

Метасоматоз и его роль в
процессах
постмагматического
рудобразования

Гидротермальные растворы, насыщенные полезными компонентами мигрируют через толщи горных пород по системе пор, капилляров и трещин.

Водные флюиды насыщены теми или иными компонентами. Эти растворы **находятся с вмещающими породами в неравновесном состоянии.**

А в природе в силу физико-химических законов всякая система стремится к равновесию.

Такое равновесие может наступить в том случае, когда будут протекать химические реакции между минералами пород и раствором с образованием новых минералов.

Явление замещения одного минерала другим (образование псевдоморфоз одного минерала по другому: лимонита → по пириту; кварца → по кальциту) было названо К.Ф. Науманном «метасоматозом» или «метасоматизмом».

В настоящее время **под метасоматозом** понимают всякое замещение горной породы с изменением химического состава, при котором растворение старых минералов и отложение (образование) новых минералов происходит почти одновременно, так что в процессе замещения породы все время сохраняет твердое состояние.

$\text{CaCO}_3 \leftarrow \text{MgCO}_3$ – замещается только катион – структура сохраняется

$\text{CaCO}_3 \leftarrow \text{SiO}_2$ – замещается катионная и анионная часть, изменяется и структура

Метасоматоз характерен как **для эндогенных**, так и **гипергенных** процессов.

Это явление развито настолько же масштабно, как и магматизм.

Есть точка зрения, что метасоматоз - это частный случай метаморфизма.

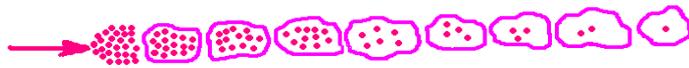
Метасоматоз → это метаморфизм при участии гидротермальных растворов (применяется даже термин – гидротермальный метаморфизм).

Метасоматоз – это механизм. Он проявляется в эндогенных и гипергенных процессах. Метасоматоз – более широкое понятие, чем метаморфизм. Наиболее изучен гидротермальный метасоматоз.

Поровые растворы служат средой, через которую могут перемещаться компоненты замещаемых минералов породы.

Два крайних случая перемещения компонентов в горных породах.

1. - Компоненты могут диффундировать через неподвижные поровые растворы в сторону падающей концентрации этих компонентов.



$$\mu_1 \gg \mu_2$$

Движения растворов – **нет**

Движения компонентов - **есть**

ДИФфуЗИОННЫЙ МЕТАСОМАТОЗ

Требует длительного времени, масштабы проявления незначительны.

2. Компоненты увлекаются течением раствора по капиллярам, микротрещинам

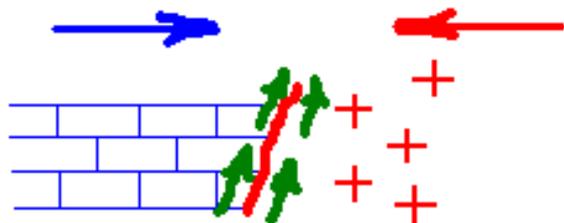


Протекает **ИНФИЛЬТРАЦИОННЫЙ МЕТАСОМАТОЗ.**

Масштабы проявления большие, процессы более скоротечны.

В природе эти два процесса в чистом виде исключаются. Преобладает тот или иной тип.

На контакте двух разнородных пород с разной концентрацией вещества протекает диффузия и инфильтрация – **БИМЕТАСОМАТОЗ**.



Установлено, что просачивание флюидов через пористую среду сопровождается разделением компонентов раствора. **ФИЛЬТРАЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ**. Наличие такого эффекта установлено экспериментально. (В.А. Жариков, Л.Н.Овчинников.).

Подвижность металлов тем больше, чем меньше их валентность, т.е. наиболее подвижными компонентами раствора будут щелочные металлы (Li, Cs, K, Na и др.), затем щелочноземельные (Ca, Mg и др.), наименее подвижными компонентами будут ионы 3х – 4х валентных металлов.

Кислотные компоненты просачиваются более быстро, а основные компоненты - более медленно.

Таким образом, во флюиде компоненты разделяются. Создается **эффект опережающей волны кислотности**.

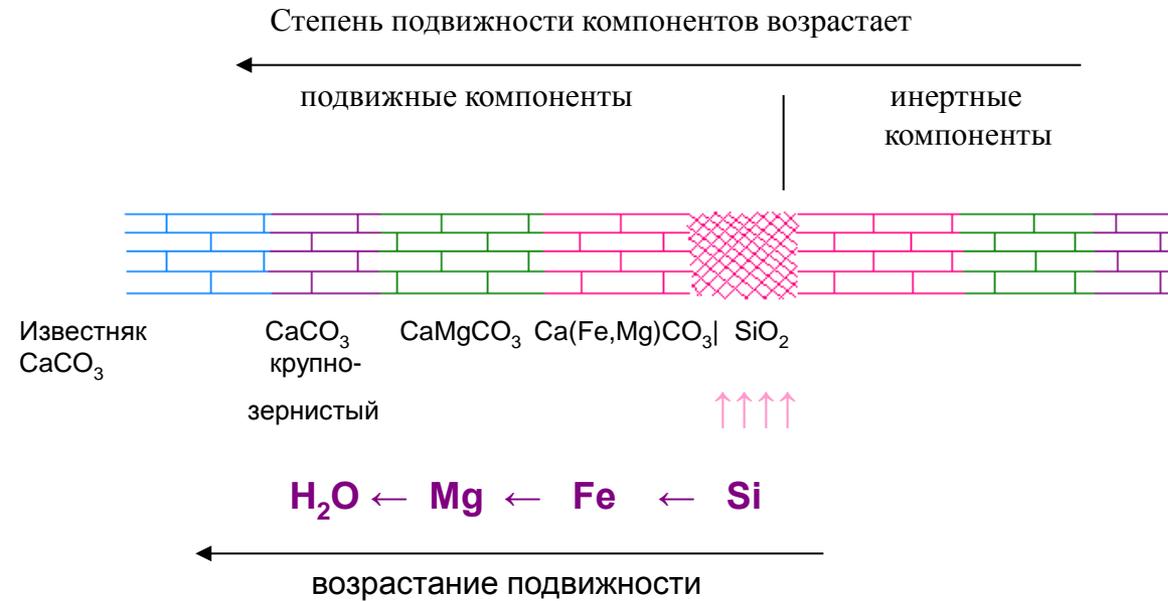
Д.С. Коржинским предложены ряды подвижности (**ряды дифференциальной подвижности компонентов**).

Для высоко- и среднетемпературных образований ряд подвижности может быть представлен:

H₂O CO₂ S SO₃ Cl K Na Mg Fe Ca Si P Al Ti

Для низкотемпературных образований:

H₂O CO₂ S Cl F K Na Si Ca Mg Fe P Al Ti



Дифференциация компонентов по кислотности – щелочности приводит к формированию зональных метасоматических образований, которые в литературе называются **гидротермально-измененными породами, метасоматически измененными породами, продуктами гидротермального метаморфизма пород.** В связи с тем, что в полях их развития весьма часто локализуется оруденение, их еще называют **околорудно-измененными породами.**

При разработке теории метасоматизма Д. С. Коржинский исходил из следующих **основных допущений**:

1. **Массы компонентов**, находящихся в данный момент времени в поровом растворе, **незначительны по сравнению с массой породы**.
2. В каждом элементарном участке порода и ее поровый раствор находится в равновесии.
3. Система пор весьма равномерна и каждое зерно омывается просачивающимся раствором.
4. **Объем породы при ее метасоматическом замещении не изменяется**.
5. **Температура и пористость на протяжении колонки не изменяется**.

Разработанная Д. С. Коржинским теория метасоматизма в настоящее время позволяет моделировать данный процесс на ЭВМ, при этом могут быть рассчитаны минеральные парагенезисы зон метасоматической колонки (близкие к реально наблюдаемым), положение зон относительно друг друга.

Для моделирования необходимо задаться **параметрами**:
температура, давление, рН, активность (концентрация) вполне подвижных компонентов (работы И. П. Иванова Г. П. Зарайского и др.)

Существуют разные **принципы классификации** гидротермально-измененных пород.

По характеру основных компонентов, определяющих тип метасоматоза:

кремниевый
калиевый
натровый
фторный
карбонатный и т.д.

По характерному новообразованному минералу:

окварцевание
калишпатизация
альбитизация
флюоритизация
сидеритизация (карбонатизация и т.д.)

Но данные классификации не удовлетворяют как теорию, так и практику. Они приблизительны, неточны и вносят существенные затруднения в понимание процессов метасоматоза и его практического использования (особенно 2ой подход).

Так, например, образование кварца происходит практически во всех типах метасоматоза (грейзены, березиты, эйситы и т.д.)

Формационный подход

На сегодняшний день наиболее целесообразен формационный подход к классификации метасоматитов (разработан Д.С. Коржинским, В.А. Жариновым, Б.И. Омеляненко и др.)

Метасоматическая формация –

совокупность метасоматических фаций, объединяемых общностью минерального состава эволюционирующего гидротермального раствора. Характеризуется близкими геолого-структурными условиями образования, связью с магматизмом, физико-химическими условиями образования, общностью минерального состава и выдержанностью на значительных пространствах.

Металлогеническая специализация близка.

Метасоматическая фация –

совокупность метасоматических пород, образованных в различных зонах единой метасоматической колонки (т.е. в результате воздействия на породу определенного состава гидротермальных растворов, при определенных T^0 , P , глубинах, при определенных подвижностях активных компонентов).

Например:

актинолитовая – эпидотовая – хлоритовая – цеолитовая фации пропилитов

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МЕТАСОМАТИТОВ

(по В.А. Жарикову, Б.И. Омеляненко, Н.Н. Перцеву, 1989)

А. ГРУППА КИСЛОТНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ

Ряды (формации)	Семейства (фации)
1. Аргиллизиты $Qv+Kl+Mtl+ilf+Dict$	каолинитовое монтмориллонитовое гидросланцевое и др.
2. Березиты-листвениты $Qv+Ser+Chl+Karb+Py$	карбонатное хлоритовое пиритовое серицитовое и др.
3. Вторичные кварциты $Qv+Dict+Pyrlt+And+Cord$	диксит-диаспоровое пирофиллит-диаспоровое алунитовое диаспоровое корундовое андалузитовое и др.
4. Грейзены $Qv+Ms+Tz+Fl$	мусковитовое топазовое флюоритовое и др.
5. Серпентиниты	антигоритовое хризотилловая лизардитовое и др.

Б. ГРУППА ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ

6. Пропилиты Er+Act+Alb+Chl+Karb	актинолитовое эпидотовое хлоритовое цеолитовое и др.
7. Камофориты Karb(kal)+апатит+форстерит	к
8. Карбонатиты Kal+Dal+Ank	кальцитовое доломитовое анкеритовое
<u>В. ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ</u>	
9. Альбититы	Эгириновое рибекитовое
10. Квальмиты Qv+КПШ+Alb	альбитовая калишпатовая кварцевая
11. Эйситы Qv+Alb+Karb+Gem+Chl+апатит	альбитовая апатитовая карбонатная кварц-гематитовая
12. Гумбеиты КПШ+Karb+Py	

Г.ГРУППА КОНТАКТОВО-РЕАКЦИОННЫХ МЕТАСОМАТИТОВ

Подгруппа магматического фронта

13. Фениты
КПШ (Ab)+Bi+Rb+Eg

калишпатовое
биотитовое
щелочно-амфиболовое и др.

14. Магнезиальные скарны
Farst+Шpl+Mntlt

форстеритовое
шпинелевое
монтичеллитовое и др.

Подгруппа постмагматических метасоматитов

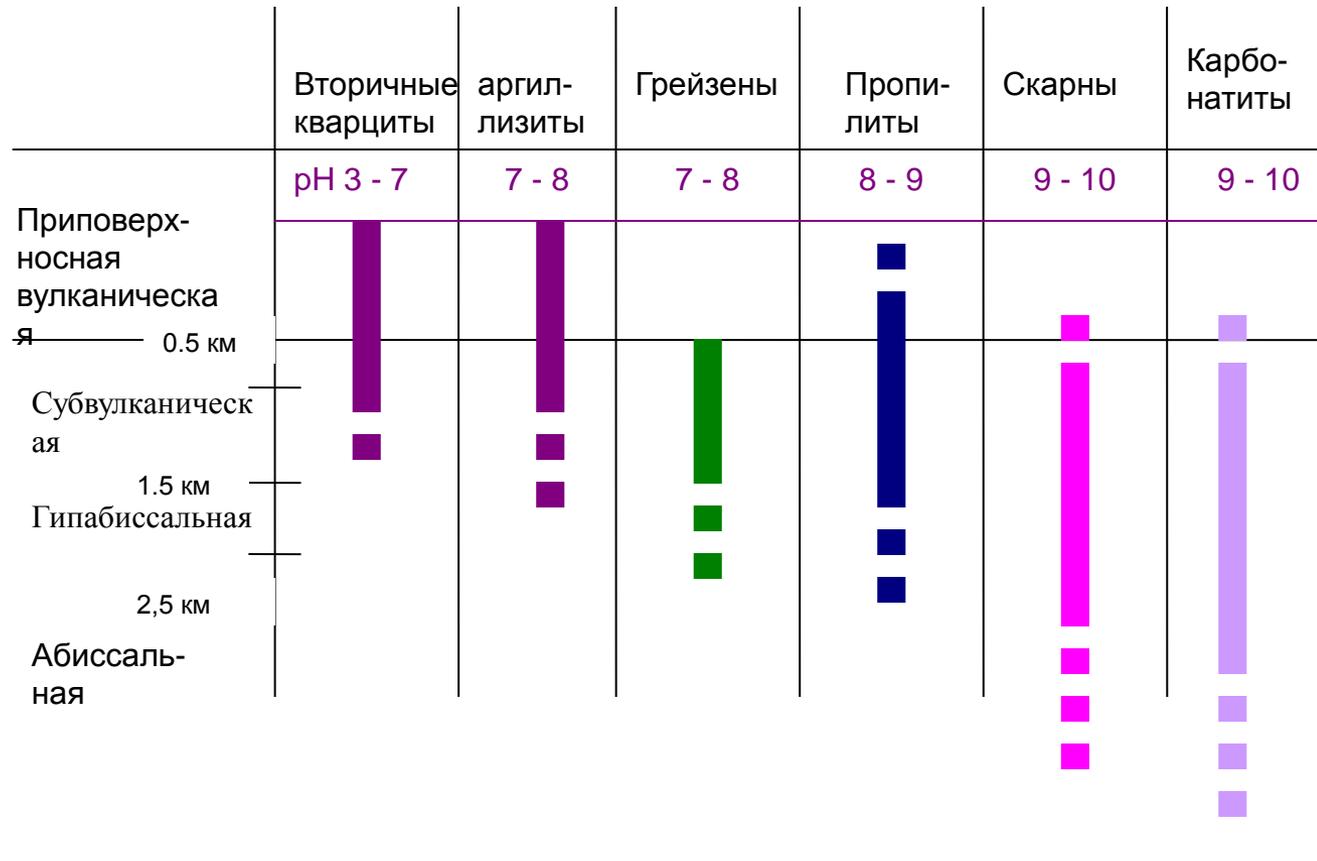
15. Магнезиальные скарны

флогопитовое
серпентинитовое
паргаситовое

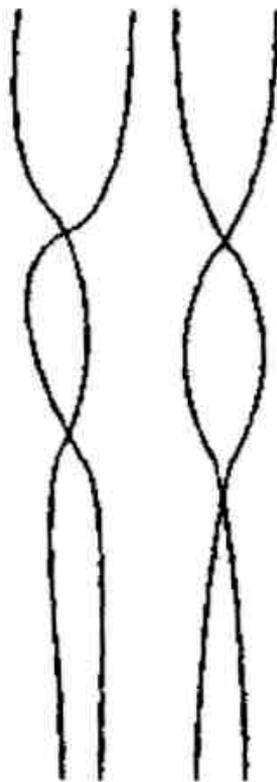
16. Известковые скарны
Гр+Pyr+Vol+Скаполит+Amф

Гранатовое
Волластонитовое
Пироксеновое и др.

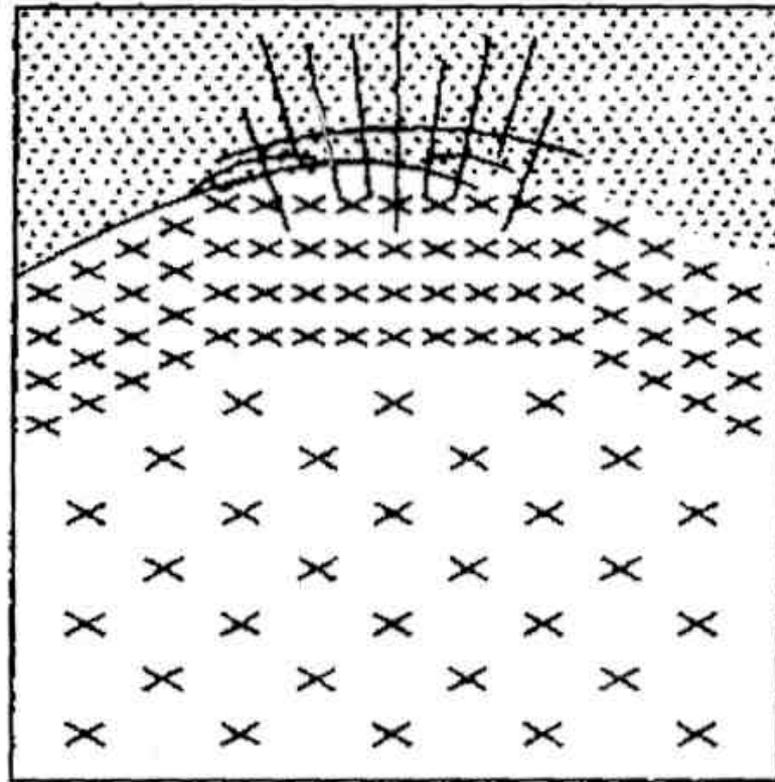
Схема вертикальной зональности (по Н.И. Наковнику)



Грейзены и альбититы



Be Nb K₂O Na₂O
Относительное
изменение
концентраций



Микроклинизация — Альбитизация — Грейзенизация

