

НЕСМЕСИМОСТЬ ВО ФЛЮИДНО-МАГМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И ЕЕ РОЛЬ В ПРОЦЕССАХ МИНЕРАЛО- И РУДОГЕНЕЗА

Котельников А.Р. (ИЭМ РАН), Сук Н.И. (ИЭМ РАН), Котельникова З.А. (ИЛРАН),
Ковальский А.М. (ИЭМ РАН).

kotelnik@iem.ac.ru факс: (8252)46-205 тел.: (8252)46-205

Ключевые слова: *флюидно-магматическая система, жидкостная несмесимость*

Основным фактором, влияющим на рудоносность данной флюидно-магматической системы (ФМС) является фазовое состояние и химический состав флюида. Под флюидом мы понимаем обособленную в виде одной, двух, реже - большего числа фаз часть общей системы, содержащую летучие (воду, углекислоту) и солевые соединения. В природных условиях флюидные фазы существуют в широчайшем диапазоне TP - параметров - от тысяч градусов и мегабар до первых градусов и тысячных долей бар. Диапазон их существования - от внешнего ядра до атмосферы Земли. Ни расплавы, ни кристаллические фазы не способны к существованию в таком широком интервале параметров. Это связано с тем, что и расплавы и, тем более, кристаллические фазы в той или иной степени упорядочены (имеют ближний и дальний порядок), вследствие чего их способность к трансформации как ответу на внешние воздействия существенно меньше. Можно по-разному рассматривать ФМС: (1) как гомогенные - тогда их свойства (а не свойства флюидов) будут определять развитие системы; (2) как неоднородные, двух и более-фазные, тогда описание ФМС будет адекватным только с учетом свойств несмеси флюидно-магматической системы. Еще в первой трети 20-го века многие ученые-петрологи свидетельствовали о возможной несмеси магматических систем (Грейг, Циркель и Розенбуш и др.). Однако получить четкие доказательства существования жидкостной несмеси во ФМС они не смогли. В середине 20-го века ученые стали говорить о летучих и солях как факторах ликвации (Левинссон-Лессинг, Маракушев и др.). Были проведены первые успешные попытки моделирования таких систем. Однако все же несмесь в существенно алюмосиликатном расплаве встречалась редко. И наконец, в последней трети 20-го века пришло понимание того, что несмесь ФМС в подавляющем большинстве случаев обусловлена наличием двух фаз: (1) алюмосиликатного расплава и (2) флюида, солевая нагрузка которого может приближаться к 100%.

При описании рудогенеза важными аспектами являются механизм концентрации рудного вещества и способ обособления его от алюмосиликатного расплава. Ранее было показано, что эффективным концентратором рудных элементов является высококонцентрированная водно-солевая фаза, которая при определенных условиях может отделяться от алюмосиликатного расплава в процессе возникновения жидкостной несмеси. К настоящему времени экспериментально доказано существование жидкостной несмеси в силикатно-солевых системах. Выявлено, что разные соли обладают различной способностью к экстракции рудных компонентов. Коэффициенты распределения рудных элементов (Zn, Pb, Cu, La, Ce, W, Mo) при 800-1200°C варьируют от 2 до 100 (в пользу солевого расплава). При P - T условиях, отвечающих постмагматическому этапу, солевые фазы ведут себя по-разному. Растворы солей I-го типа (NaCl, KCl, KF и др.) не столь эффективно накапливают и отлагают рудное вещество, как соли II-го типа (NaF, LiF, Na₂Si₂O₅, Na₂CO₃, Na₂SO₄ и др.). Особенности фазовых отношений позволяют считать эти соли оптимальной средой (фазой) для процессов концентрирования, транспортировки и отложения рудных компонентов при смене TPX - параметров минералогенеза.

Эти процессы могли играть определяющую роль в генезисе Ловозерского щелочного массива, который характеризуется высокими концентрациями солей II-го типа (NaF, Na₂Si₂O₅, Na₂CO₃, Na₂SO₄ и др.) в минералообразующем флюиде. Нами изучались породы массива с целью оценки PTX - параметров его образования и дальнейшей эволюции. Для оценок температур применялся комплекс минеральных геотермометров, основанных на фазовых равновесиях, как темноцветных, так и лейкократовых минералов переменного состава. Было установлено, что разные породы образовались при резко различных параметрах. Результаты изучения температур образования минеральных парагенезисов позволяют заключить, что: (1) луавриты (а также

и содалит-содержащие луювриты) имеют температуры минералогенеза 850 – 460°C; (2) уртиты, содержащие рудные минералы (лопариты) 450 - 380°C; (3) фойяиты, содержащие парагенезисы полевой шпат – нефелин < 430°C. Эти факты не согласуются с принятыми концепциями образования пород дифференцированного комплекса: (1) образования расслоенной пачки пород за счет общего остывания с процессами кристаллизационной дифференциации (которые подразумевают более или менее плавное изменение температуры по разрезу); (2) послойного (постадийного) внедрения (подразумевающего достаточно высокие температуры кристаллизации, как уртитов, так и фойяитов ~ 700 - 850°C). С нашей точки зрения образование пород дифференцированного комплекса можно объяснить широким развитием процессов жидкостной несмешиваемости типа щелочной алюмо-силикатный расплав + солевой расплав (представленный солями NaCl, NaF, Na₂Si₂O₅, Na₃AlF₆, Na₂SiF₆, NaAlO₂, Na₂CO₃, Na₂SO₄, Na₃PO₄ и др.). При внедрении капельно-жидкой расслоенной флюидно-магматической системы и образовании пластовой интрузии одновременно шли процессы кристаллизации алюмосиликатного расплава, сформировавшего слои луювритов. Позднее, при снижении температуры до 550 - 600°C начались процессы кристаллизации солевых систем II-го типа, содержащих значительные количества алюмосиликатного материала. При этом сформировались парагенезисы фойяитов с включениями солевых минералов (в основном - виллиомита), пегматиты и рудные парагенезисы, содержащие лопарит. Таким образом, породы дифференцированного комплекса были образованы в ходе сложной эволюции гетерогенной флюидно-магматической системы, изначально представленной агпаитовым алюмосиликатным расплавом и высокосолевым флюидом. Большая часть рудных парагенезисов была связана с кристаллизацией водно-солевых систем II-го типа и шла при 380 - 450°C.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (по проектам № 01-05-64839, 03-05-64992, 03-05-65027).

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(21) 2003

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2003 года (ЕСЭМПП-2003)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2003/informbul-1/magm-29.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