

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. Степанов¹, К. Н. Малич²

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

² – 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

вторичному – минералы изоморфного ряда тетраферроплатина-туламинит-ферроникельплатина. Большинство авторов связывает образование вторичных минералов с процессами серпентинизации дунитов [Бетехтин, 1935; Генкин, 1997; Степанов, 2015].

Для исследования платиноидной минерализации были отобраны образцы хромититов Нижнетагильского, Светлоторского и Вересовоборского клинопироксенит-дунитовых массивов. Оценка распределения минералов платиновой группы в хромититах и изучение их взаимоотношений с хромшпинелидом и другими минералами проводилась в полированных шлифах. Для наиболее полного охвата платиноидной минерализации из проб были получены протоочки при помощи дробления образцов в щековой дробилке (пробы средним весом 10–12 кг) с последующим отделением МПГ на гравитационном концентраторе КР-400 и использованием метода «отдувки». Отдельные зерна МПГ были приполированы в аншлифах, которые совместно с полированными шлифами изучены с помощью оптического микроскопа Leica DM 2700 и электронного микроскопа CamScan MX2500 (ФГУП «ВСЕГЕИ», аналитик А. В. Антонов). Данные о химическом составе минералов получены с использованием метода рентгеноспектрального микроанализа на приборе CAMECA SX 100 с волновым детектором (ИГГ УрО РАН, аналитик В. В. Хиллер). МПГ из хромититов Нижнетагильского массива, отобранные в старом дунитовом карьере в Александровском логу, предварительно были разделены на магнитную и немагнитную фракции.

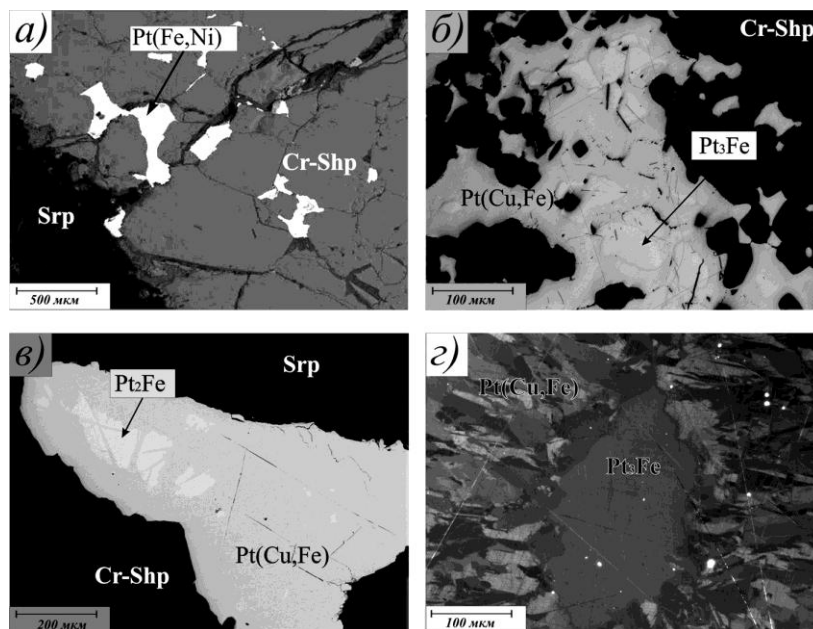


Рис. 1. Морфология минералов ферроникельплатины и туламинита из хромититов клинопироксенит-дунитовых массивов Среднего Урала: а, в – изображения в отраженных электронах, б – изображение в отраженном свете (николи параллельны), г – изображение в отраженном свете (николи скрещены под углом 75°).

Pt₃Fe – минерал, по стехиометрии соответствующий изоферроплатине; Pt(Fe,Ni) – твердый раствор ряда тетраферроплатина – ферроникельплатина; Pt(Cu,Fe) – твердый раствор ряда туламинит – тетраферроплатина; Cr-Shp – хромшпинелид; Srp – серпентин.

В абсолютном большинстве случаев тетраферроплатина, ферроникельплатина, туламинит и различные медно-платиновые минералы псевдоморфно развиваются по первичным Pt-Fe минералам. Вторичные минералы характерны для МПГ из хромититов Нижнетагильского и Вересовоборского массивов, тогда как изоферроплатина хромититов Светлоборского массива практически не подвергается вторичным преобразованиям. В хромит-платиновых сегрегациях Вересовоборского массива из вторичных минералов преобладает туламинит. В хромититах Нижнетагильского массива приблизительно в равных количествах обнаруживаются минералы ряда туламинит-тетраферроплатина и ферроникельплатина-тетраферроплатина. Значительное развитие ферроникельплатины является специфической особенностью ассоциации минералов платиновой группы Нижнетагильского массива [Пилюгин, 2015]. При изучении особенностей внутреннего строения минералов платины часто фиксируются полные псевдоморфозы ферроникельплатины (рис. 1а) и туламинита, а также Pt-Cu соединений по Pt-Fe минералам, соответствующих изоферроплатине или железистой платине. Для последних минералов также характерны каймы, близкие по составу к промежуточным членам ряда тетраферроплатина (PtFe)–туламинит (PtFe_{0.5}Cu_{0.5}) и тетраферроплатина (PtFe)–ферроникельплатина (PtFe_{0.5}Ni_{0.5}) (рис. 1б, в). Отдельные индивиды туламинита, слагающие метасоматические каймы, имеют весьма сложное строение с мозаично-блоковой структурой (рис. 1г).

Т а б л и ц а

Состав минералов ряда тетраферроплатина-туламинит-ферроникельплатина из хромититов Нижнетагильского, Вересовоборского и Светлоборского массивов

№ п/п	№ пробы	Элементы, мас. %									
		Pt	Pd	Rh	Ir	Os	Ru	Fe	Cu	Ni	Сумма
1	Н.М.-1	70.16	0.22	0.59	4.29	0.20	0.11	13.56	4.50	5.67	99.28
2	Н.М.-2	69.43	–	0.75	4.21	–	–	13.82	3.90	5.26	97.48
3	Н.М.-3	69.68	0.39	0.66	4.02	0.13	0.09	13.48	3.74	6.71	98.90
4	Н.Н.-1	71.33	0.30	0.68	2.86	0.20	0.05	14.61	8.09	1.17	99.29
5	Н.Н.-2	69.54	–	0.72	4.23	0.24	–	14.88	6.77	1.63	98.02
6	Н.Н.-3	71.89	0.35	0.74	2.71	0.20	–	14.62	7.72	1.92	100.17
7	WB -1	73.78	0.16	0.44	0.92	0.13	0.06	20.02	3.47	0.56	99.56
8	WB -2	71.78	0.20	0.31	2.08	0.27	–	17.91	4.11	1.83	98.53
9	WB -3	73.93	0.24	0.90	0.82	0.23	–	16.45	8.64	0.15	101.40
10	SB -1	75.15	–	0.35	–	0.21	–	18.37	4.93	0.10	99.12

Примечание. Пробы Н.М.-1–Н.М.-3 – медистая ферроникельплатина из немагнитной фракции (карьер в Александровском логу, Нижнетагильский массив); Н.Н.-1–Н.Н.-3 – минерал ряда тетраферроплатина-туламинит из магнитной фракции (карьер в Александровском логу, Нижнетагильский массив); WB-1–WB-3 – минерал ряда тетраферроплатина-туламинит из хромититов Вересовоборского массива; SB-1 – тетраферроплатина из хромититов Светлоборского массива. Микроанализатор CAMECA SX 100 с волновым детектором (ИГТ УрО РАН), аналитик В. В. Хиллер.

Состав тетраферроплатины варьирует из-за различного содержания Cu и Ni (табл.). Наблюдается непрерывный изоморфный ряд от тетраферроплатины до туламинита или от тетраферроплатины до ферроникельплатины. Для минералов платины Нижнетагильского массива в редких случаях содержание меди превышает 25 мас. % с образованием Pt-Cu сплавов со значительными вариациями компонентов (рис. 2). Среди примесей из элементов платиновой группы преобладают тугоплавкие платиноиды (в среднем, до 2 мас. %) с повышенными содержаниями Ir. При изучении минералов группы тетраферроплатины-туламинита-ферроникельплатины Вересовоборского и Нижнетагильского массивов различия не установлены (см. рис. 2). Широкое развитие медно-платиновых минералов является спецификой массивов клинопироксенит-дунитовой формации, в пределах которых выявлены тела грубозернистых дунитов и дунитовых пегматитов. Туламинит выявлен в платиновых рудных зонах, связанных с грубозернистыми дунитами Гальмоэнанского массива [Вильданова и др., 2002]. Туламинит и медно-платиновые минералы встречаются также в грубозернистых дунитах и залегающих в них хромититах Каменушенского массива (Северный Урал).

При исследовании магнитной и немагнитной фракций (более 20 зерен из каждой фракции) МПГ из хромититов Александровского лога Нижнетагильского массива установлено, что минерал ряда тетраферроплатина-туламинит преобладает в магнитной фракции, а медистая ферроникельплатина широко распространена в немаг-

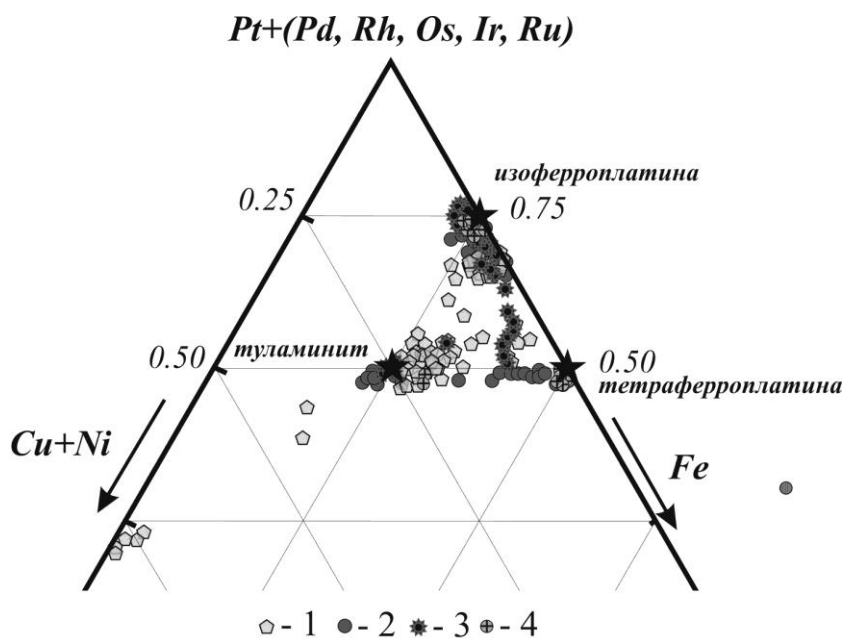


Рис. 2. Состав железо-платиновых минералов из хромититов клинопироксенит-дунитовых массивов Среднего Урала.

Массивы: 1 – Нижнетагильский, 2 – Вересовоборский, 3 – Светлоборский, 4 – Каменушенский.

нитной фракции. По-видимому, туламинит и другие медно-платиновые минералы замещают железистую платину, реликты которой проявляют магнитные свойства, а ферроникельплатина псевдоморфно развивается по изоферроплатине, обладающей только электромагнитными свойствами.

Исходя из морфологических особенностей агрегатов и индивидов минералов тетраферроплатины, туламинита и ферроникельплатины, они относятся ко вторичным минералам, развитым по первичным железо-платиновым минералам (изоферроплатине и железистой платине), что подтверждает ранее сделанные выводы [Бетехтин, 1935; Рудашевский и др., 1983; Генкин, 1997]. Характерная черта хромититов Нижнетагильского массива – широкое развитие никельсодержащего туламинита и ферроникельплатины. Туламинит и другие медно-платиновые минералы имеют широкое распространение в хромит-платиновых сегрегациях Нижнетагильского и Вересовоборского массивов (см. рис. 2), тогда как в хромититах Светлоборского массива эти минералы имеют ограниченное распространение.

Литература

- Бетехтин А. Г.* Платина и другие минералы платиновой группы. М.: АН СССР, 1935. 148 с.
- Вильданова Е. Ю., Зайцев В. П., Кравченко Л. И.* Корякско-Камчатский регион – новая платиноносная провинция России. СПб.: СПБ картфабрика ВСЕГЕИ, 2002. 383 с.
- Генкин А. Д.* Последовательность и условия образования минералов платиновой группы в Нижнетагильском дунитовом массиве // Геология рудных месторождений. 1997. Т. 39. № 1. С. 41–48.
- Карпинский А. П.* О коренном месторождении платины близ Авроринского прииска // Записки императорской академии наук. 1883. Т. 71. С. 222–223.
- Малич К. Н., Степанов С. Ю., Бадачина 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.
- Пилюгин А. Г.* Химические разновидности минералов платиновой группы в хромититах Нижнетагильского и Светлоборского массивов, Платиноносный пояс Урала // Записки РМО. 2013. Ч. 142. Вып. 5. С. 43–53.
- Рудашевский Н. С., Мочалов А. Г., Меньшиков Ю. П., Шумская Н. И.* Ферроникельплатина (Pt₂FeNi) – новый минеральный вид // Записки ВМО. 1983. Ч. 112. Вып. 4. С. 487–494.
- Степанов С. Ю.* Онтогения минералов платиновой группы зональных ультрамафических массивов (Средний Урал) // Мат. конф. «Онтогения, филогения 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.
- 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: ИГ 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.