DOI: 10.24411/0869-7175-2019-10031

УДК 553.461(470.5)
© В.И.Николаев, 2019

Роль хромового оруденения в интерпретации генезиса полосчатого комплекса офиолитовой формации на примере уральских ультрабазитовых массивов

В.И.НИКОЛАЕВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М.Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»); 119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 31)

Рассмотрены гипотезы формирования дунит-верлит-клинопироксенит-габбрового (ДВКГ) комплекса офиолитовой формации. На примере ультрабазитовых массивов Урала показана генетическая связь хромитоносных дунитов ДВКГ комплекса с хромитоносными дунитами мантийных перидотитов. Предлагается гипотеза формирования ДВКГ комплекса в результате воздействия хромсодержащего расплава дунитов на основание коровых габброидов.
Ключевые слова: офиолиты, дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый комплекс, мантийные перидотиты, кумуляты, реститы, хромовые руды, пироксенизация, дунитовый расплав, генезис.

Николаев Владимир Иванович



vims_cr@mail.ru

The role of chromium mineralization in the interpretation of the genesis of the banded ophiolite complex formation on the example of the Ural ultrabasic massifs

V.I.NIKOLAEV (Federal state unitary enterprise «All-Russian Scientific-Research Institute of Mineral resources named after N.M.Fedorovsky»)

Hypotheses of formation of dunite-wehrlite-clinopyroxenite-gabbro (DVKG) complex of ophiolite formation are considered in the article. The genetic link of the chromite-bearing dunite DVKG complex with chromite-bearing dunite mantle peridotites is shown by the example of ultramafic massifs of the Urals. The author proposed the hypothesis of formation DVKG complex because of interaction of dunite melt with the base of crustal gabbro.
Key words: : ophiolites, dunite-wehrlite-clinopyroxenite-gabbro complex, mantle peridotite, cumulate, restite, chrome ore, pyroxenization, dunite melt, genesis.

Дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый комплекс в различных работах интерпретируется как кумулятивный, полосчатый, переходный, габброидный, расслоенный. В разрезе офиолитовой формации он занимает вполне определённое и постоянное положение между подстилающими мантийными перидотитами, чаще всего представленными гарцбургитами, и перекрывающими их коровыми габброидами. Его присутствие на этой границе не является обязательным, и коровый габброидный комплекс чаще непосредственно контактирует с мантийными перидотитами. В альпинотипных массивах Южного, Среднего и Полярного Урала этот комплекс проявлен достаточно широко. Среди 40 массивов, вошедших в Реестр хромитовых проявлений Урала [9], он присутствует в 16. В большинстве из них содержит мелкие месторождения или рудопроявления хромовых руд. Структурно полосчатый комплекс всегда располагается в краевых частях ультрабазитовых массивов. Постоянное отсутствие пород полосчатого комплекса в центральных частях массивов не может быть объяснено эрозионными процессами [10], а обусловлено его формированием на отдельных участках – крыльях антиформных рифтовых структур океанической коры. В большинстве массивов область распространения ДВКГ комплекса занимает лишь какую-то ограниченную в плане зону контакта мантийных перидотитов с перекрывающим габброидами. В Ключевском массиве он развит по южному краю, в массивах Средний Крака, Нурали, Рай-Из, Сыум-Кеу, Первомайский – по их восточным краям. В некоторых массивах ДВКГ комплекс занимает симметричное положение относительно центральных частей массива (массивы Войкаро-Сыньинский, Хабарнинский), однако особенности его строения на проти-

воположных краях массивов существенно различаются. Так, в Войкаро-Сыньинском при близком строении западной и восточной полос распространения ДВКГ комплекса западная отличается от восточной повышенной хромитоносностью. В Хабарнинском данный комплекс образует широкую полосу по восточному краю перидотитового ядра с многочисленными проявлениями хромовых руд и узкую прерывистую полосу по юго-западному без хромовых руд.

Изучению внутреннего строения полосчатого комплекса, его взаимоотношению с подстилающими и перекрывающими породами посвящено большое количество работ, одна из наиболее ранних – публикация Р.Г.Колмана [4]. В ней на основе анализа и обобщения большого количества разрезов офиолитовых комплексов перечислены основные разновидности пород, слагающих «переходную» зону, отмечается её слоистый характер, несовпадение полосчатости пород переходной зоны с полосчатостью подстилающих перидотитов, значительные колебания мощности и состава слагающих пород, характерная последовательность пород в разрезе комплекса, проявленная в смене снизу вверх оливиновых с хромитом слоёв (так называемых краевых дунитов) клинопироксен-оливиновыми и клинопироксен-оливин-плагиоклазовыми кумулятами, которые сменяются двупироксеновым габбро, норитами и габброноритами. Вся эта серия пород перекрывается массивным габбро, в котором нередко присутствуют лейкократовые дифференциаты.

Е.Е.Лазько [5], подтверждая изменчивость состава пород в разрезе полосчатого комплекса, отмечает следующие особенности его строения: микроструктура пород часто именуется кумулятивной, тем не менее она редко имеет типично кумулятивный облик и значительно чаще является деформационной, порфирокластической и даже гранобластовой, состав породообразующих минералов закономерно изменяется от краевых дунитов к пироксенитам, слагающим верхние части разреза, в этом направлении растёт железистость оливина от 6% (аналогичной дунитам гарцбургитовой части офиолитового комплекса) до 25%, содержание ферросилитовой составляющей в ортопироксене – от 10 до 30%, железистость клинопироксена – от 7,5 до 25%. В дунитах, расположенных в непосредственной близости от клинопироксенит содержащих пород, неизменно повышается их железистость. Краевые дуниты в некоторых случаях проникают в подстилающие гарцбургиты, переходя в типичные жильные дуниты дунит-гарцбургитового комплекса. В последнем случае они неотличимы от секущих гарцбургиты жильных дунитов гарцбургитового комплекса, что позволяет относить краевые дуниты не только к полосчатому, но и к ультрабазитовому комплексу. Наряду с генеральной закономерностью изменения состава пород в разрезе полосчатого комплекса в направлении от подошвы краевых дунитов к перекрывающим габброидам минеральная зональность проявляется в локальных ситуациях. Вокруг крупных ксенолитов габбро внутри дунитов полосчатого комплекса наблюдается зональность габбро-клинопироксенит-верлит-клинопироксенсодержащий дунит-дунит [5]. Аналогичная, но обратная зональность описана Г.Н.Савельевой [11] к востоку от восточной границы Хойлинского блока Войкаро-Сыньинского массива, где среди габброидов кершорского комплекса, перекрывающего полосчатый комплекс, расположена крупная линза дунитов, вокруг которой на контакте с габбро проявлена зональность дунит-верлит-клинопироксенит-габбро. В обоих случаях наблюдаются реакционные отношения между дунитом и габбро, приводящие к формированию пироксенитов и верлитов.

Относительно генезиса полосчатого комплекса существует большое количество гипотез. Так, Р.Г.Колман [4] рассматривал образование расслоенной серии в результате кумулятивных процессов в магме коматиитового состава, Г.Н.Савельева [11] – как результат кристаллизации расплава, выделившегося из перидотитов лерцолитового состава, а образование значительной части краевых дунитов как результат реститогенных процессов в кровле мантийных перидотитов.

Е.Е.Лазько, рассмотрев существующие гипотезы образования полосчатого комплекса, предположил, «что породы такситового комплекса могли сформироваться в результате взаимодействия подстилающих их метасоматических дунитов и перекрывающих габброидов» [5]. Это предположение отчасти совпадает с моделью автора данной статьи. Однако образование дунитов Е.Е.Лазько объясняет проработкой краевых зон гарцбургитового комплекса высокотемпературными водными флюидами. Образование хромовых руд в составе ДВКГ комплекса в этой модели не рассматривается.

С.А.Щербаков [13] на основе структурных исследований полосчатого комплекса и подстилающих его перидотитов Войкаро-Сыньинского массива пришёл к выводу о том, что ДВКГ комплекс представляет собой более позднее образование по отношению к подстилающим перидотитам, сформировавшееся в результате сложного взаимодействия процессов пластических деформаций, метасоматоза и иньекций габбровых выплавок, происходивших одновременно в зоне проскальзывания гарцбургитов относительно габброидов. Деформации в полосчатом комплексе носили характер вязкого скалывания, количество тектонических зон постепенно росло вверх по разрезу и достигало максимума вблизи контакта ультрабазитов с габброидами. Нижние ультрабазитовые горизонты полосчатого комплекса, по его мнению, образовывались за счёт существенно дунитового субстрата, образовавшегося по породам лежащего ниже дунит-гарцбургитового комплекса, ультрабазиты верхних горизонтов формировались путём кумулятивного осаждения кристаллов из базальтоидной магмы.

А.С.Варлаков [1] в специальной монографии, посвящённой происхождению ДВКГ комплекса, рассмотрел строение ряда уральских и зарубежных массивов офиолитовой формации, в которых присутствует ДВКГ комплекс. Критикуя представления о кумулятивном происхождении ДВКГ комплекса, а также его формировании под воздействием габброидных интрузий на мантийные перидотиты, он предложил гипотезу, согласно которой данный комплекс образуется в результате железо-магнезиального метасоматоза, протекавшего в зоне контакта габбро-габброноритовых интрузий с мантийными гипербазитами. Автор, к сожалению, не поясняет, что представляют собой растворы метасоматоза, как они образуются и почему образование ДВКГ комплекса и связанного с ним хромового оруденения происходит только по контакту габброидов и перидотитов.

Е.В.Шарков [12] по результатам изучения разреза ДВКГ комплекса в восточной краевой части Войкаро-Сыньинского массива пришёл к выводу о том, что ДВКГ комплекс мощностью более 3000 м представляет собой расслоенный интрузив, сформировавшийся в промежуточной камере над областью магмогенерации под зоной океанического спрединга. Однако он отметил, что кумулятивные структуры в породах комплекса проявляются редко и, по существу, представляют собой метаморфизованные интрузивные породы. В составе разреза Е.В.Шарков выделил два мегаритма мощностью 2100 и 1100 м и между ними переходную зону мощностью 500 м. По данным геологического картирования и изучения участка этого же разреза [11], нижний мегаритм занимает характерное для полосчатого комплекса структурное положение между подстилающими гарцбургитами и перекрывающими габброидами, которые Е.В.Шарков относит к верхней части нижнего мегаритма. Верхний представляет собой крупную линзу дунитов протяжённостью 4000 м и шириной в средней части 700 м, мощные зальбандовые части которой сложены линзовидно-полосчатым чередованием верлитов, дунитов и клинопироксенитов [11]. Западная зальбандовая часть этого переслаивания отнесена Е.В.Шарковым к переходной зоне.

Во всех этих гипотезах образования ДВКГ комплекса не рассматривается роль хромового оруденения в его генезисе. Однако хромовые руды вместе с вмещающими их дунитами представляют собой определённую петрографическую разновидность среди ультраосновных пород, являются составным членом их дифференциального ряда и не выходят за границы ультрабазитовых массивов [8]. Месторождения и рудопроявления хромовых руд в дунитах ДВКГ комплекса широко проявлены в ультрабазитовых массивах Урала (Хабарнинский, Ключевской, Алапаевский, Верх-Нейвинский и др.). И в разрезе, и на площадях распространения полосчатого комплекса участки с хромовым оруденением распространены локально и не образуют протяжённых горизонтов хромититов, характерных для стратиформных базит-ультрабазитовых массивов. Несмотря на разницу в строении разрезов полосчатого комплекса в различных массивах, объёма дунитов в их составе, характер хромового оруденения сохраняется во всех массивах. Преобладает линзо-пластообразная форма рудных тел, располагающихся кулисообразно в объёме дунитов, образуя своеобразный линейный штокверк, состоящий из сближенных или рассредоточенных мелких, реже протяжённых рудных тел, объединяемых обычно в рудные зоны. Простирание и падение рудных тел в целом совпадает с элементами залегания рудовмещающих дунитов. Преобладают тонко-мелкозернистые бедновкрапленные руды полосчатой, линзовидно-полосчатой текстуры с полосами, шлирами, мелкими линзовидными телами средне-густовкрапленных и сплошных среднезернистых руд. При преобладании полосчатых текстур отмечаются нодулярные, пятнистые, брекчиевые, полосчатые плойчато-деформированные, характерные и для месторождений дунит-гарцбургитового и гарцбургитового комплексов. Рудный хромшпинелид по составу высокохромистый, повышенной железистости.

Близким аналогом хромового оруденения в полосчатом комплексе является оруденение в линзо-пластообразных телах дунитов среди пород дунит-гарцбургитового комплекса, которые по особенностям строения дунитов, приуроченному к ним хромовому оруденению и структурному положению, часто вблизи краевой части гарцбургитового ядра массива, условно выделены в тип близкраевых [7].

Этот тип хромитоносных дунитов достаточно широко проявлен в ультрабазитовых массивах Полярного Урала и практически не известен на Среднем и Южном Урале. Наиболее типичными представителями рудных объектов на Полярном Урале являются рудопроявления Лаптапайские II, III, IV в одноимённом блоке Войкаро-Сыньинского массива, рудопроявления Правоюньягинской площади в Пайерском блоке этого же массива и рудопроявления Енгайского рудного поля массива Рай-Из. Вероятно, к этому же типу относится крупное рудопроявление Нурали одноимённого массива на Южном Урале. Характерные черты строения рудных объектов данного типа – структурное положение крупных уплощённо-линзовидных тел хромитоносных дунитов среди гарцбургитов в краевой части ультрабазитовых массивов, их субпараллельная границе массива ориентация, морфология рудных залежей, состав, структура и текстура руд аналогичны хромовым рудам полосчатого комплекса. Сравнение составов рудных шпинелей полосчатых комплексов массивов Хабарнинский и Ключевской с составами рудных шпинелей хромититов в близкраевых дунитах (Правоюньягинские рудопроявления в Войкаро-Сыньинском массиве, Енгайские в массиве Рай-Из) дунит-гарцбургитового комплекса показаны в табл. 1.

1. Составы рудного хромшпинелида месторождений и рудопроявлений базит-ультрабазитовых массивов альпинотипного типа

Компоненты	Альпинотипные массивы				
	Месторождения в дунитах дунит-гарцбургитового комплекса	Рудные объекты в дунитах ДВКГ комплекса		Рудные объекты в близкраевых дунитах дунит-гарцбургитового комплекса	
	Кемпирсайский массив, Юго-Восточное рудное поле	Ключевской массив, Южное рудное поле	Хабарнинский массив, месторождение 5/II	Войкаро-Сыньинский массив, Правоюньягинские рудопроявления	Массив Рай-Из, Енгайские рудопроявления
Cr_2O_3	59,6–62,9	56,6–61,2	50,84–54,24	54,78–63,05	51,12–59,72
Al_2O_3	5,8–11,2	8,5–11,8	12,0–14,3	5,32–10,50	9,71–14,28
Fe_2O_3	1,9–2,9	2,1–6,0	4,5–6,64	2,10–6,43	Н.д.
FeO	9,5–14,7	11,4–21,23	11,82–17,0	12,42–23,09	24,56
MgO	13–16	10,7–14,1	11,5–14,44	7,52–13,50	8,24–14,40
TiO_2	0,13–0,26	0,10–0,25	0,30–0,48	0,11–0,29	0,08–0,27
Железистость оливина рудовмещающих дунитов, *f*	6,0–9,5	6,0–12,0	8–10; 16–22	9,5–10,8	Н.д.

Название «дуниты близкраевые» достаточно условно. В южной рудоносной полосе массива Рай-Из, кроме этого типа дунитов, развиты и другие типы хромитоносных дунитов. Так, Центральное месторождение расположено в крупном 500×500 м в плане штокообразном теле дунитов, в линзо-пласто-линзообразных телах дунитов локализованы месторождения Западное и 214 с богатыми рудами, не характерными для руд в близкраевых дунитах. Размещение хромитоносных дунитов в краевых частях альпинотипных массивов является общей тенденцией для всех типов хромового оруденения. Совмещённость разных типов в одной рудоносной полосе и близость некоторых из них к породам ДВКГ комплекса могут указывать на генетическое единство всех разновидностей хромитоносных дунитов.

Наиболее ярким примером подобия и одновременного проявления хромового оруденения в краевых и близкраевых дунитах являются рудопроявления Лаптапайского блока Войкаро-Сыньинского массива. В табл. 2 сопоставлены параметры дунитов, рудных зон, рудных тел и хромовых руд рудопроявления Двуглавое в краевых дунитах и Лаптапайского II в близкраевых. В рудопроявлениях близки составы рудных хромшпинелидов. При повышенной железистости (FeO 15,71–20,56%) в рудах Двуглавого рудопроявления обладают близкими значениями содержаний Cr_2O_3 и Al_2O в рудном хромшпинелиде (в %): в Двуглавом Cr_2O_3 58,59–60,77, Al_2O_3 7,41–8,50, в Лаптапайском II Cr_2O_3 54,40–58,66 и Al_2O_3 6,67–9,59.

Группа Енгайских рудопроявлений на юге массива Рай-Из примечательна тем, что она входит в южную хромитоносную полосу массива, объединяющую разнотипные месторождения и крупные рудопроявления в породах дунит-гарцбургитового комплекса. Группа из шести Енгайских рудопроявлений расположена в 5 км к востоку от крупного месторождения Центральное. Рудные тела локализованы в узких дунитовых телах, параллельных южной границе массива. Самое южное Енгайское II расположено непосредственно у границы массива, а остальные пять к северу от него на равном расстоянии около 800 м друг от друга. Длина крутопадающих тел дунитов от 500 до 1200 м, мощность от 50 до 270 м. Каждое из них содержит от одного до шести рудных тел уплощённо-линзовидной формы, залегающих кулисообразно и параллельно контактам дунитового тела. Длина рудных тел от 10 до 120 м, мощность от 0,4 до 2,7 м, ширина рудных зон достигает 120–140 м. Содержание Cr_2O_3 в рудах от 6,08 до 11,6% и только в одном рудопроявлении с небольшими ресурсами – 31,6%. Состав хромшпинели этих рудопроявлений вполне сопоставим с рудными шпинелями полосчатых комплексов массивов Ключевской и Хабарнинский (см. табл. 1). Юньягинские рудопроявления Войкаро-Сыньинского массива (Западное, Центральное и Восточное) расположены в крупном дунитовом теле протяжённостью 3000 м и мощностью от

80 до 300 м. Простирание дунитов параллельно краю массива, от габброидов кершорского комплекса они отделены полосой гарцбургитов шириной 300–500 м, перекрываются также гарцбургитами, под которые они падают под углом около 30°. Самое крупное Западное рудопроявление содержит рудную залежь длиной 350 и мощностью 80–100 м. Она состоит из серии коротких субпараллельных линзообразных тел длиной до нескольких десятков метров и мощностью 0,7–3,5 м, «разбросанных» по всей мощности рудной зоны и разделённых дунитами с повышенной вкрапленностью хромшпинели. Форма рудных тел уплощённо-линзовидная, руды бедновкрапленные с мелкими линзами и шлирами средне-густовкрапленных, неяснополосчатой, лизовидно-полосчатой текстуры. Содержание Cr_2O_3 в рудах от 12 до 29,3%, при среднем 21%. Состав рудной шпинели этих рудопроявлений аналогичен рудам полосчатого комплекса (см. табл. 1). Описанные рупроявления в близкраевых и краевых дунитах обладают достаточно крупными рудоносными зонами и ресурсами бедных руд. Близкое структурное положение, состав дунитов, аналогичное строение рудных зон, рудных тел и состав руд позволяют рассматривать рудоносные дуниты полосчатого комплекса и расположенные в краевой части мантийных перидотитов близкраевые дуниты как генетически единые образования. Несмотря на относительно низкие содержания Cr_2O_3 5–30% (преобладающие 8–15%) в хромовых рудах данных типов месторождений и рудопроявлений, их объём весьма значителен. В Ключевском массиве суммарный объём оценённых ресурсов рудопроявлений в краевых дунитах при содержании Cr_2O_3 6,76–10,78% составляет более 40 млн т. Запасы месторождения 5/II в Хабарнинском массиве с содержанием Cr_2O_3 15,31% оценены в 189 тыс. т. По этим параметрам данные месторождения вполне сопоставимы с объёмами и содержаниями в рудах близкраевых дунитов. Ресурсы рудопроявления Енгайское в массиве Рай-Из с содержанием Cr_2O_3 11% оценены в 770 тыс. т.

Эпигенетический характер дунитов, в том числе и близкраевых хромитоносных, внутри мантийных перидотитов вне зависимости от взглядов на их генетическую природу признаётся большинством исследователей. Показанные аналогии между хромитоносными дунитами полосчатого комплекса и близкраевыми дунитами мантийных перидотитов позволяют считать эпигенетическими и дуниты ДВКГ комплекса. Эпигенетический характер краевых дунитов по отношению к подстилающим мантийным перидотитам проявляется в проникновении жильных апофиз краевых дунитов в подстилающие гарцбургиты, а по отношению к перекрывающим габброидам – в формировании зональности верлит-клинопироксенит-габбро по внешним границам линз дунитов внутри габбро [11] и образовании аналогичной зональности по внешним границам блоков габбро внутри дунитов полосчатого комплекса [5].

Образование пироксенитов в результате воздействия расплава дунитов на вулканиты основного состава как одну из основных моделей рассматривал О.К.Иванов при анализе геологического строения платиноносных массивов Урала [3].

Положение пород ДВКГ комплекса в офиолитовом разрезе определяется тектонической границей мантийных перидотитов и коровых габброидов, признаками которой, по С.А.Щербакову, является усиление пластических деформаций, синхронных процессу образования полосчатого комплекса, растущих вверх по разрезу и достигающих максимума вблизи контакта ультрабазитов с габброидами. По данным Г.Н.Савельевой, тектонический характер границы Мохо фиксируется невыдержанной мощностью слоёв пород, слагающих полосчатый комплекс, выклиниванием их по простиранию, высокотемпературными деформациями пород, выраженными бластомилонитами, складками течения, мегабрекчиевым строением отдельных участков разреза. На востоке Хабарнинского массива тектоническая граница между пироксенитами и габброидами выражена метаморфизованными клинопироксенитами-тылаитами [2].

Интрузивным характером дунитов объясняются и другие особенности строения и состава пород полосчатого комплекса. Внедрение дунитов на границе мантийных перидотитов и перекрывающих габброидов в условиях тектонических движений между ними приводит к сложным магмо-метасоматическим процессам. Ввиду близости состава с подстилающими перидотитами они не оказывают на них существенного влияния. Взаимодействие с перекрывающими габброидами приводит к формированию сложного чередования пород дунит-верлит-клинопироксенит-габбрового состава. Наиболее интенсивным процессом является пироксенизация, масштаб проявления которой – от рассеянной вкрапленности, мелких струек, линз и прослоев небольшой мощности до образования горизонтов в первые десятки метров. Образование таких горизонтов, как и других пироксенсодержащих пород полосчатого комплекса предполагается за счёт метасоматической переработки дунитовым расплавом отслоенных горизонтов и блоков габброидов, перекрывающих мантийные перидотиты. Последнее подтверждается увеличением объёма клинопироксенитов от мантийных перидотитов к коровым габброидам. В результате взаимодействия расплава дунитов на габбро из образующихся расплавов формируются слоистые серии с кумулятивными структурами. Неравномерное остывание отдельных очагов и тектонические подвижки приводят к формированию жильной серии, в целом близкой составу расслоенного комплекса. Жильная серия полосчатого комплекса Хабарнинского массива представлена автометасоматическими верлитами, клинопироксенитами, флогопит-пироксенитами, габбро и магматическими исситами [2]. Пересечение дайками

2. Параметры рудопроявлений в краевых и близкраевых дунитах Лаптапайского блока Войкаро-Сыньинского массива

Параметры	Рудопроявления	
	Двуглавое (в краевых дунитах)	Лаптапайское II (в близкраевых дунитах)
Размеры дунитовых тел, м	600×1000–1500	120–230×1250
Размеры рудных зон, м	300×1000	40–80×800
Количество рудных тел	10	16
Длина рудных тел, м	200–350	50–300
Мощность рудных тел, м	0,8–31	0,9–20
Морфология рудных тел	Уплощённые линзы	Уплощённые линзы
Текстура руд	Шлирово-полосчатая, прожилково-вкрапленная	Струйчато-полосчатая, шлирово-полосчатая
Содержание Cr_2O_3 в рудах (в среднем), %	5,03–33,29 (7,16)	5,08–35,94 (18,46)
Содержание Cr_2O_3 в рудном хромшпинелиде, %	56,99–59,02	54,4–58,66

габброидов пород полосчатого комплекса позволило считать габброиды более поздними образованиями по отношению к полосчатому комплексу. На вероятность метасоматической переработки отслоенных горизонтов и блоков габброидов дунитовым расплавом указывают гнездообразные и шлирообразные тела верлитов, оливиновых клинопироксенитов и клинопироксенитов среди дунитов, развитых в пределах дунитов на востоке Хабарнинского массива. Мощность таких блоков изменяется от 0,5 до 50 м, протяжённость до 250 м, внутри них сохраняются обособления пегматоидного габбро и оливиновых габбро-пегматитов.

Несмотря на увеличение железистости оливина дунитов вверх по разрезу полосчатого комплекса, все дуниты ДВКГ комплекса несомненно являются генетически едиными образованиями, что подтверждается проявлением однотипного хромового оруденения во всём его разрезе. В Хабарнинском массиве рудопроявления хромитов установлены не только в краевых дунитах, но и в дунитах зоны переслаивания их с пироксенитами.

Процессы, происходящие при внедрении расплава дунитов на границу Мохо достаточно сложные. Интрузивный характер дунитов полосчатого комплекса подтверждается: во многих случаях их огромными массами, локальностью проявления в структурах альпинотипных массивов; приуроченностью к тектонической границе кора–мантия; реакционными отношениями с перекрывающими габброидами; большими объёмами хромовых руд, не отличимых по многим параметрам от хромитов мантийных перидотитов. Некоторой особенностью хромовых руд полосчатого комплекса (так же как и руд в близкраевых дунитах) является характерная для них линзовидно-полосчатая морфология рудных тел, что согласуется с субслоистым строением всего полосчатого комплекса, структура пород которых соподчинена (контролируется) тектонической границей Мохо.

Одними из основных аргументов в пользу эпигенетического, интрузивного характера дунитов полосчатого комплекса являются морфология и состав хромового оруденения, входящего в состав этого комплекса, по своим параметрам аналогичного оруденению в близкраевых дунитах мантийных перидотитов, присутствие хромового оруденения в составе полосчатого комплекса трудно объяснить с других позиций. Приведённые материалы позволяют рассматривать образование полосчатого комплекса за счёт реакционного взаимодействия магматических хромитоносных дунитов с коровыми габброидами.

Естественно, данная гипотеза образования ДВКГ комплекса затрагивает вопрос о генетической природе дунитов альпинотипных массивов. Теоретические и экспериментальные данные как будто указывают на невозможность формирования дунитового расплава. Однако структурные взаимоотношения дунитов и вмещающих пород говорят об интрузивном характере дунитов. Такими фактами являются: огромный объём дунитов в некоторых массивах и их несогласное залегание по отношению к вмещающим перидотитам; резкие в большинстве случаев границы дунитовых жил, линз, штокверков дунитов без какого-либо влияния на вмещающие перидотиты; движение дунит-хромитового расплава, зафиксированное в текстурах рудных тел,

рассмотренное Г.Г.Кравченко на примере рудных тел Кемпирсайского массива [8]; смешение текстурных разновидностей руд, как пример, захват единичных или группы нодулей вкрапленными рудами; деформация нодулей при сближении и давлении друг на друга; сложная морфология рудных тел, указывающая на их формирование в результате давления рудоносного расплава на вмещающие породы. Приведённые факты побуждают исследователей к поиску новых идей образования дунит-хромитового расплава. Одна из современных гипотез – образование расплава под воздействием флюидно-водных растворов на деплетированную мантию над зоной погружающихся блоков океанической коры. Отражением этих флюидов является наличие первичных микровключений амфибола, флагопита в рудном хромшпинелиде [14, 15].

Краевые дуниты ДВКГ комплекса как хромитоносные, так и безрудные во многих альпинотипных массивах пространственно сближены с дунитами гарцбургитовых комплексов и не только с близкраевыми, как это описано выше, но и с хромитоносными дунитами других комплексов. На севере Алапаевского массива краевые хромитоносные дуниты с рудопроявлениями Малокаменское, Баканов Ключ входят в одно рудное поле с дунитами гарцбургитового комплекса с месторождениями Вершина Алапахи и Третий Поденный Рудник. В настоящее время не установлено отличий между дунитами различных комплексов альпинотипных массивов. Понижение содержания никеля в дунитах ДВКГ комплекса объясняется повышением их железистости, что в свою очередь связывают с влиянием клинопироксенитов и габбро на состав дунитов. Пространственная сближенность хромитоносных дунитов различных структурных комплексов, формирование в них однотипных текстурных разновидностей хромовых руд могут указывать на одновременное образование хромитоносных дунитов ДВКГ комплекса с дунитами дунит-гарцбургитового и гарцбургитового комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Варлаков А.С* Дунит-верлит-клинопироксенитовый комплекс и его происхождение. – Екатеринбург, 1996.
2. *Варлаков А.С.* Петрография, петрохимия и геохимия гипербазитов Оренбургского Урала. – М.: Недра, 1978.
3. *Иванов О.К.* Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. – Екатеринбург: Из-во Уральского государственного университета, 1997.
4. *Колман Р.Г.* Офиолиты. – М.: Из-во Мир, 1979.
5. *Лазько Е.Е.* Ультрабазиты офиолитовой ассоциации // Магматические горные породы. Ультраосновные породы. – М.: Наука, 1988. С. 8–95.
6. *Малахов И.А.* Петрохимия ультрабазитов Урала / Тр. института геологии. Вып. 79. – Свердловск, 1966.
7. *Николаев В.И., Руднев А.В.* Типы хромоворудных концентраций и закономерности их размещения в альпинотипных массивах Урала // Руды и металлы. 2016. № 1. С. 15–24.
8. *Павлов Н.В., Кравченко Г.Г., Чупрынина И.И.,* Хромиты Кемпирсайского плутона. – М.: Наука, 1968.
9. *Реестр* хромитопроявлений в альпинотипных ультрабазитах Урала / Б.В.Перевозчиков, Л.Д.Булыкин, И.И.Попов и др. – Пермь: КамНИИКИГС, 2000.
10. *Перфильев А.С., Руженцев С.В.* Структурное положение габбро-гипербазитовых комплексов в складчатых поясах // Геотектоника. 1973. № 3. С. 14–26.
11. *Петрология* и метаморфизм древних офиолитов на примере Полярного Урала и Западного Саяна // Отв. ред. В.С.Соболев и Н.Д.Добрецов. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1977.
12. *Шарков Е.В.* Формирование расслоенных интрузивов и связанного с ними оруденения. – М.: Научный мир, 2006.
13. *Щербаков С.А.* Пластические деформации ультрабазитов офиолитовой ассоциации Урала. – М.: Наука, 1990.
14. *Kubo K.* Dunite formation processes in highly depleted peridotite: case study of the Iwanaidake peridotite, Hokkaido, Japan // Jornal of petrology. 2002. Vol. 43. № 3. P. 423–448.
15. *Thalhammer and Eugen F.* Stumpfl Petrogenesis of the Ophiolitic GiantChromite Deposits of Kempirsai, Kazakhstan: a Study of Solid and FluidInclusions in Chromite / F.Melcher, W.Grum, G.Simon, V.Tatiana // Journal of Petrology. 1997. Vol. 38. № 10. P. 1419–1458.