

ОБЩИЙ МЕХАНИЗМ РОСТА ПОРФИРОБЛАСТОВ

Остапенко Г.Т. (ИМАГ НАНУ)

ostap@imag.kiev.ua; факс: (38 044) 424-10-20; тел.: (38 044) 424-12-66

Ключевые слова: рост порфиробласта, кристаллизационное давление, растворение под давлением, флюидная пленка

В данном сообщении рассматриваются физико-химические аспекты, касающиеся способа занятия растущим порфиробластом пространства и формирования его ограничения.

Петрографические наблюдения свидетельствуют, что пространство, занятое порфиробластом, создается обычно за счет растворения вмещающей его минеральной матрицы. Кроме того, иногда фиксируются случаи механического раздвижения матрицы, сочетания ее растворения с отталкиванием отдельных зерен или поглощением последних [1-3]. Факты раздвижения и оттеснения можно рассматривать как доказательство механического давления растущего порфиробласта на матрицу, т.е. как проявление кристаллизационного давления, впервые изученного на водорастворимых ионных кристаллах при комнатных температурах [4]. С другой стороны, растворение вмещающей матрицы можно объяснить известным эффектом «растворения под давлением» (pressure solution).

Реализация указанных двух эффектов возможна при наличии жидкой (или квазижидкой) водной пленки на границе порфиробласта и матрицы. Эта пленка одновременно обеспечивает:

- 1) Передачу давления растущего порфиробласта на матрицу, что приводит к повышению химического потенциала последней;
- 2) Привнос компонентов к поверхности порфиробласта из прилегающего пространства матрицы;
- 3) Растворение матрицы и вынос ее компонентов за пределы границы порфиробласт-матрица.

Указанные два сопряженно идущие процессы роста и растворения составляют сущность формирования порфиробласта за счет растворения матрицы [5].

Работами Б.В. Дерягина и его школы (в частности, [6]) и других исследователей [7,8] установлено, что при комнатных температурах в водных пленках толщиной менее ~50 нм, на границе нитей или пластинок кварца и слюды, может развиваться расклинивающее, по Дерягину, давление Π , которое возрастает до величин ~20-200 бар при толщинах пленки ~1-5 нм.

Такие значения Π обеспечивают возможность реализации кристаллизационного давления при комнатных температурах, что находит подтверждение в опытах с водорастворимыми кристаллами [4]. С повышением температуры до 65-70°C толщина поверхностной пленки воды на кварце уменьшается до монослоя [9].

При намного более высоких температурах (450-1080°C) и давлениях 1-15 кбар, как было установлено в работах [10,11], на границе зерен кварца не может образовываться сплошная флюидная пленка, сходная по своим свойствам с объемным флюидом. Тем не менее, как на поверхности зерен кварца (на границе с флюидом), так и на границах зерен кварца, сорбируется достаточно большое количество воды: молекулы H_2O образуют слой с плотностью 0,04 моль/см³ [11].

Таким образом, на основании приведенных данных можно полагать, что и при высоких температурах и давлениях водного флюида, отвечающих условиям метаморфизма, на границах зерен существуют либо тонкие пленки порядка одного-двух монослоев воды, которые по своим свойствам резко отличаются от объемного флюида, либо, по крайней мере, межзеренные нарушенные слои с растворенной в них водой [12].

Опыты, в которых при высоких температурах и давлениях воды фиксировались проявления кристаллизационного давления [13,14] и растворение под давлением [15], косвенно подтверждают существование эффективно действующих квазижидких пленок или слоев на границе зерен.

Рассмотрим, в качестве примера, особенности формирования порфиробласта андалузита, образующегося вследствие метаморфической реакции:

мусковит + кварц = андалузит + калиевый полевой шпат + вода

Кинетика данной реакции изучалась в работе [16]. Было показано, что скорость этой реакции контролируется скоростями кристаллизации (в направлении слева направо) и растворения (в направлении справа налево) андалузита. Также установлено, что скорости растворения и кристаллизации андалузита меньше скоростей кристаллизации и растворения кварца и мусковита [16], а также, по-видимому, калиевого полевого шпата. Следовательно, при росте порфиробласта андалузита, образовавшегося из зародыша в кварц-мусковитовой матрице, на контакте с последней должно развиваться низкое кристаллизационное давление ΔP_s (из-за быстрого растворения и диффузионного выноса компонентов кварца и мусковита [5]).

В этом случае, величина ΔP_s при быстро растущей в направлении оси С грани (001), значительно превышает таковую при грани (110), скорость роста которой в направлении, перпендикулярном оси С, в 5-10 раз меньше. Возможно, что толщины квазижидких пленок при указанных гранях будут также разные.

Важной и еще во многом дискуссионной остается проблема формирования разной степени ограничения кристаллов минералов (степень идиоморфизма или идиобластеза [17]). Указывалось также на локальность (в смысле отдельных граней) проявления идиоморфизма [17]. Автором [18], на основе термодинамического анализа, учитывающего существование на границе зерен флюидной пленки или аморфизованного слоя вязкой псевдо-жидкости, были сформулированы следующие принципы идиоморфизма: способность к идиоморфизму (т.е., способность быть плоской) некоторой F-грани кристалла будет тем больше, чем вообще больше значение ее поверхностной энергии и, одновременно, чем меньше значение этой энергии в данном кристалле (т.е., чем сильнее выражена анизотропия поверхностной энергии кристалла). Если на такой грани будут возникать неровности (выпуклости или вогнутости), то они будут наиболее энергетически неустойчивы и поэтому должны быстро исчезать. Указанному условию наибольшего идиоморфизма отвечает грань (110) андалузита, а наименьшего – грань (001).

Литература

1. *Ferguson C.C., Harvey P.K.* // Geol. Soc. Amer. Bull., 1972, V. 83. N. 2. PP. 38-39.
2. *Ferguson C.C., Harvey P.K., Lloyd G.E.* // Contrib. Mineral. Petrol., 1980. V.75. N. 4. PP. 339-352.
3. *Mish P.* // Geol. Soc. Amer. Bull., 1971. V. 82. N 1. PP. 245-251.
4. *Хаимов-Мальков В.Я.* // Рост кристаллов, М.: Наука, 1959. Т. 2. СС. 5-26.
5. *Ostapenko G.T.* // Geochem. Int., 1985. V. 22. PP. 56-68.
6. *Дерягин Б.В., Рабинович Я.И., Чураев Н.В.* // Изв. АН СССР, Сер. хим. наук, 1982. № 8. СС. 1743-1748.
7. *Pashley R.M.* // J. Coll. Interf. Sci., 1981. V. 80. N. 1. PP. 153-162.
8. *Pashley R.M.* // J. Coll. Interf. Sci., 1981. V.83. N.2. PP. 531-546.
9. *Ершова Г.Ф., Зорин З.М., Чураев Н.В.* // Колл. журн., 1975. Т. 37. СС. 208-210.
10. *Holness M.B.* // Earth and Planetary Sci. Letters, 1992. V. 114. PP. 171-184.
11. *Holness M.B.* // Earth and Planetary Sci. Letters, 1993. V. 117. PP. 363-377.
12. *Rubie D.C.* // Mineral Mag., 1986. V. 50. PP. 399-415.
13. *Ostapenko G.T.* // Geochem. Int., 1976. V. 13. PP. 120-138.
14. *Зарайский Г.П., Жариков В.А., Стояновская Ф.М., Балашов В.Н.* Экспериментальное исследование биметасоматического скарнообразования // М.: Наука, 1986. 232 с.
15. *De Boer R.B., Nagtegaal J.C., Duyvis E.M.* // Geochim. Cosmochim. Acta, 1977. V. 41. PP. 257-264.
16. *Schramke J.A., Kerrick D.M., Lasaga A.C.* // Amer. J. Sci., 1987. V. 287. N. 6. PP. 517-559.
17. *Kretz R.* // J. Petrol., 1966. V. 7. N. 1. PP. 68-94.
18. *Остапенко Г.Т.* // Записки ВМО, 1986. Вып. 6. СС. 633-644.

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(22) 2004

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2004 года (ЕСЭМПГ-2004)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2004/informbul-1/mineral-23.pdf

Опубликовано 1 июля 2004 г.

© *Вестник Отделения наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2004*

При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на "Вестник Отделения наук о Земле РАН" обязательна