

Р. С. Паламарчук¹, Д. А. Варламов², С. Ю. Степанов³

¹ – Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург
palamarchuk22@yandex.ru

² – Институт экспериментальной минералогии РАН, г. Черноголовка

³ – Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург

**Минералы платиновой группы из россыпи р. Сосновка,
Сосновский клинопироксенит-дунитовый массив, Северный Урал**
(научный руководитель д.г.-м.н. А. В. Козлов)

История эксплуатации платиновых россыпей Урала насчитывает почти 200 лет [Мосин, 2002]. Несмотря на промышленную значимость, особенности большинства россыпных уральских месторождений рассмотрены далеко не в полной мере. Если для Среднего Урала существует ряд современных работ [Баранников, Осовецкий, 2014; Stepanov et al., 2019 и др.], то минералогия платиновых россыпей Северного Урала не рассматривалась со времен Н. К. Высоцкого [1923]. В этом аспекте большой интерес представляет россыпь р. Сосновка с отрабатываемыми целиками. Целью данного исследования является характеристика ассоциации минералов платиновой группы (МПП) из отложений россыпи р. Сосновка.

Река Сосновка дренирует дуниты Сосновского клинопироксенит-дунитового массива, расположенного в 13 км к северо-западу от пос. Кытлым на Северном Урале. Сосновский массив относится к первой фазе внедрения конжаковского комплекса, образующего крупный горный массив – Косьвинский камень, с двумя дунитовыми телами Юдинским (Косьвинским) и Сосновским. Россыпь представляет собой фрагмент речной террасы, где современные песчано-глинистые отложения мощностью от 3 до 10 м залегают на выветрелых метабазах паличнинской свиты. Основной объем МПП сосредоточен в приплотиковой части разреза.

В ходе экспедиционных работ были отобраны пробы из приплотиковой части разреза общим объемом около 60 л. Они были промыты на лотке. Зерна МПП извлечены из шлиха методом «отдувки». Морфологические особенности, а также состав МПП изучен с помощью методов растровой электронной микроскопии и рентгено-спектрального микроанализатора CamScan MV2300 с ЭДС спектрометром в ИЭМ РАН. Разделение МПП на ассоциации и парагенезисы выполнено с учетом результатов ранее проведенных исследований [Tolstykh et al., 2005; Степанов и др., 2017].

Зерна МПП из россыпи р. Сосновка представлены сростаниями преимущественно Pt-Fe минералов, достигающими размеров 1–2 мм. Многие зерна характеризуются сохранением большинства первичных морфологических признаков. Ростовые штриховки встречаются редко. Для многих Pt-Fe сплавов характерны включения идиоморфных пластинок осмия, а также редкие крупные выделения лаурита.

Среди ассоциации первично-магматических Pt-Fe интерметаллидов отмечаются минералы, соответствующие по составу как изоферроплатине, так и железистой платине с незначительным преобладанием первой. Их составы сильно варьируют и образуют непрерывный ряд с суммой ЭПГ 62–77 ат. % (рис. 1а). Наибольшие примеси в Pt-Fe сплавах отмечаются для Ir. Его содержание может достигать 6 ат. % в железистой платине и 20 ат. % в изоферроплатине. Количество Cu и Ni выдержано и колеблется в

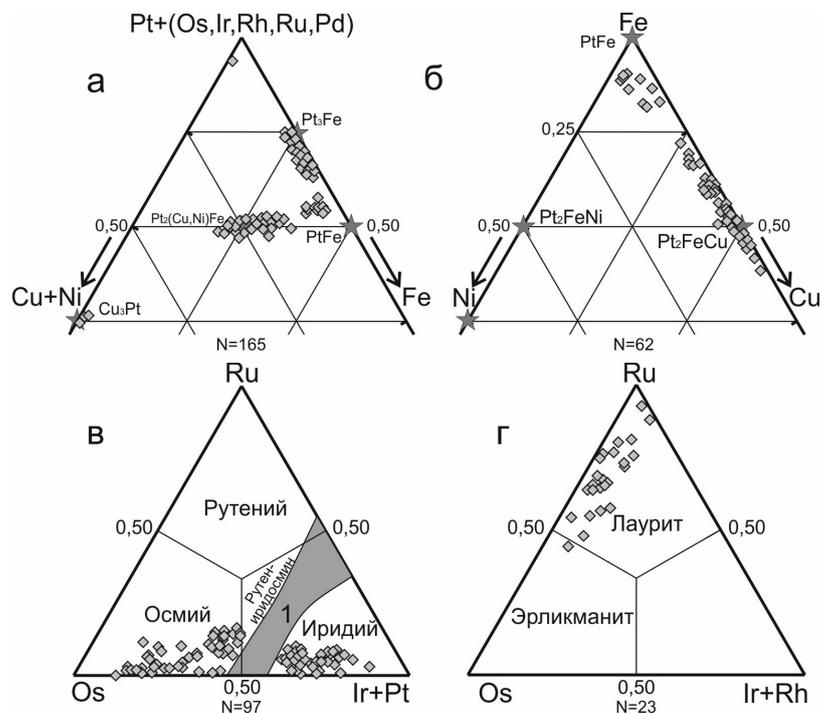


Рис. 1. Составы Pt-Fe сплавов (а), минералов группы тетраферроплатина-туламинит (б), тугоплавких включений Os-Ir-Ru состава (в) и сульфидов изоморфного ряда лаурит-эрликманит (г).

N – количество анализов.

пределах 2 ат. % для каждого элемента. Кроме того, впервые для Платиноносного пояса Урала обнаружена самородная платина (сумма ЭПГ 94.34 ат. %), образующая тонкие прожилки в изоферроплатине (рис. 2а), которая характеризуется малым количеством примесей ЭПГ, исключая Ru (3 ат. %). Многие краевые части зерен первичных Pt-Fe сплавов (изоферроплатина и железистая платина) замещены минералами группы тетраферроплатина-туламинит, образующими каймы мощностью до 150 мкм. Редко встречаются полные псевдоморфозы туламинита по железистой платине. Состав минералов группы тетраферроплатина-туламинит также характеризуется значительными вариациями главных компонентов (рис. 1б). Примеси Ni редко превышают 1 ат. %.

В изученной ассоциации МПГ широко распространены осмий и иридий, образующие включения в Pt-Fe сплавах. Пластинки осмия иногда слагают до 50 % от объема агрегата МПГ (рис. 2б). Осмий, в основном, образует гомогенные зерна, однако редко встречаются зональные кристаллы (рис. 2в). Их зональность вызвана возрастанием концентрации Ru от 1.2 ат. % в центре зерна до 15.2 ат. % в краевой части. По составу некоторые индивиды отвечают промежуточной разновидности осмий-рутениридоосмин (рис. 1в).

Иридий встречается часто и образует мелкие (до 20 мкм) хорошо оговоренные включения в Pt-Fe сплавах (рис. 2г) или крупные (до 100 мкм) сложноограненные обо-

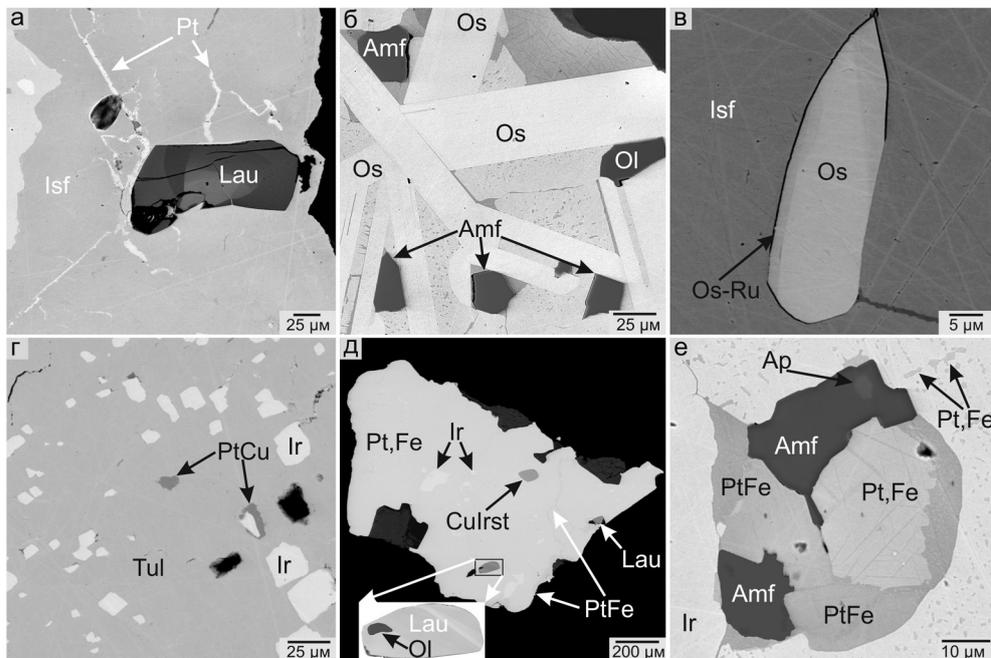


Рис. 2. МПГ из россыпи р. Сосновка: а) зональное включение лаурита (Lau) в изоферроплатине (Isf) с прожилками самородной платины (Pt); б) обильные включения пластинок осмия (Os), а также включения амфибола (Amf) и оливина (Ol) в изоферроплатине; в) включение осмия (Os), зонального по Ru (Os-Ru), в изоферроплатине (Isf); г) ограниченные включения иридия (Ir) и выделения PtCu в туламините (Tul); д) включение купроиридсита (CuIrst), иридия (Ir) и лаурита (Lau) в железистой платине (Pt,Fe) (на врезке – лаурит (Lau) с включением оливина (Ol)); е) полифазное включение амфибола (Amf), апатита (Ap), тетраферроплатины (PtFe) и железистой платины (Pt,Fe) в иридии (Ir) с железистой платиной (Pt,Fe). СЭМ-фото.

собления в изоферроплатине. Вдоль границ таких обособлений изоферроплатина часто замещена туламинитом. В некоторых срастаниях количество иридия может достигать 40–50 % от объема зерна. Состав иридия, как и осмия, изменяется в очень широких пределах (рис. 1в). Кроме многочисленных включений иридия в Pt-Fe сплавах было найдено одно крупное зерно иридия размером 0.8 мм с мелкой вкрапленностью железистой платины.

В Pt-Fe сплавах обнаружены минералы изоморфного ряда лаурит-эрликманит (рис. 1г) в виде зональных и секториальных зерен (рис. 2а). Эрликманит найден единично. Также обнаружено одно включение минерала с промежуточным составом между кашинитом и баунитом и крупное (около 100 мкм) зерно купроиридсита (рис. 2д).

Среди поздних минералов найдены несколько зерен, отвечающих составу PtCu, которые образуют прожилки в туламините (рис. 2г), а также фазы, отвечающей формуле Cu_3Pt . Обнаружено единственное мелкое зерно гексаферрума, который замещает сложное срастание осмия и иридия.

Изученные Pt-Fe сплавы содержат многочисленные включения силикатов. Повсеместно встречаются мелкие (~20 мкм) индивиды оливина ($Mg_{1.88}Fe_{0.12}$) $_{2.00}[SiO_4]$ с коэффициентом магнезиальности 0.87–0.93 в срастании с осмием (рис. 2б), а также во

включениях в лаурите (рис. 2д). Распространены включения амфибола, образующего ксеноморфные индивиды по отношению к осмию (рис. 2б) и идиоморфные – по отношению к иридию [Степанов и др., 2018]. Состав амфиболов соответствует минералам промежуточного состава магнезиогастингсита и магнезиогорнблендита [Степанов и др., 2018]. Были найдены включения диопсида $(\text{Ca}_{0.97}\text{Na}_{0.03})_{1.00}(\text{Mg}_{0.91}\text{Fe}_{0.07}\text{Al}_{0.04})_{1.02}(\text{Si}_{1.90}\text{Al}_{0.10})_{2.00}\text{O}_{6.00}$. Также найдено несколько полифазных включений. Так, на рисунке 2е показано срастание тетраферроплатины, железистой платины, амфибола и Si-содержащего апатита, расположенного в иридии.

Таким образом, ассоциация МПГ россыпи р. Сосновка характеризуется присутствием минералов, характерных для россыпей, связанных с массивами урало-алаянского типа [Лазаренков и др., 1992], хотя имеется и ряд отличий. Так, присутствие почти полного ряда разновидностей Pt-Fe сплавов от Pt_3Fe до Pt_2Fe ранее отмечалось исключительно для россыпи р. Вересовка, связанной с Вересовоборским массивом [Степанов и др., 2018]. Обильные включения Os-Ir-Ru интерметаллидов характерны для россыпей, связанных с Каменушенским массивом, а крупные зерна иридия найдены в элювиально-делювиальной россыпи и коренном хромит-платиновом оруденении Светлоборского массива [Паламарчук и др., 2018]. Самородная платина в уральских платиновых россыпях ранее не отмечалась. Еще одной особенностью ассоциации МПГ р. Сосновка является разнообразие силикатных включений в Pt-Fe сплавах.

Авторы признательны начальнику участка и геологу прииска на россыпи р. Сосновка. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-35-00151\18).

Литература

- Баранников А. Г., Осовецкий Б. М. Платиновые и платиносодержащие россыпи Урала, критерии и признаки их пространственной связи с первоисточниками // Известия Уральского государственного горного университета. 2014. Т. 35. № 3. С. 12–29.
- Высоцкий Н. К. Платина и районы ее добычи. Петроград, 1923. 343 с.
- Лазаренков В. Г., Малич К. Н., Сахьянов Л. О. Платинометаллическая минерализация зональных ультраосновных и коматиитовых массивов. Л.: Недра, 1992. 217 с.
- Мосин К. И. История добычи платины на Урале. Н. Тура: Нижнетуринская типография, 2002. 246 с.
- Паламарчук Р. С., Степанов С. Ю., Козлов А. В. Минеральные включения Os-Ir-Ru состава и сульфидов ЭПГ в Pt-Fe интерметаллидах из россыпей, связанных с клинопироксенит-дунитовыми массивами Среднего Урала // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН, 2018. № 15. С. 283–286.
- Степанов С. Ю., Малич К. Н., Козлов А. В., Баданина И. Ю., Антонов А. В. Платиноидная минерализация Светлоборского и Вересовоборского клинопироксенит-дунитовых массивов Среднего Урала (Россия) // Геология рудных месторождений. 2017. Т. 59. № 3. С. 238–250.
- 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.
- Stepanov S. Y., Palamarchuk R. S., Kozlov A. V., Khanin D. A., Varlamov D. A., Kiseleva D. V. Platinum-group minerals of Pt-placer deposits associated with the Svetloborsky Ural-Alaskan Type massif, Middle Urals, Russia // Minerals. 2019. Vol. 9 (2). 77.
- Tolstykh N. D., Sidorov E. G., Krivenko A. P. Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes // Mineralogical Association of Canada Short Course 35. Oulu, 2005. P. 113–143.