

## К ВОПРОСУ О НОВОМ ТИПЕ ХРОМИТОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ГИПЕРБАЗИТОВЫХ МАССИВАХ КРАКА

### Введение

Поисковые работы на хромиты, проводимые с 30-х годов XX столетия в пределах гипербазитовых массивов Крака И.И. Споровым, С.Ф. Тиховидовым, П.Г. Фарафонтьевым, А.В. Клочихиным, В.В. Радченко и многими другими, позволили не только открыть большинство из известных на сегодняшний день месторождений и рудопроявлений хромитов, но и классифицировать их по принадлежности к различным типам пород на: 1) приуроченные к серпентинитам краевой зоны (месторождение Шигаево 1); 2) сингенетичные вмещающим перидотитам (месторождение № 25); 3) связанные с дунитовыми телами (месторождения № 33, им. Менжинского и др.).

Проведенные нами исследования [Ковалев, Салихов, 2000] позволили несколько дополнить и уточнить эту классификацию. Мы выделяем месторождения и проявления, приуроченные к: 1) перидотитам («сингенетичные», месторождение № 25); 2) дунит-гарцбургитовому комплексу (месторождение Большой Башарт); 3) телам «жилных» дунитов (месторождения № 33, им. Менжинского и др.); 4) полосчатому комплексу (месторождение Ак-Бура и др.). Необходимость такой классификации рудных объектов была обусловлена новыми данными, полученными в то время в процессе изучения месторождений и рудопроявлений хромитов в пределах массивов Крака.

Вместе с тем появление новых технологий по обогащению и комплексному использованию хромитовых руд с небольшими содержаниями полезного компонента (до 15%  $Cr_2O_3$ ) вновь сделало актуальной проблему поиска и переоценки уже известных кракинских объектов с бедновкрапленным типом хромитовой минерализации. В процессе проведения поисково-разведочных работ, при содействии компании ЗАО ГДК «Хром», в пределах Северо-Апшакской и Апшакской лицензионных площадей, расположенных в западной части массива Южный Крака (рис. 1) были получены новые комплексные материалы, позволяющие выделить новый тип хромитового оруденения, не описывавшийся ранее ни на одном из гипербазитовых массивов Южного Урала.

Предваряя описание геологического строения площади исследований и хромитовой минерализации, считаем необходимым напомнить, что согласно Классификации и номенклатуре магматических

горных пород [Магматические ..., 1983], дунит — это порода, содержащая 90–100% оливина, ≈ 5% хромшпинелида, < 10% ортопироксена+клинопироксена; гарцбургит: 40–90% оливина, 10–60% ортопироксена, < 10% клинопироксена, < 5% амфибола; лерцолит: 40–80% оливина, 10–50% ортопироксена, 10–50% клинопироксена, < 5% амфибола. При этом принципиальным моментом при характеристике гипербазитов западной части массива Южный Крака мы считаем тот факт, что большая часть пород по сути дела должна рассматриваться в качестве сложнопостроенного дунит-гарцбургитового комплекса. Лерцолиты, выделяемые различными авторами и располагающиеся, как правило, гипсометрически выше пород дунит-гарцбургитового комплекса, согласно приведенной выше классификации, в лучшем случае могут быть охарактеризованы как клинопироксенсодержащие гарцбургиты.

### Краткая характеристика геологического строения района работ

Обобщенное геологическое строение Северо-Апшакской и Апшакской площадей, частью которых является описываемый в данной работе участок, характеризуется наличием в их пределах нескольких блоков с относительно однородным строением (рис. 2). В северной и восточной частях участка распространены гарцбургиты. Это породы массивного облика со среднезернистой структурой, в которых кристаллы ортопироксена достигают довольно крупных размеров (до 2 см по удлинению), и тогда структуры приближаются к порфиридовидным. Минеральный состав включает в себя оливин и ортопироксен. Первый имеет, как правило, субизометричную форму и часто разбит трещинами. Содержание форстеритовой составляющей в нем колеблется от 83 до 86%. Ортопироксен характеризуется субидиоморфно-удлиненной формой; по нему довольно часто развиваются баститовые псевдоморфозы. По оптическим константам он определяется как энстатит. Довольно редко в этих породах фиксируется клинопироксен (диопсид) в количестве до 5%. Как правило, участки с его повышенными содержаниями приурочены к вершинам хребтов. Степень серпентинизации пород составляет от 20–40% до 80–100% [Ковалев, Салихов, 2000].

В юго-западной части площади расположен блок, который, вероятнее всего, представляет собой

фрагмент дунит-гарцбургитового комплекса, сложенный с поверхности серпентинизированными дунитами. Породы состоят в основной массе из трещиноватого оливина грубо изометричной формы со средними размерами (до 0,5–1 см). Иногда среди них встречаются участки, обогащенные ортопироксеном (до 10–15%), не имеющие четко выраженных линейных границ с окружающими дунитами, и линейные зоны рассланцованных и «раздавленных» серпентинитов.

Между этими блоками с относительно однородным строением распространены в значительной степени серпентинизированные (свыше 60%) породы, количественные минеральные соотношения в которых (оливина и ортопироксена в первую очередь) не позволяют достоверно отнести их к определенному петротипу.

«Жильные» дуниты распространены практически по всей площади, чаще всего в виде тел «дайкообразной» формы. Состоят они в основном из оливина двух генераций. Первая представлена крупными, трещиноватыми кристаллами, которые по внешнему облику аналогичны кристаллам из

гарцбургитов. Вторая генерация образует относительно мелкие (до 0,5 мм) субизометричные кристаллики «более свежего» облика. Довольно часто в этих телах фиксируется повышенное количество хромшпинелидов (до 5–10%), причем их состав близок к составу хромитов из рудных объектов.

В структурном плане исследуемого участка выделяются четыре линейные зоны (одна субмеридиональная и три субширотные), отличающиеся либо тектонической проработкой субстрата, либо особенностями петрографического состава пород.

Субмеридиональная зона, совпадающая с осевой частью западнокраинского разлома, представлена интенсивно серпентинизированными породами без сохранения первичного минерального состава и структурно-текстурных признаков первичного субстрата. Она простирается в пределах описываемой площади от верховьев Тулуповского Ключа (отм. 660,6 м — истоки р. Мамбетелга) по меридиональному течению руч. Малый Апшак, до места его слияния с руч. Большой Апшак. По результатам исследований в пределах зоны реликты пород имеют субмеридиональное простирание, с поло-

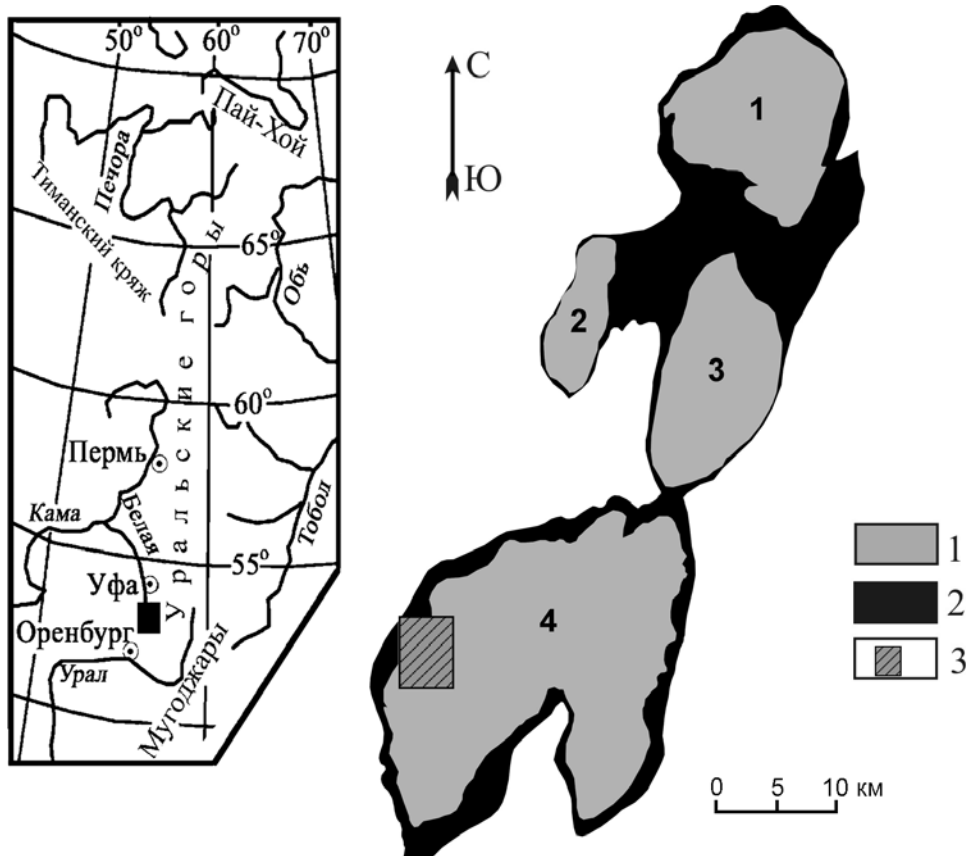


Рис. 1. Схема расположения площади исследований

Условные обозначения: 1 — гипербазитовые массивы Крака (1 — Северный, 2 — Узянский, 3 — Средний, 4 — Южный), 2 — породы, 3 — площадь исследований

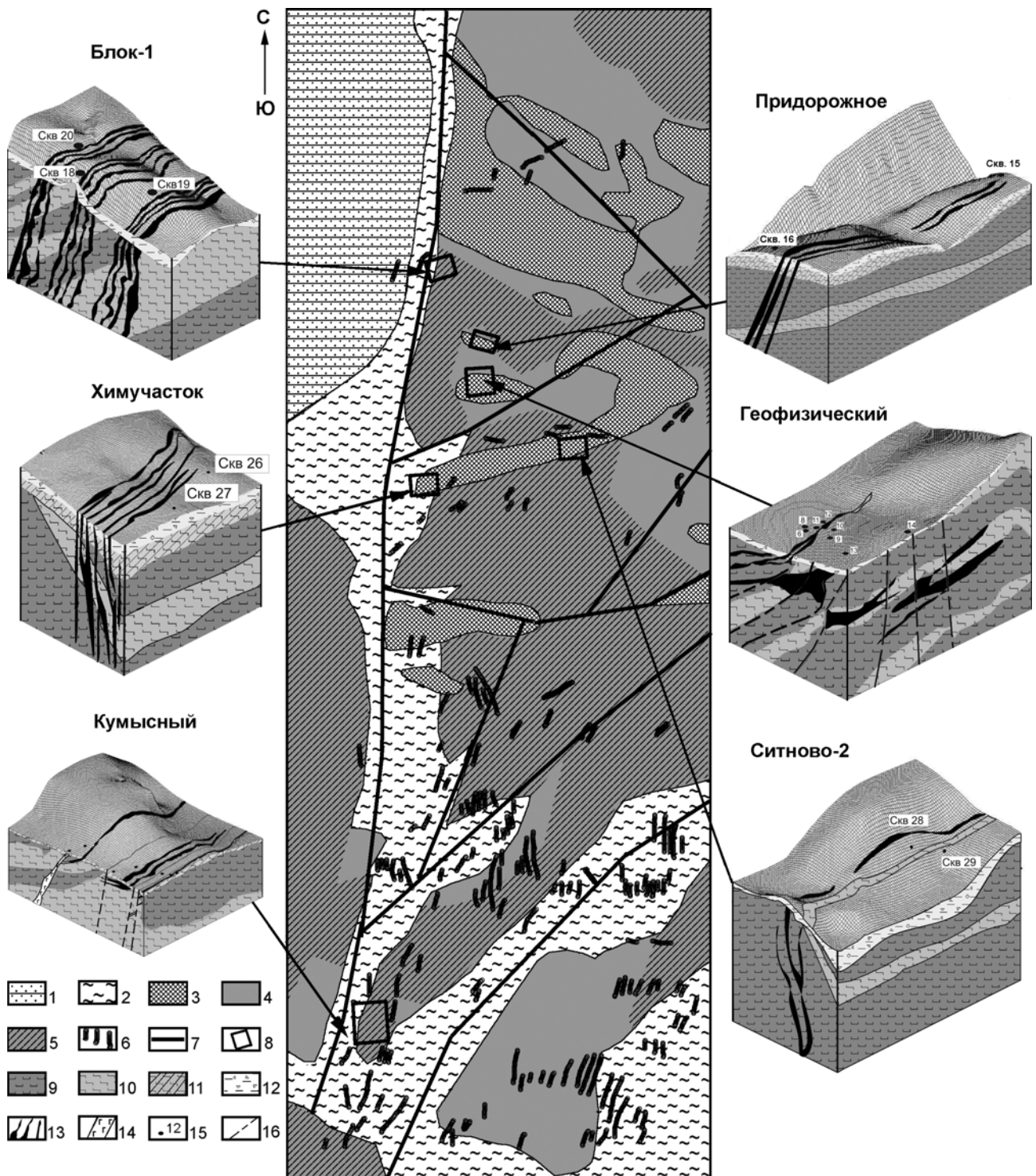


Рис. 2. Геологическая схема Ашакской площади и блок-диаграммы рудопроявлений, по С.Г. Ковалеву, Д.Н. Салихову [2000], с дополнениями и изменениями

Условные обозначения. Для схемы: 1 — осадочные породы обрамления массива, 2 — серпентиниты, 3 — дуниты, 4 — пироксеносодержащие дуниты, 5 — гарцбургиты, 6 — разновозрастные дайки габбродиабазов и диабазов, 7 — тектонические зоны, 8 — участки рудопроявлений; для блок-диаграмм: 9 — дуниты, 10 — переслаивание дунитов и гарцбургитов, 11 — элювий гипербазитов, 12 — глинисто-щебнистые отложения, 13 — рудные тела, 14 — дайки габбродиабазов, 15 — скважины, 16 — тектонические нарушения

гими углами падения преимущественно на восток. Здесь известен ряд рудопроявлений хромитов: Тулуповский Ключ, Березовый Лог, Малоапшакская группа и др.

Первая субширотная зона (междуречье руч. Тулуповский Ключ и р. Ашкарка-2) в геологическом плане представлена «пачкой» переслаивания дунитов и гарцбургитов с преобладанием дунитов. Общее падение псевдослоистости ориентировано на север-северо-восток с пологими (около 15–25°) углами падения. В пределах зоны присутствует большое количество выявленных ранее точек хромитовой минерализации («Блок 1», Рудопроявление 23, Придорожное, Лактыбаш, участок Геофизический и др.).

Вторая субширотная зона (истоки правого притока руч. Малый Апшак) в геологическом плане представлена переслаиванием дунитов и гарцбургитов с преобладанием последних, иногда меняющих свой петрографический состав до клинопироксен-содержащих гарцбургитов. Дуниты выходят узкой полосой «дайкообразного» вида с меридиональным простиранием восток – запад. «Пачка» имеет крутые (до 60°) углы падения псевдослоистости на юг. В пределах зоны известно три крупных рудопроявления хромитов: Ситново 1, Ситново 2 и Химучасток.

Третья субширотная зона (истоки второго левого притока руч. Большой Апшак — правобережье руч. Большой Апшак) в геологическом плане представлена переслаиванием дунитов и гарцбургитов с преобладанием гарцбургитов. Строение зоны сильно осложнено тектоническими нарушениями и дайками габбродиабазов. Преобладающий угол падения псевдослоистости на север-северо-запад. В центральной части зоны (по долинам ручьев) породы сильно изменены до серпентинитов. К зоне приурочены многочисленные рудопроявления хромитов: Кумысный, Верхнее 1, 2, 3, Южное, Саптаровская группа и др.

Особенности геологического строения и анализ структурных элементов «первичной протополосчатости» позволяет говорить о том, что на территории исследуемого участка отчетливо устанавливаются пликативные деформации дунит-гарцбургитового комплекса, образующие сложно-построенные складчатые структуры. Простирание псевдополосчатости в центральных частях участка близко к субширотному с крутыми наклонами к северу и югу, что находится в резком несогласии с пологолежащими условными границами зон пород различного состава. С приближением к боковым контактам массива с вмещающими породами полосчатость в некоторых случаях приобретает более или менее согласное с ними залегание. К близкому

выводу пришел В.П. Логинов [1968], установивший преобладание субширотного простирания полосчатости при сильно варьирующих углах ее падения на север в западной половине Южного Крака и на юг — в восточной.

Наиболее детальные работы по деформационной истории южноуральских гипербазитовых массивов и выяснению структурного строения их внутренних частей приведены в серии публикаций [Савельева, Денисова, 1983, 1985; Денисова, 1989, 1990].

На основании детальных работ по петроструктурному анализу Е.А. Денисова приходит к выводу о том, что в истории ультрабазитов массивов Крака можно выделить два этапа (стадии? фазы?) твердопластического течения вещества, определяющие структуру их внутреннего строения. Деформации обоих этапов осуществлялись путем внутрикристаллического скольжения и протекали в высокотемпературных условиях верхней мантии.

К первому этапу автором отнесен процесс формирования полосчатости, представленной чередованием слоев с разным петрографическим составом. Практически полное согласие полосчатости и уплощенности в гипербазитовых массивах позволяет говорить об их одновременном деформационном образовании.

Второй этап пластических деформаций авторы выделяют в лерцолитовых массивах Южного Урала, считая его также глубинным мантийным, но складкообразующим. В частности, ими откартированы конические синформы на Северном Крака и в центральной части Южного Крака, опрокинутая цилиндрическая антиформа Среднего Крака с более пологим западным крылом, опрокинутая изоклиная цилиндрическая антиформа в восточной части Южного Крака. В северной части массива Южный Крака, как установлено авторами, плоскостные элементы очерчивают мелкие открытые цилиндрические складки, которые представляют собой структуры смятия полосчатости и уплощенности, а линейность, параллельная шарнирам цилиндрических складок или сходящаяся к вершинам конусов, является новообразованной синскладчатой [Денисова, 1989, 1990].

В целом следует констатировать, приведенный выше материал свидетельствует о том, что геологическое строение описываемой площади в первую очередь определяется широким развитием дунит-гарцбургитового комплекса, представляющего собой единое структурно-вещественное образование, которое характеризуется широким развитием пликативных деформаций мантийной природы, осложненных более поздними блоковыми (со сдвиговой составляющей?) движениями субстрата.

### Характеристика рудных объектов

Рудные объекты, описываемые в данной работе, изображены на рис. 2. Для каждого из объектов Северо-Апшакской и Апшакской площади была построена блок-диаграмма, в которой были учтены все имеющиеся геологические материалы, полученные как при обследовании горных выработок с поверхности, так и данные бурения. Кроме того, был отстроен рельеф дневной поверхности.

**Блок № 1** относится к субширотной зоне минерализации. Рудные тела падают преимущественно по азимуту  $10^\circ$ , под углом  $75-85^\circ$  на север-северо-восток (рис. 3).

На площади блока предшественниками была отработана линза густовкрапленных хромитов (около 50 т) хорошего качества. В пределах блока пройден ряд горных выработок и пробурено три скважины. На основании анализа материалов бурения установлены три субпараллельные крутопадающие зоны минерализации. Руды в основной массе убоговкрапленные до бедновкрапленных, участками отмечаются шпировые и линзовидные выделения густо-

вкрапленных до массивных руд. Размеры выделений, как правило, невыдержанных по простиранию и падению, изменяются от первых сантиметров до первых метров. Предварительные результаты работ позволяют предполагать наличие рудной зоны протяженностью до 100 м при ширине до 20 м со средним содержанием полезного компонента около 3–4%.

**Блок Придорожное.** Рудопоявление Придорожное расположено на левобережье руч. Ашкарка-2 в 30 м от русла. Было обнаружено и впервые описано в 2000 г. В.П. Филоновым. Рудопоявление представляет собой зону минерализации протяженностью более 200 м при ширине от 2 до 15 м, с поверхности залегающую в дунитах (см. рис. 3). Простирание минерализации субмеридиональное по азимуту  $280-300^\circ$ , падение субвертикальное ( $75-80^\circ$  на север). Мощность отдельных жил хромитов внутри зоны изменяется от 0,05 до 0,3 м. Рудные жилы и прожилки, разделенные серпентинитом, имеют мощность от 0,1–0,2 м до 7–8 м. Зона в центральной части пересечена сдвигом, который делит ее на два блока — западный и вос-

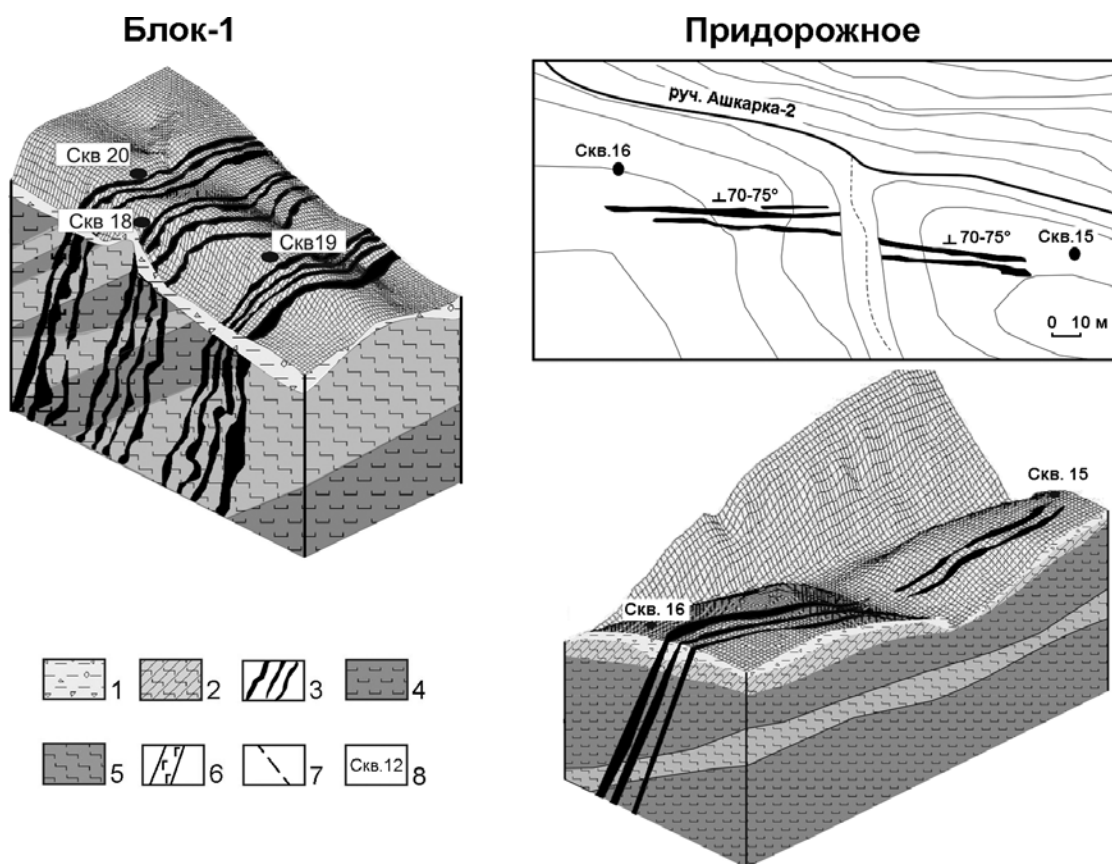


Рис. 3. Блок-диаграммы рудопоявлений «Блок 1» и «Придорожное»

Условные обозначения: 1 — глинисто-щебнистые отложения, 2 — элювий гипербазитов, 3 — рудные тела, 4 — дуниты, 5 — переслаивание дунитов и гарцбургитов, 6 — дайки габбродиабазов, 7 — тектонические нарушения, 8 — скважины

точный. Амплитуда перемещения составляет около 20–30 м.

Внутреннее строение рудной зоны обусловлено наличием серии маломощных субпараллельных жил, сложенных различными по качеству хромовыми рудами (см. рис. 3). Характерно преобладание полосчатых текстур; структуры вкрапленные, разнозернистые (от мелко- до крупнозернистых), с некоторым преобладанием среднезернистых (1–3 мм) разновидностей. Минерализация прослежена на глубину до 30 м. Отмечается ухудшение ее качества с востока на запад и выклинивание в 50 м по азимуту 280°. В целом средняя ширина оруденения составляет около 22 м при протяженности около 200 м, прослеженной до глубины 30 м; среднее содержание полезного компонента 4%.

**Участок Геофизический** размером 250×400 м расположен северо-западнее рудопоявления «Ситново» и юго-восточнее проявления «Придорожное». Восточная часть площади участка пересекается глубоко врезанным логом, по тальвегу которого протекает ручей Ашкарка. Оруденение представлено зонами ветвящихся маломощных убоговкрапленных хромитов с субширотным простиранием и общим падением на север (рис. 4). Минерализация на участке распределена неравномерно и осложнена большим количеством тектонических нарушений. Среднее содержание  $Cr_2O_3$  составляет 5–7%.

**Блок Химучасток** расположен в 0,7 км западнее рудопоявления Ситновское 1, где обнаружены старые каналы, пройденные в 30-х годах XX века. По данным предшественников, в стенках каналов отмечалось оруденение, представленное полосчатыми редко-средневокрапленными хромитами, приуроченными к дунитовому телу. В каналах установлено

наличие 2–3 маломощных (0,2–0,3 м) субпараллельных рудных тел, залегание которых очень пологое (угол падения 10–15°) с падением на запад (270°), что в целом не характерно для площади.

С целью выяснения геологической обстановки на рудопоявлении ЗАО ГДК «Хром» были заданы четыре траншеи и две скважины (см. рис. 4), изучение материалов которых позволило установить, что рудные тела круто падают на юг (азимут падения 155–160°, угол 80–85°). Всего в блоке выявлено около семи невыдержанных по падению и простиранию рудных тел, мощность которых варьирует от 0,5 до 5,0 м. Предварительный подсчет ресурсов по категории  $P_1$  составил 660,5 тыс. т со средним содержанием  $Cr_2O_3$  — 5,3%.

**Блок Ситново 2.** В пределах данного объекта расположены две канавы, заложенные в 30-х годах XX века. В 2003 г. ЗАО ГДК «Хром» были пройдены несколько канав и траншей, которые позволили проследить две рудные зоны, расположенные на одной линии. Рудопоявление расположено на южном и юго-восточном пологих склонах вершины невысокого хребта, протягивающегося в субширотном направлении вдоль правого борта руч. Мамбетгелга. Объект состоит из двух участков — западного и восточного, расположенных на одной линии (рис. 5). Прослеженная по простиранию с поверхности длина западной рудной зоны составляет около 120 м, восточной — 220 м; между ними присутствует полоса безрудных дунитов длиной около 150 м.

Восточная рудная зона представлена одним, иногда двумя сближенными рудными телами мощностью от 0,2 до 1,0 м. Общая ширина рудной зоны достигает 3 м. Для рудных тел характерно полосчатое строение, обусловленное чередованием

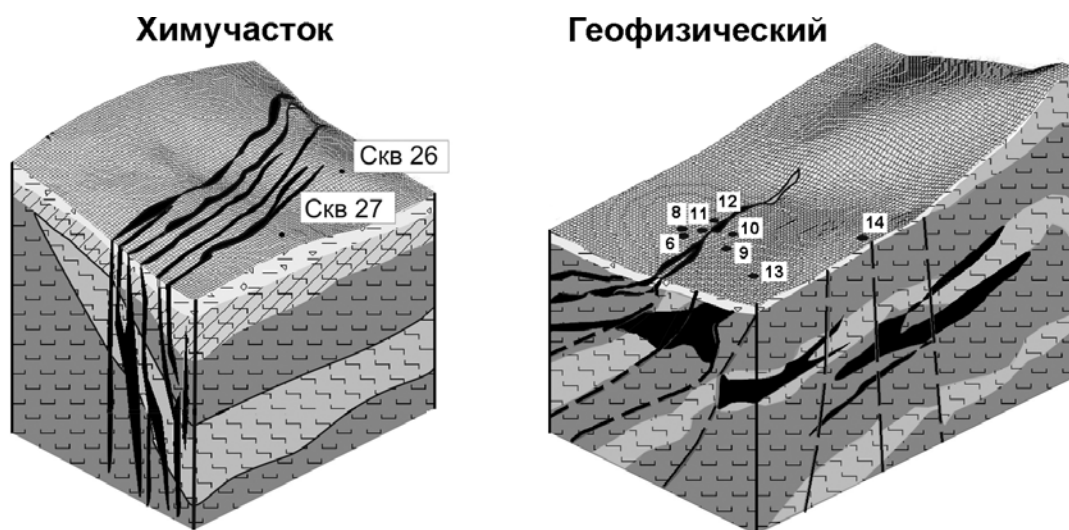


Рис. 4. Блок-диаграммы для рудопоявлений «Химучасток» и «Геофизический»  
Условные обозначения см. на рис. 3

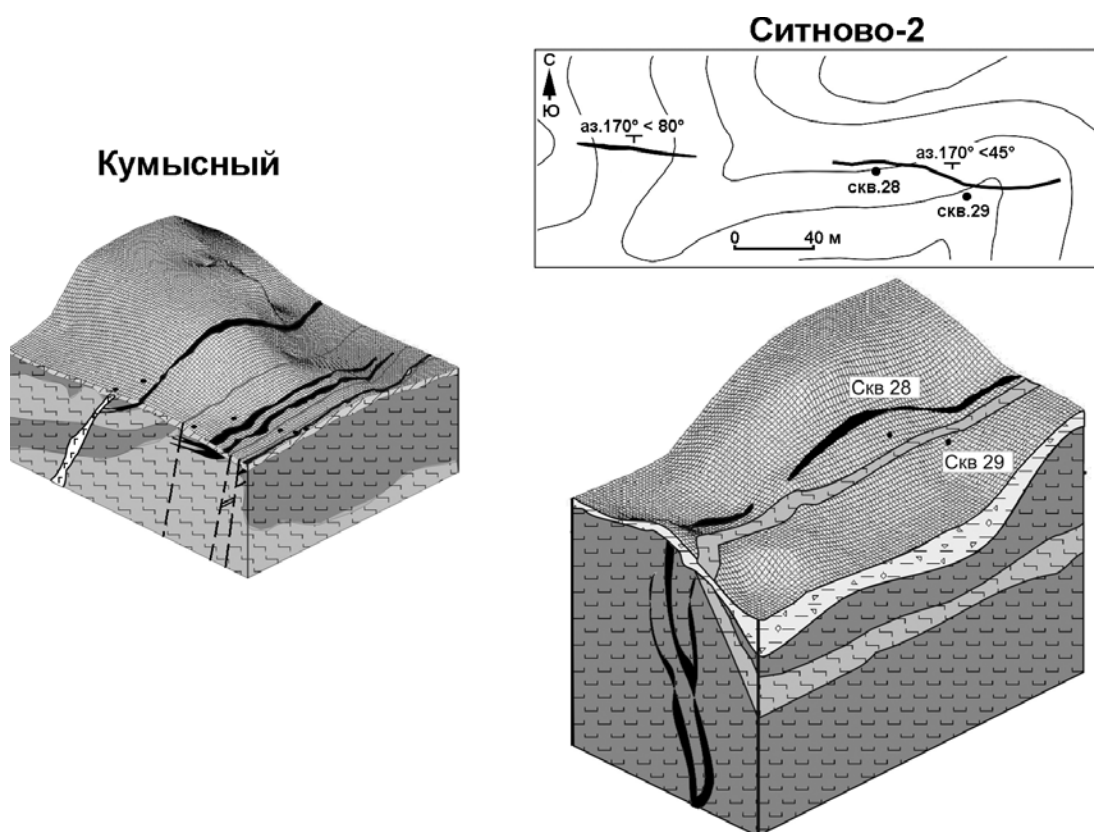


Рис. 5. Блок-диаграммы для рудопроявлений «Кумысный» и «Ситново 2»  
Условные обозначения см. на рис. 3

рудных прожилков мощностью 1–5 см и дунитовых прослоев такой же мощности. Прожилки представлены массивным и густовкрапленным хромитом. В штучных образцах (5×5 см) руд содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  составляет 10–15%. Для них характерны крупно- и среднезернистые структуры, менее распространены равномерновкрапленные разновидности. В средне-крупнозернистых средневкрапленных рудах содержание окиси хрома составляет 8–10%, а в мелко-среднезернистых бедновкрапленных — 4–7%.

Элементы залегания рудных тел изменяются от западного фланга к восточному. На западе установлено крутое южное падение рудных тел при субширотном простирании (азимут падения 170–180°, угол 60–80°). В центральной и восточной частях участка наблюдается выполаживание угла падения до 35–45° при сохранении азимута падения на юг (см. рис. 5). При этом на западе наблюдается расширение рудных тел при обеднении руд, то есть появлении мелкозернистых редковкрапленных разновидностей. На востоке происходит постепенное уменьшение мощности рудных тел до 0,2–0,1 м, но сохраняется качество руды. Выклинивание на востоке сопровождается образованием по вмещаю-

щим дунитам своеобразных карбонатизированных плотных серпентинитов.

Западная рудная зона также представлена одним главным рудным телом и серией маломощных сопутствующих ему параллельных рудных тел. Ширина рудной зоны варьирует от 1 до 5 м, суммарная ширина рудных подсечений изменяется от 0,2 до 1 м. Строение рудных тел сходно со строением таковых восточной рудной зоны. Основное отличие состоит в том, что на данном участке, по сравнению с восточной зоной, заметную роль играют средне- и редковкрапленные руды. Залегание рудных тел на всем протяжении западной рудной зоны довольно крутое, падение южное под углом 70–80°.

**Участок Кумысный** расположен в юго-западной части массива Южный Крак (водораздел рр. Малый и Большой Апшак в районе дороги на пос. Саргая). Объект представлен группой мелких рудопроявлений и точек минерализации, впервые описанных еще в работах П.Г. Фарафонтьева в 1937 г., таких как Кумысный, Безымянное и др. В дальнейшем точки были повторно обследованы В.П. Филоновым в 2000 г. Им же был обнаружен ряд новых точек минерализации — Хребтовое и др. При проведении работ ЗАО ГДК «Хром», в ходе маршрутного опо-

искования, в пределах участка было закартировано более 10 новых точек минерализации в дополнение к ранее выявленным, а также проведено бурение поисковых скважин.

В результате проведенных работ было установлено, что в геологическом строении площади принимают участие в разной степени серпентинизированные породы дунит-гарцбургитового комплекса. При приближении к крупным тектоническим нарушениям степень их серпентинизации возрастает. Наименее выветрелые и измененные породы разреза слагают водораздельную возвышенность, причем на самих вершинах обнажены породы с относительно высоким содержанием пироксенов (клинопироксенсодержащие гарцбургиты). Кроме того, было установлено широкое развитие даек габбродиабазов, имеющих субмеридиональное простирание.

В пределах участка была зафиксирована серия субпараллельных хромитовых жильных тел, невыдержанных как по простиранию, так и по падению (см. рис. 5). Преимущественное падение рудных тел север-северо-восточное с переменными углами (азимут падения 30–40°, угол 20–45°). Рудная минерализация прослежена более чем на 120 м. Хромитовое оруденение представлено преимущественно сплошными, реже вкрапленными и убоговкрапленными разновидностями.

## Обсуждение результатов

Анализ приведенных выше материалов по геологическому строению района исследований и условиям залегания хромитовой минерализации позволил реконструировать структурное положение оруденения и его взаимоотношения с пликативными деформациями дунит-гарцбургитового комплекса. Как видно из идеализированной схемы, изображенной на рис. 6, район рудопроявлений Блок 1, Придорожное, Геофизический, Химучасток, Ситново 2 в структурном плане представляет собой антиклинальную складку (антиформу по Е.А. Денисовой [1989, 1990]), осложненную разрывными нарушениями, возможно со сдвиговой составляющей. При этом примечательным является то, что прожилковое оруденение приурочено к крыльям складки, располагаясь, по сути дела, в трещинах кливажа. Данная ситуация однозначно свидетельствует о том, что прожилково-вкрапленное оруденение, распространенное в пределах района работ, является более поздним по отношению ко второму этапу глубинного мантийного твердопластического течения вещества, характеризовавшегося пликативными деформациями (складкообразованием) субстрата [Денисова, 1989, 1990]. В связи с этим правомерной становится постановка вопроса о новом типе хромитового оруденения, так как из дан-

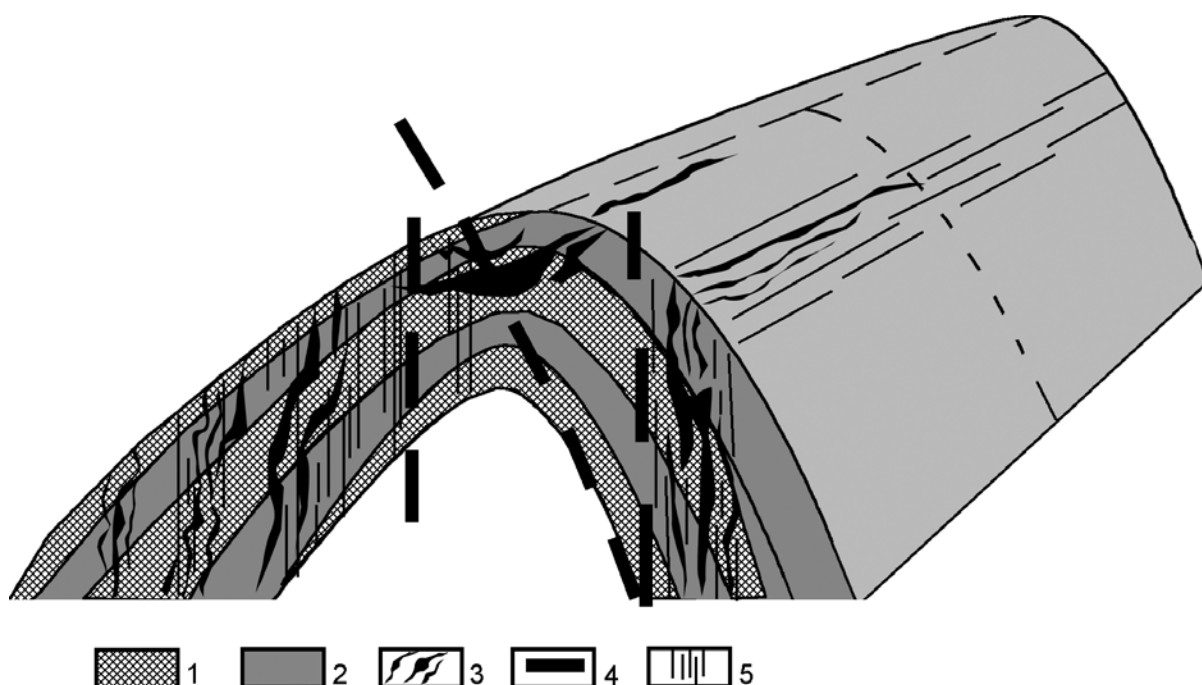


Рис. 6. Идеализированная схема структурного строения района рудопроявлений Блок 1, Придорожное, Геофизический, Химучасток, Ситново 2

Условные обозначения: 1 — дуниты, 2 — переслаивание дунитов и гарцбургитов, 3 — рудные тела, 4 — тектонические нарушения, 5 — кливажные трещины

ной ситуации следует, что описанная минерализация не является сингенетичной по отношению к дунит-гарцбургитовому комплексу, распространенному в пределах площади работ.

Рудной минерализации данного типа присущи определенные черты, характеризующие ее своеобразие. Очень часто она сопровождается серпентинизацией вмещающих пород, оказываясь как бы заключенной в серпентинитовый матрикс, что на поверхности образцов выглядит как серпентинитовая оторочка. Причем аналогичные взаимоотношения между минерализацией, рудовмещающими породами и серпентинитами по ним наблюдаются на многих рудных объектах западной части массива Южный Крак. В частности, в опорных стенках карьера рудопроявления Лактыбаш, расположенного на южном склоне хребта Ашкарские горы в истоках р. Ашкарка-2, т. е. в первой субширотной зоне района работ (см. выше), отмечаются следующие взаимоотношения (рис. 7):

1. «Жильные и прожилково-жильные» — представленные жилами и прожилками выделений хромшпинелидов с четкими, резкими границами с вмещающими дунитами (рис. 7, А, Б). Граница проходит через оторочку темно-зеленого серпентинита. Часто встречаются «слепые» прожилки с закругленными окончаниями (рис. 7, А). Внутри прожилков и жил наблюдается интенсивное выветривание серпентинитов. Вмещающие дуниты плотные слабо серпентинизированные.

2. «Шлировые» — представленные выделениями и сгустками хромшпинелидов изометричной формы (рис. 7, В, Д), образующими тела размерами от 1 до 10–15 см с постепенными переходами к вмещающим породам, иногда окруженные ореолом единичных, рассеянных зерен хромшпинелидов. Кроме того, отмечается уменьшение размерности зерен хромшпинелидов от центра шлира к его периферии. Как правило, в ядрах «шлиров» наблюдаются «чистые» темно-зеленые серпентиниты.

3. «Рассеянные» представлены единичными вкрапленниками (рис. 7, Г) иногда сгустками зерен с размерами, как правило, 1–3 мм. Вмещающие дуниты неравномерно серпентинизированы по всей массе.

В случае практически полной серпентинизации рудовмещающих пород (рис. 8) наблюдается концентрирование хромшпинелидов в прожилково-вые выделения, в то время как в сохранившихся реликтах дунитов рудная минерализация отсутствует и создается впечатление, что сегрегация хромитов происходила либо совместно с серпентинизацией, либо позже при «внешней» нагрузке (сжатии) из-за различия физико-механических свойств серпентинизированного субстрата и рудных минералов.

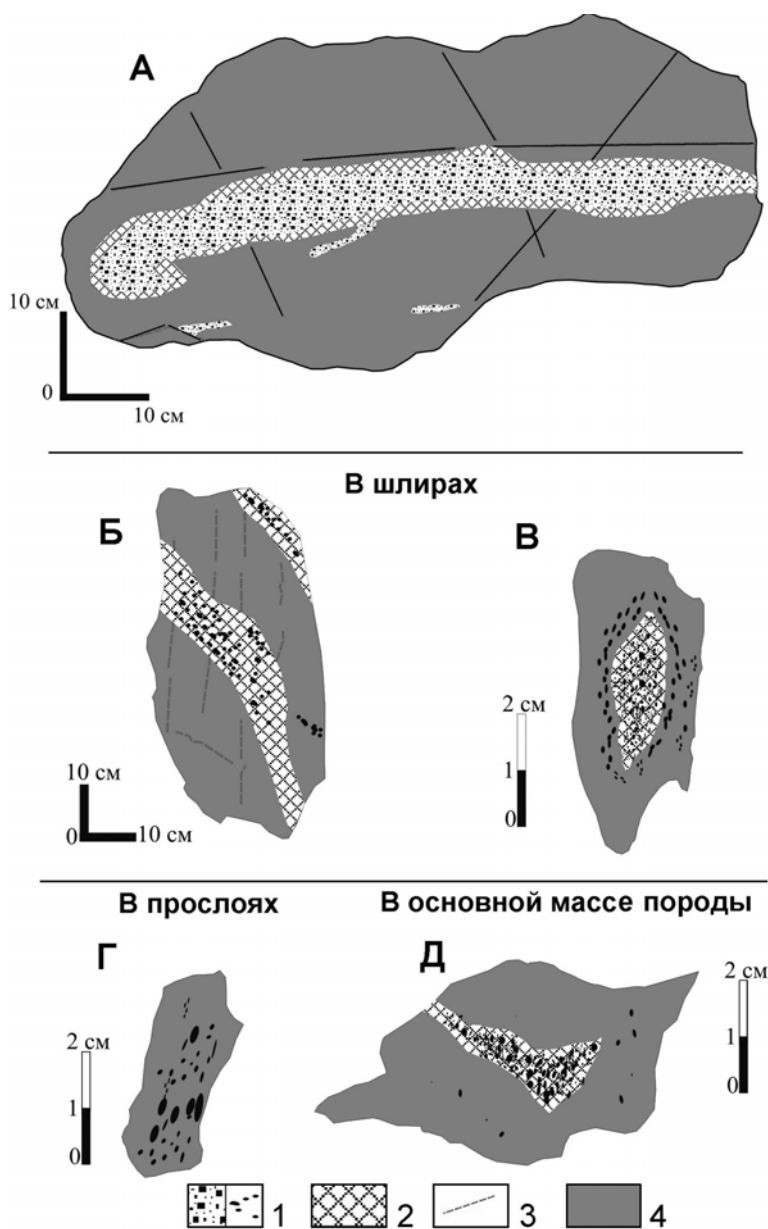


Рис. 7. Зарисовки взаимоотношений между минерализацией, рудовмещающими породами и серпентинитами

Условные обозначения: 1 — рудная минерализация, 2 — серпентиниты, 3 — трещины, 4 — дуниты

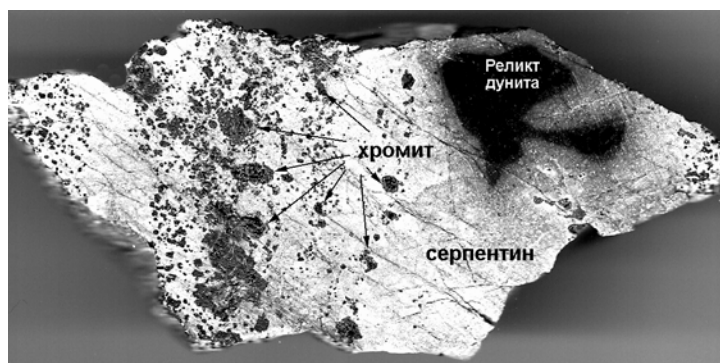


Рис. 8. Фотография образца с рудной минерализацией в серпентинитовой матрице

Природа взаимоотношения между хромитовой минерализацией, рудовмещающими породами и серпентинитами по ним с точки зрения генетической природы оруденения в последнее время практически не рассматривалась в литературе. Однако в ранних работах многих исследователей эти вопросы анализировались. Так, например, в работах Н.К. Высоцкого [1923] по исследованиям Нижнетагильского массива отмечалось частое присутствие вокруг хромитовых жилок серпентиновых каемок. А.Н. Заварицкий [1928] и А.Г. Бетехтин [1935] установили, что оторочки наблюдаются вокруг сплошных или густовкрапленных скоплений и не распространяются на вкрапленники. Тот факт, что оторочки наблюдаются в почти несерпентинизированных дунитах, свидетельствует, по их мнению, о том, что образование оторочек генетически связано с хромитами. Отсюда А.Г. Бетехтин [1935] сделал вывод, что серпентиновые оторочки представляют эскудаты гидротермальных проявлений, сопровождавших хромитовые скопления. Аналогичное явление наблюдалось О.К. Ивановым [1997] в Уктусском и Каменушинском массивах, а также во многих альпинотипных месторождениях хромитов Алапаевского и Кемпирсайского массивов. Ширина оторочек сплошного серпентинита, по данным автора, достигает 1–2 см. Интенсивный катаклиз хромшпинелидов на контактах с оторочками, по его мнению, свидетельствует, что серпентинизации подвергались наиболее раздробленные участки дунитов, а идентичность состава и структуры серпентинита из оторочек и в серпентинизированных дунитах свидетельствует, что серпентинитовые оторочки образовались в результате массовой лизардитовой серпентинизации пород.

Таким образом, в предположительной форме можно констатировать, что на сегодняшний день процесс образования хромитовой минерализации прожилкового типа, охарактеризованный выше, может быть связан с серпентинизацией рудовме-

щающих пород, которая развивалась по трещинам, формировавшимся при хрупких деформациях субстрата массивов в коровых условиях, возможно при автометаморфических процессах.

### Выводы

Подводя итог вышеизложенному материалу, необходимо акцентировать внимание на следующем:

1. Геологическое строение Северо-Апшакской и Апшакской площадей, расположенных в юго-западной части массива Южный Крака, определяется широким распространением дунит-гарцбургитового комплекса, представляющего собой единое структурно-вещественное образование, которое характеризуется широким развитием пликативных деформаций мантийной природы, осложненных более поздними блоковыми движениями субстрата.

2. Рудопроявления, распространенные в пределах района исследований (Блок 1, Придорожное, Геофизический, Химучасток, Ситново 2), представляют собой оруденение прожилкового типа, приуроченное к крыльям антиклинальной складки, располагаясь в трещинах кливажа, что свидетельствует о более позднем его образовании по отношению ко второму этапу глубинного мантийного твердопластического течения вещества, характеризовавшегося пликативными деформациями (складкообразованием) субстрата (по Денисовой [1989, 1990]).

3. Процесс образования хромитовой минерализации прожилкового типа может быть связан с серпентинизацией (либо обусловлен ей) рудовмещающих пород, которая развивалась по трещинам, формировавшимся при хрупких деформациях субстрата массивов в коровых условиях при метаморфических процессах.

В заключение следует подчеркнуть, что на сегодняшний день совершенно неизвестна масштабность проявления данного типа оруденения

в гипербазитовых массивах Южного Урала, так как при поисково-разведочных работах на хромитовое сырье существование пликативных деформаций субстрата массивов никак не учитывалось. Более того, возможно, что многие рудные объекты имеют другое строение (чем описанное в поисковой документации либо литературе) и, следовательно, совершенно иные перспективы.

***Литература:***

**Бетехтин А.Г.** Платина и другие минералы платиновой группы. — М.: Изд-во АН СССР, 1935. — 148 с.

**Высоцкий Н.К.** Краткий предварительный очерк месторождений платины по системе рек Иса, Выи, Туры и Нясьмы на Урале // Изв. геол. Комитета. — 1923. — Т. 22, № 7–8. — С. 533–559.

**Денисова Е.А.** Складчатая структура ультраосновных тектонитов массивов Крака (Южный Урал) // Геотектоника. — 1989. — № 4. — С. 52–62.

**Денисова Е.А.** Строение и деформационные структуры офиолитовых массивов с лерцолитовым типом разреза // Геотектоника. — 1990. — № 2. — С. 14–27.

**Заварицкий А.Н.** Коренные месторождения платины на Урале. — М., 1928. — 56 с.

**Иванов О.К.** Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала: (Минералогия, петрология, генезис). — Екатеринбург: Изд-во Уральск. Ун-та, 1997. — 488 с.

**Ковалев С.Г., Салихов Д.Н.** Полезные ископаемые Республики Башкортостан (хромитовые руды). — Уфа: Экология, 2000. — 207 с.

**Логинов В.П.** Контактные изменения граувакковых песчаников около ультраосновного массива Южный Крака на Южном Урале // Очерки физико-химической петрологии. — М.: Изд-во АН СССР, 1968. — Т. 2. — С. 116–131.

Магматические горные породы / *Под ред. О.А. Богатикова.* — М.: Наука, 1983. — Т. 1. — 367 с.

**Савельева Г.Н., Денисова Е.Л.** Структура и петрология ультраосновного массива Нурали на Южном Урале // Геотектоника. — 1983. — № 1. — С. 42–57.

**Савельева Г.Н., Денисова Е.А.** Структура и петрология массива Средний Крака на Южном Урале // Геотектоника. — 1985. — № 4. — С. 53–68.