

ИЗУЧЕНИЕ ПОРОД И РАСПЛАВНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ПРОДУКТАХ ВУЛКАНА ЧИКУРАЧКИ, КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА

И.Белоусов¹, П.Ю.Плечов¹, Т.Г.Чурикова², А.Б. Белоусов²

¹ - Московский Государственный университет, геологический факультет, кафедра петрологии; ² - Институт Вулканической Геологии и Гехимии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский

Уникальность вулкана Чикурачки, являющегося наивысшей точкой острова Парамушир, заключается в регулярно производимых им плинианских извержениях базальтовой магмы (51-54% SiO₂). Имеются сведения об извержениях в 1853-1859, 1958, 1961, 1964, 1973, 1986 гг., из которых к плинианским можно отнести извержения 1853 и 1986 гг. [Белоусов и др., 2003]. Такой тип извержений необычен для магм основного состава и характеризуется большим объемом изверженного материала (преимущественно тефры) за короткий промежуток времени. Предметом изучения послужил лавовый поток, излившийся на заключительной стадии плинианского извержения 1986 года. Из породы, представленной оливинсодержащим двупироксеновым базальтом, были отобраны вкрапленники оливина (Fo₇₂₋₇₅) и изучены расплавные включения в них. Были получены и проанализированы составы как природно-стекловатых, так и экспериментально-закаленных частично гомогенизированных расплавных включений (здесь и далее РВ). Исходя из составов РВ были посчитаны состав и условия существования расплава в магматическом очаге. Критерием для отбора включений для расчета состава расплава служила первичность, размер расплавных включений, а также отсутствие дочерних фаз.

Анализ. Энергодисперсионный анализ осуществлялся в лаборатории микроанализа кафедры петрологии при помощи сканирующего электронного микроскопа CamScan4DV с микрозондовой приставкой LinkSystem10000 для анализа. Химический анализ осуществлялся в режиме отраженных электронов при стандартном рабочем напряжении 15 кВ. При анализе минеральных фаз и расплавных включений определялись содержания основных петрогенных элементов: Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, а также Cr, Ni, P, S и Cl. Анализ минеральных фаз проводился при фокусировке пучка 3x3 микрона, а стекла анализировались площадками не менее 10x12 микрон.

Эксперимент. Серия экспериментов по гомогенизации включений проводилась в муфельной печи с селитровыми нагревателями при приблизительно оцененной по модели [Ford et al, 1983] температуре кристаллизации породы в 1150°C. При этом зерна оливина закладывались в графитовые капсулы и пересыпались графитовой крошкой, что позволяло поддерживать внешние окислительно-восстановительные условия на уровне буфера С-СО с целью предохранения зерен от окисления при высоких температурах.

Составы РВ до и после эксперимента. В природно-стекловатых включениях (рис.2) обнаружено обилие дочерних фаз, кристаллизующихся как результат эволюции состава расплава при понижении Р-Т условий (остывании). Эксперимент же позволил добиться однородности состава включений, максимально приблизив составы расплавных включений к составам захватываемого расплава. Интересным представляется также то, что в постэкспериментальных включениях было обнаружено множество сульфидных глобулей. Кристаллизация сульфида может объясняться несколькими способами, в том числе потерей Fe в РВ [Danyushevsky, 2002] и понижением растворимости S, низким давлением экспериментов в сравнении с природным захватом, локальными условиями кристаллизации на границе расплав – кристалл. Кроме того, возможна кристаллизация сульфида за счет перехода серы из сульфатной в сульфидную форму, осуществляющегося при фугитивности кислорода соответствующей буферу FMQ+1 – FMQ+2 [Matthews, 1999], что как раз и соответствует условиям эксперимента. Однако это позволяет однозначно сказать, что реально в расплавных включениях концентрации серы выше, т.к. не рассчитана сульфидная добавка серы.

Состав расплава и условия его существования.

Коррекция составов расплавных включений проводилась методом моделирования фракционного сплавления оливина со стенок включения в расплав, осуществляемая по модели Форда. Фугитивность кислорода при моделировании кристаллизации была принята соответствующей

буферу QFM+1, кроме того, общее содержание железа задавалось равным 8.5%, а $Fe^{2+}/Fe^{3+}=7$, что является типичным значением для островных дуг.

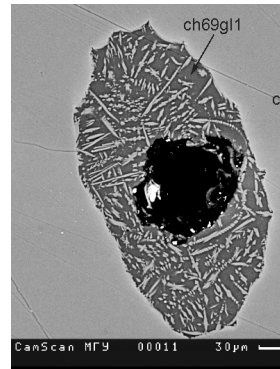
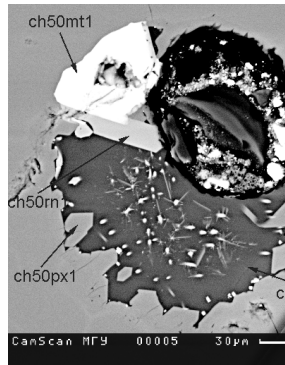


Рис.2. РВ

до эксперимента

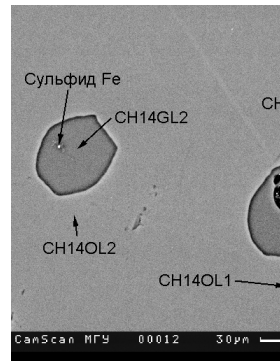
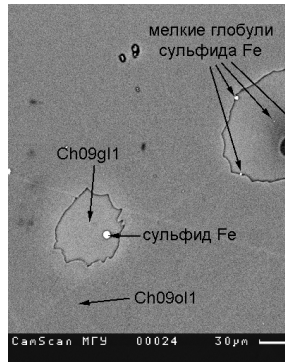


Рис.3. РВ

после эксперимента

Изучение расплавных включений позволило оценить температуру захвата включений в 1100-1050°C, а также получить сами составы магматических расплавов вулкана Чикурачки (табл.1). Они относятся к высокоглиноземистому ($Al_2O_3 > 18$ wt.%), высокотитанистому ($TiO_2 \sim 1.2$ wt.%), высококальциевому (CaO до 13 wt.%) типу и имеют умеренную общую щелочность и калиевость (рис.4).

Таблица 1

Номер	T, C	#O1- хозяйина	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
CH03GL1	1097	76.49	52.15	1.17	18.78	0.02	4.3	9.96	3.61	1.05	0.33	0.03
CH09GL1	1092	76.15	52.25	1.1	18.78	0.15	4.26	10.02	3.56	0.93	0.35	0
CH14GL1	1081	76.03	52.03	1.38	18.08	0.1	4.23	10.86	3.43	0.88	0.3	0.14
CH14GL3	1046	73.63	50.67	1.19	18.17	0.25	3.7	12.6	3.7	0.97	0.14	0
CH17GL1	1066	76.13	50.11	1.13	18.65	0.33	4.17	12.35	3.57	0.91	0.22	0.01
CH18GL1	1093	76.02	52.63	1.21	18.67	0.13	4.22	9.76	3.35	1.11	0.32	0.04
CH20GL1	1103	76.58	52.93	1.16	18.5	0.17	4.34	9.41	3.61	0.99	0.28	0.03
CH69GL1	1097	75.6	52.43	1.25	18.88	0.2	4.14	9.23	3.73	1.05	0.34	0.06
CH98GL2	1089	76.27	51.85	0.93	19.13	0.22	4.37	0.24	3.17	1.02	0.45	0

Особенно необычными являются высокие содержания кальция, являющиеся повышенными для Курило-Камчатской островной дуги (рис.5). Эта особенность может быть объяснена либо (1) плавлением какого-то отличного по составу фрагмента океанической коры, либо (2) изменением первичного состава расплава в результате ассимиляции вещества вмещающих пород. Последнее лучше объясняет связь высоких содержаний кальция с характером извержения, однако, оба факта противоречат данным изучения микроэлементов в тefрах [Gurenko et al, 2003].

Полученные составы расплавов и составы пород незначительно различаются в содержаниях основных породообразующих элементов. Так, расплавы содержат больше калия, натрия, титана и магния, а породы являются более глиноземистыми. Наиболее вероятным объяснением этого

факта, наряду с повышенными содержаниями кальция, представляется плавление захваченного из расплава Сrx или Pl.

Несомненно также влияние на характер извержений высоких содержаний летучих компонентов: S (до 2700 ppm), Cl (до 2500 ppm) и H₂O (до 3.8 wt.%) [Gurenko et al, 2003], (возможно и CO₂) существенно понизивших температуру кристаллизации и при активной дегазации создавших сильно окисленную обстановку.

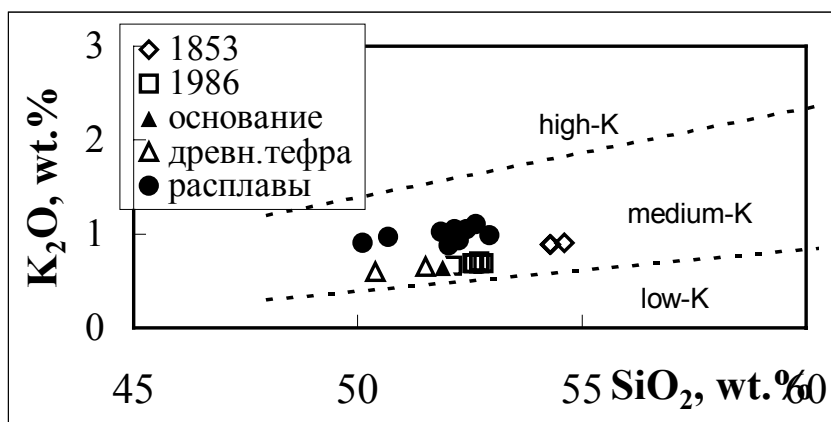


Рис. 4. Диаграмма, иллюстрирующая принадлежность расплавов и пород вулкана Чикурачки к умеренно-щелочной серии.

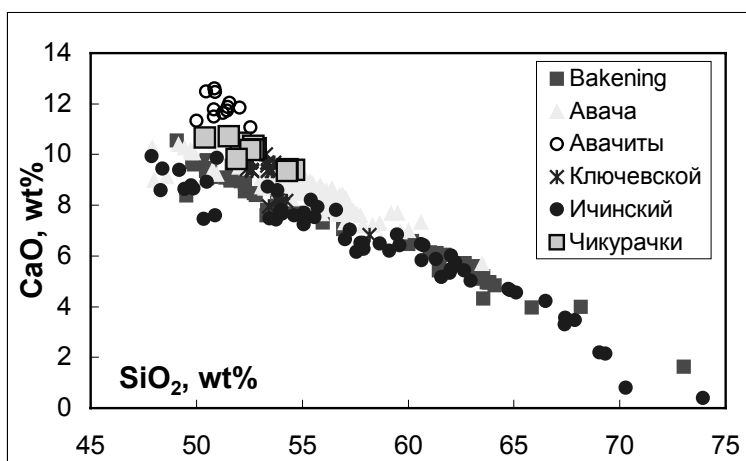


Рис. 5. Диаграмма CaO-MgO, показывающая повышенное содержание кальция в породах и расплавах вулкана Чикурачки по сравнению со всеми остальными вулканами Курило-Камчатской островной дуги.

Обсуждение результатов:

Изучение расплавных включений позволило оценить температуру захвата включений в 1100-1050°C, а также получить сами составы магматических расплавов вулкана Чикурачки.

Характерными для расплавов вулкана Чикурачки являются высокие содержания летучих компонентов, а также необычно высокие содержания кальция.

Несомненное влияние на характер извержения оказали высокие содержания летучих компонентов, существенно понизившие температуру кристаллизации расплава и при дегазации создавшие сильно окислительные условия. Кроме того, представляется вероятной связь плининского характера извержения с повышенными содержаниями кальция в расплаве.

Определяющее значение играет режим летучих компонентов. Вероятнее всего, что либо (1) расплав подмешивается к газовой фазе непосредственно в момент перед извержением, либо (2) точка насыщения расплава летучими достигается незадолго до извержения и поэтому извержение происходит именно в момент активной дегазации. При этом повышенные концентрации кальция имеют различную природу.

Литература

1. Белоусов А.Б. и др. Динамика извержений вулкана Чикурачки (о. Парамушир, Курильские острова) и его состояние летом 2000 г.// Вулканология и сейсмология, 2003 (в печати).
2. Churikova T., Dorendorf F., Worner G. Sources and fluids in the mantle wedge below Kamchatka, evidence from across-arc geochemical variation.// Journal of Petrology, vol. 42, #8, pp.1597-1893, 2001.
3. Ford. C. E., D. G. Russel et al. Olivine-liquid equilibria: temperature, pressure and composition dependence of the crystal/liquid cation partition coefficients for Mg, Fe²⁺, Ca and Mn.// Journal of Petrology, vol. 24, p.256-265, 1983.
4. Gurenko A.A., Belousov A.B., Sobolev A.V. Petrology and geochemistry of plinian basaltic volcanism of Chikurachki volcano, Kurile islands, Russia.// Тезисы и постер EGS-AGU-EUG Joint Assembly, 2003.
5. Matthews S.J., Moncrieff D.H.S., Carroll M.R. Empirical calibration of the sulfur valence oxygen barometer from natural and experimental glasses: method and applications.// Mineralogical Magazine, vol. 63(3), pp. 421-431, June 1999.
6. Paris E., Giuli G., Carroll M.R., Davoli I. The valence and speciation of sulfur in glasses by X-ray absorption spectroscopy.// The Canadian Mineralogist, vol. 39, pp.331-339, 2001.

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-13.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