

**МЕТАСОМАТИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ В ПОРОДАХ
ЛАЗУРИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ЩЁЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Янсон С.Ю., Краснова Н.И.

Институт Наук о Земле СПбГУ, Санкт-Петербург; jansn.sv@gmail.com,

**METASOMATIC ZONALITY IN ROCKS OF LASURITE DEPOSITS AND
THE ALKALINE-ULTRABASIC COMPLEXES**

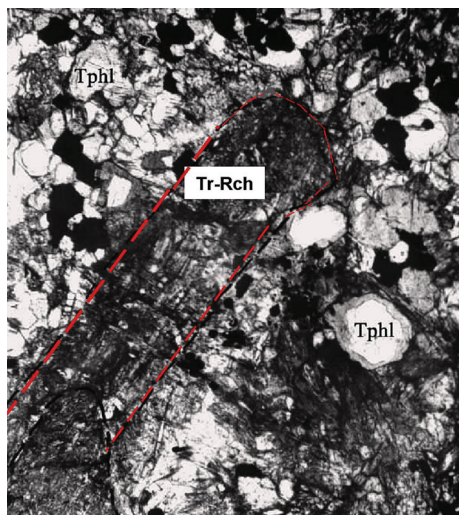
Janson S.Yu., Krasnova N.I.

Institute of Earth Sciences, Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Большинство работ, посвящённых теории метасоматоза, затрагивают лишь термодинамические аспекты протекания природных реакций замещения. Вопросы механизмов замещения, а также особенностей формирования тех или иных структур пород метасоматической природы часто не рассматриваются геологами или же рассеяны в работах разных авторов. Так, одна из работ Д.С. Коржинского (1974) была посвящена проблеме отличия метасоматических образований от магматических и осадочных, однако, рассмотрения критериев метасоматических процессов в ней не было дано. Описанию механизмов самих процессов замещения и экспериментальному исследованию формирования разных типов псевдоморфоз посвящена монография А.Э. Гликина (2004). Обзор онтогенетических критериев метасоматоза приведен в монографии Н.И. Красновой и Т.Г. Петрова «Генезис минеральных индивидов и агрегатов» (1997), используемой в качестве учебника при чтении разных курсов по минералогии. На кафедре минералогии СПбГУ с 1983 г. создаётся коллекция образцов с метасоматическими объектами.

Вкратце перечислим основные критерии и признаки метасоматических процессов.

1. **Псевдоморфозы.** Наиболее убедительным и достаточным признаком процессов метасоматоза является наличие полных или частичных химических псевдоморфоз, в которых в той или иной мере сохраняются морфологические особенности замещаемого объекта (рис. 1, 2).



морфологические особенности замещаемого объекта (рис. 1, 2).

2. **Неперемещённые реликты протоминерала, реликты структурных особенностей замещаемого субстрата** (породы или минерала) являются важным признаком метасоматических образований. Труднорастворимые и устойчивые в данных условиях метасоматоза минералы сохраняются в виде неизменных тёмных реликтов, имеющих то же расположение, что и в исходном субстрате. Так, в псевдоморфозах одних минералов по другим в виде реликтов нередко сохраняются минералы-включения – например, магнетит, гематит, пирит, лимонит и др. (рис. 3).

Рис. 1. Полная псевдоморфоза волокнистого агрегата тремолита-рихтерита (Tr-Rch) и доломита по зерну пироксена (красный контур) в тремолит-тетраферрифлогопит-доломитовой породе Ковдорского месторождения. Шлиф, без анализатора. Длина контура 7 мм.

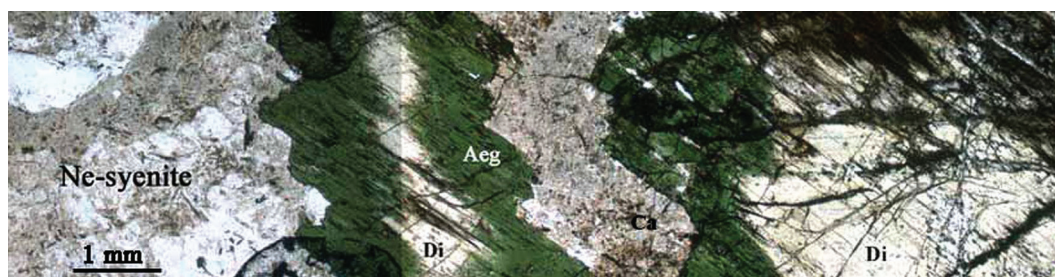


Рис. 2. Эгиринизация (Aeg) зерна диопсида (Di) с образованием гомоосевой псевдоморфозы на контакте кальцита (Ca) с нефелиновым сиенитом. Шлиф, без анализатора. Ковдорское флогопитовое месторождение.

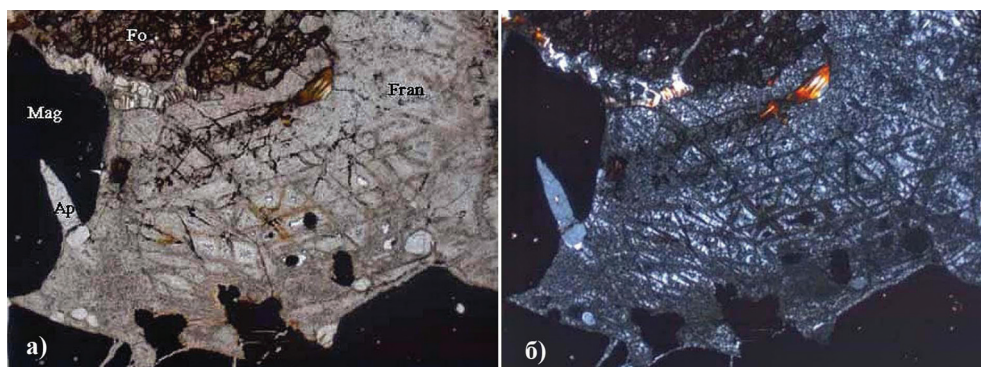


Рис. 3. Франколитизированная магнетито-форстерито-кальцитовая порода, в которой кальцит полностью замещён мелкозернистым агрегатом франколита с сохранением «теней» спайности кальцита по ромбоэдру.

Mag – магнетит; Ap – апатит, флогопит замещен вермикулитом. Fo – реликты форстерита. Шлиф, без анализатора (а) и с анализатором (б). Ковдорское месторождение.

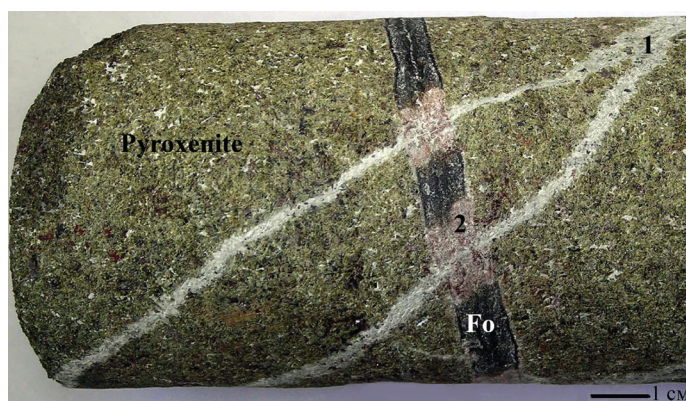


Рис. 4. Пироксенит рассечён жилками рихтерит-асбеста (1), в пределах форстеритовой жилы (Fo) меняющих состав на кальцит-тетраферрифлогопит-рихтерит-асбестовый (2). Ковдорское месторождение.

3. Унаследованные черты химизма, изотопного состава и рентгеноструктурных особенностей минералов субстрата. Не являясь сами по себе достаточными, эти признаки могут привлекаться в качестве дополнительных при оценке степени унаследованности в новообразованных породах особенностей субстрата на уровне химических элементов. Возможность унаследования элементов кристаллической структуры, изотопного состава протоминералов в процессе их замещения были экспериментально доказаны В.А. Франк-Каменецким, Н.В. Котовым и Э.А. Гойло. На основании этого была разработана теория трансформационного преобразования слоистых силикатов. При исследовании геохимии пород субстрата и развивающихся по ним метасоматитов многие авторы устанавливают сохранение в последних некоторых характерных примесных (часто изоморфных) элементов.

4. Смена минерального состава жил, пересекающих породы разного состава. Если породы разного состава пересекаются жилой, состав которой резко меняется при переходе от одной вмещающей породы в другую, то это может быть признаком метасоматической природы жильного образования (рис. 4). Экспериментальными исследованиями показано, что основные закономерности строения биметасоматических колонок определяются в первую очередь составом контактирующих пород и значениями pH раствора. Гораздо меньшее влияние оказывают такие факторы, как температура и давление и даже состав растворов, участвующих в минералообразовании. На рис. 5 приведена микрофотография шлифа и соответствующие вариационные диаграммы изменения химического состава колонок, полученные при микрозондовом исследовании. Отметим, что участки сканирования не перекрывались.

5. Расположение отдельных зон в колонках в соответствии с подвижностью компонентов. При разработке общей теории метасоматической зональности Д.С. Коржинским было показано, что последовательность расположения различных по составу зон в колонке есть зафиксированное в минеральных агрегатах отражение дифференциальной подвижности элементов. Впоследствии это положение нашло экспериментальное подтверждение (Жариков, Зарайский, 1973). Также было доказано, что все зоны в колонках появляются одновременно и с течением времени лишь разрастаются пропорционально продолжительности опыта.

Отличительной особенностью формирования лазуритоносных метасоматитов является неравномерная интенсивность метасоматических процессов в пределах одного лазуритового тела и приурочен-

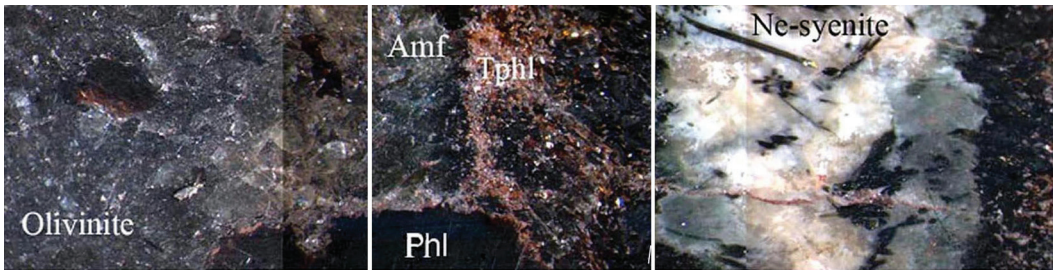


Рис. 5. Микрофотография шлифа и вариационные диаграммы различного химического состава колонок (по микрозондовым данным). Ковдорское месторождение.

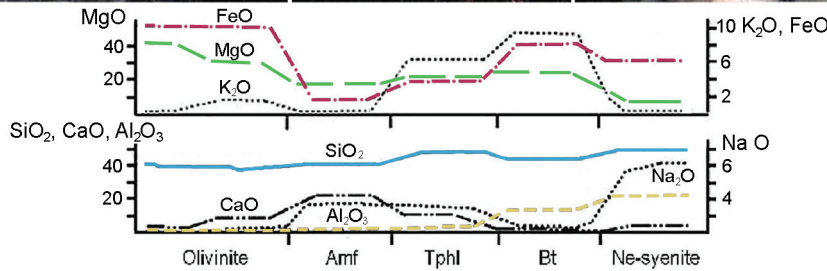


Рис. 6. Метасоматические жилки лазурита в мелкозернистом диопсидизированном гнейсе. Фронтальная зона – нефелин (белое). Малобыстринское месторождение, Прибайкалье.

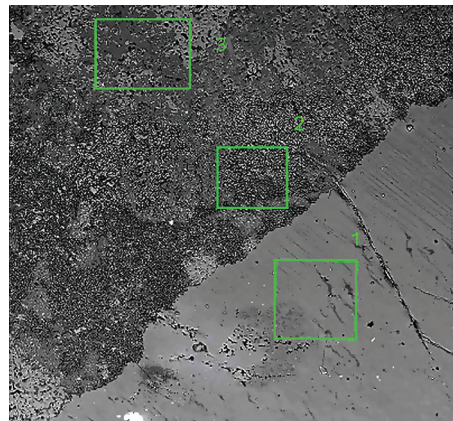


Рис. 7. Участки площадного микрозондового сканирования зон лазуритовых метасоматитов Малобыстринского месторождения: 1 – кварц-полевошпатовая зона; 2 – кварц-полевошпатовая зона с диопсидом; 3 – диопсид-лазуриновая зона (диопсидированный гранит или микроклинит).

ность их к тектонически ослабленным зонам, которые играют роль подводящих каналов (рис. 6). Миграция флюидов вдоль системы трещин приводит к формированию метасоматических пород и на удалении от контакта. Для оценки баланса привноса-выноса вещества при метасоматическом преобразовании гранитоидов был детально изучен образец, в котором на расстоянии 5 см представлены основные, наиболее типичные зоны лазуритовых метасоматитов от неизменённых гранитов к форстеритсодержащим мраморам.

При расчёте баланса привноса-выноса компонентов в метасоматитах использовались средние составы соответствующих пород, полученные методом площадного микрозондового сканирования (рис. 7). Результаты химического состава каждой зоны (выделены более детально) приведены на графике (рис. 8).

Полученные данные показывают, что все компоненты чётко разделяются на две группы:

а) компоненты, содержание которых закономерно уменьшается от гранитов (1) к мраморам (5) – это Si, Al, Na и K;

б) компоненты, концентрации которых также закономерно уменьшаются, но в обратном направлении – от мраморов к гранитам; это Ca, Mg, S.

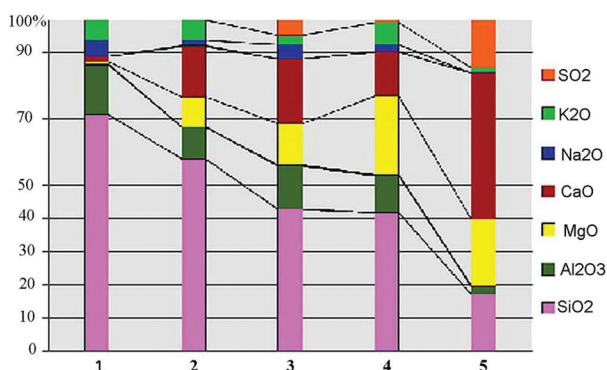


Рис. 8. Привнос-вынос главных окислов при лазуритизации гранита (1) и форстеритсодержащего мрамора (5). Метасоматиты: 2 – диопсидированный гранит или микроклинит, 3 – диопсид-лазуритовый, 4 – флогопит-диопсид-лазуритовый.



Рис. 9. Схема строения метасоматической жилы с зонами геометрического отбора (чёрное); стрелки указывают направление преимущественного роста кристаллов.

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что на постмагматическом этапе формирования лазуритовых месторождений процессы лазуритовой минерализации основаны на перераспределении компонентов на контакте неравновесных сред.

6. Направление векторов роста минералов от контактов трещины (тела) вовнутрь субстрата (породы). Экспериментальными исследованиями динамики роста кристаллов при инфильтрационном замещении мелкозернистого агрегата зёрен KCl раствором KNO_3 (Краснова и др., 1983) было показано, что направление роста метакристаллов совпадает с направлением движения растворов, вызывающих замещение. Это направление противоположно таковому для кристаллов, растущих в направленном потоке в свободных условиях. Направление движения растворов может быть определено по положениям питающей трещины или контактов геологического тела с вмещающей породой. Этот признак, в особенности в сочетании с приуроченностью зон геометрического отбора к осевым частям жил, можно считать достаточным для доказательства метасоматической природы геологического образования (рис. 9).

7. Характерные текстурно-структурные особенности метасоматических образований.

Ритмические агрегаты нередко наблюдаются в метасоматических породах, однако, их наличие не является достаточным для доказательства метасоматической природы минерала, агрегата или породы.

Мелко-среднезернистость первичных структур является часто наблюдаемой в метасоматических породах, но недостаточной для установления их природы. Последующее укрупнение возможно лишь при сохранении или новом поступлении поровых растворов, способствующих перекристаллизации с укрупнением зёрен всей породы в целом или отдельных минералов, на что указывал Д.С. Коржинский.

Высокая плотность дислокаций, блочный или «пойкилитовый» характер кристаллов объясняются тем, что рост метакристаллов идёт при постоянном соприкосновении с замещаемым твёрдым субстратом, вследствие чего в них и появляется большое число различных дефектов. При рассмотрении объектов на разных уровнях организации вещества желательнее находить совокупность нескольких признаков былых метасоматических процессов, тогда доказательства будут более убедительными.

Литература

- Гликин А.Э. Полиминерально-метасоматический кристаллогенез. СПб.: изд-во Журнал Нева, 2004. 320 с.
- Жариков В.А., Зарайский Г.П. Экспериментальные исследования метасоматизма: состояние, перспективы // Геол. рудн. месторожд. 1973. Т. 15. № 4. С. 3–18.
- Коржинский Д.С. Проблема различия метасоматических образований от магматических и осадочных / Метасоматизм и рудообразование. М.: Наука, 1974. С. 5–12.
- Краснова Н.И., Петров Т.Г. Генезис минеральных индивидов и агрегатов. СПб.: Невский курьер, 1997. 228 с.
- Краснова Н.И., Петров Т.Г., Рундквист Т.В. Экспериментальное определение направления роста при метасоматозе // Зап. ВМО. 1983. № 6. С. 738–742.