

УДК 551

## ХРОМИТОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ АЛТАЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ

Гусев А.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,  
Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru*

Хромитовое оруденение на Алтае распространено в пределах Салаирской части и в Горном Алтае Алтайского края, а также в Республике Алтай на юго-востоке и в Горно-Шорской части. Оруденение хрома связано с базит-гипербазитовыми образованиями офиолитовых поясов позднего рифея – раннего кембрия. Руды массивные, вкрапленные, линзовидные представляют собой подформные залежи и относятся к формации хромитовой альпинотипных офиолитов. Минеральный состав руд включает хромдиопсид, хромпикотит. Хромшпинелиды ассоциируют с магнетитом, сульфидами и платиноидами. Содержания триоксида хрома высокие, не менее 48%. Нередко хромитовые залежи ассоциируют с платиноидами и сульфидными никель-кобальтовыми проявлениями с повышенными концентрациями золота и серебра. Оценены прогнозные ресурсы триоксида хрома по категории P<sub>2</sub>, в сумме составляющие 15 млн. тонн. Месторождения могут отрабатываться открытым способом (карьером) для обеспечения металлургических заводов Алтая и Кузбасса.

**Ключевые слова:** хромитовые руды, хромдиопсид, хромпикотит, формация хромитовых альпинотипных офиолитов, прогнозные ресурсы

## CHROMITE ORE MINERALIZATION OF ALTAI: PERSPECTIVE AND EXTENTION RESOURCES

Gusev A.I.

*The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail. ru*

Chromite ore mineralization on the Altai spread in the limit Salairskoi part in the Mountain Altai of Altaiskii region and so in the Republic Altai on the south-eastern in the Gorno-Shorskoi part. Ore mineralization of chromite connected with basit-ultrabasic formation of ophiolite babds of Late Riphean – Early Cambrian. Ores are massive, disseminated, lenticular and it presented podiform lodes and it carry to formation of chromite alpine ophiolites. Mineral composition of ores included chromdiopside, chrompicotite. Chromspinellides associated with magnetite, sulfides, platinoids. Contents of trioxide chromium are high, not less 48%. Chromite lodes associated with platinum metals and sulfides nickel-cobalt manifestations with higher concentrations of gold and silver. The extention resources of trioxide chromium evaluated on category P<sub>2</sub> that it composite 15 mln t. Deposits and big manifestations could be work by opened method (borrow pit) for maintenance metallurgies plants of Altai and Kuzbass.

**Keywords:** chromite ores, chromdiopside, chrompicotite, formation of chromite alpine ophiolites, extention resources

Из многочисленных проявлений хромитов региона наибольший интерес представляют проявления и месторождения в Успенском, Тогул-Сунгайском, Мартыново-Шалапском гипербазитовых массивах Салаирской части [2], а также в районах Кыркылинского и Устюбинского участков в пределах офиолитовой полосы в Горном Алтае Алтайского края. Проявления хромитов обнаружены также в районах Узун-Оюкского и Чаган-Узунского офиолитовых пластин на юге Горного Алтая Республики Алтай и на юге Горной Шории в районе Сеглебирского массива (рисунки) [1].

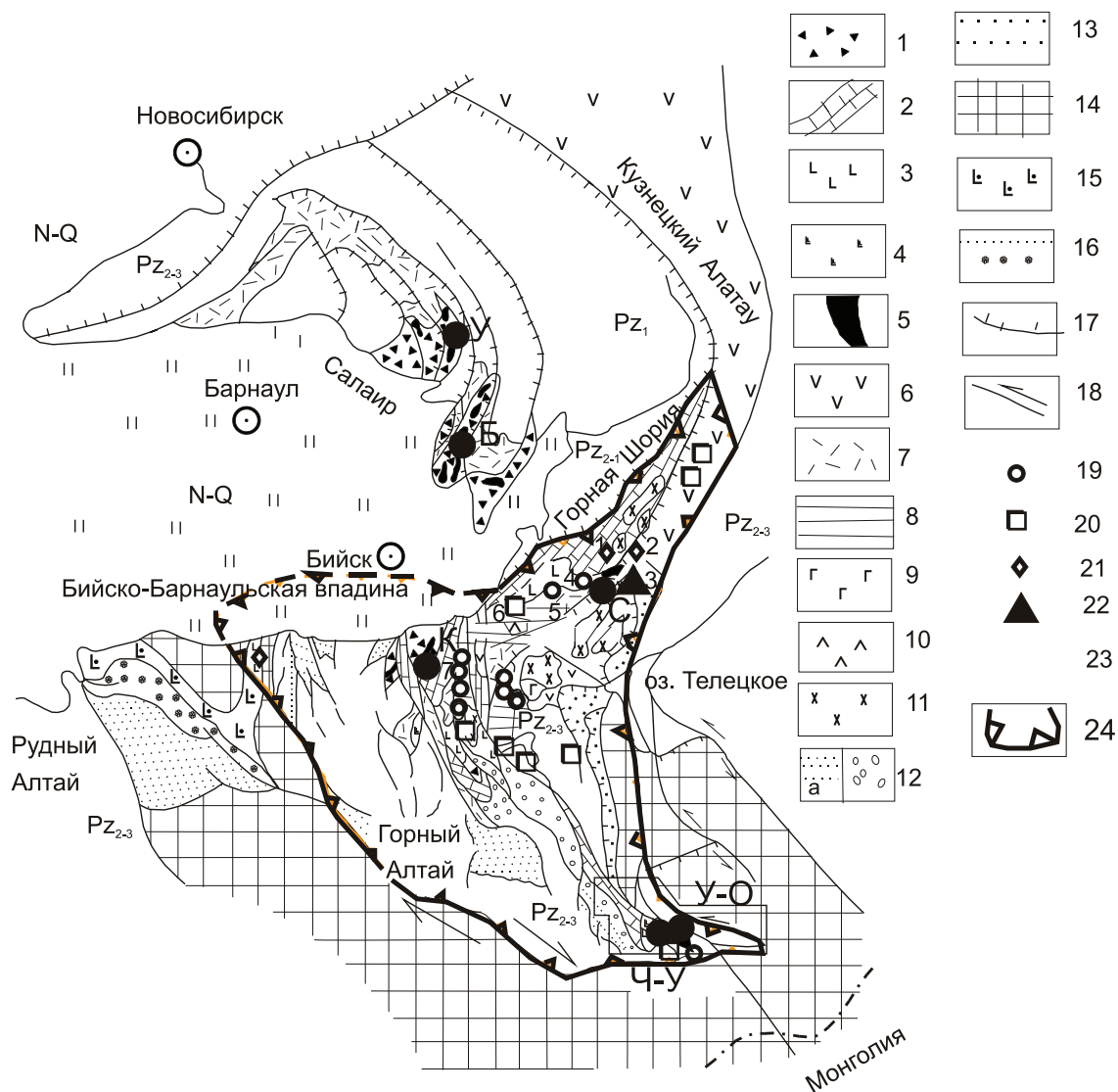
Благоприятное географо-экономическое положение их, развитие руд металлургического типа, ожидающиеся значительные прогнозные ресурсы оксида хрома, позволяют считать, что освоение этих проявлений может в значительной мере ликвидировать дефицит хромитового сырья в Сибири. Эти и определяется актуальность и важность изучения хромитового оруденения в регионе.

Известно, что промышленный интерес представляют лишь маложелезистые разновидности хромшпинелидов – собственно хромит, алюмохромит, хромпикотит с ши-

роким изоморфизмом хрома и алюминия – от богатых хромом (65% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 8% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) до бедных хромом высокоглинозёмистых разновидностей (31% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 36% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Качество хромовых руд определяется главным образом составом хромшпинелида и его содержанием в руде. По густоте вкрапленности руды делятся на две естественные группы – богатые и бедные, граница между которыми отвечает примерно 50% содержанию хромшпинелида [4].

В связи со спецификой хромовых руд, в которых рудный минерал обладает переменным составом, руды с различным составом хромшпинелида используются в различных отраслях промышленности. Выделяются следующие промышленные типы хромовых руд: металлургический – высокохромистые руды, используемые также в других отраслях промышленности потребляющих хромиты; химический – среднехромистые руды повышенной глинозёмистости и железистости, они могут быть использованы также в огнеупорной промышленности; огнеупорный – высокоглинозёмистые низкохромистые руды, эти руды в других отраслях промышленности не используются.



Металлогеническая схема западной части Алтае-Саянской складчатой области на позднерифейско-кембрийский этап (составлена автором с учётом данных Владимиров А.Г.). Позднерифейско-раннекембрийский клин океанических и островодужных структурно-вещественных комплексов ( $R_3-C$ ):

- 1 – олистостромовые; 2 – вулканогенно-терригенно-карбонатные формации симаунтов; 3 – андезит-дацит-базальтоидные океанических островов (OIB); 4 – базальтоидные (E – N-MORB типов); 5 – габбро-перидотитовые; венд-кембрийские островные дуги; 6 – толеитовые и толеит-бонинитовые серии; 7 – известково-щелочные серии вулканитов; 8 – габбро-пироксенит-сиенитовые; 9 – терригенно-черносланцевые комплексы; 10 – комплексы преддуговых бассейнов: а – флишевые, б – олистостромовые; 11 – осадочные образования краевых морей; 12 – вулканогенно-терригенные образования; 13 – кремнисто-метабазальтовая формация; 14 – терригенные комплексы преддугового бассейна; тектонические элементы: 15 – надвиги, 16 – сдвиги, 17 – граница металлогенической области. Формационные типы месторождений и проявлений золота: 19 – золото-черносланцевый; 20 – золото-медно-скарновый; 21 – золото-колчеданный барит-полиметаллический; 22 – золото-железрудно-скарновый; 23 – хромитовая альпинотипных офиолитов; месторождения и проявления хромитов: У – Успенское; Б – Белинское; С – Сеглебирское; К – Кыркылинское; У-О – Узун-Оюкское; Ч-У – Чаган-Узунское. Месторождения и проявления золота: 1 – Коуринское; 2 – Чанышское; 3 – Майское; 4 – Кубанское; 5 – Сшинское; 6 – Ульяновское; 7 – Каимское; 8 – Карымское; 9 – Барангольское; 24 – Катунско-Мрасская марганец-золоторудная область

До начала 90-х годов в России использовались в основном богатые руды Кемпирсайских месторождений Казахстана с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  свыше 48%. В настоящее время, в связи с дефицитом собственного производства и выявлением крупных объектов с бедными рудами, в промышленное освоение вовлекаются месторождения с содержанием в рудах  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  25–30%.

Современные масштабы потребления хромовых руд значительны – в 1992 г. мировое потребление составило более 10 млн. т., Россия в том же году использовала около 1,5 млн. т. Масштабы потребления и требования к качеству руд и концентратов обуславливают необходимость поисков крупных месторождений с высококачественными рудами.

Хромовые руды Алтайского региона относятся к наиболее перспективному – металлургическому геолого-промышленному типу, имеющему наиболее разнообразное и важное применение.

В Успенском массиве выявлено 7 проявлений хромитов магматогенного генезиса. Все они залегают в дунитах в 10–50 м от контакта их с перидотитами. Наиболее крупное жилообразное тело состоит из разновеликих тектонических рудных блоков шириной 20–30 м и длиной 55 м. Другое тело длиной около 100 м, мощностью 1,7–2 м колонковой скважиной прослежено на глубине в интервале 55–59 м. Контакты рудного тела резкие и оторочены крупнозернистым баститом. Во вмещающих породах содержатся мелкие четковидные линзы хромита. Массив объединяет проявления хромитов: Успенское, Успенское-1 и группу проявлений водораздела руч. Логовой и р. Дресвянка, а так же силикатно-никелевое проявление в центральной части массива серпентинитов. Проявление хромовых руд Успенское расположено на восточном склоне вершины с отметкой 504,7 м (г. Веселая), в 500 м от нее, в 2,5 км по аз. 160° от ж.д. разъезда Тогуленок.

*Рудопоявление Успенское* приурочено к осевой зоне центральной части Тогул-Сунгайского гипербазитового массива. Канавой вскрыты убогие вкрапленные руды с единичной линзой мощностью 0,1 м массивных хромитов. Содержание триоксида хрома в них 34,64%. Кроме того, в 24 шурфах выявлены делювиальные глыбы массивных хромитов весом до 100 кг, залегающих на коренных серпентинитах. Глыбы хромита рассредоточены на участке площадью 6500 м<sup>2</sup>, залегая, преимущественно, в западинах древнего рельефа, хорошо картируемых по элементам дневной поверхности. Химический

состав массивных руд (в масс. %):  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  – 54,56, FeO – 10,60,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 6,18, MgO – 13,14,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 10,56,  $\text{SiO}_2$  – 3,52, CaO – 0,06, п.п.п. – 1,18. На участке проведены поиски коренных руд линиями шурфов с рассечками, с расстоянием между ними 20–40 м и между шурфами – 8–12 м. Глубина выработок 8–12 м. Рекомендуются проверка гравиметровых аномалий и поиски коренного источника хромитовой россыпи.

*Проявление хромовых руд Успенское-1* расположено на водоразделе руч. Логовой и р. Дресвянка, в центральной части массива серпентинитов, у западного контакта на профиле XIX. Представлено телом массивного хромита, имеющего длину по простиранию 55 м при мощности от 0,2 м (рассечка из шурфа 377) до 3,0 м (шурф 551). Тело имеет общее меридиональное простирание и крутое западное падение. Мощность крайне непостоянна; иногда на расстоянии 3-х м мощность изменяется от 1,2 до 15–20 см (шурф 353 и рассечка). Контакты извилистые, с апофизами, ответвлениями. В канаве 2 отчетливо заметны пострудные диагональные дизъюнктивные нарушения, вдоль которых произошло смещение отдельных блоков в горизонтальной плоскости. Величина смещений 0,2–0,5 м. Плоскости сместителей круто падают на СЗ и ЮЗ. В районе шурфа 551 на глубине 7–8 м тело выполаживается (угол падения меняется с 80 до 45°) и на 14–15 м выклинивается. Контакты резкие, четкие. В рассечке № 1, пройденной из шурфа № 553, лежащий бок тела хромитов сложен серпентинитами по перидотиту (с баститом). В контакте с хромитовой жилой заметны следы дробления, смятия. Всячий бок сложен аподунитовыми серпентинитами. В серпентинитах и хромитах часто наблюдаются секущие прожилки, сложенные гелевидным травяно-зеленым серпентинитом и серпентинизированным крупнозернистым пироксеном.

*Хромдиопсид* в виде прожилков мощностью 1–4 см пересекают хромитовые руды. Хромдиопсид светло-зелёный, крупно-кристаллический, местами полупрозрачный, нередко серпентинизирован. Относится к ювелирным разновидностям.

Химический состав массивных хромитов: оксид хрома – 49%,  $\text{SiO}_2$  – 6,13%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 10,8%, CaO – 0,04%, MgO – 10,06%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 20,54%, FeO – (пересчитанное) – 18,45%, модуль – 2,65%, п.п.п. – 0,025%. Силами ОАО «Новотроицкий завод хромовых изделий» на Успенском участке вскрыты мелкие линзовидные тела хромовых руд с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  46,2–53,6%. Предва-

рительно апробированные ресурсы хромовых руд по состоянию на 01.06.2003 года по Успенскому массиву категории  $P_2$  составили 0,5 млн. т.

Перспективность Алтайского региона на хромовое оруденение повышается также и тем, что они являются комплексными рудами и в пределах рудных залежей хромитов и вблизи них обнаруживаются промышленные содержания никеля, кобальта, золота, серебра и платиноидов [3].

Проявление силикатных руд никеля приурочено к западному контакту Успенского гипербазитового массива в его центральной части. Никеленосные охры коры выветривания серпентинитов слагают полосу шириной 40–50 м вдоль западного контакта массива и прослежены на 600–650 м при мощности от 0,5 до 10,0 м. На Успенском массиве выведены на поверхность древнего эрозионного среза самые нижние части линейно-контактной коры выветривания. Нижняя граница коры выветривания лежит на уровне 370 м и вскрыта на профиле XXIV–XXIV шурфами 652, 660 и скважиной Б-123 с расстоянием между выработками 16–30 м. Повышенное содержание никеля выявлено в структурных охрах, где по данным химического анализа содержание никеля 1,0–1,05%, кобальта 0,04%, железа 20%. В перемычках нонтронитовых глинах никеля – 0,5–1,0%, кобальта – 0,05%, железа – 23–25%. В слабо нонтронитизированных серпентинитах и охристо-кремнистых породах содержание никеля 0,33%. Предполагаемые запасы никеля 2305 т, кобальта 218 т.

В Мартыново-Шалапском массиве при разведке на никель скважинами и шурфами вскрыты десятки небольших проявлений и пунктов хромитовой минерализации при мощности рудоносных горизонтов до 56 м.

*Белининское проявление* локализовано в аподунитовых серпентинитах Мартыново-Шалапского массива. Оконтурины 3 линзы хромитов от сливных руд до редковкрапленных по периферии. Размеры линз до 8,0×1,5 м. Падение линз северо-восточное под углом 40–50°. Содержание оксида хрома в сливных рудах от 49,4 до 63,3%. В 500 м на юго-восток канавой прослежена 18-метровая зона брекчированных жил густовкрапленных и массивных хромитовых руд. Мощность от 0,1 до 0,8 м, содержание оксида хрома до 44,5%.

В Горном Алтае наиболее перспективным является северная полоса выходов офиолитов, где локализуется Кыркылинское проявление хромитов.

*Кыркылинское проявление* хромитов приурочено к одноименному массиву офи-

олитов. Проявление расположено в правом борту р. Кыркыла и представлено зоной вкрапленного и прожилково-вкрапленного хромит-магнетитового оруденения, развитого на площади 220×35 м с содержаниями триоксида хрома до 1%, и шлировыми образованиями массивных хромитов среди серпентинитов размерами до 0,5×5 м. В центральной части зоны на площади 35×10 м отмечается участок более интенсивного хромит-магнетитового оруденения со средним содержанием триоксида хрома 3,4%. Рудные прожилки имеют протяжённость до 0,3–1,5 м. Хромпикотит маложелезистый (FeO до 4,3–12,65%). Спектральным анализом в рудах установлены (%): никель – 0,25, кобальт – 0,008. В шлирах хромита содержания никеля варьируют от 0,1 до 0,4%, кобальта от 0,008 до 0,02%. По содержанию  $Cr_2O_3$  руды проявления относятся ранее к  $U_1$  убогим, но легкообогащаемым, из которых гравитационным методом выделяются кондиционные хромитовые концентраты. В процессе опейсывания Кыркылинского участка на нефритовое сырьё нами обнаружены более богатые руды, расположенные восточнее описанного участка.

Это проявление представлено линзовидно-вкрапленным типом руд, местами с массивными сегрегациями протяжённостью от 2 до 7 м и мощностью от 25 до 75 см. Оруденение представлено хромдиопсидом, ассоциирующим с платиноидами. Хромдиопсид средне-крупнокристаллический тёмно-зелёной окраски с содержанием оксида хрома 51–53%. В богатых массивных и густо вкрапленных рудах помимо хрома установлены платина: от 0,2 до до 0,5%. Проявление не изучено по простиранию и на глубину. Прогнозные ресурсы категории  $P_2$  оценены в 1,5 млн. т.

Бликие параметры хромитового оруденения и состав минеральных фаз обнаруживает и *Устюбинское проявление*, расположенное восточнее Кыркылинского участка.

*Узун-Оюкское проявление* хромитов локализуется в пределах одноименного массива расслоенных ультрабазитов и представлено вкрапленными редко массивными рудами. Хромшпинелиды – хромдиопсид и хромпикотит ассоциируют с магнетитом, редко – сульфидами (пирротин, пирит, кобальтин, пентландит). Чаще же сульфидные сегрегации разобщены в пространии с хромититами. Протяжённость хромитового оруденения на наиболее перспективном Центральном участке превышает 150 м, ширина варьирует от 4 до 5 м. Содержание хрома в рудах варьируют от 10 до 47%. Составы платиноидных фаз, расположенных ниже хромититов по эрозионному

врезу, позволяют относить выявленные минералы к группе изоферроплатины (участок Центральный), а также минералы элементов платиновой группы системы осмий-рутений-иридий, которые согласно современной номенклатуре могут быть отнесены к иридоминам и рутениридоминам, обнаруженным на всех остальных участках обследованного Узун-Оюкского массива [1, 3].

Такие же платиноиды обнаружены в пределах *Чаган-Узунского проявления хромитов*, где главной фазой руд представлен хромдиопсид, образующий густую вкрапленность и мелкие массивные линзы хромититов.

Все описанные месторождения и проявления хромовых руд относятся к формации хромитовой альпинотипных офиолитовых массивов, для которой характерны очень высококонцентрированные, маложелезистые хромовые руды.

Предварительно апробированные ресурсы категории  $P_2$  по Белининскому массиву по состоянию на 01.06. 2003 г. триоксида хрома составили 10 млн.т., что отвечает крупным по запасам месторождениям.

Всего по Алтайскому краю предварительно апробированные ресурсы триоксида хрома категории  $P_2$  по состоянию на 01.06.2012 г составили 15,0 млн. т.

Таким образом, Алтай представляет собой перспективный район распростра-

нения высокохромистых руд, приуроченных к выходам позднеерифейско-кембрийских офиолитовых пластин Салаира, Горной Шории и Горного Алтая. Хромовое орудование связано с формацией хромитовых альпинотипных офиолитов океанического этапа развития Палеоазитского океана. Как правило, хромитовые залежи подформных руд относятся к комплексным по составу и пространственно тяготеют к проявлениям платиноидов, никеля, кобальта, обогащенных золотом и серебром, что повышает их экономическую значимость. Запасы и прогнозные ресурсы триоксида хрома позволяют отрабатывать их для местных металлургических предприятий (Новотроицкий завод хромовых изделий в Алтайском крае), а также для вблизи расположенных металлургических предприятий Кузбасса в Кемеровской области.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И. Минерагения и полезные ископаемые Республики Алтай. – Бийск: Изд-во АГАО, 2010. – 385 с.
2. Гусев А.И. Минерагения и полезные ископаемые Алтайского края. – Бийск: Изд-во ГОУВПО АГАО, 2011. – 365 с.
3. Гусев А.И., Кукуева М.А. // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 11. – С. 20–23.
4. Поиски, разведка и оценка хромитовых месторождений; под ред. Т.А. Смирновой, В.И. Сегаловича. – М.: Недра, 1987. – 166 с.