

РЕДКОЗЕМЕЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В КАРБОНАТИТАХ КОСЬЮСКОГО КОМПЛЕКСА (СРЕДНИЙ ТИМАН) И О. ФУЭРТЕВЕНТУРА (ИСПАНИЯ)

Н. С. Ковальчук

ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

kovalchuk@geo.komisc.ru

Косьюсский массив карбонатитов, расположенный в юго-восточной части Четласского Камня Среднего Тимана в настоящее время вызывает большой интерес в связи с вопросами его формирования. По сравнению с более ранними представлениями о метасоматическом генезисе карбонатитов Косьюсского комплекса [1, 2] на основании совокупного анализа геологических, минералого-геохимических, изотопных и петрографических наблюдений нами выделяются три стадии формирования карбонатитов — 1) магматическая, 2) автометасоматическая, 3) гидротермальная [3]. С целью выявления возможных общих геохимических особенностей нами проведен сравнительный анализ редкоземельной минерализации карбонатитов Косьюсского массива и магматических карбонатитов о. Фуэртевентура.

Сравнение вещественного состава канарских и косьюсских карбонатитов показывает, что они имеют разный минеральный состав [4]. Карбонатиты о. Фуэртевентура являются исключительно кальцитовыми и сформированы преимущественно высокостроенцевым кальцитом, при существенно низких содержаниях апатита, флогопита, гематита, магнетита, барита, а также монацита и циркона. В канарских карбонатитах первого типа диагностированы: паризит-(Ce), алланит-(Ce), флюорбитолит-(Ce), бритолит-(Ce), синхизит-(Ce). Карбонатиты второго типа довольно существенно отличаются по составу редкоземельных фаз, в них присутствуют монацит, сервандонит-(Ce), апатит (Sr-Ce), ниобозинит-(Ce), фергусонит-(Ce), пирохлор-(Ce), бетафит, анкилит-(Ce), паризит-(Ce), синхизит-(Ce), церианит, дакиншанит-(Ce), бастнезит-(Ce), карбоцернаит, стронцианит. Также в карбонатитах первого типа были обнаружены микрокристаллы алмазов и графита высокой степени кристалличности [4]. Минеральный состав редкоземельных фаз характеризуется огромным разнообразием, среди них отмечаются преимущественно фазы либо силикатно-фосфатного состава, либо оксидно-карбонатного характера. Формирование канарских карбонатитов происходило непосредственно в ходе кристаллизации магматического карбонатного расплава. Среди канарских карбонатитов выделены карбонатиты первого типа, залегающие среди нефелиновых сиенитов и второго типа, секущие пироксениты.

Косьюские карбонатиты сложены главным образом железистыми доломитами и карбонатами сложного переменчивого состава. Кроме того, карбонатиты внешних зон обогащены силикатными минералами (флогопитом, амфиболами, эгирином, КПШ, альбитом, иногда кварцем). В переменных количествах карбонатиты содержат акцессорный апатит, монацит, бастнезит, пироксеноид, уранпироксеноид, анкилит, циркон, молибденит, стронцианит, торит, карбоцеранит, барит, англезит, рутил-(Nb), гематит, магнетит, пирит и хлорит [1, 5]. Установлено, что основные породообразующие и акцессорные минералы карбонатитов в той или иной степени содержат редкоземельные элементы (РЗЭ) в виде примесей. В результате проведенных минералого-геохимических, петрографических и изотопных исследований в карбонатитах Косьюского массива установлен последовательный характер минералообразования: в первую стадию формируются крупнозернистые доломитовые карбонатиты с минералами циркония; во вторую — среднезернистые доломит-анкеритовые агрегаты с минералами стронция, цинка, фосфора; в последующие — мелкозернистые массы доломит-анкерит-сидеритового состава с тантало-ниобиевой минерализацией. Заключительный этап карбонатитообразования характеризуется образованием самостоятельных редкоземельных минералов [6].

По набору редкометаллических фаз косьюские карбонатиты отличаются существенно меньшим разнообразием. Причем, если сравнивать минеральный состав с разными типами канарских карбонатитов, то большую схожесть косьюские имеют с карбонатитами второго типа, хотя и отличаются относительной бедностью минерального разнообразия редкоземельных фаз.

В результате микронзондовых исследований проведен сравнительный анализ химического состава минералов концентраторов редкоземельных элементов наиболее распространенных в исследуемых объектах — монацита, бастнезита и апатита.

Ранее было установлено, что монацит в канарских и косьюских карбонатитах имеет одинаковый набор элементов примесей [7]. Монацит в косьюских карбонатитах по химическому составу отличается присутствием Sr и Fe (средний состав (мас. %): Ce_2O_3 34.83, La_2O_3 20.40, P_2O_5 27.93, Nd_2O_3 7.44 %, Pr_2O_3 2.26, FeO 2.25, SrO 2.88, CaO 2.01). Химический состав монацита в канарских карбонатитах характеризуется значительно меньшим содержанием CaO (средний состав, мас. %: Ce_2O_3 38.35, La_2O_3 26.70, P_2O_5 25.67, Nd_2O_3 7.60, Pr_2O_3 1.27 (до 2.53), CaO 0.40). Как видно, наблюдается идентичный характер соотношения элементов в составе монацита сравниваемых объектов, что возможно, связано с аналогичным по глубине источником вещества.

Наиболее распространенным редкоземельным карбонатом в косьюских карбонатитах является бастнезит-(Ce). Его химический состав из неизменных карбонатитов отличается высокой концентрацией La_2O_3 (в среднем 23.76 мас. %), соизмеримой с содержаниями Ce_2O_3

(в среднем 32.41 мас. %). Кроме того, в нем отмечается большое количество Nd_2O_3 (в среднем 5.67 мас. %), CaO (в среднем 2.31 мас. %), а также в ряде случаев имеются примеси Fe_2O_3 до 2.21 мас. %, Pr_2O_3 до 2.09 мас. % и SrO до 0.69 мас. %. Химический состав бастанезита из канарских карбонатитов характеризуется тем же набором элементов (средний состав, мас. %: Ce_2O_3 30.12, La_2O_3 19.78, Nd_2O_3 7.66, CaO 5.56, Pr_2O_3 2.01), кроме того в его составе обнаруживаются примеси Y_2O_3 (до 2.59 мас. %) и Sm_2O_3 (до 1.25 мас. %).

Апатит относительно часто встречается в исследуемых карбонатитах и тесно ассоциирует с монацитом. В качестве примесей канарский апатит содержит SrO до 4.58 мас. %, Ce_2O_3 до 1.74 мас. % и Nd_2O_3 до 1.51 мас. %, которыми он обогащается с поверхности, образуя зональные кристаллы. Косьюский апатит в неизменном карбонатите свободен от РЗЭ, а содержание SrO в нем значительно меньше и в среднем составляет 1.98 мас. %. В измененных карбонатитах апатит обогащается легкими РЗЭ (La_2O_3 (до 0.30 мас. %), Ce_2O_3 (до 1.48 мас. %), Pr_2O_3 (до 0.40 мас. %), Nd_2O_3 (до 1.26 мас. %) и Sm_2O_3 (до 0.30 мас. %)) и фтором, а содержание SrO характеризуется значениями 1.73—2.80 мас. %, что может говорить о гидротермально-метасоматических изменениях на более поздних стадиях с привнесением РЗЭ и фтора, о чем также свидетельствует наличие в измененных косьюских карбонатитах разнообразных минералов редких и редкоземельных элементов (анкилита, карбоцернаита, стронцианита и торита).

Последние находки в неизменном косьюском карбонатите зерен уранпирохлора подтверждают сделанные ранее нами выводы об эволюции пирохлора в косьюских карбонатитах [8]. Ранним минералом является уранопирохлор, следующий по времени образования — это пирохлор, обычно представленный несколькими генерациями (собственно пирохлор, стронциевый пирохлор, редкоземельный пирохлор). Установленная смена в химическом составе пирохлора, скорее всего, вызвана существенным изменением состава кристаллизующей среды. Картина последовательности образования пирохлора подобна таковой в карбонатитах различных щелочно-ультраосновных массивов. По-видимому, такая последовательность изменения состава пирохлора является универсальной и отражает особенности геохимической дифференциации карбонатитообразующей системы — обогащенность ураном, танталом и титаном для ранних карбонатитов и последующее накопление тория, РЗЭ, стронция, бария и фтора в наиболее поздних по времени образования карбонатитах.

В ходе исследований установлено, что канарские карбонатиты имеют типовое разнообразие минеральных редкоземельных фаз, свидетельствующее о том, что карбонатиты первого типа (с установленной алмазонностью) характеризуются в большей степени силикатно-фосфатным составом, а второй тип имеет преимущественно карбонатно-оксидную специфику. Косьюские карбонатиты имеют карбонатно-фосфатный

состав редкоземельной минерализации. Данное обстоятельство свидетельствует о различных геохимических и термодинамических условиях кристаллообразующей среды карбонатитов этих объектов. Анализируя полученные данные, можно предположить, что карбонатиты Косьюского массива обогащались РЗЭ на поздних стадиях формирования (РЗЭ приносились поздней порцией флюида), а при формировании канарских карбонатитов магматический расплав был насыщен РЗЭ изначально. Однако, отмечена одинаковая специализация редкоземельной минерализации исследуемых объектов с преобладанием легких РЗЭ.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-05-31331. Автор выражает благодарность В. И. Степаненко и Т. Г. Шумиловой за предоставленный материал и научные консультации, С. С. Шевчуку за помощь в проведении аналитических исследований.

Литература

1. Костюхин М. Н., Степаненко В. И. Байкальский магматизм Канино-Тиманского региона. Л.: Наука, 1987. С. 151—205.
2. Макеев А. Б., Лебедев В. А., Брянчанинова Н. И. Магматиты Среднего Тимана. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 348 с.
3. Шумилова Т. Г., Ковальчук Н. С., Мингалиев А. Н., Диваев Ф. К. Изотопный состав углерода и кислорода карбонатов карбонатитов косьюского массива (Средний Тиман) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2012. № 4. С. 9—13.
4. Шумилова Т. Г. Карбонатиты острова Фуэртевентура (Канарский архипелаг, Испания) как особый тип алмазоносных пород // Проблемы геологии и минералогии / Отв. редактор А. М. Пыстин. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 248—261.
5. Ковальчук Н. С., Шумилова Т. Г., Козырева И. В. Минералогия редкоземельных фаз косьюских карбонатитов // Минералогическая интервенция в макро- и наномир: Материалы Международного минералогического семинара. Сыктывкар: Геопринт, 2009. С. 296—297.
6. Ковальчук Н. С., Шумилова Т. Г. Стадии формирования редкометальной минерализации карбонатитов Косьюского массива (Средний Тиман) // Минералогия во всем пространстве сего слова: Проблемы укрепления минерально-сырьевой базы и рационального использования минерального сырья. Материалы годичного собрания Российского минералогического общества и Федоровской сессии 2012. СПб, 2012. С. 27—29.
7. Ковальчук Н. С. Сравнительный анализ геохимических особенностей монацита в карбонатитах Косьюского массива (Средний Тиман) и о. Фуэртевентура (Испания) // Минералогические перспективы: Материалы международного минералогического семинара. Сыктывкар: Геопринт, 2011. С. 219—220.
8. Ковальчук Н. С. Эволюция химического состава пироклора из карбонатитов Косьюского массива (Средний Тиман) // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы XX научной конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2011. С. 74—76.