

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖФАЗОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ *Zn* И *Pb* В ПРОЦЕССЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГРАНИТНЫХ МАГМ, СОПРОВОЖДАЮЩЕЙСЯ ОБРАЗОВАНИЕМ ГЕТЕРОГЕННОГО ВОДНО-ХЛОРИДНОГО ФЛЮИДА

Луканин О.А., Дернов-Пегарев В.Ф.

Институт геохимии и неорганической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва
lukanin@geokhi.ru

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 00-05-64639)

Вестник Отделения наук о Земле РАН, № 1(20) 2002

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2002/informbul-1.htm#magm-9

Представлены результаты компьютерного моделирования поведения *Zn* и *Pb* при дегазации гранитных магм, содержащих H_2O и Cl , в процессе кристаллизации. Модель основана на обобщении имеющихся экспериментальных данных и учитывает влияние на коэффициенты распределения *Zn*, *Pb* и Cl между флюидной фазой и расплавом двух важнейших факторов - давления и концентрации Cl во флюиде [1,2]. Она позволяет рассчитывать изменения концентрации рудных элементов во флюидной, расплавной и кристаллической фазах при дегазации магм как в открытых условиях, когда образующаяся флюидная фаза удаляется из системы, так и в закрытых условиях, когда флюидная фаза остается в системе.

Расчеты показывают, что межфазовое распределение *Zn* и *Pb* в процессе дегазации существенно зависит от давления, степени открытости системы, а также от валового коэффициента распределения металла между кристаллами и расплавом ($D(Me)s/m$). Кристаллизационная дегазация расплавов с высоким исходным содержанием воды при высоких давлениях (≥ 1.5 -2 кбар) сопровождается снижением концентраций Cl и металлов во флюиде. Особенно резкое снижение происходит в открытых условиях. Чем выше $D(Me)s/m$, тем быстрее в ходе дегазации уменьшается концентрация рудного элемента во флюиде. Например, в случае кристаллизационной дегазации при 2 кбар исходного расплава с 0,2 мас.% Cl , 5,8 мас.% H_2O и 100 ppm *Zn* концентрация *Zn* во флюиде при достижении степени кристаллизации 50 % в зависимости от $D(Zn)s/m$ ($0,4 \div 1,2$) изменяется от 900 до 650 ppm в закрытых и от 460 до 280 ppm в открытых условиях. Поведение *Pb* в ходе кристаллизационной дегазации для аналогичных исходных условий имеет такой же характер, однако уровень его концентраций во флюиде при одной и той же степени кристаллизации значительно ниже, чем *Zn*, вследствие более низких значений коэффициентов распределения *Pb* между флюидом и расплавом.

Принципиально другая ситуация имеет место, если кристаллизационная дегазация насыщенных флюидом расплавов происходит при давлениях < 1 -1,5 кбар. В этом случае концентрации Cl и рудных элементов во флюиде в процессе кристаллизации возрастут как в закрытых, так и открытых условиях. Повышение концентрации Cl во флюидной фазе может привести к появлению на определенной стадии дегазации гетерогенного флюида, состоящего из существенно водной фазы (aq) и высоко хлоридной солевой жидкости (lq). Коэффициенты распределения *Zn* и *Pb* между хлоридной жидкостью (lq) и кислым силикатным расплавом в несколько раз (>5 -7 раз) выше, чем коэффициенты распределения этих элементов между водным флюидом aq, равновесным с lq, и силикатным расплавом того же состава [3]. Таким образом, появление гетерогенной флюидной фазы (aq+lq) в процессе дегазации может существенно повлиять на концентрацию *Zn* и *Pb* во флюиде и степень экстракции этих элементов из расплава. На рис. 1 показано как меняется концентрация *Zn* во флюидной фазе в процессе кристаллизации риолитового расплава при 0,6 кбар. На первых этапах кристаллизации из расплава выделяется существенно водная фаза aq, в которой концентрация цинка возрастает от 500 до 1200 ppm. Концентрационные траектории для закрытой и открытой системы мало отличаются друг от друга. При достижении степени кристаллизации ~ 50 %, отделяющаяся флюидная фаза становится гетерогенной. В случае закрытой системы доля lq во флюиде нарастает медленно, поэтому, несмотря на появление этой фазы, значительно более обогащенной цинком, чем aq, общая концентрация *Zn* во флюиде при дальнейшей дегазации продолжает увеличиваться относительно монотонно. В условиях открытой системы, когда вся флюидная фаза покидает систему по мере ее отделения, общая концентрация *Zn* во флюиде (aq+lq) возрастает скачком. Соотношение lq/aq во флюиде в этом случае значительно выше, чем в закрытых условиях. Некоторое снижение концентрации *Zn* в отделяющемся гетерогенном флюиде в открытых условиях обусловлено снижением концентрации *Zn* в расплаве.

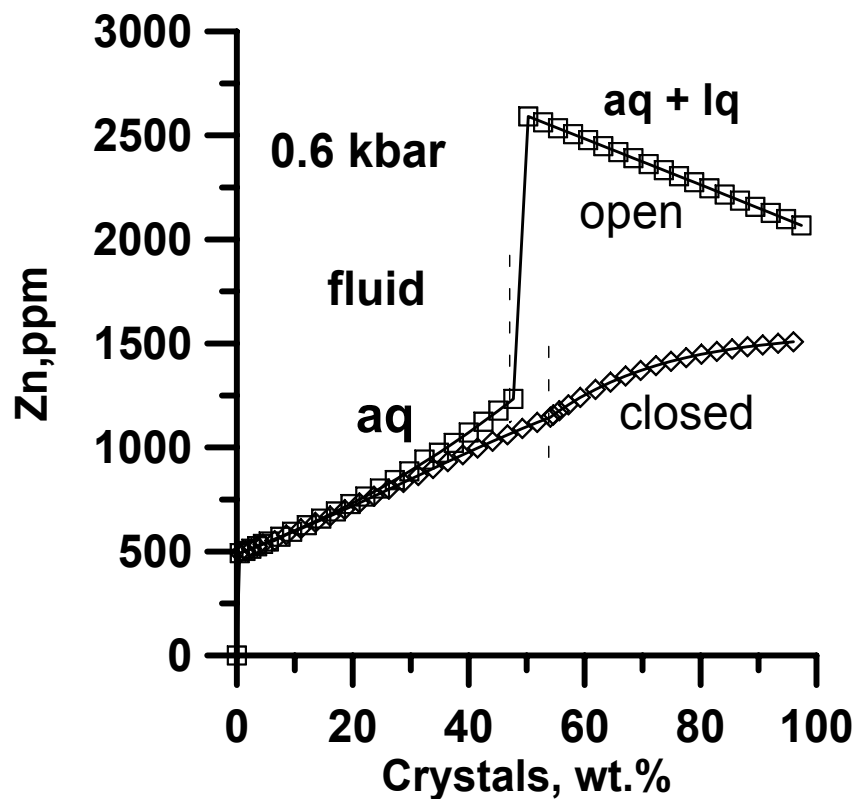


Рис.1. Изменение концентрации Zn во флюидной фазе в процессе кристаллизационной дегазации риолитового расплава при 0,6 кбар в закрытых и открытых условиях. Исходные содержания в расплаве $H_2O = 2,9$ мас.%, $Cl = 0,15$ мас.%, $Zn = 100$ ppm. При расчетах принято $D(Zn)_{s/m} = 0,6$; $D(Zn)_{lq/aq} = 10$. Пунктирные линии показывают начало выделения из расплава гетерогенного флюида (aq+lq).

Результаты моделирования позволяют сделать вывод о том, что наиболее благоприятными условиями формирования магматических флюидов с высокими концентрациями Cl, а также Zn и Pb являются: 1) начальные этапы кристаллизационной дегазации на больших глубинах ($P \geq 2-3$ кбар); 2) кристаллизация расплавов в приповерхностных магматических камерах ($P < 1-1,5$ кбар), которая может сопровождаться образованием высоко-хлоридных солевых жидкостей.

Литература

1. Lukanin O.A. Degassing of Cl- and H_2O -bearing acid magmas at their ascent to the surface and crystallization. *Experiment in Geosciences*. 1999. V.8. N2. P.38-40.
2. Луканин О.А., Дернов-Пегарев В.Ф. Поведение Zn и Pb при дегазации гранитных магм, содержащих воду и хлор (результаты компьютерного моделирования). XIV Росс. совещ. по эксперим. минер., 2-4 окт. 2001. Черноголовка. Тез. Докл. С.55.
3. Чевычелов В.Ю. Салова Т.П. Эпельбаум М.Б. Дифференциация рудных компонентов (Pb, Zn и W, Mo) во флюидно-магматической (гранитоидной) системе // Экспериментальные проблемы геологии. М.: Наука, 1994. С.104-121.