

**ГЕОХИМИЧЕСКАЯ, U-Pb И Hf ИЗОТОПНАЯ СИСТЕМАТИКА ЦИРКОНОВ ИЗ ГАББРОИДОВ ВОЛКОВСКОГО МАССИВА НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ**

**Аникина Е.В., Краснобаев А.А., Алексеев А.В., Бушарина С.В.**

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

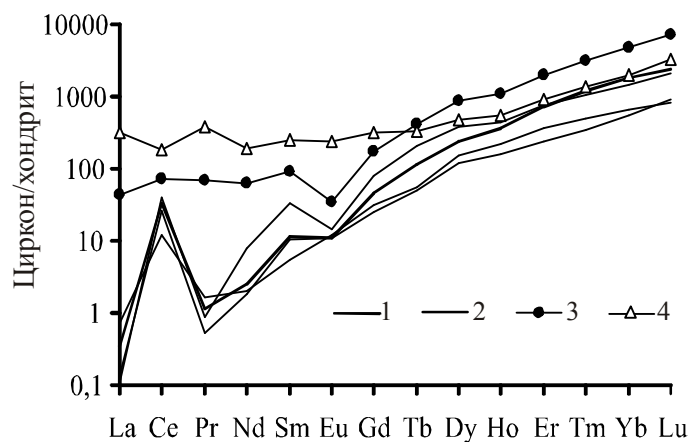
Золото-палладиевое оруденение (Баронское рудопроявление) приурочено к зоне развития такситовых оливиновых габброидов, переслаивающихся с клинопироксенитами и оливинитами в юго-западном эндоконтакте Волковского габбро-диоритового массива на Среднем Урале. Массив имеет сложное строение и состоит из серии габбровых и диоритовых блоков (интрузий) с собственной концентрически-зональной структурой и общим центриклинальным падением элементов залегания пород. Вмещающими породами в западном экзоконтакте массива являются метаморфизованные позднеордовикские базальты, превращенные в амфиболиты, роговики и кытлымиты. С востока массив окружен слабометаморфизованными островодужными вулканогенными породами позднесилурийско-раннедевонского возраста (Формации..., 1984).

При изучении Баронского рудопроявления нами были установлены закономерности петрологического контроля оруденения, выявлены рудовмещающие и пострудные габброиды и сформулированы петрографические, минералогические и геохимические признаки их сходства и различия (Аникина и др., 2005).

С целью определения возраста формирования пород и оруденения проведено систематическое изотопное и геохимическое изучение цирконов, выделенных из рудовмещающих такситовых оливино-анортитовых габбро (Пе-589) и из пострудных жильных лабрадоровых габбро (К1-16), секущих рудоносный разрез. Суммарный вес обработанных проб превышал 100 кг. Дробление проб производилось на новом, ранее не использованном оборудовании. Выделение цирконов с применением гравитационных и магнитных методов сепарации проводилось с соблюдением чистоты используемого оборудования, что исключает заражение проб чужеродным материалом.

Рудовмещающие оливин-анортитовые габбро содержат несколько популяций цирконов, различных по возрасту, структурным особенностям и геохимии. Наиболее древние ( $2706 \pm 24 \dots 984 \pm 23$  млн. лет) представлены единичными ксеногенными зёрнами. Цирконы позднерифейско-вендского ( $655 \pm 15 \dots 565 \pm 9$  млн. лет) и позднеордовикского ( $450 \pm 12$  млн. лет) возраста при морфологическом сходстве и одинаковом поведении U и Th, заметно различаются по составу изотопов Hf и распределению РЗЭ. В цирконах с возрастом  $655 \pm 15$  и  $565 \pm 9$  млн. лет  $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf} = 0,282391 - 0,282594$  (рис. 1) и  $\epsilon\text{Hf} = -3,8 \dots +3,4$ . Цирконы обеих возрастных групп характеризуются существенным обогащением тяжелыми РЗЭ ( $\text{La}_n/\text{Yb}_n < 0,001$ ), отчетливо проявленной положительной Ce ( $\text{Ce}/\text{Ce}^* = 10-81$ ) и отрицательной Eu ( $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,3-0,6$ ) аномалией (рис. 2). Такое распределение РЗЭ обычно наблюдается в цирконах магматического происхождения (Hoskin, 2005; Sapienza et al., 2007). Вероятно, что эти цирконы имеют один и тот же возраст кристаллизации ( $655 \pm 15$  млн. лет), а «омоложение» U/Pb датировок, сопровождающееся снижением концентраций U и Th, является следствием субсолидусных преобразований.

Цирконы с конкордантным возрастом  $450 \pm 12$  млн. лет имеют более высокое значение  $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf} = 0,282879 - 0,282924$  (рис. 1),  $\epsilon\text{Hf} = +10,6 \dots +12,2$  и характеризуются относительным обогащением легкими элементами ( $\text{La}_n/\text{Yb}_n = 0,009$ ), при незначительной величине Ce аномалии ( $\text{Ce}/\text{Ce}^* = 1,3$ ) (рис. 2). При этом  $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,4$ , что сопоставимо с



**Рис. 1. Распределение редкоземельных элементов в цирконах с конкордантным возрастом  $655 \pm 15$  млн. лет (1),  $565 \pm 9$  млн. лет (2),  $450 \pm 12$  млн. лет (3) и  $340 \pm 8$  млн. лет (4) из рудовмещающих оливин-анортитовых габбро.**

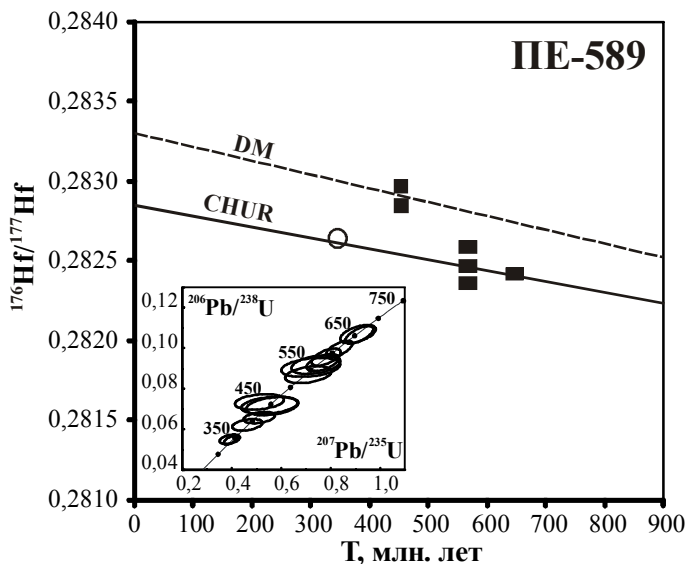


Рис. 2. Отношение  $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$  в пересчете на возраст и диаграмма с конкордией для цирконов из рудовмещающих оливин-анортитовых габбро.

позднеордовикского возраста (рис. 1). Пологий, с положительным наклоном спектр РЗЭ при отсутствии Ce и Eu аномалий (рис. 2) предполагает их гидротермальное происхождение.

В жильных лабрадорных габбро (проба К1-16) преобладают цирконы с конкордантными значениями возраста  $428 \pm 7$  млн. лет и  $341 \pm 8$  млн. лет. В цирконах силурийского возраста, отвечающих времени образования жильных лабрадорных габбро, содержания U и Th возрастают от центра к краям зерен, что согласуется с их кристаллизацией из расплава. Цирконы с карбоновыми датировками, по морфологии, содержанию и поведению U и Th идентичные одновозрастным цирконам в оливиновых габбро, вероятно, фиксируют время проявления наиболее молодого гидротермального события.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что цирконы с возрастом  $655 \pm 15$  млн. лет отвечают времени кристаллизации оливин-анортитовых габбро, а датировки  $565 \pm 9$  млн. лет являются «омоложенными» в результате потери свинца при субсолидусных преобразованиях. Датировки цирконов согласуются с полученным Sm-Nd – методом возрастом оливиновых габбро Кумбинского (561 млн. лет) и Денежкинского (493 млн. лет) массивов (Маегов и др., 2006), дунитов, верлитов и клинопироксенитов Кытлымского массива (551 млн. лет) (Попов и др., 2006).

Цирконы с возрастом  $450 \pm 12$  млн. лет в оливин-анортитовых габбро фиксируют время гидротермального (метасоматического) события, связанного, возможно, с гранитоидным или сиенитовым магматизмом, проявленным в Тагильской зоне в возрастном интервале 443–430 млн. лет (Ферштатер и др., 2007). Жильные лабрадорные габбро с возрастом кристаллизации  $428 \pm 7$  млн. лет могут принадлежать либо к гранитоидной, либо к сиенитовой магматической серии, а поскольку по геологическим данным эти габбро являются пострудными, можно заключить, что процесс формирования золото-палладиевого оруденения завершился к концу раннего силура. Зафиксированное в цирконах из оливин-анортитовых габбро с U-Pb датировкой  $450 \pm 12$  млн. лет метасоматическое событие может соответствовать времени рудообразования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 09-05-00911-а; 09-05-12035-офи\_м), Программы ОНЗ № 2 (проект № 09-Т-5-1011), № 10 (09-Т-5-1019) и Интеграционного проекта 09-И-5-2001.

установленным значением для докембрийских цирконов. Такой характер распределения РЗЭ обычно связывается с флюидным воздействием при гидротермальных (метасоматических) процессах (Hoskin, 2005; Sapienza et al., 2007). Морфология кристаллов, более высокие, чем в древних цирконах значения  $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$  и характер распределения РЗЭ позволяют считать эти цирконы новообразованными при гидротермальном процессе.

Цирконы с конкордантным возрастом  $343 \pm 8$  млн. лет существенно обогащены U и Th по сравнению с остальными разностями. При этом концентрации обоих элементов уменьшаются от центра к краю, либо при постоянном Th/U отношении, либо при его существенном уменьшении. Значение  $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf} = 0,282629$  в них ниже, чем в цирконах