагревании и последующей закалке (табл. 3). При нагревании кристаллиты и вещество, отложенное на стенках вакуолей, переходят в расплав, и состав включений приближается к составу захваченной магмы. При нагревании включений выше температуры гомогенизации (захвата) состав закаленных стекол принимает аномальный характер. В них присутствуют компоненты, появившиеся за счет плавления минерала-хозяина, т. е. происходит переход в расплав пироксена, и стекло обогащается Ca и Mg.

Весьма любопытным представляется факт совпадения составов стекол в пироксенах фергусит-порфира и оливинового псевдолейцитита (см. табл. 2). Вероятно, это указывает на крайний остаточный состав дифференциации щелочно-базальтового расплава.

В заключение следует подчеркнуть, что изучавшиеся включения в минералах являются реликтами магм, из которых происходила кристаллизация пород. Состав включений стекла отличается от валового состава породы в результате кристаллизационной дифференциации как в процессе кристаллизации породы, так и после консервации расплава уже во включениях.

Институт геологии и геофизики  
Сибирского отделения Академии наук СССР  
Новосибирск

Поступило  
12 XI 1973

#### ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Т. Ю. Базарова, Э. А. Дмитриев, ДАН, т. 177, № 1 (1967). <sup>2</sup> А. И. Ченуров, ДАН, т. 213, № 2 (1973). <sup>3</sup> А. И. Ченуров, Ю. Г. Лаврентьев и др., Геология и геофизика, № 4 (1974). <sup>4</sup> М. Komatsu, J. Yajima, Proc. Japan. Acad., v. 46, 7 (1970).