

Можно полагать, что некоторая аналогия подобного процесса, обусловленная длительным воздействием агентов окисления, характерна и для кор выветривания. На рисунке 3 дано сравнение позиции фигуративных точек составов платиноидов, подверженных изменению в двух названных случаях.

*Авторы благодарны Е. В. Белогуб, В. А. Попову и В. В. Мурзину за консультацию и О. Л. Бусловской за помощь в оформлении статьи. Исследования поддержаны РФФИ (проект № 15-05-00311) и Минобрнауки (госзадание № 33.2644.2014к).*

### Литература

*Анкушев М. Н., Зайков В. В., Бахшиев И., Котляров В. А.* Микровключения хромшпинелидов в древних металлургических шлаках поселения Аксар (Башкортостан) // Геоархеология и археологическая минералогия–2015. Миасс: ИМин УрО РАН. С. 102–107.

*Баранников А. Г.* Золотоносность Гогинского рудно-россыпного района (Южный Урал). Екатеринбург: УГГУ, 2006. 197 с.

*Зайков В. В., Котляров В. В., Зайкова В. В.* Состав и преобразования микровключений минералов системы Os–Ir–Ru в древних золотых изделиях // Записки РМО. 2015. № 3. С. 106–112.

Краткая химическая энциклопедия. Т. 3. М.: Советская энциклопедия, 1964. 1112 с.

*Савельев Д. Е., Сначев В. И., Савельева Е. Н., Бажин А. Г.* Геология и хромитоносность габбро-гипербазитовых комплексов Южного Урала. Уфа: Гилем, 2008. 319 с.

*Сигов А. П.* Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. М.: Недра, 1969. 296 с.

*Уточкина Н. В., Азовскова О. Б., Некрасова А. А.* Особенности состава платиноидов из золото-платиновой россыпи Малый Емех (Средний Урал) // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научн. чт. пам. П. Н. Чирвинского. Пермь, 2014. Вып. 17. С. 45–51.

*Harris D. C., Cabri L. J.* Nomenclature of platinum-group-element alloys: review and revision // Canadian Mineralogist. 1991. Vol. 29. P. 231–237.

**Р. С. Паламарчук**

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,*

*г. Санкт-Петербург*

*palamarchuk22@yandex.ru*

### **Особенности минералов платиновой группы из элювиально-делювиальных россыпей, связанных с хромит-платиновыми зонами Светлоборского массива, Средний Урал** (научный руководитель А. В. Козлов)

Светлоборский и Вересовоборский клинопироксенит-дунитовые массивы послужили источниками для крупной Иосовско-Турьинской системы платиновых россыпей. Общее количество добытой из них платины приближается к 220 т. За долгую историю добычи основное внимание уделялось наиболее важным в промышленном плане аллювиальным и ложковым россыпям [Высоцкий, 1913; Билибин, 1955; Степанов и др., 2015]. В последнее время активно изучается коренная платиноносность дунитов Светлоборского массива [Телегин и др., 2009; Толстых и др., 2011; Козлов и др. 2011; Малич и др., 2015; Степанов и др., 2015], но малоизученным остается промежуточное звено в системе коренной источник – элювиально-делювиальные россы-

пи – аллювиальная россыпь. Настоящая работа посвящена изучению минералов платиновой группы (МПГ) начальных стадий формирования россыпных месторождений в пределах ореола элювиально-делювиальных отложений.

Фактической основой для исследований стали пробы, полученные в ходе шлиховой съемки при поисково-оценочных работах на коренную платину ЗАО «Урал-МПГ». Съемка проводилась с целью заверки литохимической платиновой аномалии. Отдельные профили закладывались на расстоянии 40 м друг от друга, шурфы для отбора проб проходились через 20 м. Каждая проба объемом около 20 л представляла собой гравийно-песчано-глинистый материал. Пробы были промыты на гравитационном концентраторе до черного шлиха. Далее от пробы были отделены агрегаты МПГ размерами более 0.2 мм методом «отдувки». Зерна были исследованы с помощью оптической и электронной микроскопии. Состав минералов определялся на электронном микроскопе CamScan MX2500 с энерго-дисперсионным спектрометром (аналитик А. В. Антонов, ФГУП «ВСЕГЕИ»). Полученные данные сопоставлены с результатами исследования МПГ из хромит-платиновой рудной зоны участка Вершинный [Малич и др., 2015; Степанов, Малич, 2015].

Шлиховая аномалия расположена на участке Вершинный на западном склоне возвышения и прослеживается с севера на юг на 600 м при средней ширине 70 м (рис. 1). Содержание платины в шлиховых пробах различно и в пределах шлиховой

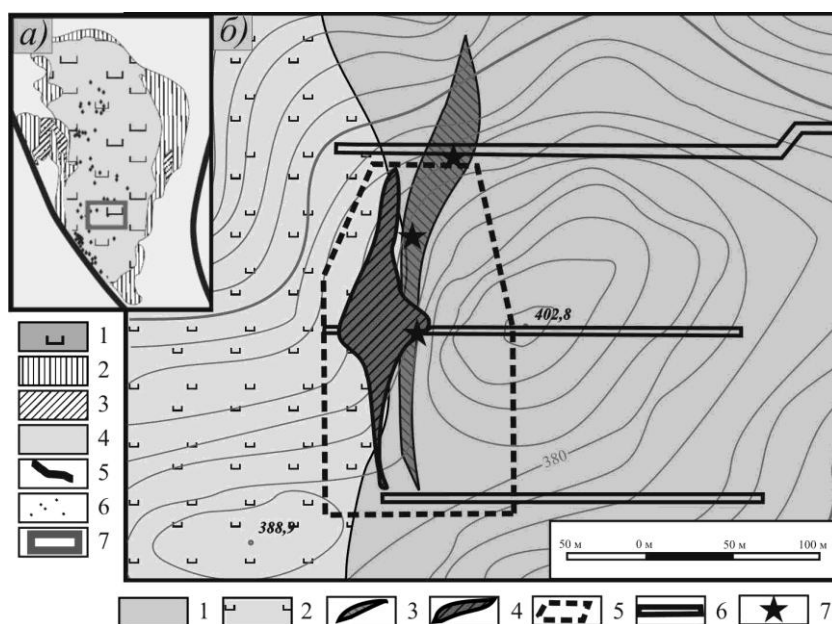


Рис. 1. Схема геологического строения участка Вершинный.

а) положение участка в пределах Светлоборского массива: 1 – дуниты, 2 – клинопироксениты, 3 – габбро, 4 – вмещающие вулканиты основного состава, 5 – крупные тектонические нарушения, 6 – хромитовые шлиры, 7 – границы участка; б) расположение шлиховой аномалии в пределах участка: 1 – мелко- и среднезернистые дуниты, 2 – мелко- и тонкозернистые дуниты, 3 – хромит-платиновая рудная зона, 4 – шлиховая аномалия с содержанием Pt > 0.8 г/м<sup>3</sup>, 5 – контуры участка шлиховой съемки, 6 – канавы, 7 – точки обнаружения хромитовых шлиров с видимой платиной.

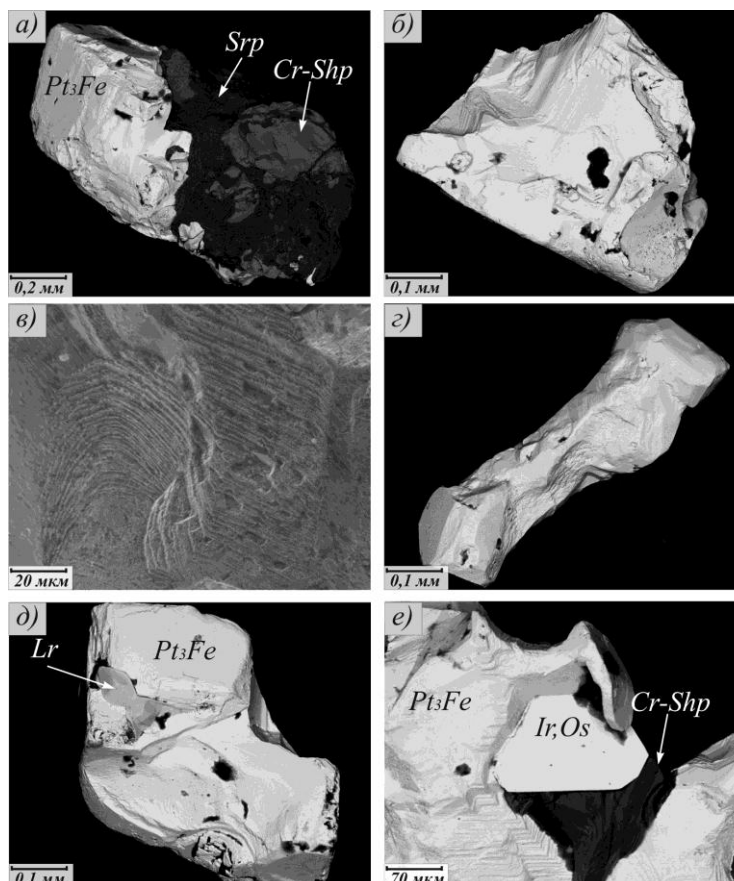


Рис. 2. Индукционные поверхности минералов платиновой группы из элювиально-делювиальной россыпи на участке Вершинный (BSE фото, СЭМ CamScan MX2500).

$Pt_3Fe$  – минерал, близкий по стехиометрии к изоферроплатине;  $Ir, Os$  – иридий-осмий;  $Lr$  – лаурит;  $Cr-Shp$  – хромшпинелид;  $Srp$  – серпентин.

аномалии достигало  $3.5 \text{ г/м}^3$  при среднем содержании  $0.8 \text{ г/м}^3$ . Размер отдельных знаков минералов платиновой группы достигает  $0.7 \text{ мм}$  при среднем размере  $0.2 \text{ мм}$ . Большинство зерен сложено изоферроплатиной. В некоторых агрегатах наблюдаются срастания  $Fe-Pt$  минералов с хромшпинелидами. Редко в виде включений в железо-платиновой матрице встречаются иридий-осмий, кашинит-боуит, лаурит-эрликманит (качественная диагностика минералов, СЭМ CamScan MX2500). Особенно noteworthy россыпной минеральной ассоциации является присутствие зерен самородного иридия, что не характерно для других россыпей, связанных с клинопироксенит-дунитовыми массивами на Среднем Урале.

Из морфологических особенностей зерен МПГ можно отметить слабое изменение внешнего облика индивидов и агрегатов в россыпи по сравнению с платиновыми минералами коренных пород. Это может быть объяснено незначительным расстоянием переноса зерен МПГ в россыпи. Большинство индивидов находится в срастании с хромшпинелидами (рис. 2а) и характеризуется сложным некристаллографическим ограничением и изометричным обликом (рис. 2б). На поверхности зерен

широко распространена штриховка (рис. 2в), образованная в ходе совместного роста Fe-Pt минералов и хромшпинелидов [Степанов, 2015; Степанов и др., 2015]. Кроме железо-платиновых агрегатов редко встречаются удлиненные (до 0.4 мм) индивиды самородного иридия (рис. 2г). В качестве включений в железо-платиновой матрице диагностированы минералы ряда лаурит-эрликманит, образующие изометричные индивиды (рис. 2д). Они тяготеют к краевым частям зерен вмещающих их Fe-Pt минералов. Единичные индивиды иридистого осмия с фрагментами идиоморфных поверхностей обнаружены в виде включений (рис. 2е).

При заверке литохимической и шлиховой аномалий канавами в коренных породах были вскрыты зоны с повышенным содержанием хромшпинелидов, а также с прожилково-вкрапленными и массивными телами хромититов [Малич и др., 2015; Степанов, Малич, 2015]. В хромит-платиновых сегрегациях минералы платиновой группы обнаружены в виде зернистых агрегатов размерами 0.1–0.6 мм или самостоятельных индивидов со сложными поверхностями и преобладающими размерами 0.1–0.2 мм. Химический состав железо-платиновых сплавов по стехиометрии близок к Pt<sub>3</sub>Fe (изоферроплатина). В железо-платиновой матрице обнаружены зональные изометричные индивиды лаурита с переходом в эрликманит в краевых частях. Наряду с ними отмечены включения минералов ряда кашинит-боуит. В подчиненном количестве встречаются пластинки иридистого осмия.

При сравнении ассоциаций минералов платиновой группы из коренных источников и связанных с ними элювиально-делювиальных россыпей значительные отличия не установлены, что может объясняться незначительным расстоянием переноса МПГ при формировании элювиально-делювиальных отложений. Общей особенностью хромит-платинового оруденения и россыпной ассоциации является преобладание железо-платинового минерала, по стехиометрии близкого к изоферроплатине с включениями сульфидов платиноидов и иридистого осмия, а также присутствие изометричных агрегатов самородного иридия. Также необходимо отметить, что морфологические и гранулометрические особенности агрегатов минералов элювиально-делювиальной россыпи аналогичны минералам из хромит-платиновых рудных зон.

Совокупность данных о пространственной связи шлиховой аномалии с коренным хромит-платиновым оруденением и близости морфологических, а также гранулометрических особенностей минералов платиновой группы из элювиально-делювиальных отложений и коренных пород позволяет рассматривать шлиховую съемку как надежный метод выявления коренного платинового оруденения в зональных клинопироксенит-дунитовых массивах. Полное соответствие россыпной минеральной ассоциации парагенезису МПГ коренных пород позволяет еще на поисковых стадиях с высокой степенью достоверности оценивать минералого-геохимические особенности хромит-платинового коренного оруденения. Высокая сохранность индивидов и агрегатов минералов платиновой группы при переходе в элювиально-делювиальные отложения позволяет получать ценную генетическую информацию, которая способствует пониманию процессов формирования коренного платинового оруденения в зональных клинопироксенит-дунитовых массивах.

## Литература

- Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. М.: Академии наук СССР, 1955. 472 с.  
Высоцкий Н. К. Месторождения платины Нижнетагильского и Исовского районов на Урале // Тр. Геологического комитета. 1913. Вып. 62.

Козлов А. П., Чантурия В. А., Сидоров Е. Г., Толстых Н. Д., Телегин Ю. М. Крупно-объемные рудные месторождения платины в зональных базит-ультрабазитовых комплексах урало-алаякского типа и перспективы их освоения // Геология рудных месторождений. 2011. Т. 53. № 5. С. 419–437.

Малич К. Н., Степанов С. Ю., Баданина И. Ю., Хиллер В. В. Минеральные ассоциации платиноидов Светлоборского, Вересовоборского и Нижнетагильского клинопироксенит-дунитовых массивов (Средний Урал, Россия) // Вестник Уральского отделения Российского минералогического общества. 2015. № 12. С. 65–83.

Степанов С. Ю. Онтогенез минералов платиновой группы зональных ультрамафических массивов (Средний Урал) // Мат. конф. «Онтогенез, филогенез и система минералогии». Миасс: ИМин УрО РАН, 2015. С. 182–186.

Степанов С. Ю., Малич К. Н. Хромит-платиновые рудные зоны Светлоборского и Вересовоборского массивов // Мат. V рос. молодеж. научно-практ. школы «Новое в познании процессов рудообразования». М.: ИГЕМ РАН, 2015. С. 218–221.

Степанов С. Ю., Пилюгин А. Г., Золотарев А. А. Сравнительная характеристика составов минералов платиновой группы в хромититах и россыпях Нижнетагильского массива, Средний Урал // Записки Горного института. 2015. Т. 211. С. 22–28.

Телегин Ю. М., Телегина Т. В., Толстых Н. Д. Геологические особенности рудопроявлений платины Светлоборского и Каменушенского массивов Платиноносного пояса Урала // Мат. III междунар. конф. «Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения». Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. Т. 2. С. 212–215.

Толстых Н. Д., Телегин Ю. М., Козлов А. П. Коренная платина Светлоборского и Каменушенского массивов Платиноносного пояса Урала // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 6. С. 775–793.

**С. Ю. Степанов<sup>1</sup>, К. Н. Малич<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,  
г. Санкт-Петербург  
Stepanov-1@yandex.ru

<sup>2</sup> – Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург

### **О природе туламинита и ферроникельплатины из хромититов клинопироксенит-дунитовых массивов Среднего Урала (научный руководитель А. В. Козлов)**

Коренная платиновая минерализация впервые была обнаружена в породах Нижнетагильского массива в 1892 г. [Карпинский, 1893]. В дунитах этого же массива были выявлены зоны, где проводилась отработка коренной платины: Александровский лог, Крутой лог 4-00, Господская шахта [Бетехтин, 1935]. В последнее время выявлены платиновые рудные зоны в дунитах Светлоборского массива [Телегин и др., 2009; Толстых и др., 2011]. В дунитах Светлоборского и Вересовоборского массивов обнаружены хромит-платиновые рудные зоны [Малич и др., 2015; Степанов, Малич, 2015].

Среди всего разнообразия МПГ, обнаруженных в хромититах клинопироксенит-дунитовых массивов Среднего Урала, выделено два главных парагенезиса первичных и вторичных минералов. Как правило, к первичному парагенезису относят Pt-Fe минералы, представленные изоферроплатиной и железистой платиной, ко