

М. А. КАРАСИК

ОБ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ ПСЕВДОМОРФОЗ МИНЕРАЛОВ
В СКАРНОВЫХ ЗОНАХ

(Представлено академиком А. Н. Заварицким 22 XII 1948)

Трудно себе представить более благоприятную среду для образования псевдоморфоз минералов, чем скарновые зоны; особенно это относится к контактово-метасоматическим месторождениям железа, где различные по составу и текстурным особенностям породы под воздействием меняющихся растворов со многими дифференциально-подвижными компонентами в них ⁽¹⁾ подвергаются в течение длительного времени минералогическим преобразованиям путем метасоматического замещения. В результате такого замещения образуются десятки разнообразных минералов ⁽²⁻⁵⁾. Между тем, именно в этих месторождениях имеет место поразительная бедность псевдоморфозами, хотя следует иметь в виду, что редкие упоминания о них в некоторых минералогических описаниях скарнов и руд обусловлены также и недостаточными наблюдениями.

При изучении минералогии Дашкесанского, Покровского и частично других уральских железорудных контактово-метасоматических месторождений автору удалось обнаружить ряд псевдоморфоз минералов и установить приуроченность их к определенным участкам скарнов. Эти данные, наряду с имеющимися в литературе ^(2, 7-9), позволяют сделать некоторые выводы относительно условий образования псевдоморфоз в скарновых зонах, исходя главным образом из теоретических построений Д. С. Коржинского, касающихся сущности контактовых реакционно-метасоматических процессов минералообразования ^(1, 5).

Имеющиеся данные о сохранившихся псевдоморфозах в некоторых месторождениях приведены в табл. 1.

Новые находки псевдоморфоз (из числа указанных в табл. 1) относятся преимущественно к рудам. Выявлению псевдоморфоз способствовало одновременное изучение скарнов и руд в проходящем и отраженном свете под микроскопом, с применением безрельфных полированных шлифов.

Если учесть, что в работах наших выдающихся петрографов по таким классическим контактово-метасоматическим месторождениям, как Магнитогорское и Турьинское, описания псевдоморфоз также довольно редки ^(2, 5, 8), то становится очевидным, что отмеченная нами бедность скарновых зон псевдоморфозами действительно отвечает наблюдаемому в природе явлению.

Сохранившиеся в скарновых зонах псевдоморфозы минералов почти совершенно не обнаруживаются в крупных существенно мономинеральных массах отдельных типов скарнов и приурочиваются к периферическим участкам последних, отличающимся обычно сложным минералогическим составом. Отсутствуют заметные скопления псевдо-

Таблица 1

| Псевдоморфозы | Побочные минералы в псевдоморфозах | Места находок псевдоморфоз | Месторождения | Степень распространения сохранившихся псевдоморфоз* |
|---------------------------------------|--|--|---|---|
| Граната по плагиоклазу | | Метаморфизованные изверженные породы околоскарновых зон | Магнитогорское (2) | +++++ |
| Скаполита по плагиоклазу | | Метаморфизованные диориты | Магнитогорское (2) | +++++ |
| Магнетита по ортоклазу | | Оспенные руды (защещение сиенитов) | Гороблагодатское (1) | +++ |
| Роговой обманки по пироксену | Гранат, магнетит | Метаморфизованные изверженные породы | Магнитогорское (2), Покровское и др. | +++++ |
| Диопсида по авгиту | | Метаморфизованные диоритовые порфириды | Магнитогорское (2) | ++++ |
| Магнетита по актинолиту | | Пироксено-гранатовый скарн | Покровское | + |
| Актинолита по диопсиду | Тремолит | Кварцево-пироксеновый скарн | Дашкесанское | + |
| Пирита по роговой обманке и пироксену | Кальцит, хлорит, халькопирит, пирротин | Гранато-магнетитовые и магнетитовые скарны | Покровское, Ауэрбаховское, Магнитогорское | +++++ |
| Эпидота по гранату | | Гранато-эпидотовые и гранатовые скарны | Магнитогорское (2) | ++ |
| Хлорита по гранату | | Хлоритизированные гранатовые скарны | Магнитогорское (2) | +++ |
| Магнетита по гранату | | Магнетито-гранатовые скарны | Ауэрбаховское, Покровское и др. | +++ |
| Гематита по гранату | Хлорит, кальцит, кварц | Магнетито-гранатовый скарн (магнетит не мартитизирован) | Покровское (6) | +++ |
| Лимонита по гранату | Кварц | Зона окисления | Ауэрбаховское (7, 8), Магнитогорское (2) | +++ |
| Магнетита по гематиту | Пирротин, халькопирит, пирит | В небольших количествах мушкетовит известен во всех контактово-метасоматических железорудных месторождениях (2, 3, 5, 8) | | |
| Гематита по магнетиту | | Магнетитовые скарны в зоне окисления | Магнитогорское и др. (9) | +++++ |
| Кальцита по магнетиту | | Кальцито-магнетитовый скарн | Покровское | ++ |
| Пирита по магнетиту (мушкетовиту) | Халькопирит, пирротин, кальцит | Магнетит с сульфидами | Дашкесанское, Ауэрбаховское | +++ |

Таблица 1 (продолжение)

| Псевдоморфозы | Побочные минералы в псевдоморфозах | Места находок псевдоморфоз | Месторождения | Степень распространения сохранившихся псевдоморфоз* |
|------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| Халькопирита по пириту | Марказит | Магнетит с сульфидами | Магнитогорское | +++ |
| Кальцита по магнетиту | | Магнетит с сульфидами и кальцитом | Магнитогорское, скв. 349, глуб. 85 м | + |
| Пирита по пирротину | | Магнетит с сульфидами | Магнитогорское, скв. 310, глуб. 70 м | + |
| Пирита по марказиту | | Магнетит с сульфидами | Магнитогорское, скв. 308, глуб. 74 м | + |

Примечание. Во всех случаях отсутствия ссылок на литературу находки псевдоморфоз принадлежат автору.

* + единичные находки, ++ очень редки, +++ редки, ++++ довольно часты, +++++ часты

морфоз, хотя бы измеряемые единицами сантиметров, в виде сплошных агрегатов.

При наиболее часто наблюдаемом ходе замещения минералов в скарновых зонах от центра к периферии кристаллов или агрегатов их, в случае образования псевдоморфоз по пириту и магнетиту характерен так называемый «паразитный» способ замещения, при котором в замещаемом минерале развиваются мельчайшие включения других минералов, обнаруживаемые иногда только в сильных иммерсионных системах. Такие многочисленные включения, измеряемые часто десятками долями микронов и нередко находящиеся за пределами разрешающей способности микроскопа, располагаются преимущественно в центральных участках кристаллов в виде замкнутых фигур, соответствующих сечениям отдельных кристаллографических форм замещающих минералов. Разрастание такого рода включений приводит к решетчатой, пятнистой и иным текстурам замещения, вплоть до образования псевдоморфоз. Для минералов, обладающих зональным строением (гранат, пирит, кобальтин и др.), наблюдается замещение их по концентрическим зонам отдельных кристаллов. В обоих случаях часто сохраняются внешние зоны кристаллов.

Эти главнейшие особенности во внутреннем строении псевдоморфоз и их расположении в скарновых зонах указывают, что образование псевдоморфоз происходило здесь при взаимодействии незначительных масс твердых фаз и слабой концентрации подвижных компонентов в межпоровых растворах ⁽¹⁾, т. е. в условиях медленного течения процесса замещения, осуществлявшегося при более низких температурах в краевых участках отдельных скарновых зон, в стороне от главных путей циркуляции растворов ⁽¹⁾. При благоприятных условиях доступа межпоровых растворов во внутренние участки кристаллов ход тонких реакций замещения, приводящих к образованию псевдоморфоз, очевидно, усиливается в случае зонального строения кристаллов; наряду с другими причинами это, возможно, связано с неоднородностью в со-

ставе отдельных зон, вызывающей слабые различия в химическом потенциале отдельных компонентов ⁽¹⁰⁾ между зонами в кристалле.

Относительно малые размеры псевдоморфоз, наблюдаемые и при специальном изучении их в месторождениях другого типа ⁽¹¹⁾, а также отсутствие скоплений псевдоморфоз в виде сплошных агрегатов указывают на «торможение» реакции при перегруппировках вещества ⁽¹²⁾ в процессе образования псевдоморфоз по мере увеличения мощности замещенного слоя; это явление подтверждается и не большими экспериментальными исследованиями ⁽¹³⁾.

Обычное отсутствие псевдоморфоз в крупных существенно мономинеральных массах скарнов обусловлено большой интенсивностью реакционно-метасоматического процесса, в результате которого эти скарны образуются ⁽¹⁾; вместо псевдоморфоз мы наблюдаем здесь остатки замещенных минералов, нередко располагающиеся внутри кристаллов более поздних минералов.

Редкость находок псевдоморфоз в скарновых зонах связана не только с условиями их образования, а находится в зависимости от последующих явлений метаморфизма; в частности, преобладающее количество псевдоморфоз должно уничтожаться вскоре после их образования — в процессе одновременного разрастания скарновых зон ⁽¹⁾. Наблюдаемое относительно большее распространение псевдоморфоз в метаморфизованных породах околоскарновых зон*, очевидно, в значительной мере обуславливается более благоприятными условиями для их сохранности. В этой связи следует отметить, что при тщательных исследованиях под микроскопом псевдоморфозы обнаруживаются даже в очень сильно метаморфизованных вмещающих породах некоторых колчеданных месторождений Урала ⁽¹⁵⁾.

Из вышеизложенного становится очевидным, что псевдоморфозы минералов служат не только в качестве надежного критерия для определения последовательности и условий образования минералов в твердых средах. В результате тщательного изучения закономерностей в условиях распределения и сохранности псевдоморфоз в скарновых зонах можно, в известной мере, судить о степени интенсивности и иных особенностях процесса замещения в отдельных участках скарновых зон, а также и о последующих явлениях метаморфизма в них.

Горно-геологический институт
Уральского филиала Академии наук СССР

Поступило
11 XII 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. С. Коржинский, Изв. АН СССР, сер. геол., № 3 (1945). ² А. Н. Заварицкий, Тр. Геол. ком., нов. сер., в. 122 (1927). ³ Г. А. Крутов, Тр. МГРИ, 10 (1937). ⁴ М. А. Карасик, ДАН, 32, № 6 (1941). ⁵ Д. С. Коржинский, Тр. Ин-та геол. наук, в. 68, сер. рудн. м-ний, № 10 (1948). ⁶ М. А. Карасик, Зап. Ур. геол. общ., в. 2 (1948). ⁷ П. В. Еремеев, Зап. Мин. общ., 19 (1892). ⁸ Е. С. Федоров и В. В. Никитин, Богословский горный округ, 1901. ⁹ А. Н. Заварицкий, Геол. вестн., № 1—3 (1929). ¹⁰ Д. С. Коржинский, Зап. Мин. общ., в. 73, № 1 (1944). ¹¹ C. Schouten, Econ. Geol., 56, No. 4 (1946). ¹² Д. С. Коржинский, Изв. АН СССР, сер. геол., № 5 (1944). ¹³ R. M. Gargels and L. O. Stine, Econ. Geol., 58, No. 1 (1948). ¹⁴ А. Н. Заварицкий, Зап. Мин. общ., № 1 (1943). ¹⁵ А. Н. Заварицкий, Изв. АН СССР, сер. геол., № 1 (1943).

* В таблице не указаны псевдоморфозы в метаморфизованных породах околоскарновых зон, образование которых обусловлено процессами выветривания. Здесь также не рассматриваются возможные случаи изоморфного или ионного замещения, без нарушения структуры атомной постройки ⁽¹⁴⁾.