

О КАРБОНАТИТАХ В СКАРНОВЫХ ОБЪЕКТАХ УРАЛА

© 2017 г. В. А. Попов

*Институт минералогии УрО РАН
456317, г. Миасс Челябинской обл.
E-mail: popov@mineralogy.ru*

Поступила в редакцию 17.03.2016 г.

Принята к печати 25.11.2016 г.

Температурный интервал образования скарновых объектов позволяет предполагать плавление известняков в колоннах тепломассопереноса в земной коре. Онтогенический анализ структур карбонатных пород на некоторых уральских скарновых объектах подтвердил наличие полнокристаллических карбонатных тел с разной минерализацией, образованных из расплавов-растворов. По правилам такие тела следует называть карбонатитовыми.

Ключевые слова: *карбонатиты, скарны, онтогенический анализ структур минеральных агрегатов.*

ВВЕДЕНИЕ

История изучения генезиса скарновых образований очень поучительна. В России скарны впервые изучили на Урале; вначале даже возникали представления, что некоторые скарны произошли из магм [15]. Постепенно сформировалось определение, что скарны – это только метасоматические горные породы. На примере скарнов рассматривалось явление биметасоматоза [6]. Однако морфологические признаки “скарнов выполнения полостей” неоднократно приводились в литературе [12]. Жилы, дайки и штоки скарнового состава не являются редкостью в мощных системах тепломассопереноса [10]. Если считать, что скарны могут иметь разный генезис – магматический и метасоматический, то возникают сложности с использованием самого термина “скарны”, как, впрочем, и термина “карбонатиты”. Здесь нужны дополнительные терминологические разработки. При высоких температурах и давлениях высока смесимость магм разного состава. В природных объектах есть магматические горные породы, минеральный состав которых охватывает весь интервал возможных смесей – от преобладания силикатов до преобладания карбонатов, оксидов, сульфидов, фосфатов, сульфатов, боратов, хлоридов. В геологическом моделировании генезиса минеральных тел на скарновых объектах нередко из внимания выпадал собственно скарновый интервал температур минералообразования (1300–600°C), когда в сложных системах могут образовываться весьма разнообразные жидкости (расплавы-растворы).

Исходя из приведенных соображений, здесь предпринята попытка провести ревизию геологи-

ческого моделирования на уральских скарновых объектах в плане генезиса некоторых минеральных тел карбонатного, оксидного, сульфидного и силикатного составов. Пространственное положение горнопородных (минеральных) тел приведено по опубликованным данным исследований разного времени, а структуры минеральных агрегатов рассматриваются объемно с позиций онтогении минералов на примере ряда месторождений Урала.

При анализе структур минеральных агрегатов за основу взят принцип генетической минералогии: *всякому явлению в минеральном мире соответствует только ему присущий набор морфологических признаков* [9]. Объемной кристаллизации из расплава-раствора в закрытой системе соответствуют следующие признаки: минеральные индивиды конкретного времени кристаллизации зарождаются синхронно во всем объеме камеры (однородное пространственное распределение зародышей); все индивиды образующейся породы имеют ростовое анатомическое устройство (зональность, секториальность); между всеми индивидами возникают индукционные поверхности совместного одновременного роста. Синхронная кристаллизация минералов встречается и в метасоматитах, но в них обязательно есть новообразования (метакристаллы, псевдоморфозы) и “тени” предшествующих замещаемых твердых тел. В отличие от магматических и метасоматических агрегатов и минералов, при перекристаллизации образуются однородные по составу минеральные индивиды (незональные и не содержащие включений других минералов) с соответствующими поверхностями “полиэдров перекристаллизации” [9]. Важно не путать перекристаллизацию с переотложением.

ИЗБРАННЫЕ ДАННЫЕ ПО НЕКОТОРЫМ СКАРНОВЫМ ОБЪЕКТАМ УРАЛА

Месторождение Пеленгичей

Одним из скарнсодержащих объектов Приполярного Урала является месторождение кварца Пеленгичей-3 [2]. Здесь все хрусталепроявления приурочены к линзе доломитовых мраморов в лежащем боку массива гранодиоритов (рис. 1). Вмещающие породы вместе с мраморами считаются рифейскими образованиями, претерпевшими не менее трех этапов метаморфизма высоких и средних ступеней. Кроме поздних кварцевых жил, в мраморах зафиксированы многочисленные флогопитовые линзы и приконтактовое развитие волластонит-диопсид-везувиан-гранатовых скарнов. В хрусталеносных гнездах отмечены анкерит, доломит, кальцит, мусковит, рутил, апатит, анатаз, циркон, пирит, шеелит, галенит, магнетит, халькопирит, халькозин. На нижних горизонтах месторождения встречены в больших количествах шеелит и галенит в сопровождении штольцита, сфалерита, тетраэдрита, халькопирита, золота. В участках изменений и рассланцевания пород характерны алланит-(Ce), анкерит, апатит, арсенопирит, биотит, гематит, маг-

нетит, пирит, рутил, тальк, титанит, тремолит, турмалин, флогопит, халькопирит, хлорит, циркон, шеелит, эпидот. В измененных гранодиоритах вдоль контакта наблюдались дипирамидальные кристаллы циркона. Данных о парагенезисах минералов и о признаках метасоматического их развития не приведено, не названы и морфологические признаки, указывающие на перекристаллизационное образование мраморов [2]. Контактное положение карбонатного тела с массивом гранодиоритов, насыщенность его линзами флогопита, присутствие скарновых парагенезисов определили желание к пересмотру генетической модели карбонатного тела.

Во время кратковременной экскурсии на месторождение Пеленгичей в 1993 г. нами были взяты образцы кальцит-доломитового “мрамора” с однородной крупнозернистой (до 1 см) структурой. При изучении образцов выявлены индукционные поверхности одновременного роста между индивидами доломита, кальцита и флогопита. В одном образце встречен шеелит, у которого с карбонатами также были индукционные поверхности. Поверхности минеральных индивидов в карбонатном агрегате соответствуют прямой кристаллизации, а не перекристаллизации. Не найдено в минеральном агрегате и признаков метасоматического роста – мета-

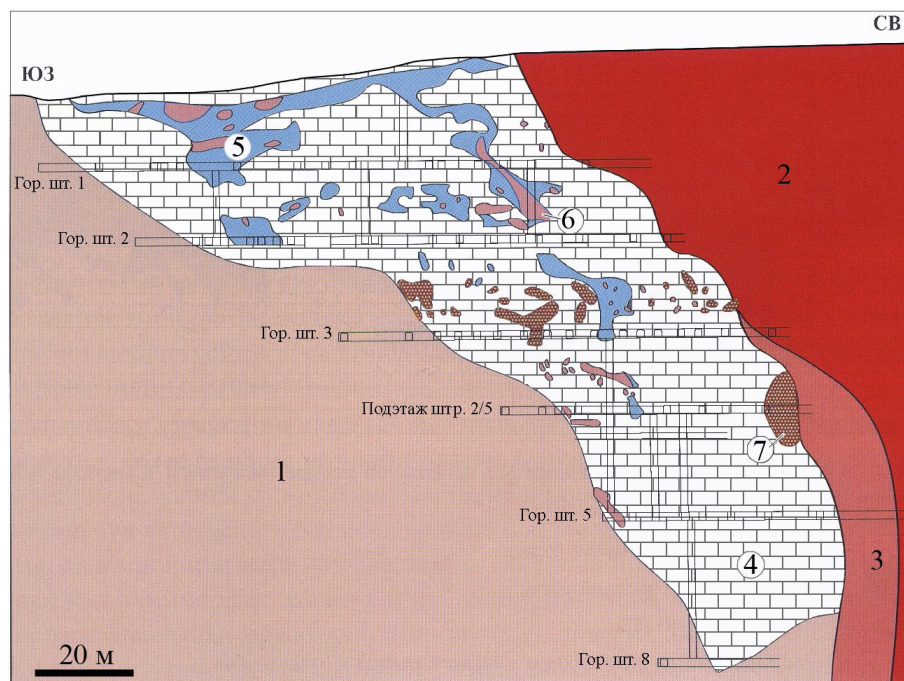


Рис. 1. Разрез минерализованной зоны № 21 месторождения кварца Пеленгичей-3 (Приполярный Урал) [2].

1 – кварц-серицит-хлоритовые сланцы (R_2), 2 – гранодиориты, 3 – рассланцованные и измененные гранодиориты, 4 – доломитовые мраморы с участками скарнов, 5 – кварцевые жилы, 6 – хрусталеносные гнезда, 7 – линзы флогопита.

Fig. 1. Longitudinal section through the mineralized zone number 21 deposits of quartz Pelengichey-3 (Polar Urals) [2].

1 – quartz-sericite-chlorite schists (R_2), 2 – granodiorite, 3 – schistose and altered granodiorite, 4 – dolomitic marbles with areas of skarns, 5 – quartz veins, 6 – crystal sockets, 7 – lens phlogopite.

кристаллов и псевдоморфоз. Таким образом, структура минерального агрегата соответствует прямой кристаллизации из флюида (магмы, расплава-раствора) при одновременном появлении зародышей во всем объеме. Вывод: карбонатную породу на месторождении Пеленгичей-3 следует называть карбонатитом. Тело карбонатитов неоднородное и представлено разными магматическими фазами (фациями?) – флогопит-доломитовыми, кальцит-доломитовыми, шеелит-доломитовыми и др.

Месторождения горы Высокой

На Северном и Среднем Урале невозможно не отметить гигантские скарновые системы, приведенные в обобщении Л.Н. Овчинникова [8] и в многочисленных других работах. В описании объектов сиенитовые тела приведены как магматические, а рудные (преимущественно магнетитовые)

и скарновые тела – как метасоматические. Классические морфологические признаки метасоматоза (псевдоморфозы и метакристаллы, зональность тел) наблюдались разными исследователями на всех скарновых месторождениях. Однако распространять распознанный генезис фрагментов сложного минерального тела на все гигантское тело следует осторожно, особенно – для высокотемпературного интервала минералообразования, где возможны аналогичные парагенезисы в магматических и метасоматических системах. Например, известны магнетитовые лавы (и, соответственно, магмы) на некоторых вулканах [13]. Во многих карьерах на “скарновых” месторождениях наблюдаются резкие контакты рудных тел или скарнов с вмещающими породами без признаков метасоматоза (по нашему опыту – это учебные полигоны!). Анализ структур некоторых минеральных агрегатов позволяет предположить кристаллизацию минералов из жидкости при одновременном зарождении индивидов в достаточно однородном по химическому составу резервуаре. В природе такая ситуация возникает при резком падении давления (и, соответственно, температуры) в камере с жидкостью (магмой). Аналогичность минерального состава магматитов и метасоматитов в скарновых системах требует постоянного применения онтогенического структурного анализа для различения минеральных тел при картировании.

Плавление известняков и возникновение карбонатитов можно предположить в контактовой части тел сиенитов и магматических магнетитовых тел с вмещающими породами в едином рудном поле Высокогорского железного рудника и Меднорудянского месторождения железа и меди (рис. 2). В стенках карьеров можно наблюдать безрудные (“пустые”) известняки с палеозойской фауной, а также (в других участках) сложные карбонатные тела с разным количеством силикатов, оксидов, сульфидов, фосфатов. Структуры минеральных агрегатов сложных карбонатных тел соответствуют прямой кристаллизации, где гранаты, пироксены, эпидоты, апатиты, некоторые сульфиды, магнетиты и другие минералы имеют индукционные поверхности одновременного роста с ранними карбонатами. Это означает, что перечисленные минералы не являются метакристаллами в карбонатной массе, а сами карбонаты не относятся к полиэдрам перекристаллизации. Следовательно, такие карбонатные тела нельзя назвать метасоматическими или перекристаллизационными, они не относятся к ксенолитам известняков, а являются карбонатитами.

Откуда взялась карбонатная магма? Это вопрос из области неопределенности. Минеральный состав и структура сложных карбонатных тел сильно изменчивы, но пространственная близость к телам “пустых” известняков, несомненно, есть. По-

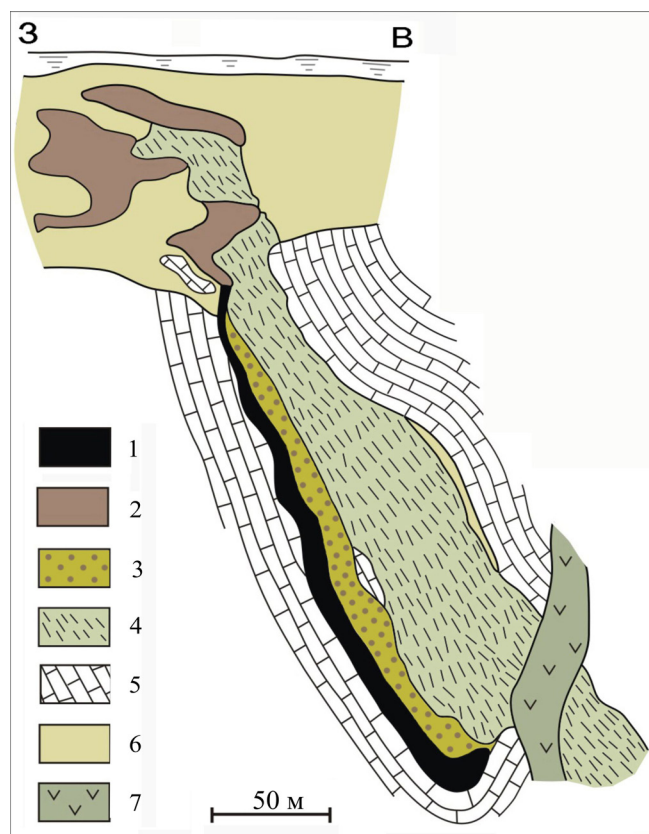


Рис. 2. Схема строения Меднорудянского месторождения в разрезе севернее дайки порфирита [3].

1 – магнетитовые руды, 2 – бурые железняки, 3 – гранат-хлоритовая порода, 4 – туфовый сланец, 5 – известняк, 6 – глины, 7 – авгитовый порфирит.

Fig. 2. Diagram of Mednорudяnskogo field in the north section of porphyry dikes [3].

1 – magnetite ore, 2 – limonite, 3 – garnet-chlorite rock, 4 – tuff shale, 5 – limestone, 6 – clay, 7 – augite porphyrite.

стоянство таких фактов может быть интерпретировано как смешивание состава перегретых глубинных флюидов с плавящимися под их воздействием известняками, в результате чего образовались разные минеральные типы карбонатитов – магнетитовые, апатитовые, гранатовые, сульфидные, хлоритовые и комбинаторные. Особенности развития карстового процесса в телах разных минеральных типов карбонатитов по сравнению с известняками не были изучены вследствие отсутствия минералогического картирования на Высокогорском месторождении. На Меднорудянском месторождении более интенсивное карстообразование отмечалось в участках сульфидных (с апатитом) карбонатитов по развитию малахитовой и псевдомалахитовой минерализации на значительные глубины.

Гумешевское месторождение

Аналогичное установленному в Меднорудянском месторождении расположение известняков и других карбонатных тел по контакту с кварцевыми диоритами проявлено на Гумешевском месторождении малахита в 60 км к югу от Екатеринбурга [8]. Крупное месторождение малахита здесь возникло тоже вследствие развития карста в участках с телами силикатно-сульфидных и сульфидных карбонатных пород (неузнанных карбонатитов).

Карабашские месторождения

На Южном Урале в районе Карабаша известно много скарновых проявлений, находящихся в контактовых зонах известняков и гипербазитовых тел [8]. При экскурсионных посещениях этих объектов (Сугурское месторождение, Золотая гора и др.) мы наблюдали не только скарновые агрегаты (“хлограпиты”), но и небольшие тела разных по минеральному составу карбонатитов (рис. 3) – пироксеновых, хлоритовых, гранатовых, магнетитовых и сульфидных золотосодержащих [11]. В некоторых телах видны явления кристаллизационного расслоения, но есть и однородные по структуре тела, где все минералы имеют между собой поверхности одновременного роста, например, золота (рис. 4). Последние можно объяснить кристаллизацией из карбонатной (по преобладанию) жидкости при появлении зародышей во всем объеме жилы или камеры. Метасоматическая и перекристаллизационная модели не объясняют наблюдаемых структур.

Месторождения горы Круглой

На Круглогорском золото-железрудном месторождении в районе г. Миасса на Южном Урале тело “мраморизованных известняков” находится в толще вулканогенных пород на контакте с массивом габбро. Судя по геологической ситуации, мож-



Рис. 3. Нодулярный магнетитовый карбонатит с иттрокразитом и золотом в серпентините Золотой горы.

Fig. 3. Nodular magnetite in carbonatite dikes endo-contact, occur among serpentinite Gold Mountain.

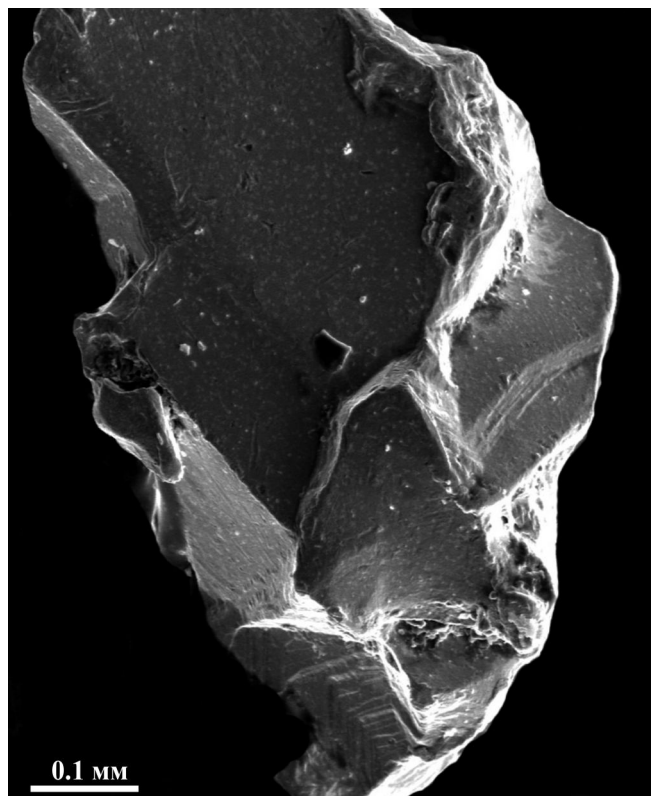


Рис. 4. Индукционная поверхность на индивидуальном золоте из кальцита хлорит-магнетитового карбонатита Золотой горы.

Fig. 4. Induction surface on the individual gold, extracted from carbonate matrix of chlorite-magnetite carbonatites. Gold Mountain (Karabash).

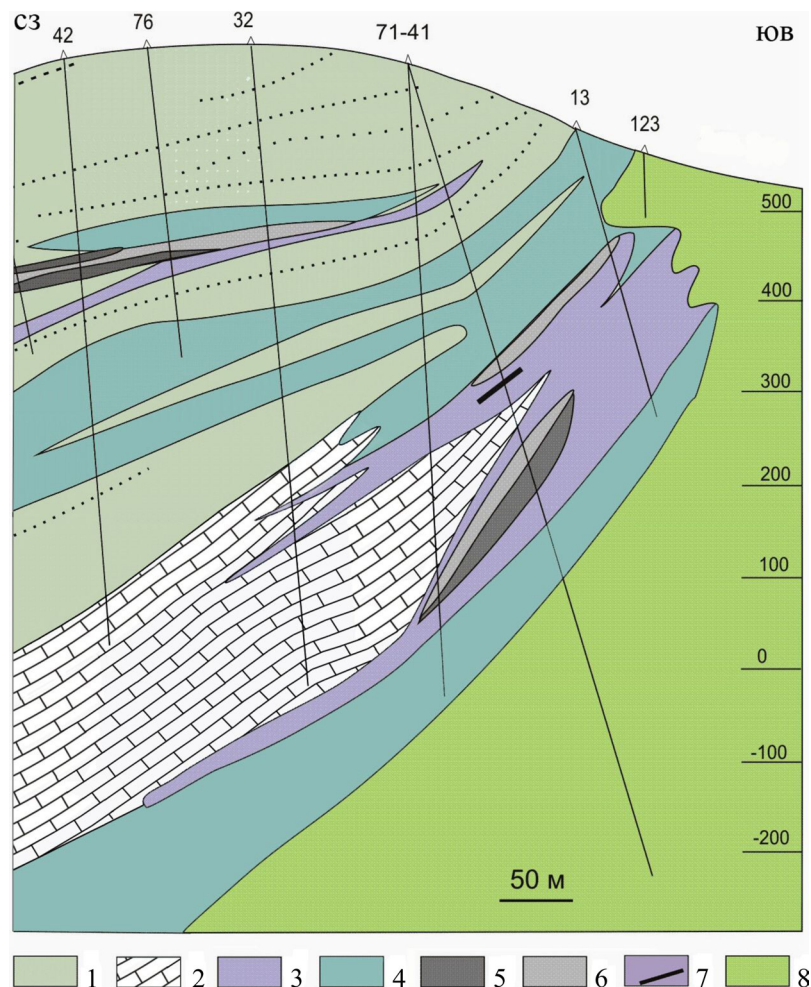


Рис. 5. Фрагмент центрального разреза Круглогорского золото-магнетитового месторождения [1; цвет дан нами].

1 – вулканогенная толща ирендыкской свиты, 2 – “известняки” той же свиты, 3 – ультрамафиты, 4 – габбро-долериты, 5 – сплошные магнетитовые руды, 6 – прожилково-вкрапленные руды, 7 – сплошная сульфидная руда, 8 – габбро главного интрузивного тела.

Fig. 5. Detail of the central section Kruglogorskoye gold-magnetite deposit.

1 – volcanic strata Irendykskoy suites, 2 – “limestone” of the same suite, 3 – ultramafic, 4 – gabbro-dolerite, 5 – solid magnetite ore, 6 – vein-disseminated ores, 7 – a solid sulfide ore, 8 – the main gabbro intrusive body. Cut according Miass exploration party.

но предположить приконтактный прогрев пород, контактирующих с габбро, достаточный для плавления карбонатных пород. Есть усложнения к моделированию минералообразования на объекте: по данным Миасской геологоразведочной партии [1], в геологическом разрезе тело “мраморизованных известняков” на выклинивании показано внутри тела серпентинитов (рис. 5). По скважинам однородные “мраморы” встречены нами на глубине около 600 м. При изучении их структуры методом травления в соляной кислоте установлены индукционные поверхности на зернах всех минералов агрегата – кальците, флогопите, магнетите, пирите и др. В изученном керне карбонатных пород не установлено ни метакристаллов, ни псевдоморфоз, ни полиэдров перекристаллизации, ни палеонтологиче-

ских объектов. Эти факты позволяют интерпретировать генезис структуры минерального агрегата как кристаллизационный из жидкости при одновременном зарождении индивидов во всем объеме. Следовательно, “мраморизованные известняки” на горе Круглой являются магматическими породами – карбонатитами.

Балканское месторождение

Интересный пример локализации и минерального состава карбонатных горных пород в Балканском месторождении шеелита на Южном Урале приведен А.Ф. Коржинским (рис. 6) [5]. Эта минералогическая провинция известна кварцевыми шеелитоносными жилами. Однако во время

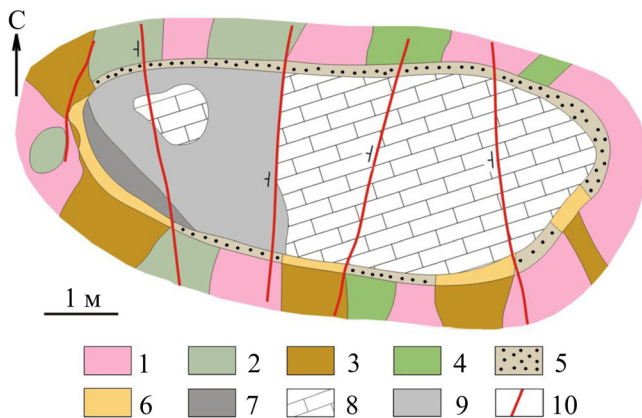


Рис. 6. Кварц-карбонатные шеелитсодержащие мраморовидные раздувы на Балканском месторождении [5].

1 – сиенито-диорит, 2 – амфиболит, 3 – скарн, 4 – скарнированный диабазовый порфирит, 5 – гумбеит, 6 – кварц-карбонатная порода, 7 – ортоклаз-карбонат-кварцевая шеелитоносная порода, 8 – мрамор, 9 – шеелит-кварц-карбонатная порода, 10 – кварцевые жилы.

Fig. 6. Quartz-carbonate sheelitsoderzhaschie marble-like bulges in the Balkany field.

1 – syenite-diorite, 2 – amphibolite, 3 – skarn, 4 – skarnirovanny diabas porphyry, 5 – gumbeyt, 6 – quartz-carbonate rock, 7 – orthoclase-quartz-carbonate sheelitonosnaya breed, 8 – marble, 9 – scheelite-quartz-carbonate rock, 10 – quartz veins.

войны 1941–1945 гг. выполнение плана по вольфраму местные организации иногда производили за счет карстовых россыпей, образовавшихся на месте шеелитоносных карбонатных пород. С геологической точки зрения привлекают внимание секущий контакт карбонатного тела по отношению к другим породам по всему периметру округлого штока и наличие по контакту гумбеитов (карбонат-полевошпатовых метасоматитов). В реликтовых отвалах ранее действовавших шахт этого района в настоящее время можно найти образцы разных горных пород, в том числе гранитоиды, амфиболиты, гумбеиты, жильный кварц и карбонатные мраморовидные породы. Для формирования округлого тела, секущего полосчатую гранит-амфиболитовую толщу, необходимо освободить от твердых тел соответствующее пространство (путем растворения или плавления). Структуры карбонатных пород, заполнивших пространство штока, соответствуют магматической кристаллизации (рис. 7), когда все минералы синхронны и их зародыши распределены однородно во всем объеме. Такие породы, очевидно, следует называть карбонатами. Подобные шеелитоносные карбонаты (“мраморы”) известны на месторождениях Восток-2 на Сихотэ-Алине и Тырнеауз на Кавказе.



Рис. 7. Хлорит-гранат-кальцитовый карбонатит. Хлоритовые включения в кальците очень мелкие. Между всеми минералами наблюдаются только индукционные поверхности одновременного роста. Балканское месторождение.

Fig. 7. Chlorite-garnet-calcite carbonatite. Chlorite inclusions in calcite are very small. Between all the minerals are only observed induction surface simultaneous growth. Balkany mine.

О СООТНОШЕНИИ СКАРНОВ И КАРБОНАТИТОВ

Обширная геологическая литература содержит информацию к моделированию явлений минералообразования в земной коре. Часть моделей строится на аналогиях с наблюдаемыми вулканическими системами. Моделирование генезиса карбонатитов обычно связывают с формированием ультраосновных щелочных комплексов [7, 16]. В последние годы появилась субдукционная модель с “затягиванием” тел известняков на большие глубины с последующим их плавлением совместно с ультрамафитами [4]. Для рассмотрения локализации карбонатитов в скарновых системах рассмотрим одну из возможных логических моделей (схем). В гигантских колоннах теплопереноса в земной коре происходят явления плавления, дифференциации, замещения минеральных объектов разного состава в широком диапазоне температур и давлений. Эти колонны развиваются длительное время. В разные отрезки относительного времени в колоннах можно логически по каким-либо принципам выделять минералообразующие системы. Среди них есть системы высокотемпературного интервала минералообразования, характеризующиеся “скарновыми” парагенезисами. Характерными минералами скар-

новых парагенезисов в общем случае являются пироксены диопсид-геденбергитового ряда, гранатыgrossуляр-андрадитового ряда, волластониты, эпидоты, амфиболы, слюды, скаполиты, шпинелиды. Вместе с характерными минералами могут присутствовать полевые шпаты, кварц, сульфиды, фосфаты, бораты, оксиды, карбонаты и другие минералы в самых разнообразных количественных соотношениях. Общепринятых ограничений в количественных соотношениях минералов в скарнах, по видимому, не существует.

По данным справочников и специальных работ, скарновые тела находятся преимущественно в экзо- и эндоконтактных зонах силикатных магматических тел, залегающих среди вмещающих толщ с телами карбонатных пород. Это означает, что прогрев вмещающих пород в районе контакта достигает 600–1300 °С. Если не рассматривать все возможные эвтектические соотношения в зоне контакта, а взять только карбонатные тела (например, известняки), то при давлениях более 0.5 кбар они должны претерпевать плавление в названном интервале температур. Это теоретическая предпосылка, вытекающая из экспериментов [14] и наблюдений в вулканических областях (например, вулкан Ольдоиньо Ленгаи в восточном африканском рифте). Надо ожидать появления карбонатных магм из известняков в колоннах тепломассопереноса в областях высоких температур и повышенных давлений, где находятся или движутся силикатные и другие магмы, флюиды, перегретые газы. Предполагаются взаимодействие и смешение составов разных магм, дифференциация вещества в системе.

Обязательное плавление известняков (и других пород) в контакте с большими массами силикатных магм, продвигающихся в колонне тепломассопереноса, ведет к дальнейшей совместной истории смешения и дифференциации состава магм в системе. Для ретроспективного моделирования важно то, что минералообразование (кристаллизация) в районе контакта может начинаться не по метасоматическому (биметасоматическому) механизму между твердыми телами. Если смешанные магмы не успели дать гомогенную смесь, то последовательность кристаллизации (“замерзания”) карбонатной и силикатной составляющих может несколько различаться. Строение минеральных агрегатов может быть разным.

Для моделирования процесса кристаллизации в конкретных объектах необходимы данные по онтогенезу минеральных агрегатов: относительный возраст всех минералов, нахождение положений зародышей и направления их роста, признаки метасоматического или свободного роста и т.д. Обычно изменение структуры известняков относят просто к перекристаллизации, что нередко неправильно. В контактовых участках, по-видимому, встречается плавление известняков с последующей кри-

сталлизацией минералов из жидкости. Поверхности и анатомическое устройство минеральных индивидов, возникающих в этих разных процессах (при свободной кристаллизации, метасоматозе, перекристаллизации), существенно различаются [9].

Если по строению карбонатного агрегата моделируется механизм кристаллизации из расплава-раствора, то такую горную породу в соответствии с правилами надо называть магматической, а в данном случае – карбонатитом. Никакие изотопные соотношения, никакие геохимические особенности не имеют значения при определении собственно генезиса горной породы. Такова история появления и функционирования породных терминов в геологии. Наши предшественники разделили горные породы на магматические, осадочные и метаморфические, не привлекая их специальной геохимической характеристики. Для того, чтобы назвать горную породу магматической, специалисту не нужна информация о месте появления расплава-раствора (в мантии, земной коре, доменной печи).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе разведочных работ на скарновых объектах Урала карбонатные тела традиционно делились на осадочные (известняки), метаморфические (мраморы, кальцифиры) и гидротермальные (жильные). В моделях минералообразования не использовались представления о карбонатных, сульфатных, сульфидных, оксидных, оксидно-карбонатных, фосфатных, сульфидно-фосфатно-карбонатных, боратных жидкостях, иногда возникающих в процессах функционирования минералообразующих систем. Карбонатным телам, не имеющим признаков известняков, ранее приписывалось перекристаллизационное гидротермальное происхождение независимо от их структур и парагенезисов (мраморы, кальцифиры).

Высокие температуры формирования скарновых систем позволяют предположить вероятность появления карбонатных расплавов-растворов в областях (блоках) с телами известняков. Данные онтогенетического изучения структур карбонатных горных пород на скарновых объектах подтвердили существование минеральных агрегатов, возникших из расплавов-растворов (в том числе “магм”). По правилам, магматические карбонатные породы должны называться карбонатитами. Постоянное сочетание скарнов и карбонатитов на уральских (и других) объектах может означать единство минералообразующих систем, которые можно называть карбонатито-скарновыми. Изложенные представления ведут к пересмотру известных моделей минералообразования некоторых месторождений и ответственному практическому их использованию, например, в предсказании строения зон окисления или возможных россыпей карбонатитовых минера-

лов – шеелита, магнетита, перовскита, хромдиопсида, демантоида, рубина, шпинели, золота, алланита, апатита и других на карбонатито-скарновых объектах.

Работа проведена в рамках госбюджетной темы ГР № 01201374594 ИМин УрО РАН и по Программе УрО РАН № 15-11-5-23 “Разработка минералого-геохимических критериев увеличения эффективности эксплуатации сульфидсодержащих месторождений (на примере Урала)”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранников А.Г., Минигулов И.М. (1976) Особенности золоторудной минерализации на скарново-магнетитовом месторождении Урала. *Проблемы минералогии Урала*. Тр. Ильменского гос. заповедника, вып. XIV. Свердловск: УНЦ АН СССР, 137-144.
2. Буканов В.В., Бурлаков Е.В., Козлов А.В., Пожидаев Н.А. (2012) Приполярный Урал: минералы хрусталеносных жил. *Минералогический Альманах*, **17**(2), 136 с.
3. Заварицкий А.Н. (1963) Медные месторождения Урала. Месторождения Нижнее-Тагильского округа. *Избранные труды*. Т. IV. М.: АН СССР, 181-206.
4. Иванов К.С., Вализер П.М., Ерохин Ю.В., Погромская О.Э. (2010) О генезисе карбонатитов складчатых поясов (на примере Урала). *Докл. АН*, **435**(2), 1423-1426.
5. Коржинский А.Ф. (1959) Околожилные изменения боковых пород Гумбейских месторождений шеелита. *Вопросы геологии Урала*. Тр. Горно-геологического института, вып. 42. Свердловск, 17-41.
6. Коржинский Д.С. (1955) Очерк метасоматических процессов. *Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях*. М.: Изд-во АН СССР, 335-456.
7. Недосекова И.Л., Владыкин Н.В., Прибавкин С.В., Баянова Т.Б. (2009) Ильмено-Вишневогорский миеаскит-карбонатитовый комплекс: происхождение, рудоносность, источники вещества (Урал, Россия). *Геология рудных месторождений*. **51**(2), 157-181.
8. Овчинников Л.Н. (1960) Контактного-метасоматические месторождения Среднего и Северного Урала. Тр. горно-геологического института, вып. 39. Свердловск: УФ АН СССР, 495 с.
9. Попов В.А. (2011) Практическая генетическая минералогия. Екатеринбург: УрО РАН, 167 с.
10. Попов В.А. (2014) Карбонатиты и магматические скарны района Дальнегогорска на Сихотэ-Алине. *Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшкинские чтения)*. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 45-46.
11. Попов В.А. (2015) Зернистые известняки Ильменских гор – первое название карбонатитов Урала. *Шестнадцатые Всероссийские научные чтения памяти ильменского минералога В.О. Полякова*. М.: ИМин УрО РАН, 9-16.
12. Попова В.И., Попов В.А. (1978) О скарнах выполнения полостей. *Магматизм и метаморфизм ультраосновных и щелочных пород Урала*. Свердловск: УНЦ АН СССР, 125-138.
13. Рябов В.В., Шевко А.Я., Гора М.П. (2001) Магматические образования Норильского района. Т. 1. Петрология траппов. Новосибирск: Изд-во Нонпарель, 408 с.
14. Уилли П.Дж. (1966) Проблема образования карбонатитов в свете экспериментальных данных. Возникновение и дифференциация карбонатитовой магмы. *Карбонатиты*. М.: Мир, 265-300.
15. Федоров Е.С., Никитин В.В. (1901) Богословский горный округ. Ч. III, IV. СПб.; М., 127 с.
16. Фролов А.А., Толстов А.В., Белов С.В. (2003) Карбонатитовые месторождения России. М.: НИИ-Природа, 494 с.

Carbonatites in skarn objects of the Urals

V. A. Popov

Institut of Mineralogy, Urals Branch of RAS

The temperature range of the formation of skarns suggests the melting of limestones in the heat-and-mass transfer columns of the Earth's crust. The ontogenic analysis of structures of the carbonate rocks in some Ural skarn objects indicates the presence of bodies, which were formed from melts-fluids. According to the classification, these bodies should be termed carbonatites.

Keywords: *carbonatites, skarns, ontogenic analysis of mineral aggregates structures.*

REFERENCES

1. Barannikov A.G., Minigulov I.M. (1976) Peculiarities of gold mineralization from skarn magnetite deposit of the Urals *Problemy mineralogii Urala*. Trudy Il'menskogo Gosudarsvennogo zapovednika, vypusk XIV [Problems of mineralogy of the Urals. Proc. Ilmeny State Reserve, V. XIV]. Sverdlovsk: USC AN SSSR, 137-144. (In Russian)
2. Bukanov V.V., Burlakov E.V., Kozlov A.V., Pozhidaev N.A. (2012) Subpolar Urals: minerals of quartz-bearing veins. *Mineral. Almanac*, **17**(2), 136 p. (In Russian)

- Russian)
3. Zavaritskii A.N. (1963) Copper deposits of the Urals. Deposits of the Nizhnii Tagil district. *Selected papers*. V. IV. Moscow, AN SSSR, 181-206. (In Russian)
 4. Ivanov K.S., Valizer P.M., Erokhin Yu.V., Pogromskaya O.E. (2010) Genesis of carbonatites of fold belts (exemplified by the Urals). *Dokl. Akad. Nauk, Sci.* **435**(2), 1423-1426.
 5. Korzhinskii A.F. (1959) Alteration of host rocks of the Gumbeka scheelite deposits. *Voprosy geologii Urala*. Trudy Gorno-Geologicheskogo Instituta, vyp. 42 [Problems of geology of the Urals. Proc. Mining-Geological institute, V. 42]. Sverdlovsk, 17-41 (In Russian)
 6. Korzhinskii D.S. (1955) Overview of metasomatic processes. *Osnovnye problemy v uchenii o magmatogennykh rudnykh mestorozhdeniyakh* [Base problems in studies of magmatic ore deposits]. Moscow, AN SSSR, 335-456 (In Russian)
 7. Nedosekova I.L., Vladykin N.V., Pribavkin S.V., Bayanova T.B. (2009) The Il'mensky-Vishnevogorsky miaskite-carbonatite complex: Origin, ore resource potential, and sources (the Urals, Russia). *Geol. Rudn. Mestorozhd.*, **51**(2), 139-163.
 8. Ovchinnikov L.N. (1960) *Kontaktovo-metasomaticheskie mestorozhdeniya Srednego i Severnogo Urala* [Contact-metasomatic deposits of the Central and North Urals]. Trudy Gorno-Geol. Institute Urals Branch of Akad Nauk SSSR, V. 39. Sverdlovsk, 495 p. (In Russian)
 9. Popov V.A. (2011) *Prakticheskaya geneticheskaya mineralogiya* [Practical genetic mineralogy]. Yekaterinburg, UB RAS, 167 p. (In Russian)
 10. Popov V.A. (2014) Carbonatites and igneous skarns of the Dal'negorsk region, Sikhote Alin'. *Sovremennye problemy teoreticheskoi, eksperimental'noi i prikladnoi mineralogii (Yushkinskie chteniya-2014)* [Modern problems of theoretical, experimental, and applied mineralogy (Yushkin's conference-2014)]. Syktyvkar, Institute Geology Komi SC UB RAS, 45-46. (In Russian)
 11. Popov V.A. (2015) Granular limestones of the Ilmeny Mountains – the first name of carbonatites of the Urals. *XVI Vserossiiskie nauchnye chteniya pamyati il'menskogo mineraloga V.O. Polyakova* [XVI All-Russian scientific conference in the memory of Ilmeny mineralogist V.O. Polyakov]. Miass: IMin UB RAS, 9-16. (In Russian)
 12. Popova V.I., Popov V.A. (1978) Skarns, which fill cavities. *Magmatizm i metamorfizm ul'traosnovnykh i shchelochnykh porod Urala* [Magmatism and metamorphism of ultramafic and alkaline rocks of the Urals]. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR, 125-138. (In Russian)
 13. Ryabov V.V., Shevko A.Ya., Gora M.P. (2001) *Magmaticheskie obrazovaniya Noril'skogo raiona. T. 1. Petrologiya trappov* [Igneous rocks of Norilsk region. Vol. 1. Petrology of traps]. Novosibirsk, Nonparel Publ. 408 p. (In Russian)
 14. Willie P.J. (1966) Problem of formation of carbonatites in the light of experimental data. Origination and differentiation of carbonatite magma *Carbonatites*. (Eds O.F. Tuttle and J. Gittins). Interscience (Wiley), New York.
 15. Fedorov E.S., Nikitin V.V. (1901) *Bogoslovskii gornyi okrug. T. III, IV* [Bogoslovskii mining district. P. III, IV]. St-Petersburg; Moscow, 127 p. (In Russian)
 16. Frolov A.A., Tolstov A.V., Belov S.V. (2003.) *Karbonatitovye mestorozhdeniya Rossii* [Carbonatite deposits of Russia]. Moscow, NIA-Priroda Publ., 494 p. (in Russian)