

## ГЕОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ УЛЬТРАОСНОВНЫХ КОМПЛЕКСОВ ХУЛГИНСКОГО БЛОКА (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Алексеев А.В.\*, Красностанов С.Е.\*\*\*, Чернецкая М.В.\*

\*Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия  
e-mail: alexeev@igg.uran.ru

\*\*ОАО «Сосьвапромгеология», Саранпауль, Тюменская обл., Россия

## GEOLOGY AND ORE-BEARING OF ULTRABASIC COMPLEX OF HULGINSKIY BLOCK (SUBPOLAR URAL)

Alexeev A.V.\*, Krasnostanov S.E.\*\*\*, Chernchekaja M.V.\*

\*Institute of Geology and Geochemistry UB RAS, Ekaterinburg, Russia  
e-mail: alexeev@igg.uran.ru

\*\*JSC «Sosvapromgeologia», Saranpaul, Tyumen region, Russia

Results of geological studying of the ultrabasic complexes of Subpolar Ural (Olysja-Mycur and Cinotvozh) are submitted. We are shown, that massive Olysja-Mycur will consist of two diverse complexes belonging to Platinum and Ophiolyte associations. Both files are chrome-bearing and have high industrial potential.

На Приполярном Урале офиолитовые комплексы проявлены достаточно слабо (по сравнению с другими районами). По сути, они выделяются лишь в пределах Хулгинского блока и представлены двумя ультраосновными массивами довольно сложного строения – Олыся-Мусюр и Синотвож (рис. 1).

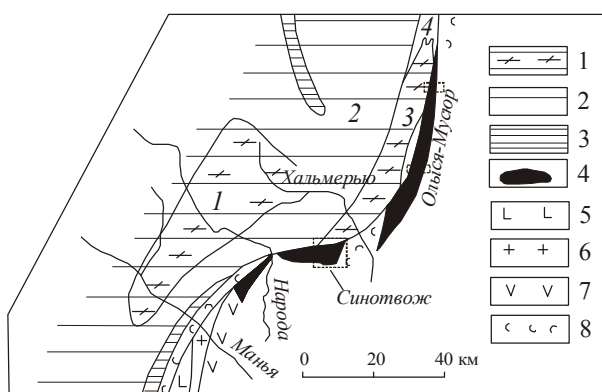


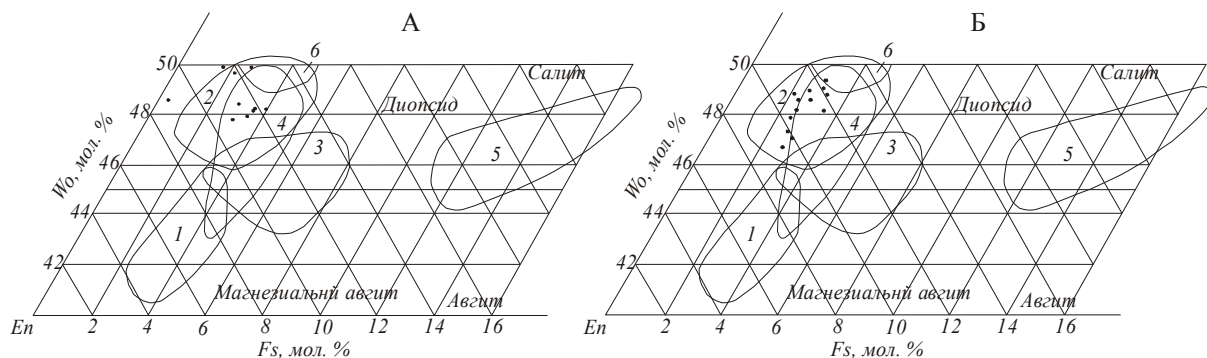
Рис. 1. Тектоническая схема Приполярного Урала (по А.В. Пейве и др.) и детально изученные участки массивов Хулгинского блока.

1 – раннепротерозойские метаморфические комплексы; 2 – рифейские метаморфические комплексы; 3 – нижне-среднепалеозойские метаморфические комплексы; 4 – комплексы офиолитовой ассоциации; 5 – комплексы платиноносной ассоциации; 6 – габбро-диабаз-диоритовый комплекс; 7 – Маньинский комплекс параллельных диабазовых даек и подушечных лав; 8 – среднепалеозойские нерасчлененные вулканогенно-осадочные комплексы. Цифры на карте: 1 – Хобейский гранито-гнейсовый купол (няртинский комплекс); 2 – Хальмерьюсский комплекс; 3 – Неркаюский комплекс; 4 – Парусиорский комплекс.

### КРАТКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МАССИВОВ

Массив Олыся-Мусюр протягивается в субмеридиональном направлении на 40-45 км при ширине от первых сотен м до 6 км. В его строении участвуют два комплекса пород [2]. На западе развит клинопироксенитовый комплекс, сложенный оливинными клинопироксенитами и клинопироксенитами с подчиненными жильными телами дунитов. Мощность комплекса от десятков м до 3-4 км. На востоке проявлен хромитоносный дунит-гарцбургитовый комплекс, представленный гарцбургитами с жильными телами дунитов (мощность комплекса от десятков м до 2-3 км). По контакту обоих комплексов развивается зона антигоритовых серпентинитов мощностью сотни м, максимально до 2-3 км. Вмещающими породами служат метаморфические породы раннего протерозоя на западе и девонские вулканогенно-осадочные комплексы.

Массив Синотвож расположен южнее и, очевидно, представляет собой продолжение массива Олыся-Мусюр, отделенное от последнего тектоническим блоком девонских пород. Массив имеет небольшие размеры (около 5×7 км), представлен хромитоносным дунит-гарцбургитовым комплексом.



**Рис. 2. Геохимические особенности клинопироксенов массива Олыся-Мусюр.**

А – распределение РЗЭ в оливиновых клинопироксенитах (1 – Синотвож, 2 – Олыся-Мусюр; 3, 5 – гора Соловьева, 4 – гора Денежкин камень) и клинопироксен-гранат-плагиоклазовых метасоматитах (6 – Олыся-Мусюр).

Б – изменение концентраций Sc, Th, Sr и La в клинопироксенитах из массивов дунит-клинопироксенит-габбровой серии в широтном сечении Среднего Урала [4]. Кругом показано положение массива Олыся-Мусюр, исходя из содержаний перечисленных элементов в клинопироксенитах.

гитовым комплексом пород (многие исследователи относят его к дунит-верлит-клинопироксенитовому). В его пределах развиты протяженные жильные тела верлитов и клинопироксенов, являющиеся, очевидно, более поздними образованиями. На западе массив контактирует с габбровой интрузией, по контакту с ней развивается зона клинопироксенов мощностью до первых сотен м.

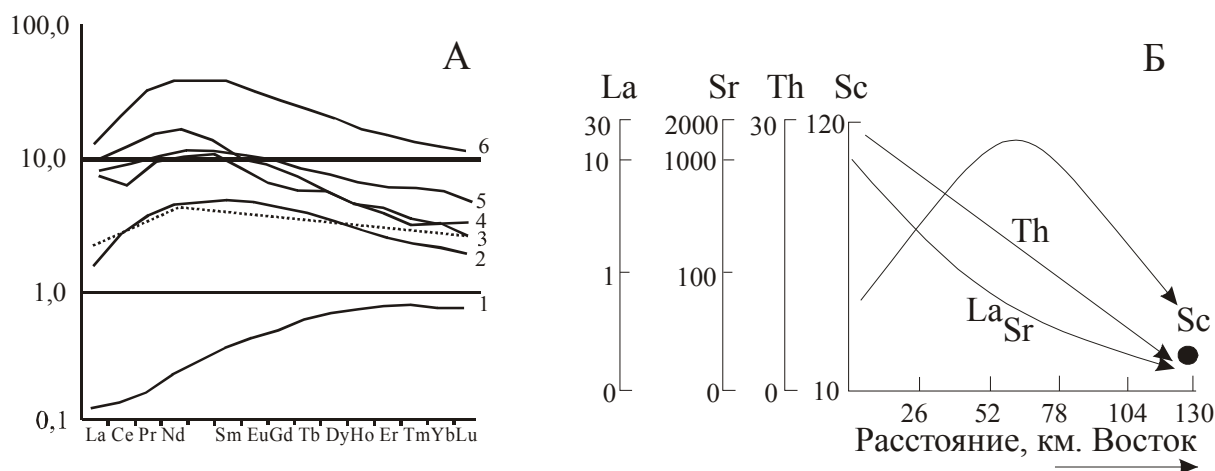
Массивы характеризуются крайне низкой степенью обнаженности, что затрудняет установление их геологического строения, выявление границ между комплексами и, в конечном итоге, выяснение степени рудоносности формационной принадлежности массивов. Наибольший интерес вызывает клинопироксенитовый комплекс Олыся-Мусюра, который большинство исследователей относит к дунит-верлит-клинопироксенитовому. Однако строение массива позволяет усомниться в этом. Проведенное нами детальное обследование массивов и аналитические работы позволили сделать новые выводы о их природе. В качестве материала для сравнения использовались данные по массивам Полярного (Рай-Из, Войкаро-Сыннинский и Сыум-Кеу) и Южного Урала (Хабарнинский), приведенные в работах [1, 4].

#### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение химического состава пород производилось рентгеноспектральным флуоресцентным методом на VRA-30 (ИГГ УрО РАН, аналитики Горбунова Н.П., Татарина Л.А., Власов В.П.) и методом ICP-MS (ИГГ УрО РАН, аналитик Лепихина О.П.), микрозондовые исследования состава минералов проведены в ГЕОХИ РАН (рентгеновский микроанализатор САМЕСА SX-100, аналитик Н.Н. Кононкова).

#### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Породы **клинопироксенитового комплекса** массива Олыся-Мусюр сложены в основном средне-мелкозернистыми оливиновыми клинопироксенитами с подчиненными телами дунитов. Клинопироксен – диопсид (рис. 2), практически всегда с большим количеством ламелл хроммагнетита по спайности (распад твердого раствора). В интерстициях клинопироксена развивается антигорит, в основном, очевидно, по оливину. Достаточно часто встречаются акцессорные зерна ильменита и в единичных случаях – хромшпинелида. В клинопироксенитовом комплексе Олыся-Мусюра наблюдается четко выраженное изменение железистости диопсида: от 10-11 % на контакте с породами рамы до 5-6 % на контакте с дунит-гарцбургитовым комплексом. Данные по монофракциям и валовому составу клинопироксенов (рис. 3А) показывают, что характер распределения РЗЭ полностью отвечает платиноносной ассоциации пород: дефицит тяжелых земель, отношение  $La_N/Yb_N > 1$ , более высокое суммарное содержание РЗЭ. Характерно



**Рис. 3. Фрагмент треугольной диаграммы Fs-En-Wo с полями клинопироксенов из ультраосновных массивов Полярного Урала.**

*А – клинопироксены из пород массива Олыся-Мусюр, Б – массива Синотвож.*

*Поля составов [1]: Клиннопироксены из ультраосновных комплексов Полярного Урала: 1 – магнетит-авгит гарцбургитового комплекса, 2 – диопсид дунит-гарцбургитового комплекса, 3 – диопсид дунит-верлит-клинопироксенитового комплекса, 4 – диопсид верлитовый и вебстеритовых жил, 5 – салилит из габбро-норитов, 6 – диопсид дунит-гарцбургитового комплекса Кемпирсайского массива.*

отсутствие в спектрах РЗЭ отрицательной аномалии Се, которая, по [4], проявлена во всех массивах Платиноносного пояса севернее Качканара. При изучении дунитовых фаций установлено, что оливин в них содержит высокие концентрации СаО – около 0,3 %, что также является признаком принадлежности комплекса к платиноносной ассоциации.

**Клиннопироксениты** массива Синотвож (с контакта дунитов и габброидов) представлены к/з мономинеральными породами. Клиннопироксен также представлен диопсидом, но лишен ламелей хроммагнетита, достаточно часто встречается аксессуарный хромшпинелид и оливин, однако ильменита не обнаружено. По химическому составу клинопироксены обоих массивов обладают определенными отличиями. Диопсид из пород массива Олыся-Мусюр по сравнению с синотвожскими характеризуется более низкими содержаниями хрома и алюминия (в среднем 1,0 %  $Al_2O_3$  и 0,1 %  $Cr_2O_3$  в диопсиде Олыся-Мусюра против соответственно 2,2 и 0,6 % в таковом на Синотвоже), но при этом содержание  $FeO_{сумм}$  и железистость минералов практически равны. Напрашивается вывод, что диопсид из клинопироксенитов Олыся-Мусюра изначально был более железистым, но часть железа, хрома и алюминия выделилась в виде хроммагнетитовых ламелл. По спектрам РЗЭ клинопироксениты Синотвожа отвечают офиолитовой ассоциации (рис. 3А).

Если брать в качестве материала для сравнения Хабаровинский массив, в котором также проявлены два комплекса пород [5], то можно сделать следующие выводы. В Восточно-Хабаринской (платиноносной) ассоциации идет последовательная смена пород: оливиновый клинопироксенит, затем – магнетитовый клинопироксенит, плагиоклазовый клинопироксенит и далее исит. Клиннопироксен во всех комплексах сильно различается по составу. Клиннопироксениты массива Олыся-Мусюр, исходя из вышеприведенной терминологии, принадлежат исключительно к оливиновым клинопироксенитам, более поздние комплексы отсутствуют (не вскрыты? или были уничтожены?).

**Дунит-гарцбургитовый комплекс.** На массиве Олыся-Мусюр сделать вывод о форме, условиях залегания и степени распространения дунитовых жил среди гарцбургитов невозможно из-за крайне низкой степени обнаженности массивов, однако эти показатели весьма важны для выяснения степени рудоносности массива. По описаниям образцов немногочисленных коренных выходов видно, что породы этого комплекса представлены преимущественно гарцбургитами с подчиненными дунитами, степень серпентинизации колеблется от 50 до 95 %, серпентин в основном представлен ранним  $\alpha$ -лизардитом, значительно реже появляется  $\beta$ -лизардит и хризотил с антигоритом.

В монографии [1] показано, что состав породообразующих оливинов (в первую очередь показатель железистости) из различных комплексов отличаются друг от друга. Взяв эти данные за основу и сравнив с полученными нами аналитическими результатами (рис. 3) можно сделать вывод, что восточная часть массива Олыся-Мусюр принадлежит к полосчатому дунит-гарцбургитовому комплексу.

Ультраосновная часть массива Синотвож была изучена более детально. Выяснилось, что в его пределах также развит дунит-гарцбургитовый полосчатый комплекс (это подтверждают и данные по составу породообразующего оливина), однако в нем присутствуют крупные жильообразные тела однородных дунитов, несущих хромитовое оруденение.

**Хромитовость массивов.** Хромитовое оруденение обоих массивов имеет весьма характерные черты. На массиве Олыся-Мусюр нами прослежены две рудоносные зоны, протягивающиеся в виде субпараллельных полос в дунит-гарцбургитовом комплексе. Подавляющее количество найденных хромитовых тел приурочено к ним. Рудные тела имеют форму жил, линз и гнезд, небольшие размеры (до первых метров по мощности и до сотни метров по простиранию). Текстуры руд массивные, реже вкрапленные, по составу преимущественно дунитового типа – высокохромистые. Достаточно часто отмечаются следы вторичных преобразований хромшпинелидов. Рудоносные зоны хорошо фиксируются по пониженной железистости породообразующего оливина.

Хромититы массива Синотвож представлены также несколькими рудоносными зонами, протягивающимися в субмеридиональном направлении, и залегающие в основном в крупных телах дунитов. Рудные тела имеют пластообразную форму, а нередко представлены зонами, насыщенными тонкими жилками и шпирками хромититов. Руды вкрапленные, дунитового типа – высокохромистые.

## ВЫВОДЫ

Реконструировать природу и последовательность становления различных комплексов массива Олыся-Мусюр на настоящий момент можно лишь по аналогии с другими, более изученными ультраосновными комплексами Урала. Мы предполагаем, что дунит-гарцбургитовая часть массива является реститом – тугоплавким остатком от исходного расплава. Клинопироксенитовый комплекс является наиболее ранней выплавкой, однако порожден он той же магматической камерой, или является продуктом самостоятельного очага – установить сейчас не представляется возможным. По нашему мнению, скорее второе, так как среди клинопироксенитов также отмечаются дунитовые тела, которые и являются (опять же, по нашему мнению) реститами.

Становление клинопироксенитового комплекса осуществлялось путем магматической кристаллизации и осаждения минералов, на что указывает постепенное понижение железистости клинопироксена от контакта с породами рамы к дунитовым фациям (реститам?). Клинопироксенитовый комплекс кристаллизовался позднее альпинотипного и оказал на него метаморфизирующее воздействие, выразившееся в появлении мощной контактовой зоны антигоритовых серпентинитов по дунитам и гарцбургитам. Рассматривая положение массива в структуре Урала, полезно привлечь данные по широтной геохимической зональности в платиноносном поясе по ряду элементов (рис. 3Б). Комплекс Олыся-Мусюр обеднен основными элементами и ложится в поле, характеризующее массивы к востоку от платиноносного пояса.

В целом, массив Олыся-Мусюр является еще одним примером совмещения в одном базит-ультрабазитовом комплексе двух различных ассоциаций – платиноносной и альпинотипной.

*Исследования выполнены при поддержке: гранта Президента России МК-2252.2007.5 и Программы отдела наук о Земле Президиума УрО РАН ОНЗ-2 «Фундаментальные проблемы геологии, условия образования и принципы прогноза традиционных и новых типов крупномасштабных месторождений стратегических видов минерального сырья», Конкурса научных проектов молодых ученых УрО РАН.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Макеев А.Б.* Минералогия альпинотипных гипербазитов Урала. СПб: Недра, 1992. 197 с.
2. *Пыстин А.М. и др.* «Отчет о результатах групповой геологической съемки масштаба 1: 50 000 на территории листов Q-41-99-Г-б,е; -100-В,Г; -111-Б-в,г,В,Г; -112-А,В,Г». Результаты геолого-съёмочных работ в бассейне рек Хальмерью, Балбанью на Приполярном Урале (Тыкотовская ГСП, 1976-1979). Воркута, 1981. (рукопись).

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