

Lu-Hf ИЗОТОПНЫЕ СОСТАВЫ ЦИРКОНОВ И ИСТОЧНИКИ ВЕЩЕСТВА ИЛЬМЕНО-ВИШНЕВОГОРСКОГО ЩЕЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА (УРАЛ)

Недосекова И.Л.*, Белоусова Е.А.**

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, nedosekova@igg.uran.ru

**Университет Макьюри, Сидней, ebelouso@els.mq.edu.au

Состав изотопов гафния в цирконах становится важным инструментом для реконструкции источника магматических пород. Циркон устойчив во многих гипогенных и гипергенных процессах. Метамиктизация и более поздние процессы изменения практически не оказывают влияния на состав изотопов Hf в цирконе. Особенно эффективна комбинация датирования отдельного зерна циркона U-Pb методом с Hf-изотопией из тех же самых зерен (при изучении цирконов локальными изотопными методами – SHRIMP, SIMS и лазерная абляция), которая приводит к важной информации относительно источника пород, даже в том случае, когда все другие изотопные системы значительно нарушены или даже уничтожены.

Нами получены первые Lu-Hf изотопные данные (в комбинации с U-Pb-изотопными данными) методом лазерной абляции для цирконов Ильмено-Вишневогорского комплекса (ИВК) с целью изучения источников вещества. Так как Sm-Nd и Rb-Sr изотопные системы в породах ИВК были в значительной степени нарушены во время герцинской коллизии, использование Lu-Hf изотопной системы в цирконах, как наиболее стабильной и информативной, представлялось нам особенно актуальной.

Исследования Lu-Hf- и U-Pb-изотопных составов цирконов ИВК методом лазерной абляции были проведены нами в Национальном Центре геохимической эволюции и металлогении континентов (GEMOS) Университета Макьюри, г. Сидней, Австралия. Для U-Pb-датирования был использован ультрафиолетовый лазер UP213 «New Wave» и ICP-MS спектрометр Aligent-7500, для изотопного анализа гафния применяли лазер New Wave /Merchantek LUV213 в комплексе с MC-ICPMS Nu-Plasma. Анализы были выполнены с диаметром пучка 50 мкм. Время абляции – 100-120 сек, глубина кратера – 40-60 мкм.

Были изучены цирконы из миаскитов, миаскит-пегматитов и карбонатитов Вишневогорского массива, а также цирконы из доломитовых карбонатитов Булдымского массива.

Циркон в миаскитах, миаскит-пегматитах и карбонатитах Вишневогорского массива представляет собой полигенно-полихронные кристаллы, имеющие сложную историю преобразований, связанную с герцинской коллизией и постколлизийными метасоматическими процессами. Ранний циркон I, вероятно образующийся при кристаллизации миаскитового расплава, представляет собой ксеноморфные, слабопрозрачные зерна, часто с осцилляторной зональностью, не люминесцирующие в катодных лучах. Поздний новообразованный циркон II образует субидиоморфные зерна, прозрачные, с отчетливой люминесценцией в катодных лучах. Большая часть зерен цирконов представлена промежуточными разновидностями с различной степенью преобразования раннего циркона.

U-Pb-возраст кристаллизации раннего циркона I определен нами методом лазерной абляции в 411 ± 14 млн. лет (возраст 408 ± 8 млн. лет получен при U-Pb SHRIMP-датировании). Для позднего циркона II получен возраст 282 млн. лет. U-Pb-возраст цирконов из доломитовых карбонатитов Булдымского массива определен в 268 ± 6 млн. лет.

В ранних цирконах I Вишневогорского массива (в тех же зернах, по которым было проведено U-Pb датирование) определен изотопный состав Hf. Первичные отношения изотопов Hf (отражающие изотопный состав родоначальных магм комплекса) в ранних цирконах I, показывают незначительные вариации $((^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf})_{410} = 0,282617-0,282678, \varepsilon\text{Hf} = 3,5-5,7)$, соответствующие значениям умеренно деплетированной мантии, и имеют близкие значения в цирконах миаскитов, миаскит-пегматитов и карбонатитов, что указывает на единый источник их вещества.

Изотопы Hf определены также в зерне циркона II (с U-Pb-возрастом 282 млн. лет) из карбонатитов Вишневогорского массива. Циркон II значительно отличается от раннего циркона I высоким значением $((^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf})_{282} = 0,283055)$ и высоким $\varepsilon\text{Hf} = 16$, соответствующим значениям деплетированной мантии, показывая появления нового источника вещества, участвующего

в метасоматических преобразованиях миаскитов и карбонатитов.

Состав изотопов Hf в цирконах доломитовых карбонатитов Булдымского массива ($(^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf})_{268} = 0,282525-0,282555$, $\epsilon\text{Hf} = -0,2\dots-1,08$) близок хондритовым и отличается от цирконов миаскитов и карбонатитов Вишневогорского массива более низкими первичными $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ отношениями и ϵHf , что свидетельствует об участии в их формировании различных источников вещества.

Точки составов ранних цирконов ИВК на диаграмме $\epsilon\text{Nd}-\epsilon\text{Hf}$ находятся в пределах мантийного тренда («mantle arrial») в области развития обогащенных мантийных составов и нижнекорковых пород [2]. Лишь единственная точка (поздний циркон II из карбонатитов Вишневогорского массива) находится за пределами «terrestrial arrial», что иллюстрирует нарушение его изотопных систем во время коллизионных процессов. Первичные отношения изотопов Hf и Nd ИВК образуют на диаграмме дискретные поля составов. Миаскиты, миаскит-пегматиты и карбонатиты Вишневогорского массива имеют изотопные составы умеренно деплетированной мантии. Доломитовые карбонатиты Булдымского массива имеют изотопные параметры более обогащенного источника.

Для оценки времени генерации расплавов, т. е. времени отделения родительских магм ИВК от источника, вычислены модельные возраста T_{DM} и T_{DMC} . Модельный возраст T_{DM} для ранних цирконов ИВК составляют 790-880 млн. лет, что соответствует Sm-Nd модельным возрастам ИВК [1] и начальным стадиям распада суперконтинента Родиния. Модельный возраст T_{DM} и T_{DMC} для позднего циркона II – 270 млн. лет, что подтверждает его образование при постколлизионных метасоматических процессах.

Таким образом, Lu-Hf-изотопные данные, полученные по ранним генерациям цирконов ИВК (наряду с ранее полученными Sr-Nd изотопными данными [1]), свидетельствуют о мантийном источнике вещества магм ИВК и указывают на участие в магомгенерации вещества деплетированной мантии (DM) и, возможно, обогащенной мантии типа EM I, в результате смешения которых может быть получен весь спектр изотопных составов ИВК. Модельные возраста источников ИВК соответствуют начальным стадиям рифейского континентального рифтогенеза (распада суперконтинента Родиния), во время которого была сформирована рифейско-вендская кора (верхний структурный этаж Сысертско-Ильменогорского блока) и генерированы родительские магмы Ильмено-Вишневогорского комплекса.

Работа выполнена по целевой программе междисциплинарных проектов УрО РАН, СО РАН и ДВО РАН 2009-2011 г. № 09-С-5-1014.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прибавкин С.В., Недосекова И.Л. Источники вещества карбонатитов Ильмено-Вишневогорского комплекса по данным изотопии Sr и Nd в карбонатах // ДАН, 2006. № 3. Т. 408. С. 381-385.
2. Patchett P.J., Kouvo O., Hedge C.E., Tatsumoto M. Evolution of continental crust and mantle heterogeneity: evidence from Hf isotopes // Contributions to Mineralogy and Petrology, 1981. № 78. P. 279-297.