

# ПРОЯВЛЕНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ФАЯЛИТА В ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

**В.Я Медведев, Л.А Иванова, М.В Почекунина**

*Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск*

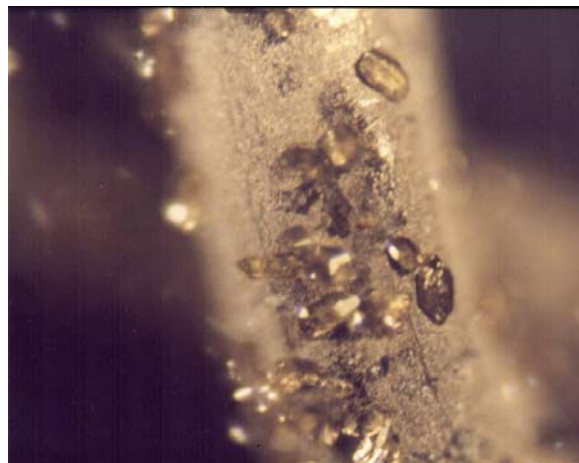
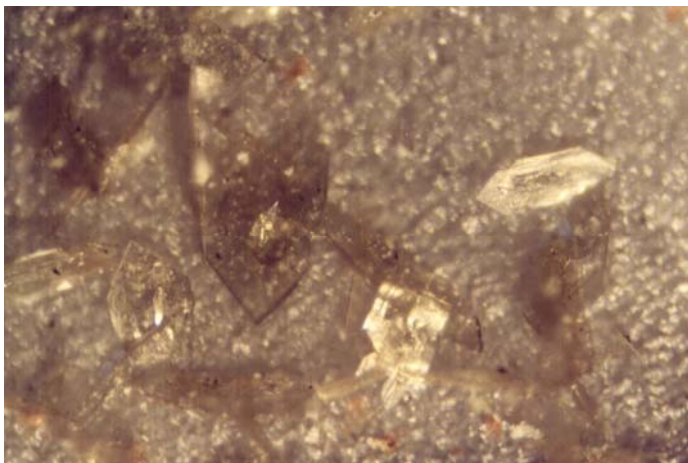
e-mail: [med@crust.irk.ru](mailto:med@crust.irk.ru)

Процессы минералообразования в восстановленных флюидных системах – один из интереснейших аспектов экспериментальной минералогии. Рассмотрение данных явлений с точки зрения синергетики геологических систем (Летников, 1992) открывает новые возможности в понимании изучаемых процессов. Продолжительный интерес к исследованию минералов группы оливина ряда форстерит-фаялит, являющихся одними из главных породообразующих минералов, обусловлен их широким распространением в самых различных типах пород: от ультраосновных до кислых. Фаялитсодержащие породы – наиболее редко встречающиеся разновидности в этом ряду. Фаялит чаще всего встречается в пегматоидных образованиях и миароловых пустотах щелочных гранитов, в жилах гранитных пегматитов, а фаялитовые породы по условиям образования относят (Грачева, 1966) к самым высокотемпературным фациям грейзенов. Фаялитовые грейзены, связанные с кислыми гранитными интрузивами, в свою очередь, представляют большой интерес как завершающая стадия редкометальных интрузий. В гранитных породах появление фаялита (Гинзбург, 1962) определяется высоким парциальным давлением водорода и очень высоким содержанием  $Fe^{2+}$  по отношению к магнию.

Для исследования роли эффекта кооперативного взаимодействия вносимых компонентов Na и Cl в восстановленной части флюидной системы H-O-N и переноса Si и Fe в этой системе при изменяющихся содержаниях H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, (NH<sub>3</sub> – 25%; H<sub>2</sub> от 25 до 75%; H<sub>2</sub>O от 0 до 50%) были проведены эксперименты по методике с температурным градиентом (Медведев, Иванова, 2005) при T=500-700<sup>0</sup>C (градиент 50-100<sup>0</sup>C) и P=500-1000бар, длительностью 100-500ч. Модельное гранитное стекло помещалось в нижнюю часть автоклава, в верхней части которого держателями, изготовленными из нержавеющей стали (1X18H9T), закреплялись образцы кварца и лейкократового гранита в виде отшлифованных брусков размером ≈25\*10\*8мм. Производилось заполнение экзоклава флюидом необходимого состава. Флюид создавался либо непосредственно в автоклаве в реакторном отсеке, за счет взаимодействия металлического Al с водным раствором NH<sub>4</sub>OH, либо в специальном реакторе и затем подавался по горячему трубопроводу в экзоклав. Эксперименты проводились как в стандартных автоклавах, так и в Ti вкладышах, исключаяющих взаимодействие системы с материалами реакторов экзоклава. Фазовый состав флюида предварительно рассчитывался с помощью программного комплекса «Селектор», используя полную базу данных.

Первоначально исследовались безводные газовые системы H-O-N. В результате проведенных экспериментов установлено, что в данных условиях значительного переноса компонентов и образования новых фаз не происходит. Добавление в систему одного процента HCl приводит к переносу железа и кристаллизации его альфа-модификации во всем исследованном температурном интервале. Внесение одного процента NaOH заметного влияния на минералообразование в системе не оказывает. Замена HCl на NaCl приводит к образованию фаялита по кварцу (рис. 1), кварцевым выделениям в лейкократовом граните и Fe-содержащим держателям образцов (рис. 2).

По образцам кварца и кварцевым выделениям в лейкократовом граните в результате экспериментов образуются коричневато-желтые «рубашки» толщиной 0,15-0,28мм, сложенные щетками тесно сросшихся пластинчатых кристаллов новообразованного фаялита. В огранке



кристаллов (до 0,32 мм по длинной оси, толщиной до 0,014 мм) в основном развиты пинакоидальные формы, призматические формы выражены нечетко и играют второстепенную роль. На держателях образцов фаялит представлен призматическими, иногда короткопризматическими кристаллами размером до 0,28 мм по длинной оси. Параметры элементарной ячейки фаялитов, образованных в экспериментах, фактически соответствуют эталонным образцам:  $a=4,816\text{\AA}$ ,  $b=10,469\text{\AA}$ ,  $c=6,099\text{\AA}$ ,  $V=307,5 (\text{\AA}^3)$  и не зависят от матрицы, на которой происходит рост. Разные морфологические типы вновь образованных кристаллов фаялита зависят от состава подложки, на которой они образуются. В одном случае это кварц, в другом – железосодержащие держатели.

Для исследования влияния содержания  $\text{H}_2\text{O}$  на кинетику роста фаялита в системе были проведены эксперименты с изменением мольной доли  $\text{H}_2\text{O}$  во флюиде от 0 до 50%. Обнаружено, что изменение содержания  $\text{H}_2\text{O}$  не оказывает существенного влияния на динамику роста фаялита, хотя отмечается пологий максимум в координатах: количество новообразованного фаялита – мольная доля  $\text{H}_2\text{O}$  при ее мольной доле равной 25%.

При анализе динамики роста фаялита установлены высокие скорости роста фаялита, которые составляют до 0,002 мм/час при  $T=500^\circ\text{C}$ , в то время как по экспериментальным данным (Fisher D.K., Mackwell S.J.1994) скорость его роста по диффузионному механизму при значительно более высоких температурах ( $T=1200^\circ\text{C}$ ) составляет 0,0001 мм/час. Отмечается незначительное отличие в скоростях роста фаялита на различных подложках (кварц, железо). Существенное влияние на рост тех или иных форм огранки новообразованного фаялита оказывает состав субстрата, по которому он развивается. Так по кварцу образуются в основном пластинчатые кристаллы с хорошо развитыми пинакоидальными формами, а по железосодержащим держателям – призматические, короткопризматические разновидности фаялита. Несомненно, значительное адсорбционное влияние компонентов среды на огранение кристаллов.

Рост фаялита происходит из газовой фазы за счет осаждения на кварце и на железосодержащих держателях и зависит от привноса флюидом в одном случае кремния, в другом - железа. Образование фаялита в исследованном интервале температур и давлений осуществляется только в присутствии NaCl.

Полученные данные согласуются с представлением (Маракушев, 1966) о появлении железистого оливина в условиях высокой щелочности и ограничению по давлению (приуроченность к комплексам малой глубинности). Таким образом, результаты проведенных экспериментов позволяют с уверенностью утверждать возможность переноса Si и Fe в восстановленной части системы Н-О-Н в присутствии NaCl как в гидротермальных, так и в безводных условиях, подтверждая возможность существования фаялитсодержащих кислых пород.

Необходимо отметить, что в исследуемой системе каждый из отдельно взятых факторов (внесенных элементов Na и Cl) не приводит к получаемому результату без суммарного воздействия обоих компонентов. И в нашем случае при образовании фаялита реализуется синергетический эффект кооперативного взаимодействия вносимых компонентов.

Авторы признательны и благодарны академику Ф.А. Летникову за постоянное внимание к экспериментальным исследованиям и заинтересованность при обсуждении результатов. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 04-05-64869.

*Список литературы .*

*Грачева О.С. // Зап. ВМО. 1966. Ч. ХСV. В. 5. С. 583-589.*

*Гинзбург И.В. и др. // Труды минералогич. музея. Вып. 13. 1962. С.16-42..*

*Летников Ф.А. // Синергетика геологических систем. Н-к.Наука.1992 С.230..*

*Маракушев А.А. и др. //В кн.: Минеральные фации гранитоидов и их рудоносность. М.: Наука, 1966.*

*Медведев В.Я., Иванова Л.А. // ДАН. 2005. Т. 403. №1. С. 1-3.*

*Fisher D.K., Mackwell S.J. // Physics and Chemistry of Minerals. 1994. V. 21. №3. P. 156-165.*