

О СТРОЕНИИ АГРЕГАТОВ ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ РАСТВОРА-РАСПЛАВА В МАЛЫХ КАМЕРАХ

Попов В.А.

Институт минералогии УрО РАН, Миасс, popov@mineralogy.ru

Все гомогенные магмы являются растворами-расплавами – силикатными, карбонатными, оксидными, фосфатными, боратными, сульфидными, или, с точки зрения физической химии, просто растворами. Широко распространённый растворитель – вода – тоже является расплавом льда. Раствор предполагает наличие растворителя и растворённых веществ. В сложных природных системах далеко не всегда можно определить, что являлось растворителем (например, в силикатных магмах).

В магмах (например, карбонатно-силикатных) последовательная кристаллизация минералов может приводить к смещению состава остаточного раствора-расплава (например, к преобладанию карбонатной составляющей). Если в магме была растворена вода, и кристаллизация началась с безводных минералов, то остаточный карбонатный раствор-расплав может быть обогащён и водной составляющей. Таким образом, некоторые магмы в закрытой системе могут кристаллизоваться с переходом от силикатного раствора-расплава к карбонатному и далее – к водному раствору.

Эти рассуждения вытекают из наблюдений, частично обобщённых А.Е. Ферсманом и другими исследователями на примере камерных пегматитов. В гранитных и многих других камерных пегматитах надёжно установлено начало кристаллизации из магмы, а завершение в полостях – из газовых или водных сред. В ряде случаев были корректные доказательства закрытости кристаллизационных камер.

Некоторые сложные магмы в процессе кристаллизации дифференцируются так, что из остаточных порций образуются обособления, воспринимающиеся как шпиры или миаролы. Последовательность кристаллизации минералов в миаролах создаёт местную эволюцию состава магмы. Если в центре миаролы остаётся полость вследствие завершающей водной или газовой кристаллизации (в закрытой системе), то создаётся впечатление образования минералов из проточных гидротермальных растворов (в открытой системе). Рассмотренная ситуация вносит сложности в диагностику систем, когда используются газовой-жидкие включения в кристаллах минералов. Для отличия кристаллизации в открытых и закрытых системах существуют морфологические признаки, которые следует использовать при генетических построениях.

Общей закономерностью кристаллизации магматических систем является эвтектическое завершение, когда все минералы растут совместно и одновременно. Эвтектические структуры минеральных агрегатов широко распространённых горных пород для специалистов привычны и понятны. В случаях кристаллизации мало распространённых магм, когда в агрегате абсолютно преобладает один минерал, эвтектические структуры узнаются с трудом, т. к. растворителем является расплав преобладающего минерала, а объём прочих минералов очень мал, и они не могут заметно определять структуру минерального агрегата. Строение агрегата в камере (миароле) подобно модельному объекту в водном растворе (расплаве льда).

Например, насыщенный в нормальных условиях водный раствор гипса в небольшой камере при медленном охлаждении начнёт выделять гипс на стенках камеры в виде отдельных кристаллов или в виде корочки. Когда температура достигнет точки замерзания воды (кристаллизации льда), в растворе останется очень мало растворённого гипса, поэтому его кристаллы будут прирастать (совместно с кристаллами льда) сравнительно медленно. После полного заполнения камеры практически одним кристаллизующимся льдом строение агрегата в камере окажется таким: по периферии находятся одиночные кристаллы или друзовидные корки гипса, а центральная часть занята льдом.

Подобно этому, есть продукты кристаллизационной дифференциации сложных силикатных магм с образованием остаточных (или контаминационных) растворов-расплавов, которые дают малые тела, по устройству сходные с гидротермальными. При такой кристаллизации высадившиеся по периферии минералы *кажутся* идиоморфными по отношению к кристаллам раство-

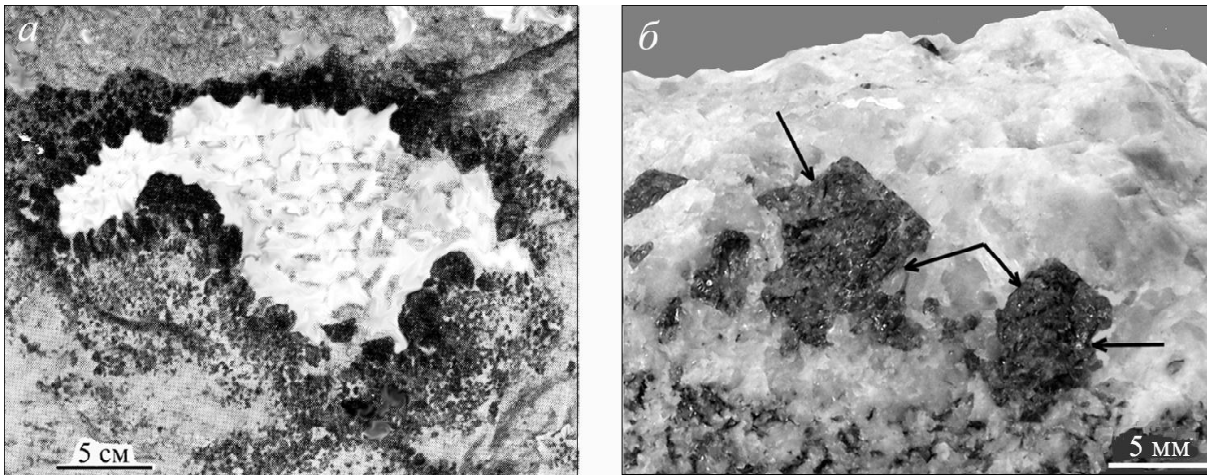


Рис. 1. Структура магматических карбонатитовых миарол.

а – в фоскорите Ковдорского месторождения – по периферии магнетит и форстерит, центр кальцитовый (по А.Г. Жабину, 1971; реинтерпретация автора); *б* – в миаските Вишневогорского месторождения – от контакта полевой шпат с пироксеном, а центральная часть выполнена кальцитом; стрелками показаны индукционные поверхности пироксена с кальцитом (данные автора).

рителя в центральной части миарол. В действительности они росли вместе, и между ними есть индукционные поверхности одновременного роста. Но относительная скорость роста ранних минералов очень мала по сравнению с кристаллами растворителя, в связи с чем индукционные поверхности представлены плоскими «блюдечками» и трудно узнаются при исследованиях в плоских сечениях. Создаётся впечатление (неправильное), что центральная часть миаролы заполнена минералами в другое время и не принадлежит единой закрытой системе кристаллизации.

На многих высокотемпературных объектах встречаются миаролы и жилы с кристаллизацией из карбонатной (остаточной?) магмы. В некоторых случаях тела эти крупны и являются карбонатит-пегматитами; примеры тел такого строения встречаются в ряде карбонатитовых месторождений и проявлений (рис.). По периферии миарол наблюдаются ранние минералы – полевые шпаты, пироксены, амфиболы, слюды, хлориты, гранаты, шпинелиды, форстерит, магнетит, ильменит, гематит, титанит, циркон, пироксенол, кальцитит, корунд и, особо отметим, уваровит, демантоид, содалит, лазурит, нозеан. Эти периферические друзовые корки в карбонатных миаролах нередко напоминают скарновые парагенезисы и, быть может, «подсказывают» нам о возможности выделения класса «магматических скарнов», если карбонатов в системе окажется меньше 50 %.

Продукты кристаллизации основных магм – горнблендиты и слюдяно-амфиболовые агрегаты – признаются многими исследователями. Однако амфибол-хлоритовые и хлоритовые (хлоритолитовые) агрегаты не воспринимаются научным сообществом как магматические, но, судя по строению минеральных тел в карбонатитовых комплексах, они есть в природе. Возможно, они возникают вследствие дифференциации при кристаллизации хлоритовых карбонатитов. Магмы, дающие при раскристаллизации слюдиты, также минералогически могут быть весьма интересны, например, с бериллом (изумрудом) и корундом (рубином, сапфиром). Оксидные магмы трудно назвать необычными: в ряде магматических месторождений кристаллизационная дифференциация привела к появлению почти мономинеральных магнетитовых тел разной величины (например, в Кусинском месторождении).