

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И СОСТАВ ПРИМИТИВНЫХ РАСПЛАВОВ КЛЮЧЕВСКОГО ВУЛКАНА, КАМЧАТКА

- ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ РАСПЛАВНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ

Мионов Н.Л.¹, Портнягин М.В.^{1,2}, Плечов П.Ю.³

1 - Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского

3 - GEOMAR Research Center, Kiel, Germany

2 - Геологический ф-т МГУ им. М.В. Ломоносова

nmiroнов@geokhi.ru тел. 939-70-62; 137-4730

Ключевые слова: примитивные расплавы, Ключевской вулкан, расплавные включения в оливинах

Ключевской вулкан является одним из самых больших и наиболее продуктивных вулканов в мире. Он расположен в Центральной Камчатской Депрессии на п-ве Камчатка - части Курило-Камчатской островной дуги. Возраст вулкана составляет около 7 тыс лет. Вулканические продукты представлены серией от высокомагнезиальных до высокоглиноземистых базальтов. Для получения информации о составе примитивных расплавов и условиях их формирования были изучены расплавные включения во вкрапленниках оливина (Fo_{91-89}) из различных базальтов Ключевского вулкана (высокомагнезиальные базальты с конусов Булочка и Лучицкого, магнезиальные базальты с потоков Очки и Туйла и высокоглиноземистый базальт потока Апахончич). Изученные образцы характеризуют последние 4000 лет активности вулкана. Большинство расплавных включений было раскристаллизовано, и с ними проводился термометрический эксперимент. Для эксперимента использовалась термокамера с визуальным контролем конструкции Соболева-Слущкого [1]. После закалки включения состояли из стекла и газового пузырька. Небольшая часть включений была представлена природнозакаленными стекловатыми включениями, которые также состояли из стекла и газовой фазы. Содержание основных петрогенных элементов в стеклах включений было определено с помощью электронного микрозонда, элементов-примесей и воды с помощью ионного зонда. Проанализированные составы были скорректированы с учетом переуравновешивания включений и оливина-хозяина по методике [2]. Исходное содержание FeO в расплавах было принято 8.5 мас.%, что отвечает среднему содержанию FeO в породах вулкана. Давление кристаллизации было определено по разнице температур для Ol-Crx котектики [3], температура - по ликвидусному термометру оливин-расплав [4], значения температуры были скорректированы с учетом давления (5 °C/кбар) и содержания воды в расплаве (2-2.5 мас.%- $dT=100$ °C по [5]). Окислительно-восстановительные условия были оценены по составам кристаллических включений шпинели в оливине [6], [7]. Наиболее примитивные расплавы начали кристаллизоваться при давлении 15 кбар, температуре около 1300 C и фугитивности кислорода соответствующей буферу NNO. Усредненный состав расплавов (в мас.%): $SiO_2=47.9$, $TiO_2=0.8$, $Al_2O_3=15.5$, $FeO_{tot}=8.5$, $MgO=10.7$, $CaO=12.8$, $Na_2O=2.8$, $K_2O=0.6$, $P_2O_5=0.13$, $S=0.2$, $Cl=0.1$, $F=0.034$. Широкие вариации были обнаружены для содержания воды (0-2.5 мас.%). Минимальная концентрация CO_2 в расплаве, определенная по плотности флюидных включений CO_2 в оливине Fo_{88} составила 0.4 мас.%.

Несмотря на общее сходство по химическому составу расплавы, захваченные высокомагнезиальными оливинами, показывают различное содержание SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O и H_2O . По содержанию воды расплавы условно были разделены на две группы: низководные (НВ) - с содержанием воды менее 1 мас.% - и высоководные расплавы (ВВ) - более 1 мас.% H_2O и досчитаны до равновесия с Fo_{91} . Между содержанием SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O наблюдаются отрицательные (SiO_2 - CaO , SiO_2 - Al_2O_3) и положительные корреляции (Na_2O и Al_2O_3), при этом высоководные включения показывают более высокое содержание SiO_2 и более низкое содержание Al_2O_3 , CaO и Na_2O по сравнению с низководными включениями (рис.1). В среднем группа ВВ расплавов является Нур-нормативной, а НВ расплавов - Не-нормативной. Наблюдаемые вариации не объясняются процессами ассимиляции расплавами Pl или Crx. Одинаковые содержания элементов-примесей для средних составов ВВ и НВ расплавов, указывают на то, что расплавы образовались при близких степенях плавления. Мы предполагаем, что вариации в составе примитивных расплавов возникали при плавлении мантийного источника в присутствии флюида с

различным отношением $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$. Чем выше была активность CO_2 во флюиде, тем более составы частичных расплавов оказывались сдвинуты по направлению к нефелин- и ларнит-нормативному полю с более высоким содержанием Al_2O_3 , CaO , Na_2O и более низким содержанием SiO_2 по сравнению с расплавами, образовавшимися при низком отношении $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ во флюиде. Исходное содержание воды во всех первичных расплавах, по-видимому, было высоким (2-2.5 мас.%), соответствующим максимальным измеренным концентрациям воды во включениях. Низкое содержание воды для группы низководных включений можно объяснить потерей воды из включений после их захвата. Возможно, что именно повышенная активность CO_2 способствовала такому процессу. На высокое исходное содержание воды в расплавах указывает также отсутствие плагиоклаза в ранней минеральной ассоциации.

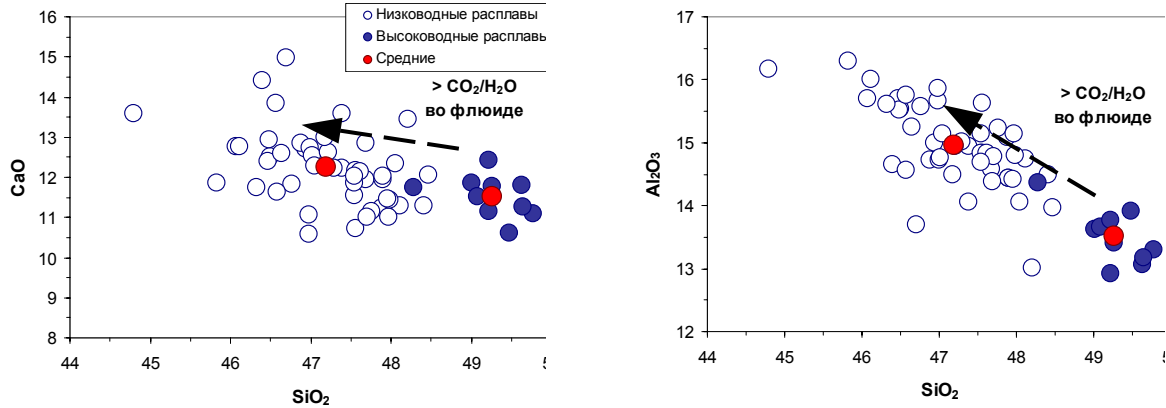


Рис.1. Вариации в составе первичных расплавов Ключевского вулкана. Показаны 2 группы расплавов: низководные и высоководные расплавы и их средние. Наблюдаемые корреляции можно объяснить вариацией $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ во флюиде при образовании расплавов. Показанные составы пересчитаны на безводную основу и приведены к 100 %.

Примитивные породы Ключевского вулкана - магнезиальные базальты с содержанием $\text{MgO}=9.7-12.2$ мас.% - отличаются от примитивных расплавов, захваченных ранними вкрапленниками оливина, более высоким содержанием SiO_2 (51.5 мас.%), более низкими содержаниями Al_2O_3 (13.8 мас.%) и CaO (9.7 мас.%). Такое отличие может быть объяснено тем, что образование пород связано с кумуляцией магнезиальных вкрапленников Crx и Ol в более фракционированных расплавах, близких по составу к высоко глиноземистым базальтам [8].

Данные масс-балансовых расчетов показывают, что кумуляция 9 % Ol , 20 % Crx и 3 % Sp в высокоглиноземистом расплаве приводит к образованию породы отвечающей по составу высокомагнезиальному базальту (ВМБ). Реальное соотношение вкрапленников в ВМБ (12 % Ol и 5 % Crx) показывает меньшее содержание Crx . Это может быть объяснено значительным растворением вкрапленников Crx в процессе подъема расплавов к поверхности.

Полученные данные об отличии пород и расплавных включений Ключевского вулкана поднимают вопрос о представительности пород как магматических жидкостей. Возможно, что похожие процессы фракционирования магм происходят во многих островных дугах мира. В таком случае расплавные включения дают более точную информацию о химическом составе и происхождении примитивных островодужных расплавов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (по проектам №00-05-64384 и № 03-05-64629)

Литература

- [1] Соболев А.В., Слущкий А.Б. // Геология и геофизика. 1984. №12. С. 97-110.
- [2] Danyushevsky L.V., Della-Pasqua F.N., Sokolov S. // Contributions to Mineralogy and Petrology. 2000. V.138. P.68-83.
- [3] Danyushevsky L.V., Sobolev A.V., Dmitriev L.V. // Mineralogy and Petrology. 1996. V. 57. P. 185-204.
- [4] Ford C.E., Russel D.G., Graven J.A., Fisk M.R. // Journal of Petrology. 1983. V. 24. P. 256-265.
- [5] Danyushevsky L.V. // J. Volcan. and Geoth. Res. 2001. V.110. P. 265-280.

- [6] *Danyushevsky L.V., Sobolev A.V.* // Mineralogy and Petrology. 1996. V.57. I.3-4. P. 229-241.
- [7] *Ballhaus C., Berry R.F., Green D.H.* // Contributions to Mineralogy and Petrology. 1991. V.107. P. 27-40.
- [8] *Миронов Н.Л., Портнягин М.В., Плечов П.Ю.* //Электрон. науч.-информ. журн. «Вестник Отделения наук о Земле РАН» № 1(20)2002
URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2002/informbul-1.htm#magm-11.

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(21) 2003
Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2003 года (ЕСЭМПГ-2003)
URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2003/informbul-1/magm-15.pdf
Опубликовано 15 июля 2003 г.

© Отделение наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2003
При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала,
ссылка на "Вестник Отделения наук о Земле РАН" обязательна