

3. Феритатер Г.Б., Беа Ф. Геохимическая типизация уральских офиолитов // Геохимия, 1996. № 3. С. 195-218.

4. Феритатер Г.Б., Беа Ф., Пушкарёв Е.В., Гарути Дж., Монтеро П., Заккарини Ф. Новые данные по геохимии Платиноносного пояса Урала: вклад в понимание петрогенезиса // Геохимия. 1999. № 4. С. 352-370.

5. Феритатер Г.Б., Пушкарёв Е.В. Магматические клинопироксениты Урала и их эволюция // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1987. № 3. С. 13-23.

РЕЗУЛЬТАТЫ U-PB ДАТИРОВАНИЯ ЦИРКОНОВ ИЗ РУДОВМЕЩАЮЩИХ ГАББРО БАРОНСКОГО ЗОЛОТО-ПАЛЛАДИЕВОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ (ВОЛКОВСКИЙ МАССИВ)

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

**Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия*

e-mail: elena.anikina@igg.uran.ru

***Центр изотопных исследований ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург, Россия*

e-mail: elena_lepekhina@vsegei.ru

THE RESULTS OF U-PB ISOTOPIC DATING OF ZIRCONS FROM THE OLIVINE GABBRO CONTAINING BORONSKOE GOLD-PALLADIUM DEPOSIT (VOLKOVSKY MASSIF)

Anikina E.V.*, Krasnobaev A.A.*, Alekseev A.V.*, Busharina S.V.*, Lepekhina E.N.**

**Institute of Geology and Geochemistry UB RAS, Ekaterinburg, Russia*

e-mail: elena.anikina@igg.uran.ru

***Centre of Isotopic Research of VSEGEI, Sankt-Petersburg, Russia*

e-mail: elena_lepekhina@vsegei.ru

The results of U-Pb (SHRIMP II) isotopic dating of zircons from the Volkovsky massif olivine gabbro have been obtained and discussed in this report. The olivine gabbro incorporated with olivinite, wehrlite and clinopyroxenite in one rock sequence contains the Boronskoe gold-palladium deposit. The obtained ages vary in between 2700-340 Ma. According to morphological and geochemical features of the zircons they can be divided on the three groups: (T1) 2682±37 – 972±18 Ma; (T2) 655±11 – 445±11 Ma and (T3) 343±8 Ma respectively. T1 zircons are xenogenic and, probably, have mantle nature. The distinct geochemical changes in all range of T2 zircons (Neoproterozoic-Late Ordovician) reflect that their formation took place under the long high temperature recrystallization process during the olivine gabbro emplacement to the crust level. The age of the gold-palladium mineralization which formation was related with this emplacement, most probably is not younger than 440 Ma.

Волковский массив располагается на северном окончании крупного сложно построенного Тагило-Баранчинского массива. Он вмещает два типа оруденения – медь-железо-ванадиевое в северной части и золото-палладиевое – в южной. Основное различие двух типов оруденения состоит в количестве сульфидов, тогда как благороднометалльная специализация оказывается практически идентичной. Оба типа руд связаны с зонами такситов в оливиновых габбро, вопрос о природе которых является ключевым в решении проблемы рудогенеза. В данной работе рассматриваются вещественные характеристики пород, вмещающих золото-палладиевое оруденение, и результаты изучения в них цирконов с использованием ионного микрозонда SHRIMP II.

В строении массива преобладают оливиновые габбро, обладающие скрытой расслоенностью [4]. Сверху вниз по разрезу в них падает железистость оливина и растёт основность плагиоклаза. Характерные для массива высокие концентрации фосфора наблюдаются только в верхней части разреза и возрастают к его краевой части массива. Содержания стронция в породе и в

плагноклазе также увеличиваются в этом направлении. Диориты, образующие крупное тело в центральной части массива, рассматривались в ряде работ [2; 9 и др.] в качестве продуктов магматической дифференциации единой габбро-диоритовой интрузии. Однако, отчетливо интрузивный характер контактовых взаимоотношений габбро и диоритов, выраженный в образовании эруптивных брекчий с диоритовым цементом, а так же химическая дискретность основных и средних пород массива на петрохимических диаграммах, позволяют считать габбро и диориты разновозрастными образованиями [4]. Интрузии сиенитов с возрастом 430 млн. лет [7] прорывают габбро на северо-западе и юго-востоке массива.

Золото-палладиевое оруденение (Баронское рудопоявление) локализовано в западном эндоконтакте массива с метаморфическим комплексом мелкозернистых пород базитового состава – аповулканогенных роговиков (кытлымитов). Рудовмещающие породы представляют собой такситовые, обогащенные апатитом амфиболсодержащие оливиновые габбро и клинопироксениты с развитыми в подчиненном количестве телами верлитов и оливинитов. Между перечисленными породами существуют постепенные переходы с широкими структурно-текстурными вариациями, развитием пегматитов и полосчатых такситов. Для них характерны крайне низкие содержания хрома: в оливиновых габбро количество Cr_2O_3 не превышает 150 г/т, что существенно ниже, чем в различных габброидах ППУ, базальтах СОХ и островных дуг. В клинопироксенитах концентрация хрома остается на «габбровом» уровне, а в оливинитах уменьшается примерно на порядок. Клинопироксен во всех породах представлен высокоглиноземистым (Al_2O_3 от 4 до 8 %), низкокремниевым (SiO_2 от 48 до 50 %) диопсидом с железистостью 16-21%. При широких вариациях основных компонентов клинопироксен не обнаруживает зависимости состава ни от положения в разрезе такситовой зоны, ни от магнезиальности или меланократовости пород. Образование такого клинопироксена с отчетливо проявленной фассаитовой тенденцией интерпретируется либо как результат метасоматического преобразования дунитовых блоков под воздействием базальтового расплава [8], или как результат твердофазовой реакции между дунитом и габбро под воздействием водного флюида [1]. Весьма вероятно, что клинопироксен такого состава мог образоваться в результате субсолидусных процессов при сравнительно низкой температуре (ниже 1000°C) и при высокой фугитивности кислорода (на уровне буфера Ni-NiO) [10]. В качестве механизма формирования рудовмещающих такситовых пород может рассматриваться синдеформационная метаморфическая дифференциация оливиновых габбро при участии водного флюида. Однотипный характер распределения платиноидов во всех породах, позволяет считать оруденение наложенным и сформированным позже вмещающих пород.

Популяция цирконов, выделенная из рудовмещающих оливиновых габбро характеризуется широким диапазоном возрастных значений – от 2700 до 340 млн. лет, что перекрывает возрастную интервал цирконов из рудных габбро Волковского месторождения, изученных ранее [3].

Цирконы архейско-мезопротерозойского возраста ($2682 \pm 37 - 972 \pm 18$ млн. лет) представлены обломками кристаллов, часто имеющими округлую форму, и вероятнее всего являются ксеногенными образованиями. Для кристаллов позднерифейско-вендского ($655 \pm 15 - 565 \pm 9$ млн. лет) и позднеордовикского (450 ± 12 млн. лет) возраста характерны отчетливые кристаллографические формы зерен с четко проявленной зональностью. Наиболее молодые Т3 (343 ± 8 млн. лет) цирконы представлены идиоморфными удлиненно-призматическими зональными кристаллами.

Древние ксеногенные цирконы (рис. 2, Т1) характеризуются заметными, не связанными с изменением возраста вариациями содержания U (34-165 ppm), Th (5-171 ppm) и Th/U (0,15-1,47). Минимальные значения (Th/U = 0,15 и 0,29) характерны для зерен с предельно низкими концентрациями обоих элементов с возрастом 2064 ± 42 и 972 ± 18 млн. лет соответственно. В зерне 16 (рис. 1) новообразованный циркон в кайме обогащен Th в значительно большей степени, чем U, что выражается в резком (на порядок) увеличении в нем Th/U по сравнению с ядром (рис. 2). Геохимические особенности цирконов с возрастом Т1 не противоречат их мантийному происхождению. Вариации в них U, Th и Th/U могут отражать неоднородность состава порций расплава/флюида, образующегося при процессах частичного плавления мантийного вещества, а признаки растворения (рис. 1, зерно 5, 10) и преобразования (рис. 1, зерно 16) кристаллов свидетельствуют о меняющихся условиях их существования. Вместе с тем нельзя исключить и вероятность захвата цирконов из пород древнего фундамента по пути продвижения расплава в кору [7].

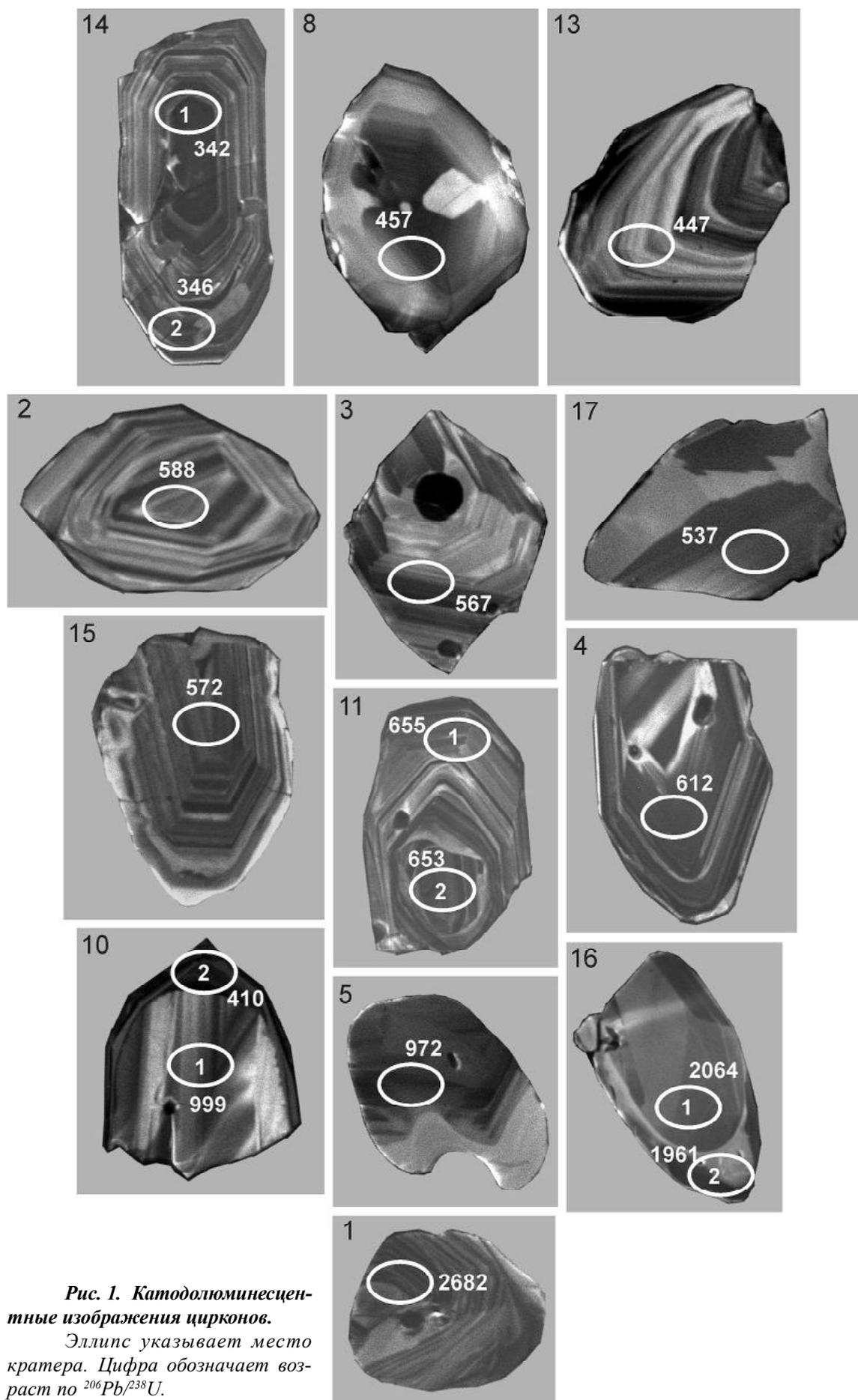


Рис. 1. Катодолюминесцентные изображения цирконов.

Эллипс указывает место кратера. Цифра обозначает возраст по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$.

Цирконы с позднерифейско-вендскими и позднеордовикскими датировками (655 ± 15 ; 565 ± 9 и 450 ± 12 млн. лет) характеризуются выдержанной во всем интервале зависимостью изменения состава от возраста. От более древних к более молодым существенно снижается содержание U (от 456 до 38 ppm), Th (от 638 до 20 ppm) при незакономерных вариациях Th/U в интервале от 1,63 до 0,42. Сходство морфологии, внутренней структуры и характер изменений состава цирконов во времени позволяет объединить их в одну генетическую группу и с большой долей вероятности утверждать, что их формирование происходило в однородной длительно эволюционирующей по составу среде, т.е. в едином процессе.

Таким процессом могут быть пластические деформации, сопровождающиеся высокотемпературной динамометаморфической перекристаллизацией протолита оливиновых габбро при выведении его в нижнюю часть коры.

Известно, что снижение U и Th/U отношения от ядер к краям зерен является характерным признаком метаморфических преобразований. Такой характер изменения состава циркона описан в различных гранулитах, эклогитах и гранатовых пироксенитах [11, 12 и др.].

Цирконовый возраст 655 – 565 млн. лет хорошо согласуется с возрастными датировками 561 млн. лет и 493 млн. лет для оливиновых габбро Кумбинского и Денежкинского массивов, полученными Sm-Nd изохронным методом [5]. Близкие значения – 551 млн. лет [6], дает изохрона, построенная по валовым пробам дунитов, верлитов и клинопироксенитов Кытлымского массива.

Самые молодые датировки цирконов в группе T2 – 450 млн. лет вблизи к возрастным значениям, полученным по цирконам из диоритов и сиенитов северной части Волковского массива и составляющим 440 и 430 млн. лет соответственно [7]. Наиболее молодой цирконовый возраст (около 420 млн. лет) установлен для анортозитов Черноисточинского массива [7]. В пределах Баронского рудопроявления дайки двупироксеновых габбро, амфибол-биотитовых анортозитов, диоритов различного состава и плагиигранитов, секущие рудовмещающие породы, имеют близкий к фоновому уровень содержания благородных металлов. Этот факт позволяет считать все перечисленные породы пострудными и следовательно, заключить, что возраст золото-палладиевого оруденения должен быть не моложе 440 млн. лет.

Цирконы возрастной группы T3 образуют как самостоятельные кристаллы, так и каймы обрастания на более древних зернах (рис. 1, зерно 10). Для них, как и для цирконов группы T2, характерно уменьшение с возрастом U, Th и Th/U, но при несколько более высоких содержаниях U (от 183 до 1750 ppm) и более низком ($< 0,1$) Th/U. Формирование цирконов с такими химическими характеристиками может фиксировать низкотемпературные метаморфические или гидротермально-метасоматические процессы, приводящие к широко проявленным в Волковском массиве зеленокаменным изменениям и широкому развитию кварц-кальцитовых прожилков.

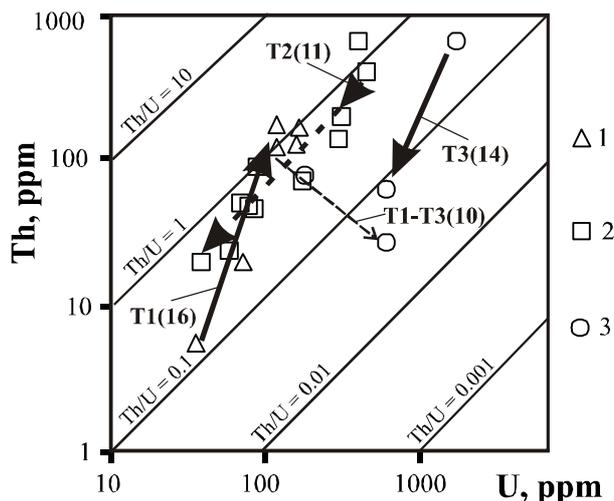


Рис. 2. Концентрации U и Th в цирконах.

1 – (T1) 2682 ± 37 – 972 ± 18 млн. лет; 2 – (T2) 655 ± 11 – 445 ± 11 млн. лет; 3 – (T3) 343 ± 8 млн. лет. Стрелками указано направление изменения состава циркона во времени (от центра к краю). В круглых скобках приведен номер зерна на рис. 1.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы ОНЗ РАН №2, Интеграционного проекта УрО РАН и СО РАН, грантов РФФИ № 09-05-00911-а и № 09-05-12035-офи_м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов А.А., Потапова Т.А., Берлибле Д.Г. Химическая эволюция пироксенов уральских габбро: роль барического, термического, кислородного и химического факторов // Геохимия. 1999. № 5. С. 466-485.
2. Кашин С.А. Медно-титаномагнетитовое оруденение в основных интрузивных породах Урала. М.: Изд-во АН СССР, 1948. 132 с.

3. Краснобаев А.А., Беа А., Ферштатер Г.Б., Монтеро П. Полихронность цирконов габброидов Платиноносного пояса Урала и проблема докембрия в Тагильском мегасинклинии // Доклады РАН. 2007. Т. 413. № 6. С. 785-790.
4. Маезов В.И. К петрологии Волковского месторождения медносульфидных и апатит-титаномагнетитовых руд (Средний Урал) // Уральский геологический журнал. 1999. № 5. С. 57-71.
5. Маезов В.И., Петров Г.А., Ронкин Ю.Л., Лепехина О.П. Первые результаты Sm-Nd датирования оливин-анортитовых габбро Платиноносного пояса Урала // Офиолиты: геология, петрология, металлогения и геодинамика. XII Чтения памяти А.Н.Заварицкого. Тез. докл. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. С. 110-113.
6. Попов В.С., Беляцкий Б.В. Sm-Nd возраст дунит-клинопироксенит-гьялаитовой ассоциации Кытлымского массива, Платиноносный пояс Урала // Доклады РАН. 2006. Т. 409. № 1. С. 104-109.
7. Ферштатер Г.Б., Краснобаев А.А., Беа Ф., Монтеро П., Бородин Н.С. История и геодинамические обстановки палеозойского интрузивного магматизма Среднего и Южного Урала (по результатам датирования цирконов) // Геотектоника. 2007. № 6. С. 52-77.
8. Фоминых В.Г., Краева Ю.П., Ларина Н.В. Петрология и рудогенезис Качканарского массива. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. 184 с.
9. Штейнберг Д.С., Еремина М.В. Новые данные по петрологии Волковского месторождения // Магматизм, метаморфизм и металлогения Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1963. Т. 1. С. 431-438.
10. Loney R.A., Himmelberg G.R. Petrogenesis of the Pd-rich intrusion at Salt Chuck, Prince of Wales island: an early Paleozoic alaskan-type ultramafic body // Canadian Mineralogist. 1992. V. 30. P. 1005-1022.
11. Rubatto D. Zircon trace element geochemistry: partitioning with garnet and the link between U-Pb ages and metamorphism // Chemical Geology. 2002. V. 184. P. 123-138
12. Sánchez-Rodríguez L., Gebauer D. Mesozoic formation of pyroxenites and gabbros in the Ronda area (southern Spain), followed by Early Miocene subduction metamorphism and emplacement into the middle crust: U-Pb sensitive high-resolution ion microprobe dating of zircon // Tectonophysics. 2000. V. 316. P. 19-44.

**ГАББРОИДЫ ОРЕФЬЕВСКОГО МАССИВА
(ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ): ПЕРВЫЕ U-Pb (SHRIMP-II)
ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ**

Анциферова Т.Н.*, Цыганков А.А.*, Лепехина Е.Н.,
Литвиновский Б.А.***, Бор-мин Джан******

*Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, Россия
e-mail: antsifer@gin.bscnet.ru

**Центр изотопных исследований ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, Россия

***Университет Негев им. Бен-Гурион, Беер-Шева, Израиль

****Геологический институт АН КНР, Пекин, Китай

**GABBROIDS OF THE OREFJEVSKY MASSIF (WEST TRANSBAIKALIA):
THE FIRST U-Pb (SHRIMP-II) GEOCHRONOLOGICAL AND GEOCHEMICAL DATA**

Antsiferova T.N.*, Tsygankov A.A.*, Lepekhina E.N.,
Litvinovsky B.A.***, Bor-ming Jahn******

*Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia
e-mail: antsifer@gin.bscnet.ru

**Centre of Isotopic Research of VSEGEI, Sankt-Petersburg, Russia

***Ben-Gurion University of Negev, Beersheba, Israel

****Geological Institute Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

Geochemical and geochronological studies of the Orefjevsky gabbroids were carried out. Basites are located among the Late Paleozoic granitoids of the Angara-Vitim batholith (AVB) (West Transbaikalia). Magmatism in western Transbaikalia proceeded in two stages: (1) the early stage (340-320 Ma