

Л. П. ИОФФЕ

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИРОДНЫХ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ КАЛЬЦИТОВ

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 1 III 1971)

Синтез гомогенных высокомагнезиальных кальцитов, содержание магния в которых закономерно изменяется с возрастанием температуры кристаллизации, позволил предположить возможность использования природных магнезиальных кальцитов в качестве абсолютных геотермометров (¹, ²). Магнезиальность кальцитов, с физико-химической точки зрения представляющих собой твердый раствор между CaCO_3 и MgCO_3 , меняется от 4 до 18 мол. % MgCO_3 в интервале температур кристаллизации $500\text{--}800^\circ$ (³). Указанный интервал характерен для температур метаморфизма. Кальциты из высокотемпературных метаморфических карбонатных пород нередко обнаруживают структуры распада, которые проявляются в наличии эксоллюционных вростков доломита. Вопрос о том, достигают ли кальциты в процессе распада равновесного состояния, детально никем не рассматривался.

112 мономинеральных фракций кальцита из регионально- или контактно-метаморфизированных мраморов и кальцифиров были исследованы на УРС-50И на Си-излучении с NaCl в качестве внешнего стандарта. По точкам были отстроены пики, отвечающие отражениям от плоскостей (30 $\bar{3}$ 0), (000.12) и (30 $\bar{3}$.12) — третий порядок самого сильного отражения $10\bar{1}4$. Эти плоскости располагаются под углами соответственно 0; 90 и 45° к оси с гексагональной структурой ячейки кальцита, т. е. параллельно, перпендикулярно и под углом 45° к плоским катионным сеткам. Наиболее чувствительными к изменению состава катионов должны быть отражения 000.12, в первую очередь, и 30 $\bar{3}$.12 — как располагающиеся в области больших углов θ . Полученные рентгенограммы четко разделяются на 7 типов (см. рис. 1).

Первые два типа указывают на однофазные кальциты. Для I типа характерны высокие пики симметричной формы, а также разрешение отражения 30 $\bar{3}$.12 на α_1 и α_2 . Интенсивность отражения 000.12, как правило, больше, чем отражения 30 $\bar{3}$ 0. Этот тип является, очевидно эталоном гомогенного устойчивого кальцита. В каждом образце расхождение значений содержания магния по всем отражениям (⁴) обычно не превышает 0,5 мол. % MgCO_3 , что соответствует точности измерений. II тип отличается отсутствием разрешения 30 $\bar{3}$.12 на α_1 и α_2 . Отражение 30 $\bar{3}$.12 дает широкий более или менее асимметричный пик. Интенсивности отражений 30 $\bar{3}$ 0 и 000.12 близки между собой. Расхождение значений содержания магния в одном образце по разным отражениям может достигать 1—2 мол. % MgCO_3 .

III—VI типы обнаруживают две фазы кальцита, проявляющиеся в наличии двух максимумов в одном (III, V типы), двух (IV тип) или во всех трех (VI тип) отражениях. Полученные по каждому максимуму значения содержания магния для одного и того же образца могут сопоставляться полностью (указывая на две фазы с фиксированным содержанием магния), частично (одна фаза проявляется четко, по другой фазе данные расходятся) или давать разноречивые результаты.

VII тип рентгенограмм с тремя максимума одного или нескольких от-

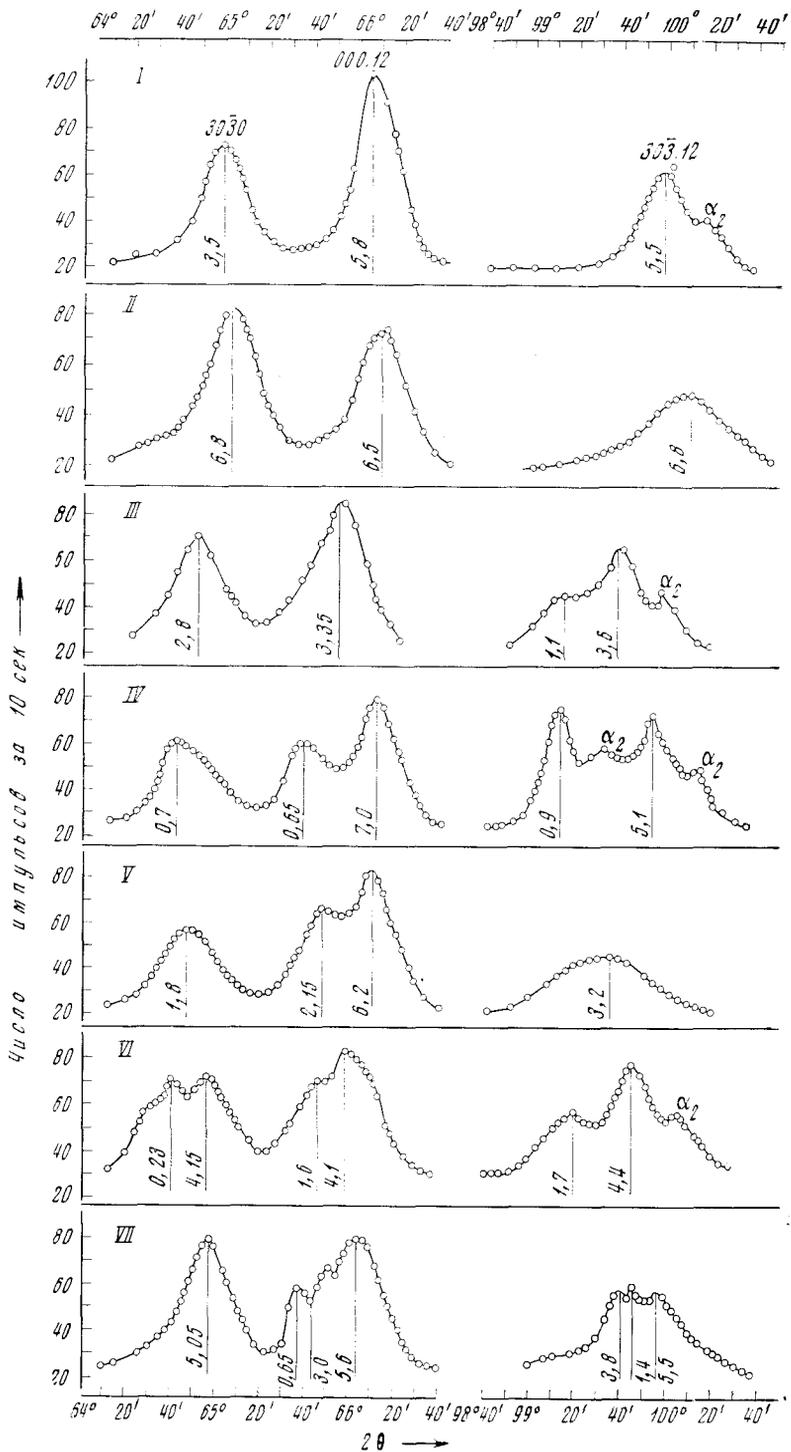


Рис. 1. Участки дифрактограмм магниезных кальцитов. I — обр. № 1352, коллекция А. А. Шафеева; кальцит со слабо проявленной структурой распада из форстерит-шпинельного кальцифра гранулитовой фации Хамар-Дабанской глыбы; II — обр. № ТМ-103/1, коллекция И. А. Зотова; кальцит со структурой распада из форстеритового кальцифра высокотемпературной амфиболитовой фации метаморфического комплекса Юго-Западного Памира; III — обр. № В-840Б, коллекция Н. Н. Перцева; кальцит из форстерит-шпинель-котоит-бруситовой контактно-метаморфической карбонатной породы Верхоянья; IV — обр. № 15-54, коллекция Э. И. Петровой; кальцит со структурой распада из шпинель-форстеритового кальцифра федоровской свиты Алданского щита; V — обр. № Э-761, коллекция М. А. Мишина; кальцит из кальцит-доломитового мрамора гранулитовой фации Кореи; VI — обр. № 5833, коллекция Л. И. Шабынина; кальцит со слабо проявленной структурой распада из шпинель-форстеритового кальцифра гранулитовой фации Алданского щита; VII — обр. № 15-53, то же, что обр. № 15-54. На вертикальных линиях указано содержание $MgCO_3$ (мол.%), соответствующее данному значению межплоскостного расстояния

ражений указывает на присутствие трех фаз кальцита. При этом лишь одна или две фазы выделяются достаточно четко.

Ниже указано число образцов, принадлежащих каждому из перечисленных типов, причем данные по кальцитам без видимой структуры распада и кальцитам со структурой распада приводятся раздельно:

Тип рентгенограммы	I	II	III	IV	V	VI	VII	Σ
Кальциты								
без видимой структуры распада	21	14	6	1	3	—	—	45
	35		10					
со структурой распада	21	12	7	4	6	13	4	67
	33		34					

Кальциты без видимой структуры распада являются преимущественно гомогенными однофазными кальцитами. Среди кальцитов со структурой распада встречаются как однофазные, так и двух-трехфазные разновидности. Последние свидетельствуют о том, что в процессе распада твердого раствора природные магнезиальные кальциты далеко не всегда достигают равновесного состояния.

По-видимому, высокомагнезиальные кальциты в природных условиях вообще неустойчивы, так как, по нашим и литературным (5) данным, кальциты с содержанием магния в кристаллической решетке выше 9 мол. % $MgCO_3$ не обнаружены.

Таким образом, при рентгенометрическом изучении магнезиальных кальцитов в целях термометрии необходимо применять наиболее чувствительные методики, аналогичные использованным автором; полученные результаты, как правило, должны интерпретироваться как минимальные температуры кристаллизации породы.

Поступило
22 II 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ D. L. Graf, J. R. Goldsmith, *Geochim. et cosmochim. acta*, **7**, 409 (1955).
² R. J. Harker, O. F. Tuttle, *Am. J. Sci.*, **253**, № 5, 274 (1955). ³ D. L. Graf, J. R. Goldsmith, *Geochim. et cosmochim. acta*, **13**, 248 (1958). ⁴ J. R. Goldsmith, D. L. Graf, *Am. Mineral.*, **43**, 84 (1958). ⁵ J. R. Goldsmith, D. L. Graf, O. I. Jøens u, *Geochim. et cosmochim. acta*, **7**, 212 (1955).