

ЭНДОГЕННЫЕ ПОСТМАГМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КАРБОНАТИТАХ

Бурцева М.В.*, **Дорошкевич А.Г.***, **Рипп Г.С.***, **Виладкар Ш.****

*Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, mburtseva@mail.ru

**Карбонатитовый исследовательский центр, Амба Донгар, Кадипани, Индия

Постмагматические изменения в карбонатитах нередко захватывают большие объемы пород. Считается, что они приводят к более интенсивному проявлению редкометальной и редкоземельной минерализации и существенно повышают рудную нагрузку карбонатитов. Такие процессы нами изучены в кальцитовых и доломитовых карбонатитах Юго-Западного Забайкалья (Халютинское, Аршанское), Индии (Амба-Донгар, Севатур, Хамамбетту, Сириवासан, Невания). Они обладают рядом общих особенностей, хотя на каждом из проявлений имеют свою специфику минерального состава.

Хамамбетту. Образования постмагматической стадии имели различный источник. Один из них обусловил серпентинизацию оливина, образование амфибола по пироксену и доломиту, хлоритизацию флогопита, амфибола, пироксена, сопровождавшиеся выделением магнетита и гематита. Другой – определил появление ассоциации кварца с монацитом, баритом, стронцианитом, целестином, кальцитом. Термометрическое изучение монацита показало, что первичные трехфазные включения в нем гомогенизируются в интервале 220-290°C. С этой стадией связано рафинирование кальцита и апатита от примесей. При содержании до 5-6 мас.% SrO в первичном магматическом кальците, в гидротермальном – анализами этот элемент не обнаруживается. Рафинирование кальцита определило появление доломита, уменьшение содержаний MgO с 3 до 0,5-1 мас. %. Новообразованный доломит характеризуется низкой железистостью и не содержит стронций. Изменение апатита сопровождалось выделением монацита. При этом количество TR₂O₃ в апатите уменьшилось с 1,6-2,0 до 0,6-1,1 мас.%. Вблизи гидротермальных прожилков во вмещающем (первичном) кальците, как правило, фиксируется ореол эмульсионной вкрапленности стронцианита. Содержание SrO в таком кальците существенно ниже (3-5 мас. %), чем в кальците без вкрапленности (менее 1,0). Кроме того, в породах отмечается мартитизация магнетита.

Севатур. Для высокомагнезиальных карбонатитов участка Севатур гидротермалиты мало характерны. Здесь установлены серпентинизация оливина, частичная хлоритизация флогопита. Кроме того отмечено разложение первичного сложного по составу карбоната, сопровождавшееся выделением мелких зерен барито-кальцита.

Невания. В карбонатитах Невании распространены карбонатные прожилки с баритом, целестином, стронцианитом, голландитом, монацитом, гематитом. Участками в прожилках обнаружены пирит и халькопирит. В минералах (кальцит, гематит, голландит) повышены содержания марганца, а кальцит, в отличие от магматического, обычно лишен стронция. Выделившийся, при рафинировании апатита, монацит нередко образует оторочки по краям зерен. Кроме того, на месторождении отмечена мартитизация магнетита, хлоритизация силикатных минералов, образование колумбита по пирохлору.

Сириवासан. В карбонатитах в участках окварцевания присутствуют флюорит, низкостронциевый (менее 2-3 мас.% SrO) барит. Центральная часть гидротермальных прожилков обогащена баритом, промежуточная флюоритом, а внешняя сложена кварц-альбитовым агрегатом. В кальците, ассоциирующим с кварцем, не обнаружен стронций, но обычно присутствует до 2,2 мас.% MnO. Для гидротермалитов характерны синхизит, паризит. Встречаются гематит, торинит, а в агрегатах хлорита вместе с кальцитом, торинитом – также бадделейт. Флогопит и амфибол частично замещены хлоритом, кварцем, гематитом, отмечается коррозия пирохлора кварцем.

Амба-Донгар. В зонах окварцевания установлены барит, стронцианит, фторкарбонаты редкоземельных элементов, флюорит, марганецсодержащий, безстронциевый кальцит. Присутствующий в них пирохлор псевдоморфно замещен агрегатом колумбита и кварца. Встречаются также прожилки с голландитом и бритолином. Зальбанды прожилков, в ряде случаев, сложены марганецсодержащим анкеритом (1,7-2 мас.% MnO). Среди фторкарбонатов РЗЭ установлены бастнезит, паризит и синхизит (CaO от 2 до 18,8 мас.%). В новообразованных редкоземельных минералах от ранних к поздним отмечено повышение концентрации иттрия, увеличение отноше-

ния Ce/La и уменьшение – Ce/Nd и La/Nd. Обычными минералами карбонатных прожилков являются стронцианит и барит. В участках с гидротермальной минерализацией зерна апатита корродированы. В них в 1,5-3 раза уменьшились содержания стронция и РЗЭ, а по периферии зерен образовались оторочки флоренсита.

Аришанское. В результате гидротермальных процессов произошла перекристаллизация карбонатной матрицы. При этом из кальцита был вынесен стронций, который зафиксировался в виде межзерновых выделений и микропрожилков стронцианита и целестина. Образовавшийся вторичный кальцит слагает маломощные анхимономинеральные прожилки. Изменение магматического бастнезита, сопровождалось выделением торита и торианита. Бастнезит замещался паризитом и затем алланитом. Алланитом замещался также и монацит. Флогопит подвергся частичной хлоритизации, а магнетит – мартитизации. В редкоземельных минералах гидротермальной стадии, относительно магматической увеличилось отношение Ce/La и уменьшилось Ce/Nd и La/Nd. К числу поздних минералов относятся барит и кварц. Содержание SrO в барите не превышает 1-4 мас.%. С кварцем ассоциируют алланит, торит, в отдельных участках галенит, пирит.

Халютинское. Неизменные породы на Халютинском месторождении сохранились лишь в некоторых телах. Во всех остальных случаях они подверглись гидротермальной рекристаллизации, обусловившей рафинирование кальцита с выделением по трещинкам стронцианитовых, кальцит-стронцианитовых, кальцитовых, реже барит-кальцитовых и целестиновых прожилков. В кальцитах содержание SrO уменьшилось с 1,5 мас.% до десятых и сотых долей процента. В новообразованном кальците присутствует марганец (до 1.0 мас.% MnO). Магнетит участками был мартитизирован, зерна бастнезита заместились паризитом. Гидротермальные преобразования отчетливо фиксируются сдвигом изотопных составов кислорода и углерода в кальцитах, сопровождавшимся облегчением углерода и утяжелением кислорода.

Проведенные исследования показали, что к числу важных следствий гидротермальных процессов относятся: 1) рекристаллизация карбонатной матрицы, сопровождавшаяся рафинированием минералов от примесей, миграция выделившихся элементов, явившихся источником новообразованных минералов. 2) происходил привнос новых компонентов и в первую очередь кремнезема, марганца, РЗЭ. Это определило появление кварца, с которым обычно ассоциируют карбонаты, барит, стронцианит, сульфиды. Кальцит, образовавшийся на этой стадии, в отличие от магматического, как правило, отличается повышенной марганценосностью и не содержит стронций. Источником части РЗЭ явились первичные апатит, бастнезит, монацит. При замещении бастнезита образовались паризит, синхизит, алланит. Взаимодействие, привнесенных РЗЭ с апатитом, привело к появлению флоренсита. 3) происходила трансформация изотопных составов кислорода, углерода, серы, стронция, возникла их изотопная гетерогенность. В перекристаллизованном кальците величина $\delta^{18}\text{O}$ стала подобной значениям характерным для вулканических, субвулканических и измененных гидротермальными процессами карбонатитов.