

УДК 550.42+550.89+551.21+552.3+552.112+553.212+546.212+549.691

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ПРОЯВЛЕНИЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ И РОЛЬ ЭТОГО ДАВЛЕНИЯ В МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИИ

Г.Т.Остапенко

Институт магнетизма НАН Украины

Вестник ОГТГН РАН № 2(12) 2000, т. 2

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/2-2000/empg_99/mineral_9.htm#begin

© 2000 ОИФЗ РАН, ОГТГН РАН

Кристаллизационное давление (P_{Cr}), впервые установленное для кристаллов, растущих из водных растворов при температурах до 100°C и давлении 1 атм [1], к настоящему времени зафиксировано и для повышенных температур и давлений, отвечающих условиям диагенеза и метаморфизма [2-6].

Автором [6] определялось кристаллизационное давление, которое возникало при росте в стесненных условиях (с преодолением механического препятствия) кристаллов гипса и портландита (за счет реакций гидратации порошковых образцов полуводного гипса и извести при 25°C и давлении жидкой воды 1 атм) и брусита (за счет реакции гидратации блоковых образцов периклаза при 100-530°C и P_{H_2O} = 1-300 бар). Установлено, что P_{Cr} могут достигать довольно больших величин ~ 50-2000 кг/см² (меньших, однако, теоретически возможных значений) и их можно оценить по приближенной формуле $P_{Cr} = \chi A$, где A – термодинамическое сродство реакции, а коэффициент χ равен 0.04-0.06 (при 25°C), 0.15-0.19 (при 100°C) и 0.4-0.6 кг/см² .кал (при 200°C и выше). Скорости реакций гидратации контролировались диффузией воды через слой кристаллогидрата по межзерненным границам.

Автором было определено также относительно небольшое P_{Cr} (до 8 кг/см²), которое создавалось растущими в стесненных условиях кристаллами канкринита, замещающими кианит в результате воздействия на последний концентрированного раствора NaOH (20 мас. %) в присутствии кварца. Эксперимент был проведен при температуре 220°C и давлении раствора -20 бар с использованием метода, который применялся при изучении P_{Cr} брусита [6].

На блоках с крупнокристаллическим периклазом в известной мере был смоделирован процесс серпентинизации ультрабазитовой породы: брусит образует характерные многочисленные и пересекающиеся жилки с тонковолокнистой текстурой, причем волокна брусита обычно ориентированы примерно перпендикулярно стенкам жилки. Общий механизм формирования таких жилок сводится, очевидно, к межзеренному (между волокнами брусита) проникновению воды в сами жилки и в дальнейшем ее перемещению вдоль волокон к границе брусит-периклаз, где осуществляется реакция гидратации по общему механизму, заключающемуся в растворении периклаза в тонкой граничной флюидной пленке и последующей затем кристаллизацией брусита на концах бруситовых волокон.

Экспериментальное изучение кинетики важнейших реакций серпентинизации [7, 8] свидетельствует об их диффузионном контроле и вообще об относительно больших скоростях этих реакций при 200-300°C и давлении воды 1-3 кбар, близких по порядку к скорости реакции гидратации периклаза. Отсюда следует, что формулу $P_{Cr} = \chi A$ можно приложить к природным реакциям серпентинизации для оценки их эффективности на разных глубинах (в частности, при объяснении формирования серпентинитового слоя в океанической коре [9], а также для выяснения условий серпентинизации при неизменном объеме (псевдоморфное замещение).

Кристаллизационное давление, создавая возможность завоевания пространства данным минералом, играет весьма важную роль в формировании минералов, в том числе порфиروبластов, в условиях метаморфизма. Для этих условий установлены особенности роста минералов как объемных тел [10] и сформулированы термодинамические критерии формирования идиоморфных кристаллов [11]. Используя полученные результаты и привлекая экспериментальные данные по кинетике растворения и кристаллизации ряда минералов, можно дать количественные оценки величины P_{Cr} около растущих кристаллов (порфиروبластов) и определить благоприятные условия их роста как идиоморфных кристаллов. Так, на основании экспериментальных данных по кинетике реакции мусковит+кварц→андалузит+санидин+H₂O [12], можно заключить, что величина P_{Cr} невелика около кристаллов андалузита, растущих в кварц-мусковитовой матрице.

Литература

1. Хаимов-Мальков В.Я. Рост кристаллов. М., 1959. Т.2.
2. Greenwood H.J. Year Book Carn.Inst. Washington, 1960. V.59.
3. Павлишин В.И., Хвостенков С.И., Маковчук В.П., Шандрик Л.Л. ДАН СССР. 1971. Т.202. № 2.
4. Zharikov V.A., Zraisky G.P. Progress in Metamorphic and Magmatic Petrology. Ed L.L.Perchuk. 1991. P.197-245.

5. Остапенко Г.Т. Ярошенко Н.С. Геохимия. 1975. № 1
6. Остапенко Г.Т. Геохимия. 1976. №1
7. Martin B., Fyfe W.S. Chem.Geol. 1970. V.6. N 3. P.185-202
8. Wegner W.W., Ernst W.G. Amer. J. Sci. 1983. V.283-A. P.151-180
9. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Глобальная эволюция Земли. М., Изд-во МГУ, 1991
10. Остапенко Г.Т. Геохимия. 1984. № 8. С. 633-644
11. Остапенко Г.Т. Записки ВМО. 1987. № 6. С.633-644
12. Schramke J.A., Kerrick D.M., Lasaga A.C. Amer.J.Sci. 1987. V.287. N 6. P.517-559.