

Н. А. ВЕЛИХОВА

**ЭВОЛЮЦИЯ СОСТАВА И МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ
КАЛЬЦИТА
В ПРОЦЕССЕ ПОСТМАГМАТИЧЕСКОГО МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ**

Кальцит — один из самых распространенных минералов рудных месторождений различного генезиса, образующийся в диапазоне температур от 600—650° С до температуры поверхности земли. Характерной особенностью состава всех кальцитов является присутствие изоморфной примеси FeO и MnO. Поведение Fe и Mn в кальцитах подчиняется определенной закономерности, общей для месторождений разных генетических типов.

Для исследований были использованы эндогенные кальциты из месторождений, формировавшихся в различных температурных условиях: из карбонатитов (Сетте-Дабан, Кольский полуостров), контактово-метасоматических месторождений (Слюдянка), скарнов (Тетюхе, Дашкесан, Алтын-Топкан), кальцитовых жил в миаскитах (Вишневые горы); из гидротермальных месторождений: высокотемпературных (Кличка, оловорудные месторождения Киргизии), среднетемпературных (Хапчеранга, Дарасун) и низкотемпературных (Чаувай).

Обобщение всех полученных данных позволило разделить все эндогенные кальциты на пять основных типов, различающихся по содержанию FeO и MnO, по физическим свойствам и по температуре образования (рис. 1).

Тип I — наиболее высокотемпературный; к нему относятся кальциты из карбонатитов I и II стадий, формирующиеся при 430—650° С (Соколов, Эпштейн, 1970). К этому же типу следует отнести ранний кальцит скарнов, парагенный с пироксенами и гранатом, а также кальцит из диопсидовых жил Слюдянки. Этот тип кальцита образуется метасоматическим путем; он содержит наименьшее количество (0,2—0,3%) FeO+MnO (здесь и далее приведены средние значения FeO+MnO в вес. %).

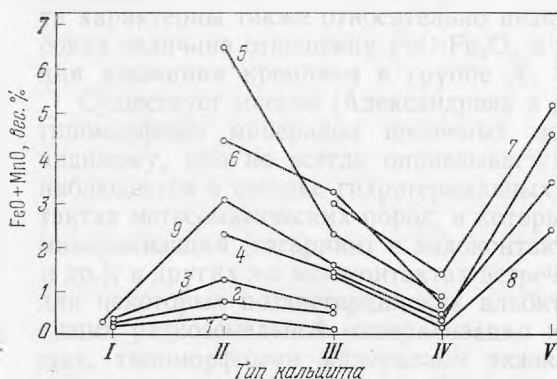


Рис. 1. Изменение содержания FeO + MnO у кальцитов

I, II, III, IV, V — парагенезисы. Месторождения и их местонахождения: 1 — Сетте-Дабан; 2 — Кольский полуостров; 3 — оловорудные месторождения Киргизии; 4 — Вишневые горы; 5 — Дарасун; 6 — Хапчеранга; 7 — Тетюхе; 8 — Кличка; 9 — среднее значение FeO + MnO для изученных месторождений

Тип II — ранний кальцит сульфидной стадии, образуется уже в гидротермальных условиях при 350—250°C (Ермаков, 1950; Колтун и др., 1963). В карбонатах этому типу соответствуют III—IV стадии, где кальцит в основном сменяется более железистыми карбонатами — доломитом и анкеритом. К этому же типу следует отнести и кальциты рудной стадии из кальцитовых жил в миаскитах Вишневых гор (Кононова, Таращан, 1968). Для этого типа характерно высокое содержание FeO и MnO (3,2%).

Тип III — более поздние генерации кальцита сульфидной стадии, образующиеся при 250—150°C. Суммарное содержание FeO и MnO в них уменьшается до 1,6%.

Тип IV — кальцит, выделяющийся в сульфидных месторождениях после рудных минералов, совместно с флюоритом, цеолитами, поздним кварцем, а также кальцит низкотемпературных гидротермальных месторождений. Температура его образования 150—50°C (Ермаков, 1950; Киевленко, 1959). Количество FeO+MnO в нем понижается до 0,5%. Это наиболее «чистые» гидротермальные кальциты.

Тип V — самые поздние генерации кальцита, образующиеся при 50°C и ниже, которые частично, по-видимому, выделяются уже в гипергенных условиях. Количество FeO+MnO в них возрастает до 3,5%. Однако в некоторых месторождениях кальцит V типа по количеству FeO+MnO сходен с типом IV. Среди поздних кальцитов месторождений Дашкесан и Алтын-Топкан наблюдаются оба эти подтипа. Различие их обусловлено, видимо, степенью участия гипергенных процессов, а также локальной концентрацией Fe и Mn в растворах.

Таким образом, наблюдается закономерное изменение состава кальцита с понижением температуры его образования, причем закономерность одинакова для месторождений различных генетических типов.

Для изученных кальцитов была измерена магнитная восприимчивость. Чистый кальцит диамагнитен; магнитная восприимчивость его — величина отрицательная ($-0,385 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3/\text{г}$). Примесь парамагнитных ионов делает его парамагнетиком. По величине магнитной восприимчивости можно оценить количество парамагнитной примеси в кальците и, кроме того, отличить изоморфную примесь от механической (Велихова, Добровольская, 1970). Для изученных кальцитов величина магнитной восприимчивости изменяется от $-0,38 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3/\text{г}$ до $+20,8 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3/\text{г}$. Ход изменения магнитной восприимчивости кальцита от более высокотемпературных образований к более низкотемпературным повторяет ход изменения количества FeO+MnO в них (рис. 2) и одинаков для всех типов месторождений.

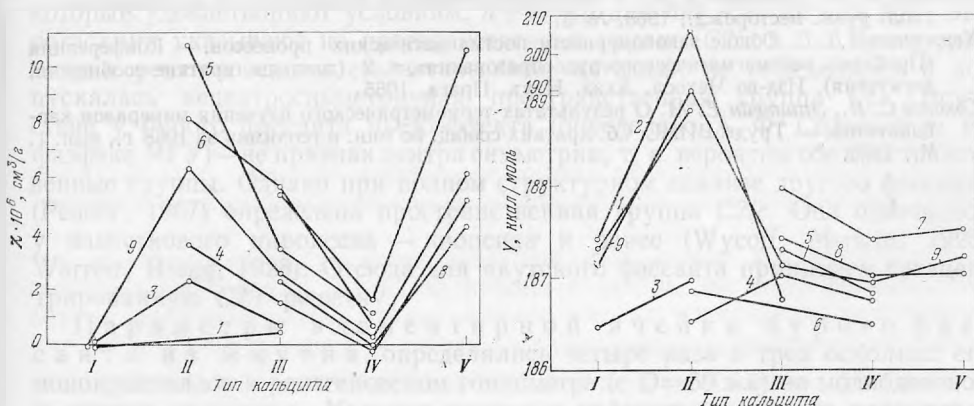


Рис. 2. Изменение магнитной восприимчивости χ для кальцитов различных месторождений (обозначения см. на рис. 1)

Рис. 3. Изменение условного потенциала ионизации Y для кальцитов различных месторождений (обозначения см. на рис. 1)

Изменение состава кальцита определяется прежде всего концентрацией Fe и Mn в минералообразующей среде. По-видимому, концентрация этих элементов максимальна в период выделения основной массы сульфидов (тип II), с понижением температуры по мере вхождения Fe и Mn в состав различных минералов концентрация их уменьшается. На гипергенном этапе количество Fe и Mn может снова возрастать за счет разложения более ранних минералов.

Количество примесей в кальците в значительной степени зависит также от кислотности среды. Известно, что кислотность постмагматических растворов закономерно изменяется по мере понижения температуры. Это должно отражаться как на парагенезисе минералов, так и на содержании изоморфной примеси в данном минерале (Коржинский, 1965). Кислотно-основные свойства кальцитов различного состава можно сопоставить по величине их условного потенциала ионизации (Жариков, 1967). Кривая изменения этого потенциала для кальцита (рис. 3) повторяет по форме кривые изменения содержания $FeO+MnO$ и магнитной восприимчивости в них, а также кривую изменения кислотности постмагматических растворов — волну кислотности (Коржинский, 1965). Изменение состава кальцита, следовательно, отражает изменение кислотности растворов, из которых он выделяется.

Таким образом, эволюция содержания $FeO+MnO$ в кальцитах от высокотемпературных генераций к более низкотемпературным, а также эволюция магнитной восприимчивости и условного потенциала ионизации, определяющихся содержанием этих элементов-примесей, едины для кальцитов различного генезиса и отражают общие закономерности развития гидротермального процесса.

Литература

- Велихова Н. А., Добровольская Н. В. Магнитная восприимчивость кальцитов из различных месторождений. — Труды ВИМС. Сб. кратких сообщ. по мин. и геохимии за 1968 г., вып. 1. М., 1970.
- Ермаков Н. П. Исследование минералообразующих растворов. Харьков, 1950.
- Жариков В. А. Кислотно-основные характеристики минералов. — Геол. рудн. месторожд., 1967, 9, № 5.
- Киевленко Е. Я. Исландский шпат в траппах Сибирской платформы. — Труды ВНИИП, 1959, 3, вып. 1.
- Колтун Л. И., Ляхов Ю. В., Пизнюр А. В. О температурах растворов газовой-жидких включений в минералах меторождения Савинское № 5. — Записки Всес. мин. об-ва, 2 серия, 1963, ч. 92, вып. 3.
- Кононова В. А., Таращан А. Н. О термолюминесценции карбонатов из карбонатитов. — Геол. рудн. месторожд., 1968, № 3.
- Коржинский Д. С. Общие закономерности постмагматических процессов. — Конференция «Проблемы постмагматического рудообразования», т. 2 (доклады, краткие сообщения, дискуссия). Изд-во Чехосл. Акад. Наук. Прага, 1965.
- Соколов С. В., Эпштейн Е. М. О результатах термометрического изучения минералов карбонатитов. — Труды ВИМС. Сб. кратких сообщ. по мин. и геохимии за 1968 г., вып. 1. М., 1970.