

Необычный фазовый состав в синтетических RbF-содержащих флюидных включениях

З. А. Котельникова¹, А. Р. Котельников²

²Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка

¹Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва
kotelnik@iem.ac.ru; факс: (8496)52-4-44-25, тел. (8496)52-4-44-25

Ключевые слова: флюид, синтетические флюидные включения, жидкостная несмесимость.

Ссылка: Котельникова З.А., А. Р. Котельников (2011), Необычный фазовый состав в синтетических RbF-содержащих флюидных включениях, *Вестник ОНЗ РАН*, 3, NZ6054, doi:10.2205/2011NZ000184.

При $T=350^{\circ}\text{C}$ и $P=1\text{кбар}$ из 1М раствора RbF методом залечивания трещин в кварце синтезированы флюидные включения.

При комнатной температуре в них присутствовало 2 жидких, кристаллические и паровая фазы. Это является необычным фактом: наличие фазовой границы между двумя неорганическими жидкостями наблюдается обычно только в случаях, когда одна из жидкостей находится в переохлажденном, стеклообразном состоянии. Например, силикатное стекло и флюидный пузырек расплавленных природных включений. Для некоторых водно-солевых систем характерно расслаивание жидкости при гораздо более высоких температурах (выше температуры кипения). В этих случаях фазовая граница в виде мениска между двумя жидкими фазами появляется в области параметров расслаивания.

Предполагалось, что в обнаруженных включениях одна из жидкостей находится в переохлажденном состоянии. Однако при проведении криометрического изучения включений оказалось, что обе жидкости замерзают. Более плотная жидкость (L2) замерзала при -40°C . Постепенное повышение температуры приводило к плавлению эвтектики при -38°C , а при -1.6°C в ней заканчивалось плавление льда. Температура эвтектики для системы $\text{H}_2\text{O}-\text{RbF}$ неизвестна. Если принять, что жидкость L2 является раствором RbF, то температура эвтектики близка к значению -38°C . Однако существует очень большая вероятность образования и попадания в эту фазу промежуточного соединения, образовавшегося вследствие химического взаимодействия силикатного вещества с водно-солевым флюидом в режиме опыта.

Если остановить охлаждение при температуре -55°C , то менее плотная фаза (L1) не замерзала и оставалась в жидком состоянии в интервале $-55 - -1^{\circ}\text{C}$. При температуре -1°C она начинала раскристаллизовываться, образуя дендритовидные кристаллы. По-видимому, так проявляется метастабильный ход раскристаллизации переохлажденной жидкости. Остается неясным, почему появление твердых фаз началось только при нагревании. При повышении температуры до -0.5°C начинается плавление отдельных частей этих дендритов, в результате чего образуются капли жидкости L1, плавающие в жидкости L2, и не сливающиеся друг с другом в течение нескольких месяцев. Кристаллы жидкости L1 плавятся как чистое вещество: осуществляется прямой переход из твердого состояния в жидкое, не видно ни появления мелких пузырьков пара, ни кристалликов льда, как это обычно имеет место при плавлении водных растворов. Отличие состоит лишь в том, что интервал плавления достаточно велик: полный переход в жидкость происходит только при 10°C .

Заморозить жидкость L1 удастся при охлаждении до -90°C . В отдельных каплях ее отчетливо видны шагреновая поверхность и пузырек пара. Как и в случае метастабильной раскристаллизации, при $+10^{\circ}\text{C}$ она полностью переходила в жидкое состояние.

Таким образом, при комнатной температуре обе жидкие фазы не являются переохлажденными стеклообразными фазами, поскольку температуры плавления их ниже. Другими словами, при $20-25^{\circ}\text{C}$ возможны явления несмесимости между двумя водными растворами, содержащими одни и те же соли.

Нагревание включений до более высоких температур не вызвало новых фазовых переходов. Вследствие изменения коэффициента преломления в интервале температур $75-92^{\circ}$ мениск между жидкостями становится невидим, а затем проявляется на прежнем месте. При 250°C включения вскрываются.