

И. А. Кузьмин¹, Р. С. Паламарчук¹, С. Ю. Степанов², В. М. Калугин³

¹ – Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург

² – Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург

³ – Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск

Kuzmin.kuvanechka@yandex.ru

Платиновая минерализация в дунитах массива Желтая сопка, Северный Урал

(научный руководитель д.г.-м.н. А. В. Козлов)

Целью работы является характеристика минералов платиновой группы (МПП) из хромититов клинопироксенит-дунитового массива Желтая сопка на Северном Урале. Коренное платиновое оруденение этого массива ранее не изучалось, хотя с ним связано крупное отработанное россыпное месторождение. Для достижения поставленной цели были изучены морфологические особенности индивидов и агрегатов МПП и их химический состав.

Массив Желтая сопка является составной частью полифазного массива Денежкин Камень и располагается в 25 км к северо-западу от г. Североуральск. Он сложен ультрамафитами и мафитами качканарского комплекса, габбро-норитами тагило-кытлымского комплекса, а также гранодиоритами волковского комплекса [Петров и др., 2006]. Массив состоит из дунитового ядра размерами 5.5×2 км и верлит-клинопироксенитовой оболочки шириной до 800 м [Иванов, 1997] и залегает в метагаббро-долеритах мариинского комплекса. В западной части дунитового тела присутствуют тела вкрапленных и, реже, прожилково-вкрапленных хромититов [Иванов, 1997].

В ходе полевых работ были отобраны четыре крупнообъемные пробы прожилково-вкрапленных хромититов по 25 кг. Они были раздроблены до фракции –1 мм и обогащены на концентрационном столе. Извлеченные из шлихового концентрата МПП были помещены в эпоксидную шайбу и изучены на сканирующем электронном микроскопе MIRA 3 LMU (Tescan Orsay Holding), оборудованном системой микроанализа Inca Energy 450+ X-Max 80 (Oxford Instruments Nano Analysis), при ускоряющем напряжении 20 кВ и живом времени набора спектров 20 сек (ИГМ СО РАН, г. Новосибирск). Среди МПП преобладают Pt-Fe интерметаллиды, образующие зерна размером до 130 мкм. В них часто встречаются включения Os-Ir-Ru состава, а также разнообразные сульфиды и сульфоарсениды элементов платиновой группы (ЭПГ) и более редкие их соединения.

Среди первичных Pt-Fe интерметаллидов преобладает изоферроплатина Pt₃Fe (рис. 1а), составляя более 50 % от общего объема зерен. Она образует зерна размером порядка 100 мкм с широким разбросом составов и вариацией суммы ЭПГ от 69.1 до 76.9 ат. %. Отмечаются также постоянные примеси Cu и Ni до 3.6 ат. %. Железистая платина Pt₂Fe (Pt 64.1 ат. %) встречается реже, образуя идиоморфные кубические кристаллы размером до 30 мкм (рис. 2а). Около половины зерен первичных Pt-Fe интерметаллидов частично замещены минералами группы тетраферроплатины, образующими каймы толщиной до 50 мкм по железистой платине и менее мощные каймы по изоферроплатине. Редко встречаются зерна, полностью замещенные туламинитом. Ni-содержащая тетраферроплатина образует полные псевдоморфозы по первичным Pt-Fe минералам. Состав минералов из этой ассоциации значительно варьирует (рис. 1б)

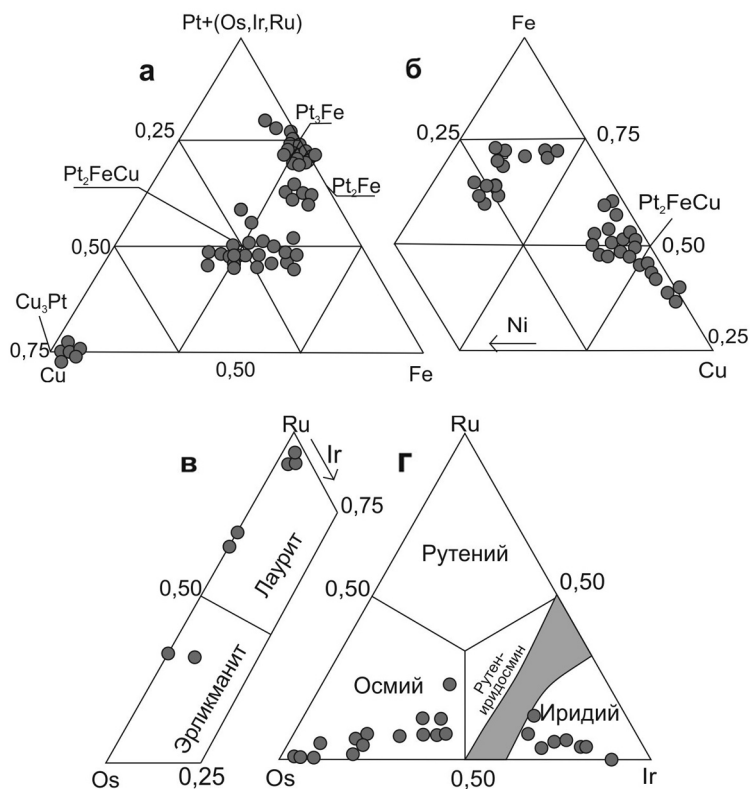


Рис. 1. Состав минералов группы платины из хромитов массива Желтая сопка: а) Pt-Fe-Cu сплавы; б) группа тетраферроплатины-туламинита-ферроникельплатины; в) минералы изоморфного ряда лаурит-эрликманит; г) твердые растворы Os-Ir-Ru.

от стехиометричного туламинита до составов промежуточных между тетраферроплатиной и ферроникельплатиной (Ni до 16 ат. %).

В Pt-Fe интерметаллидах в значительном количестве обнаружены идиоморфные кристаллы осмия пинакоидального габитуса (рис. 2б) размером до 100 мкм. Состав осмия широко варьирует (см. рис. 1г): содержания Ir составляют 3,71–17,5 ат. %, содержания Ru редко превышает 7 ат. %, в этих случаях достигая 22,9 ат. %. Иридий с примесью Ru до 14 ат. % образует удлиненные пластинчатые зерна длиной десятки микрометров (рис. 2в).

Минералы изоморфного ряда лаурит-эрликманит обнаружены в виде единичных зерен. Лаурит образует гомогенные относительно крупные индивиды с выдержанным составом $(\text{Ru}_{0.89}\text{Os}_{0.04}\text{Ir}_{0.03})_{0.96}\text{S}_{2.04}$ и сложные зональные кристаллы с разным содержанием эрликманитового минала, иногда замещенные ирарситом (рис. 2г). Для лаурита и эрликманита из этого срастания установлены примеси As до 1,6 ат. %.

В каймах замещения первичных Pt-Fe интерметаллидов обнаружены зерна ирарсита (рис. 2в) с расчетной формулой $(\text{Rh}_{0.81}\text{Ir}_{0.24})_{1.05}\text{As}_{1.00}\text{S}_{0.81}$, ассоциирующие с удлиненными пластинчатыми обособлениями иридия. В таких зернах присутствует незначительная примесь Rh (до 1 ат. %). В туламините обнаружены обособления Cu_3Pt

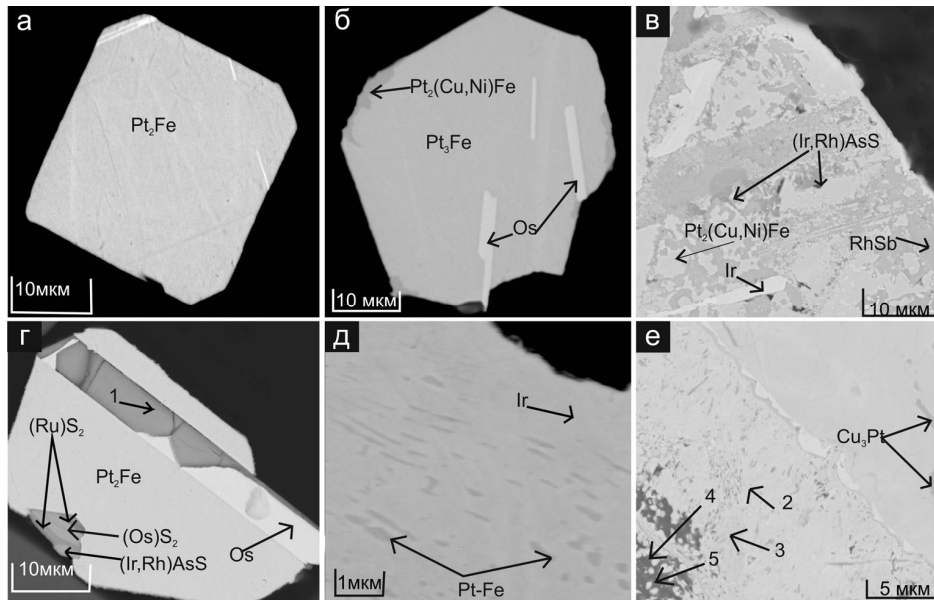


Рис. 2. Срастания МПГ из хромитов массива Желтая сопка: а) кристалл железистой платины (Pt_2Fe); б) изоферроплатина (Pt_3Fe) с каймой туламинита ($Pt_2(Cu,Ni)Fe$) и включениями осмия (Os); в) агрегат иридия (Ir), ирарсита ($(Ir,Rh)AsS$), туламинита и стибнита родия ($RhSb$) в изоферроплатине; г) кристалл осмия в железистой платине, замещенный оксидом иридия (1), и сложное срастание лаурита (RuS_2)-эрликманита (OsS_2)-ирарсита; д) распад твердого раствора с выделением Pt-Fe минералов в иридии; е) замещение изоферроплатины туламинитом с выделениями Cu_3Pt , кайма замещения, сложенная меркуридами ЭПГ (2, 3) и феродситом (4, 5). СЭМ-фото.

(рис. 2е), а также включения антимонида Rh размером до 10 мкм с расчетной формулой $Rh_{0.99}Sb_{1.01}$ (рис. 2в). Также установлены оксид Ir, замещающий осмий (рис. 2г), и сложный по составу меркурид ЭПГ (рис. 2е), с которым по каймам замещения ассоциирует феродсит ($Fe_{3.49}Ni_{3.24}Co_{1.33}Ru_{1.20}Ir_{0.89})_{10.15}S_{8.00}$ (рис. 2е).

Ассоциация МПГ, обнаруженная в хромитах клинопироксенит-дуניתового массива Желтая сопка, типична для массивов Урало-Аляскинского типа [Лазаренков и др., 1992], хотя и обладает рядом индивидуальных особенностей. Одна из них – это широкое распространение железистой платины с преобладающим количеством среди Pt-Fe минералов. Ранее такая ассоциация платиноидов была установлена только в россыпи р. Вересовка на Среднем Урале. Среди вторичных минералов из группы тетраферроплатины установлена Ni-содержащая разновидность, близкая по составу к ферроникельплатине, ранее выявленной только в хромитах Нижнетагильского [Auge et al., 2005; Степанов и др., 2018] и Иовского [Паламарчук и др., 2017] дуניתовых массивов. Минералы наложенного парагенезиса распространены во всех ассоциациях МПГ из коренных и россыпных объектов Платиноносного пояса Урала. Зерна Cu_3Pt описаны в Нижнетагильском и Вересовоборском массивах [Степанов, 2015]. Ирарсит описан повсеместно. Оксиды иридия, замещающие пластинки осмия, найдены в россыпях, связанных со Светлоборским и Каменушенским массивом, а также Коряжского нагорья [Кутырев и др., 2018]. Таким образом, ассоциация МПГ изученных хромити-

тов типична для зональных клинопироксенит-дунитовых массивов, и в нее входят все парагенезисы от раннемагматического до наиболее позднего низкотемпературного [Толстых и др., 2011]

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-35-00151\18. Авторы признательны директору заповедника «Денежкин Камень» А. Н. Квашиной за возможность проведения научно-исследовательских работ.

Литература

- Иванов О. К. Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Екатеринбург: Уральский университет, 1997. 488 с.
- Кутырев А. В., Сидоров Е. Г., Антонов А. В., Чубаров В. М. Платинометалльная ассоциация ручья Прижимный (Корякское нагорье) // Геология и геофизика. 2018. Т. 9. С. 1164–1175.
- Лазаренков В. Г., Малич К. Н., Сахьянов Л. О. Платинометалльная минерализация зональных ультраосновных и коматиитовых массивов. Л.: Недра, 1992. 217 с.
- Паламарчук Р. С., Степанов С. Ю., Ханин Д. А., Антонов А. В. Платиновая минерализация массивных хромититов Иовского дунитового тела (Северный Урал) // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2017. № 5. С. 68–76.
- Петров Г. А., Ильясова Г. А., Тристан Н. И. и др. Объяснительная записка к государственной геологической карте Российской Федерации. Изд. 2. Лист Р-40-XXXVI (Североуральск). 2006ф.
- Степанов С. Ю. Сравнительная характеристика платиновой минерализации Светлоборского, Вересовоборского и Нижнетагильского дунит-клинопироксенитовых интрузивов (Средний Урал, Россия) // Новые данные о минералах. Вып. 50. М., 2015. С. 29–37.
- Степанов С. Ю., Паламарчук Р. С., Варламов Д. А., Козлов А. В., Ханин Д. А., Антонов А. В. Минералы платиновой группы из делювиальной россыпи реки Вересовка, Вересовоборский клинопироксенит-дунитовый массив (Средний Урал) // Записки РМО. 2018. Т. 147. № 5. С. 40–60.
- Толстых Н. Д., Телегин Ю. М., Козлов А. П. Коренная платина Светлоборского и Каме-нушенского массивов платиноносного пояса Урала // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. С. 775–793.
- Auge T., Genna A., Legendre O., Ivanov K. S., Volchenko Yu. A. Primary platinum mineralization in the Nizhny Tagil and Kachkanar ultramafic complexes, Urals, Russia: A genetic model for PGE concentration in chromite-rich zones // Economic Geology. 2005. Vol. 100. P. 707–732.

М. П. Брысин¹, Н. Н. Позднякова¹, С. И. Шабалин²

¹ – Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, г. Москва

Brysin@tsnigri.ru

² – Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск

Минералы платиновой группы бассейна реки Яман-Садра (Республика Алтай)

Находки минералов платиновой группы (МПГ) в аллювиальных отложениях Горной Шории и бассейна р. Лебедь отмечаются в каждой россыпи золота. Перспективными в отношении платины признавались бассейны р. Лебедь, Кондомы, Мрассу, Китат и др. [Высоцкий, 1933; Кривенко и др., 1994]. Не вызывает сомнения то, что пла-