

## **Минералогические проблемы в учении о метасоматизме**

Современное состояние учения о метасоматизме и классификации метасоматических горных пород изложено в коллективной монографии «Метасоматизм и метасоматические породы» под редакцией В. А. Жарикова и В. Л. Русинова [2]. Казалось бы, учение разработано и сложности позади. Тем не менее, главная проблема, не нашедшая разрешения в теории метасоматизма – это проблема определения относительного возраста минералов в зонах метасоматических «колонок», зон в «колонках», метасоматических пород и жильных заполнений, синхронизация «колонок» около соседних трещин или около удаленных трещин.

Метасоматический процесс – это преобразование горных пород (минеральных тел), происходящее путем замещения одних минералов другими с сохранением твердого состояния минеральных агрегатов. Механизм замещения сводится к растворению одних минералов и одновременному осаждению на месте растворения других минералов. Эта особенность метасоматоза нашла свое отражение в известном «правиле постоянства объема» В. Линдгрена [5].

Правило Линдгрена, однако, отвечает и другой механизм метасоматоза: предварительное образование пор и каналов в минеральном агрегате путем избирательного растворения с более поздним отложением минералов в порах. Разрыв во времени между растворением и осаждением бывает весьма различным. В теории метасоматоза этот механизм не рассматривался, хотя Г. Л. Поспелов [3] предлагал к метасоматическому процессу относить заполнение пространства трещины, например, дайкой.

Многие исследователи считают, что, если перераспределение компонентов местное, то это не метасоматоз. Такое ограничение неудачно. Весьма местным является перераспределение компонентов при биметасоматозе, но и здесь даже в названии отражена сущность явления. Б. В. Чесноковым [4] показано, что при распаде твердого раствора новые тела растут по принципу метакристаллов, и компоненты движутся путем диффузии. В определение понятия «метасоматоз» не внесены представления о масштабах явления. И это правильно: масштабы явления не определяют самого явления,

поэтому явление метасоматоза определяется только на основе морфологических признаков – замещения одних минералов другими. Содержание компонентов не относится к морфологическим признакам.

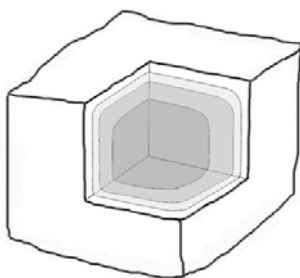
Морфологически явления метасоматоза фиксируются по появлению в минеральных агрегатах псевдоморфоз и метакристаллов. Появление пор не относят к метасоматозу, что представляется дискуссионным: изменяется минералогический и химический состав горной породы. Морфологические признаки первого и второго механизма метасоматоза различны. Иногда избирательное локальное растворение перерастает в настоящий гидротермокарст с крупными и даже гигантскими полостями.

Считается, что длительный интенсивный метасоматоз ведет к мономинеральности центральной зоны колонки. Этот вывод не совсем корректен. Нередки случаи увеличения количества минералов в метасоматитах, особенно если не пренебрегать «аксессуарными» минералами, ради которых зачастую и делается парагенетический анализ.

В рамках теории метасоматизма принято различать диффузионный и инфильтрационный метасоматоз. Диффузионный метасоматоз осуществляется диффузией компонентов в неподвижном растворе или другой среде. При инфильтрационном метасоматозе перенос компонентов осуществляется движением среды (раствора). Д. С. Коржинский [1] из анализа скоростей диффузии в реальных породных телах отметил ограниченность размеров тел диффузионных метасоматитов (от мм до нескольких метров) и постепенное изменение состава слагающих их минералов и пород. Инфильтрационный метасоматоз захватывает значительные толщи пород и из теории ему приписывают резкие изменения состава метасоматитов с резкими границами зон. Инфильтрация в телах горных пород происходит по трещинам и каналам. В реальных условиях не удалось получить заметной фильтрации растворов сквозь горную породу вне трещин.

Диффузионные метасоматиты нередко наблюдаются в виде резких зон около трещин, ограничивающих блоки горных пород со всех сторон (рис. 1). Поры минерального агрегата были заполнены неподвижной средой (раствором). Метасоматиты формировались

Рис. 1. Вид диффузионной зональности в блоке, ограниченном разноориентированными трещинами.



только за счет диффузии. Наблюдались как резкие, так и диффузные границы между зонами в колонке. Чем более тонкозернистый был исходный агрегат, тем четче границы.

В огромной литературе по метасоматитам не оказалось ни одной работы, где была бы доказана инфильтрационная зональность. Исключение составляют объекты с рыхлыми осадками – роллы. По теории, инфильтрационная зональность должна возникнуть перпендикулярно трещинной системе, вдоль которой движется (фильтруется) поток растворов. Инфильтрационная зональность в соответствии с теорией должна быть резкой. Многочисленные наблюдения показали, что в трещинной системе возникают два типа зональности: возле каждой трещины – диффузионная, а по простиранию системы трещин – должна быть инфильтрационная. Диффузионная зональность наблюдаема в обнажении, горной выработке, штуфе, шлифе. Инфильтрационную зональность в общем случае можно «замечать» на нескольких сотнях или десятках метров. Единую трещину проследить на сотни метров весьма сложно. Система же трещин обычно развивается во времени, образуется сложнейшая комбинаторика разновременных метасоматических тел (рис. 2); это проявляется в разном строении диффузионных колонок около трещин на разных уровнях глубинности. Следовательно, возникает задача: вычленив систему (подсистему) трещин конкретного отрезка времени развития общей системы, найти минералогические реперы относительного возраста (!), синхронизировать метасоматиты разных пространственных частей системы и произвести парагенетический анализ, показав синхронные зоны инфильтрационной колонки. Такой постановки задачи не было ни на одном природном метасоматическом объекте. Обычно любой статистической неоднородности объектов приписывается статус зональности, и далее подбирается удобная физико-химическая модель для объяснения. Конечно, никто не привел примера с резкими зонами в инфильтрационной колонке, декларируемыми теорией.

В целом, теория метасоматизма – огромная система представлений о явлении, сопоставимом с осадкообразованием и маг-

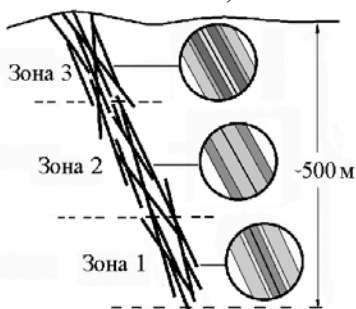


Рис. 2. Схема инфильтрационной зональности (зоны 1–3) в трещинной системе с разными колонками диффузионной зональности возле конкретных трещин.

матизмом. Эта система создана многочисленными школами и направлениями. В природных объектах многое удалось увидеть тем исследователям, которые занимались разномасштабным картированием метасоматитов. Соединить физико-химические построения и модели на основе картирования, вообще говоря, не удалось. Онтогенические наблюдения над природными метасоматитами не подтвердили правильности имеющейся физико-химической теории метасоматоза. Очевидно, что ее надо строить на новых принципах, где в основании будут лежать не представления о дифференциальной подвижности компонентов (подход с позиций химии растворов), а взаимодействие химических систем (растворов) с твердотельными системами, где движением вещества управляет преимущественно растворимость минералов.

Еще раз подчеркнем, что виртуальные компоненты не могут сами по себе быть или стать инертными или подвижными. В природе существуют реальные среды среди реальных агрегатов минералов, обладающих конкретными растворимостями при данных условиях. Следовательно, растворимость минералов (но не компонентов!) определяет переход компонентов в твердую или жидкую фазу. Возможная комбинаторика из 4000 известных минералов указывает на отсутствие какого-либо единого ряда подвижности компонентов. При растворении минералов в раствор переходят не подвижные компоненты, а все компоненты (основные и примесные). Из всех компонентов сложной системы останутся на месте реакции только те, которые создадут пересыщение для каких-либо твердых фаз (минералов). Осаждаться будет только та часть всей массы компонентов в растворе, которая находится выше концентрации насыщения.

В моделировании метасоматических систем на основе картирования усматривается большая применимость в практических целях (работы Н. И. Наковника, Д. В. Рундквиста, Е. В. Плющева, Ю. Н. Размахнина и многих др.). В этом направлении исследований можно достичь большего соответствия природным явлениям, особенно при условии использования онтогенического подхода. Необходимы более строгие системы терминов и понятий (например, не следует подменять термин «растворение» термином «выщелачивание» и т. п.). В общем случае природные метасоматические системы развиваются как сложное телескопирование – например, как в современных наблюдаемых трещинных системах на вулканах. Поэтому относительный возраст разновеликих метасоматических тел – самая трудная и важная проблема в минералообразовании. От решения этой проблемы зависит все моделирование в геохимии (правильность интерпретации геохимических аномалий).

Для практической геологии, по-видимому, более приемлемы ретроспективные модели метасоматического минералообразования, построенные на основе минералогического картирования. Они обладают прогностической функцией. Использование физико-химических представлений в них минимально и достаточно реалистично при построении собственно классификационных схем. Предшествующий геологический опыт по исследованию и классификации метасоматитов уже дал весьма практичные результаты – поисковые признаки минерализаций. Заметим, что эти признаки получены из парагенетического анализа, но не из физико-химических построений.

С позиций онтогении минералов давно установлено, что при метаморфизме горных пород главным механизмом кристаллизации минералов является метасоматический, перекристаллизационный механизм лишь в некоторых случаях является дополнительным. И это понятно: явление метаморфизма связано с движениями масс, с появлением градиентов давления, температуры, которые непременно вызывают тепломассоперенос. Тепломассоперенос осуществляется движением газов, растворов, флюидов, магм. Все эти среды, двигаясь по трещинам разного происхождения (в том числе, кливажным) непременно взаимодействуют с твердыми телами и изменяют их, изменяясь сами. Метаморфизм в геологических объектах – это деформации твердых тел, метасоматоз и перекристаллизация. Из этих явлений к минералообразованию (росту минеральных индивидов) относится лишь метасоматоз, т. е. образование псевдоморфоз и метакристаллов. Можно уверенно постулировать, что образование зернистого метаморфического агрегата из осадочных или вулканических пород всегда происходит с изменением химического и минерального состава. Это всегда метасоматический процесс.

Анатомия кристаллов метаморфических минералов позволяет утверждать, что в природе не существует явления, которое ранее в геологических науках называлось «собирающей перекристаллизацией». Есть перекристаллизация с укрупнением зерна (после рекристаллизации) в мономинеральных агрегатах, которая прекращается при достижении величины зерен около 10 мм. Все, что ранее относили к собирающей перекристаллизации, надо относить к прямой кристаллизации при метасоматическом процессе (если установлен рост в твердой среде). Таким образом, метаморфические породы – суть метасоматические породы с явлениями пластической и хрупкой деформации (и локальной перекристаллизации в мономинеральных участках). Отсюда следует, что теория метасоматизма должна охватить и метаморфические объекты.

## Литература

1. *Коржинский Д. С.* Факторы равновесия при метасоматозе // Изв. АН СССР, сер. геол., № 3. 1950. С. 21–49.
2. *Метасоматизм и метасоматические горные породы* / Под ред. В. А. Жарикова и В. Л. Русинова. М.: Научный мир, 1998. 492 с.
3. *Поспелов Г. Л.* Парадоксы, геолого-физическая сущность и механизмы метасоматоза. Новосибирск: Наука, 1973. 355 с.
4. *Чесноков Б. В.* Относительный возраст минеральных индивидов и агрегатов. М.: Недра, 1974. 105 с.
5. *Lindgren W.* Metasomatism // Bull. Geol. Soc. Amer., 1925. Vol. 36. P. 1–114.