

Иванов А. И. Месторождение «Ыканское» – новый тип коренных месторождений золота сульфидного типа в Бодайбинском рудном районе // Известия Сибирского отделения. Секции наук о Земле РАН. 2007. № 1. С. 34–44.

Иванов А. И. Золото Байкало-Патома (геология, оруденение, перспективы). М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2014. 215 с.

Tomkins A. G. Windows of metamorphic sulfur liberation in the crust: implications for gold deposit genesis // Geochimica et Cosmochimica Acta. 2010. Vol. 79. P. 3246–3259.

С. Ю. Степанов, А. В. Козлов

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург

Stepanov-1@yandex.ru

**Структурно-вещественные закономерности проявления
хромит-платинового оруденения
в клинопироксенит-дунитовых массивах Среднего Урала**

Фактические материалы для исследований собраны в период полевых работ с 2012 по 2017 гг. на дунит-клинопироксенитовых массивах Среднего Урала. В ходе полевых работ детально задокументированы известные ранее [Кашин и др., 1956; Иванов, 1997; Толстых и др., 2011] хромит-платиновые рудные тела Нижнетагильского и Каменушенского массивов. Выявлены и детально исследованы хромит-платиновые зоны в дунитах Светлоборского и Вересовоборского массивов [Степанов, 2014]. Проведена детальная геологическая съемка участков дунитовых тел с хромитовыми сегрегациями. Для штучных проб изготовлены петрографические шлифы и аншлифы. Ряд проб проанализирован методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, а также пробирным анализом на содержание элементов-примесей и, прежде всего, благородных металлов. Пробы большинства крупных хромитовых сегрегаций средним весом 27.5 кг раздроблены и гравитационно обогащены для извлечения минералов платиновой группы (МПГ). Породообразующие минералы и МПГ исследованы методом растровой электронной микроскопии, а их состав определен на рентгеноспектральных микроанализаторах с волновыми детекторами.

Проблема генезиса платиновой минерализации обозначилась уже на первых этапах изучения клинопироксенит-дунитовых массивов Урала. Ранние исследования, проводившиеся параллельно с разработкой коренных месторождений, базировались на представительном каменном материале. Более поздние исследования, проводимые после завершения разработки этих месторождений, были в меньшей степени обеспечены образцами платиноносных пород, но создали обширную базу аналитических материалов, что однако не привело к созданию обоснованной генетической концепции. За последние пять лет выявлены ранее неизвестные хромит-платиновые зоны в дунитах Светлоборского и Вересовоборского массивов. Их изучение позволило установить ключевые структурно-вещественные закономерности проявления хромит-платинового оруденения. Таким образом, основываясь на совокупности результатов предыдущих исследований и новых данных, предлагается геолого-генетическая

модель, которая может служить основой для постановки поисковых и геологоразведочных работ на рудную платину.

В ходе детального геологического картирования (с отбором проб дунитов по профилям через 5–7 м) и петрографических исследований для вновь выявленных хромит-платиновых зон Светлоборского и Вересовоборского массивов установлена их пространственная связь с областью перехода между полями разномерных дунитов. Аналогичные закономерности пространственного размещения хромит-платиновой минерализации ранее установлены в дунитах Нижнетагильского [Иванов, 1997; Пушкарев и др., 2007] и Кондерского [Столяров, 2002] массивов. При изучении характера распределения элементов-примесей в дунитах и, прежде всего, несовместных по отношению к оливину элементов (Cr, Pt, Zr, Nb, Ta) отмечено обеднение ими более крупнозернистых разновидностей дунитов и накопление их в хромит-платиновых зонах. Таким образом, исходя из петрографического контроля оруденения и характера распределения элементов-примесей, мы считаем, что концентрирование платиноидов и хрома произошло на магматической стадии становления дунитовых «ядер».

Для всех хромититов изученных клинопироксенит-дунитовых массивов Среднего Урала на основании анализа индивидов и агрегатов МПГ, а также полированных шлифов с крупными скоплениями МПГ установлено преобладание Pt-Fe минералов над другими МПГ, что согласуется с данными других исследователей [Кашин и др., 1956; Рамдор, 1962; Лазаренков и др., 1992; Толстых и др., 2011]. Генетические взаимоотношения минералов в хромититах показывают следующую последовательность кристаллизации минералов: осмий (рис. а, б) → иридий (рис. в) → лаурит-эрликманит (рис. г, д) → боуит-кашинит (рис. г) → Pt₂Fe → Pt₃Fe часто с иридиевым распадом твердого раствора (рис. е). Образование осмия происходило раньше существенного объема хромшпинелида. Позже и, отчасти совместно с хромшпинелидом, кристаллизовались лаурит-эрликманит и кашинит-боуит (см. рис. г, д). На последних стадиях кристаллизации хромшпинелида образовались Pt-Fe минералы, о чем свидетельствуют широко проявленные поверхности совместного роста между ними.

Последующее минералообразование в хромит-платиновых зонах сводится к замещению первичных минералов новообразованными. Pt-Fe минералы метасоматически замещаются туламинитом, никельферроплатиной и тетраферроплатиной. На начальных стадиях происходит замещение изоферроплатины или железистой платины вдоль ослабленных зон в индивидах, отвечающих плоскостям спайности. Затем формируются каймы различной мощности вплоть до образования полных псевдоморфоз минералов группы тетраферроплатины по первичным Pt-Fe минералам. В процессе замещения первыми образуются туламинит и никельферроплатина, которые впоследствии замещаются тетраферроплатиной.

Таким образом, если рассматривать совокупность преобладающих МПГ в хромититах клинопироксенит-дунитовых массивов Среднего Урала, можно выделить две главные стадии минералообразования. На магматическом этапе становления дунитового «ядра» (первая стадия) кристаллизуется хромшпинелид совместно с Os-Ir-(Ru) интерметаллидами, сульфидами ЭПГ, железистой платиной и изоферроплатиной. В стадию активной серпентинизации, вызванной вовлечением клинопироксенит-дунитовые массивов в зону субдукции [Иванов, 2011], происходит активное замещение минералов магматической ассоциации.

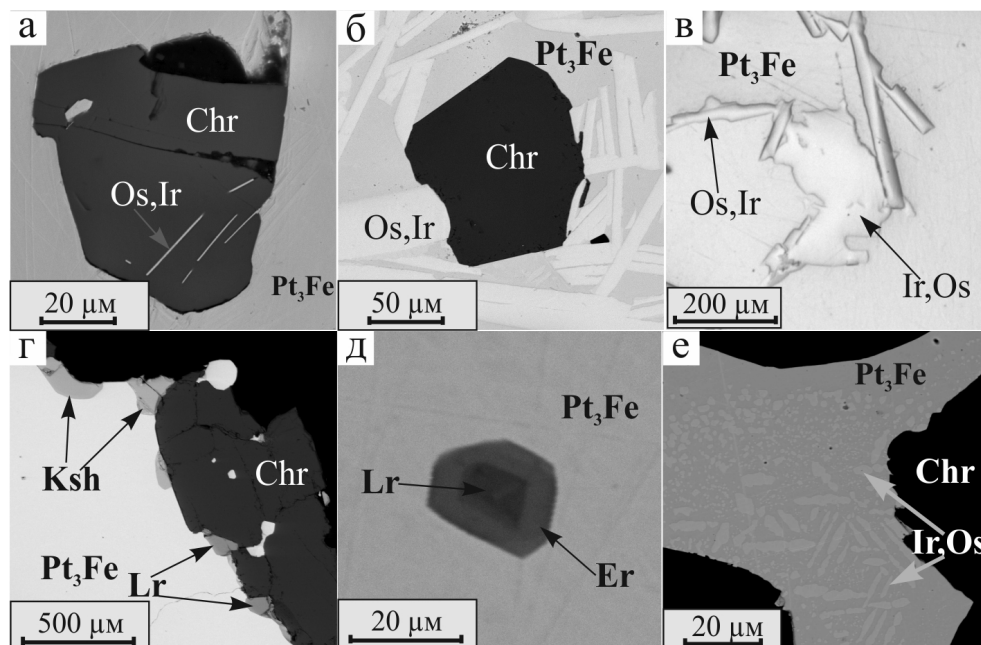


Рис. Генетические взаимоотношения минералов платиновой группы.

Chr – хромшпинелид, Pt₃Fe – изоферроплатина, Os,Ir – осмий, Ir,Os – иридий, Lr – лаурит, Er – эрликманит, Ksh – кашинит.

Содержание Pt в хромитах исследуемых массивов крайне неравномерно. МПГ преимущественно концентрируются в виде крупных единичных агрегатов. Наши выводы о распределении Pt совпадают с результатами работ А. Кашина с соавторами [1956] по изучению платиноносности Нижнетагильского массива. Неоднородность распределения подтверждается содержанием благородных металлов в хромитах. При сравнении результатов определения Pt в рудах масс-спектрометрическим методом без предварительной пробирной плавки (с относительно небольшой аналитической навеской) с такими же результатами с предварительной пробирной плавкой (с аналитической навеской до 100 г) отмечается расхождение, в среднем, в два–три раза. При сравнении результатов химического анализа с предварительной пробирной плавкой и результатов извлечения весовой платины при гравитационном обогащении из крупнообъемных проб наблюдается большее расхождение в содержаниях, составляющее, в среднем, три–четыре раза. Таким образом, для корректного определения весовой доли Pt в рудах требуется проведение крупнообъемного опробования, что значительно повышает цену поисковых и разведочных работ.

С целью оконтуривания участков для крупнообъемного опробования и снижения затрат на геологоразведочные работы целесообразно предварительно проводить детальное геологическое картирование. На первых стадиях этих работ необходимо установить зоны контактов полей разнозернистых дунитов, что позволит существенно сократить площадь работ. В пределах перспективных площадей целесообразно проведение минералогического картирования для выявления участков дунитов,

обогащенных хромитом до 5–8 % от объема породы. Теоретически, минералогическое картирование возможно заменить геохимическим опробованием первичных ореолов рассеяния с проходкой скважин колонкового бурения малого диаметра и последующим определением содержания Cr_2O_3 в пробах рентгеноспектральным анализом, что потребует относительно малых затрат. В контурах дунитов, обогащенных хромитом, целесообразно проведение крупнообъемного опробования по аналогии с работами, проведенными в пределах Крутого и Александровского логов Нижнетагильского клинопироксенит-дунитового массива [Кашин и др., 1952].

Таким образом, в результате комплексных работ в дунитах Светлоборского и Вересовоборского массивов выявлены ранее неизвестные хромит-платиновые зоны. На основании анализа их геологического положения, изучения вмещающих дунитов и исследования минерального состава подтверждены закономерности, установленные при исследованиях хромит-платинового оруденения Нижнетагильского массива. В целом, единичные наблюдения, проведенные в пределах одного геологического тела (дунитового «ядра» Нижнетагильского массива), подтверждены на других геологических объектах, что позволило использовать накопленные сведения для обоснования наиболее корректного метода проведения поисковых и геологоразведочных работ на рудную платину в пределах дунитовых тел в массивах дунит-клинопироксенит-габбровой формации.

Литература

- Иванов О. К.* Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 1997. 488 с.
- Иванов К. С.* Генезис хром-платинового оруденения Уральского (Нижнетагильского) типа // Доклады Академии наук. 2011. Т. 441. № 2. С. 224–226.
- Кашин С. А., Козак С. С., Николаева Л. А., Тихомиров К. П.* Минералогические и петрохимические особенности пород платиноносной формации Среднего Урала и некоторые закономерности распределения платины. М.: НИИ НИГРИЗОЛОТО МЦМ СССР, 1956. 112 с.
- Лазаренков В. Г., Малич К. Н., Сахьянов Л. О.* Платинометальная минерализация зональных ультраосновных и коматиитовых массивов. Л.: Недра, 1992. 217 с.
- Пушкарев Е. В., Аникина Е. В., Гарути Дж., Закарини Ф.* Хром-платиновое оруденение нижнетагильского типа на Урале: структурно-вещественная характеристика и проблема генезиса // Литосфера. 2007. № 3. С. 28–65.
- Рамдор П.* Рудные минералы и их сростания. М.: Иностранная литература, 1962. 1118 с.
- Степанов С. Ю.* Особенности платинового оруденения ультраосновных интрузивов Урало-Аляскинского типа на примере массивов Платиноносного пояса Урала // Мат. четв. мол. школы. М.: ИГЕМ РАН, 2014. С. 269–272.
- Столяров С. А.* Петрофизическая зональность центральной части Кондерского и Нижнетагильского массивов и особенности минерализации платиноидов // Матер. всерос. науч. конф. студ., асп. и мол. спец. «Геологи XXI века». Саратов: СО ЕАГО, 2002. С. 120–123.
- Толстых Н. Д., Телегин Ю. М., Козлов А. П.* Коренная платина Светлоборского и Камешенского массивов Платиноносного пояса Урала // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 6. С. 775–793.