

4. Более перспективен на поиски медно-никелевых руд северо-западный эндоконтакт Довыренского массива, а на платиноиды – его центральная часть. Выявленные рудопроявления изучены слабо и на них следует ожидать значительный прирост запасов руд. Большой резерв для поисков представляют 13 габброидных массивов, выделенных вблизи Довыренского рудного поля. Прирост запасов руд ожидается и за счет флангов и глубоких горизонтов известных проявлений и пространств между ними, и участков комплексных геофизических и геохимических аномалий. Кроме того, в сульфидных рудах отмечены повышенные содержания элементов ЭПГ [5], рубидия до 3,8 г/т, рутения до 0,24 г/т; серебра до 16 г/т, селена до 23 г/т, теллура до 14 г/т). Дуниты перспективны для производства огнеупоров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булгатов А.Н. и др. Тектонические разломы Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1978. 112 с.
2. Дистанов Э. Г. и др. Холоднинское колчеданно-полиметаллическое месторождение в докембрии Прибайкалья. М.: Наука, 1982. 208 с.
3. Кислов Е.В. Йоко-Довыренский расслоен. массив. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1998, 166 с.
4. Нефедьев М.А. Строение и оценка перспектив рудных полей и месторождений по геофизическим данным. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2003. 206 с.
5. Орсоев Д.А. и др. Закономерности размещения и особенности состава платиноносных горизонтов Йоко-Довыренс. расслоенного массива // Доклады РАН. 1995. Т. 340. № 2. С. 225-228.

СТРУКТУРНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ХРОМОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В АЛЬПИНОТИПНЫХ ГИПЕРБАЗИТОВЫХ МАССИВАХ УРАЛА

Николаев В.И.

*Всероссийский институт минерального сырья, Москва, Россия
e-mail: vims_cr@mail.ru*

STRUCTURAL POSITION OF CHROMITE ORES IN THE URALS ULTRABASITE OF ALPINE-TYPE MASSIFS

Nikolaev V.I.

*All-Russian Institute of Mineral Resources, Moscow, Russia
e-mail: vims_cr@mail.ru*

In summary section of ophiolites alpine-type massifs in gradation of depletion and saturated dunites four structural complexes of rocks are singled out: lherzolite-harzburgite, harzburgite, dunite-harzburgite and dunite-wehrnite-clinopyroxenite. The degree depletion of peridotite and scales of dunites in complex of rocks are controlled by tectonic zone between gabbro of crust and mantle peridotite. Chromite ores in alpine-type massive form stable dunite-chromite association in structural complex of rocks. The scales of chromite ores depend from the scales of epigenetic dunites. Composition of ores chromite spinel depends from composition of host rocks. The increase Al_2O_3 in the host rocks is accompanied by its increasing in chromite spinel of chromite ores.

В обобщенном разрезе альпинотипных массивов снизу вверх выделяются: мантийные гипербазиты, дунит-верлит-клинопироксенитовый комплекс в нижней части, с так называемыми краевыми дунитами, и выше полосчатое и массивное габбро, которое принадлежит к коровым образованиям.

В составе мантийных перидотитов альпинотипных массивов присутствуют плагиоклазовые и двупироксеновые лерцолиты, истощенные и неистощенные гарцбургиты, последние подразделяются примерно по содержанию выше и ниже 20 % ортопироксена. Как правило, в разрезе массивов лерцолиты занимают самое нижнее положение, более высокое – неистощенные гарц-

бургиты и еще выше – истощенные гарцбургиты. Переходы между этими комплексами постепенные, также как и между дунит-верлит-клинопироксенитовым комплексом и габброидами [3, 4, 5].

Особенностью петрологии альпинотипных перидотитов является присутствие среди преобладающих гарцбургитов различных по морфологии и масштабам проявления эпигенетических дунитов, что приводит к необходимости выделения пород комплексного состава – структурно-вещественных комплексов (СВК) [2]. По насыщенности дунитами в составе мантийных перидотитов выделяются следующие структурно-вещественные комплексы: лерцолит-гарцбургитовый, в составе которого массивные или полосчатые неистощенные гарцбургиты с фрагментами лерцолитов; гарцбургитовый, с неистощенными гарцбургитами и сетью линейных, жилообразных и линзовидных тел дунитов; дунит-гарцбургитовый, представленный истощенными гарцбургитами с сетчато-полосчатыми и линзовидными телами дунитов; дунит-верлит-клинопироксенитовый (ДВК) – линзовидно-полосчатое переслаивание дунитов, верлитов, клинопироксенитов в нижней части часто с протяженными и мощными телами краевых дунитов.

Количество и размеры дунитовых обособлений возрастает коррелятивно со степенью деплетирования перидотитов, от лерцолитов, где небольшие тела дунитов встречаются крайне редко к истощенным гарцбургитам, где крупные массы дунитов в виде линз и штокообразных тел пронизывают и замещают гарцбургиты. Однако самые крупные массы дунитов отмечаются в составе ДВК комплекса, что обусловлено тектонической границей, проходящей между мантийными перидотитами и коровыми габброидами. Влияние этой зоны распространяется и на верхнюю часть разреза перидотитов, где наиболее часто наблюдается их высокая деплетированность в виде истощенных гарцбургитов с высоким содержанием дунитовых тел.

Во многих массивах сохраняются элементы в разной степени эродированной симметричной или ассиметричной антиформы на крыльях которой в перидотитах повышается насыщенность перидотитов дунитами и соответственно проявлениями хромитов. Постепенные переходы краевых дунитов в дуниты верхних частей перидотитов, геохимическое сходство дунитов всех СВК позволяет предполагать единый глубинный источник их формирования [3, 5].

Хромовое оруденение во всех СВК размещается в мелких или крупных телах дунитов, формируя устойчивую дунит-хромитовую рудную ассоциацию (формацию). В этой ассоциации наблюдаются различные соотношения хромовых руд и дунитов – от маломощных оторочек дунитов вокруг рудных тел в гарцбургитовом СВК, до крупных тел дунитов размером в первые квадратные километры в дунит-гарцбургитовом СВК, а также в виде мощных протяженных тел краевых дунитов, в которых рудные тела занимают незначительный объем.

В структурном положении хромового оруденения в обобщенном разрезе рудоносной части офиолитовой формации можно выделить шесть типов обстановок (рис. 1): 1) локализация в краевых дунитах дунит-верлит-клинопироксенитового СВК; 2) в крупных протяженных телах дунитов в верхней части разреза перидотитов в дунит-гарцбургитовом или гарцбургитовом СВК, приближенных и субпараллельных краевым дунитам; 3) в мелких и средних по размерам телах дунитов в гарцбургитовом СВК; 4) в крупных изометричных и неправильной формы телах дунитов в обширных полях пород дунит-гарцбургитового СВК, в разной степени насыщенного полосчатыми и сетчато-полосчатыми обособлениями дунитов; 5) в основании габброидов, непосредственно контактирующих с гарцбургитами; 6) в дунитах среди ДВК комплекса. Для каждого типа структурного положения хромитовой минерализации характерны свои особенности размеров рудных тел состава рудного шпинелида и масштабы оруденения.

Среди изученных и относительно сохранивших свой первоначальный состав массивов Урала наиболее часто хромовое оруденение локализуется в краевых дунитах (Верхне-Тагильский, Верх-Нейвинский и Хабаровский массивы), реже одновременно как в краевых дунитах, так и среди гарцбургитов (Войкаро-Сыньинский, Кракинские и Ключевской массивы), в остальных случаях – среди перидотитов, в которых преобладают различные по составу гарцбургиты.

В краевых дунитах наблюдается два морфологических подтипа хромового оруденения. Первый, наиболее распространенный – это протяженные хромитоносные зоны размером 1000-2000 м × 100-300 м, состоящие из нескольких (до 10) линзо-лентообразных эшелонированных тел длиной 100-200 м и мощностью 2-6 м с редковкрапленным оруденением со сгустками и шширами густовкрапленных и сплошных руд (массивы Сыум-Кеу, Войкаро-Сыньинский). Сред-

ние содержания Cr_2O_3 обычно низкие – от 6-8 до 16%. В рудном хромшпинелиде содержание Cr_2O_3 колеблется от 52 до 63%, Al_2O_3 7-11%, $FeO_{общ.}$ 20-25%.

Второй подтип представлен мелкими жилообразными телами и гнездами, часто образующими близрасположенные скопления. Длина рудных тел 5-15 м, редко до 80, мощность в среднем 0,5-3,0 м, до 7-11 м. Текстура руд разнообразная – вкрапленная, нодулярная, массивная, преобладают средневкрапленные разновидности с содержанием Cr_2O_3 35-40%. В рудном хромшпинелиде содержание Cr_2O_3 колеблется от 55 до 59%, Al_2O_3 10-12%, $FeO_{общ.}$ 16-18%. Запасы отдельных месторождений от 0,5 до 2,3 тыс. т. Среди них выделяется месторождение Первое Студеновское Верхне-Тагильского массива, запасы которого по сумме кат. $A+C_1+C_2$ составляют 52 тыс. т с содержанием Cr_2O_3 25%.

Второй тип локализации хромового оруденения по размерам и особенностям строения рудоносных зон близок к рудоносным зонам краевых дунитов. Размеры вмещающих дунитов в дунит-гарцбургитовом СВК достигают по протяженности 1000-2000 м при ширине 100-200 м. В гарцбургитовом СВК дуниты образуют маломощные оторочки рудных тел. Размещаются эти дуниты в краевых, верхних частях массивов. Длина рудных тел колеблется от 120 до 320 м, мощность – от 0,4 до 1,7 м, изредка до 8 м. Характерна уплощенно-линзовидная форма дунитовых тел, часто они образуют сближенные группы. Руды разновкрапленные, содержание Cr_2O_3 в рудах сильно колеблется в границах от 6 до 32%, составляя в среднем 15-19%. Состав рудного хромшпинелида зависит от вмещающего СВК – в дунит-гарцбургитовом содержание Cr_2O_3 50-53%, Al_2O_3 12-15%; в гарцбургитовом – Cr_2O_3 около 38%, Al_2O_3 25%. В обоих СВК содержание $FeO_{общ.}$ 16-20%. Ресурсы многих проявлений в дунит-гарцбургитовом СВК оцениваются достаточно высоко – от 2,5 млн. т (Кечпельское II, Войкаро-Сыньинский массив) до 7,5 млн. т (месторождение Курмановское, Алапаевский массив).

Для третьего типа рудных объектов, локализующихся среди неистощенных гарцбургитов во внутренних частях массивов характерным является то, что размеры дунитовых тел незначительно превышают размеры рудных зон часто дуниты образуют маломощные оторочки вокруг рудных тел. Форма рудных тел чаще линзовидно-уплощенная или неправильная. Размеры рудных тел протяженностью от первых метров до 100-300 м и мощностью от первых метров до 15-23 м. Руды разновкрапленные, в крупных телах отмечаются значительные участки густовкрап-

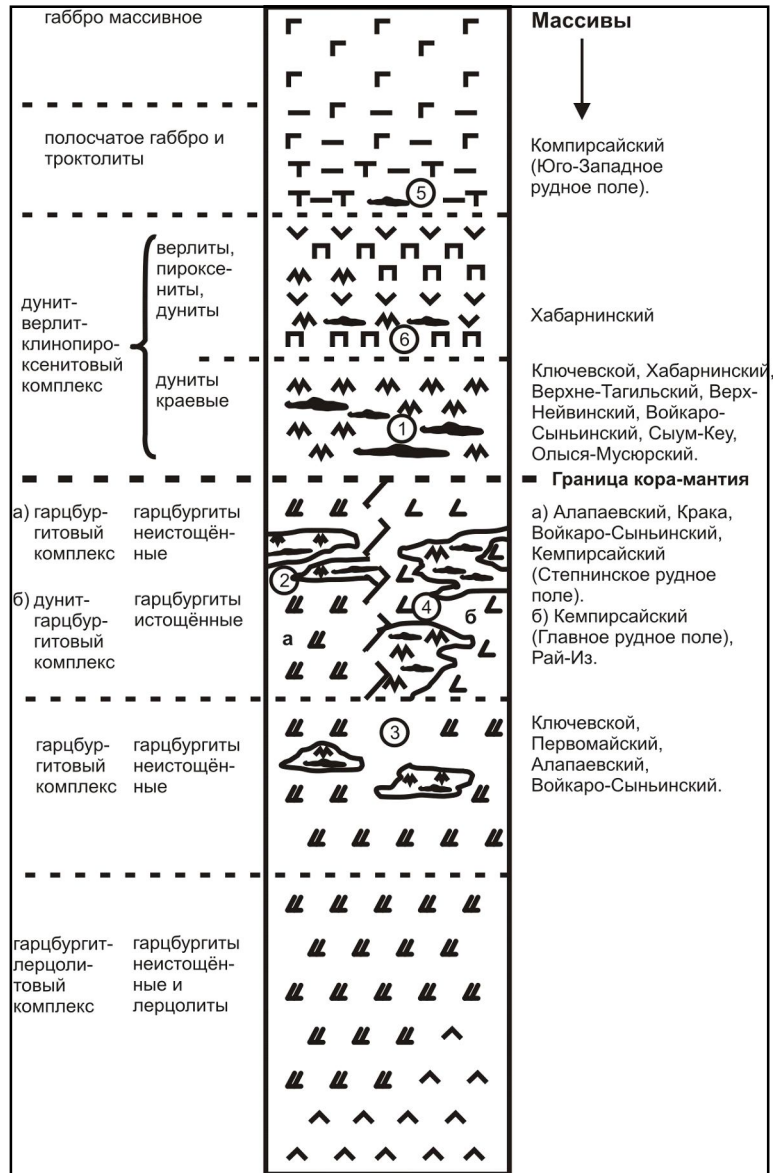


Рис. 1. Обобщенный разрез альпийского массива и положение в нем хромового оруденения.

ленных и сплошных руд. Содержание Cr_2O_3 в рудах от 14 до 45%, однако, характерными являются 24-28%). Содержание Cr_2O_3 в рудном хромшпинелиде 39-48%, Al_2O_3 23-26%, $FeO_{общ.}$ 16-22%. Запасы и ресурсы наиболее крупных месторождений достигают 180-300 тыс. т (месторождения Поденное III Алапаевского массива; Лекхойлинское I Войкаро-Сыньинского массива).

В четвертом и самом важном в промышленном отношении типе размеры рудных тел сильно варьируют – от незначительных до самых крупных в мире (Кемпирсайские месторождения в Казахстане). Масштабы рудоносности в этом типе зависят от объема истощенных гарцбургитов и развитых в их пределах дунитов. Так в массиве Рай-Из площадью 360 км² истощенные гарцбургиты составляют более 50 %, а площадь крупных тел дунитов составляет около 4 км². Площадь Главного рудоносного блока Кемпирсайского массива, сложенного истощенными гарцбургитами составляет около 400 км², а площадь гарцбургитов с пронизывающими и замещающими их дунитами – более 20 км². Текстуры, структуры и морфология руд чрезвычайно разнообразны, даже в одном теле можно встретить полосы и линзы мелко-средне и крупнозернистых руд с включениями единичных нодулей. В данном типе встречаются как бедные, так и самые богатые хромовые руды. Запасы отдельных месторождений – от первых десятков- сотен тон до многих десятков миллионов тонн. Содержание Cr_2O_3 в рудах данного типа месторождений от 25 до 50%, рудный хромшпинелид высокохромистый, содержание Cr_2O_3 в нем 58-63%, Al_2O_3 7-11%, $FeO_{общ.}$ 12-14%.

Многие особенности локализации хромового оруденения оказывают на единый источник их формирования и влияние литолого-тектонических факторов на состав хромовых руд. Такими особенностями являются:

1. Эпигенетический характер дунит-хромитовой ассоциации по отношению к вмещающим породам всех СВК.

2. Разнообразные текстуры и структуры хромовых руд (массивные, различной густоты вкрапленности, полосчатые, линзовидно-полосчатые, мелко-средне-крупнозернистые, нодулярные) встречаются во всех структурных обстановках.

3. Постоянно высокохромистый низкоглиноземистый состав рудного хромшпинелида в крупных массах дунитов (в краевых дунитах или в крупных телах дунитов Кемпирсайского и Райизского массивов) и низкохромистый повышенной глиноземистости среди неистощенных гарцбургитов и габброидов.

4. Предполагается, что изменение состава хромовой шпинели происходит в процессе движения хром-дунитового расплава и реакционного взаимодействия его с вмещающими породами. На это указывают следующие факты: при сближенном положении рудных концентраций в дунит-гарцбургитовом и гарцбургитовом СВК руды в первом обладают низким содержанием глинозема и высоким во втором, что коррелирует с разным содержанием глинозема во вмещающих дунит-хромитовую ассоциацию породах. Наиболее высокое содержание Al_2O_3 в хромовых рудах наблюдается на юго-западе Кемпирсайского массива, где рудные тела с маломощной дунитовой оторочкой залегают среди троктолитов.

Таким образом, размеры хромоворудных концентраций определяются масштабами и степенью деплетирования мантийных перидотитов, что выражается в локализации крупных месторождений с высокохромистыми рудами в обширных полях дунит-гарцбургитового СВК с высоким содержанием дунитов, мелких месторождений в гарцбургитовом СВК с мелкими и средними по размерам телами дунитов, отсутствие хромовых концентраций в гарцбургит-лерцолитовом СВК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Н.В., Кравченко Г.Г., Чупрынина И.И. Хромиты Кемпирсайского Плутона. М.: Наука, 1968. 178 с.
2. Реестр хромитопоявлений в альпийских ультрабазитах Урала / Отв. ред. Б.В. Первозчиков. Пермь, 2000. 473 с.
3. Рудник Г.Б. Петрогенезис ультраосновных пород Нуралинского массива на Южном Урале // Соотношение магматизма и метаморфизма в генезисе ультрабазитов. Наука, 1965. с. 68-100.
4. Савельева Г.Н., Савельев А.А. Войкаро-Сыньинский массив // Петрология и метаморфизм древних офиолитов. Новосибирск: Наука, 1977.
5. Савельева Г.Н. Габбро-ультрабазитовые комплексы офиолитов Урала и их аналоги в современной океанической коре / Тр. ГИН АН СССР. Вып. 404. М.: Наука, 1987. 243 с.