

ПЛАТИНА УГОЛЬНОГО РУЧЬЯ (НОРИЛЬСК) ИЗ ФОНДОВ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ им. А.Е. ФЕРСМАНА РАН

М.Е. Генералов, Л.А. Паутов

Минералогический музей им. А.Е.Ферсмана РАН, Москва, mgen@fmm.ru

При исследовании образцов из фондов Минералогического музея, записанных как «платина» из россыпи Угольного ручья (Норильск), установлено, что они представляют собой сложный комплекс минералов платиноидов зонального строения. Среди минеральных фаз по составу выявлены тетраферроплатина, ферроникельплатина, изоферроплатина, минералы ряда атоцит-звягинцевит, станнопалладинит.

Предполагается, что образование частичных псевдоморфоз мелкозернистых агрегатов, в которых преобладают минералы системы Pd-Sn-Pb-Cu и изоферроплатина, по монокристаллам тетраферроплатины связано с локальным совмещением разных этапов формирования благороднометальной минерализации.

В статье 1 таблица, 5 рисунков, список литературы из 7 названий.

В фондах минералогического музея находятся три образца, записанные как платина из Угольного ручья (Норильский район). Это — первые попавшие в музей образцы из норильских месторождений. Два из них (41647 и 46887) были переданы профессором Орестом Евгеньевичем Звягинцевым, исследователем химии благородных металлов, одним из организаторов промышленной добычи и переработки платиноидов в СССР.

Образцы были записаны в коллекцию музея в 1938 и 1949 годах. Судя по авторской этикетке, приложенной к образцу 41647 (рис. 1), он был добыт при промывке россыпи платиноидов Угольного ручья в сентябре 1938 г. Карандашная подпись, сделанная в музее на этой этикетке, гласит: «От О.Е. Звягинцева, у кот. есть аналог. Pt». Это позволяет предположить, что и другие образцы, находящиеся в музее, могли быть добыты тогда же. Не исключено, что в том числе и эта находка привела к выводу постановления ЦК ВКП(б) и СНК СССР от 7 апреля 1939 года «О форсировании строительства Норильского комбината».

В 1948 году в фонды была записана платина из Угольного ручья (45863), переданная в музей академиком Владимиром Афанасьевичем Обручевым — известнейшим геологом, географом, автором книг «Плутония» и «Земля Санникова».

Трудно ожидать точных сведений об истории образцов из норильских месторождений, добытых в 30-40-е годы XX века. С 1935 по 1956 год хозяином здесь был Норильлаг. Первые рудники месторождения «Угольный ручей» и «Гора Рудная», никелевый, кобальтовый и медный заводы были построены руками заключенных, число которых непрерывно возрастало от 1200 в 1935 году до почти 60000 в 1949 (Норильская голгофа, 2002).

Свидетельства о том времени можно почерпнуть в дневниках бывшей заключенной

Норильлага Ефросиньи Керсновской, оказавшейся здесь в 1944 году (Керсновская 2000-2004).

«До чего же неприглядным показался Норильск сквозь сетку дождя! Близость угольных шахт и мест, где живут, тругаются и умирают люди, лишённые всех человеческих прав, никогда не украшает место жительства. Мы смогли вдоволь налюбоваться Нулевым пикетом, так называется геодезическая точка, откуда начинается отсчет трассы Норильск-Дугинка.

Единственный вид — на ущелье меж двух крутых голых гор. Черное ущелье, по которому течет черный поток, а вдоль него лепятся какие-то черные постройки, свищущий ветер, тоже черный, черная жижа из глины и штыба, на которую нам велели присесть на корточки, замерзшим, голодным, усталым, — все это как нельзя более способствовало тому, что размышления наши были отнюдь не светлее окружающего ландшафта...

Природа будто нарочно устроила кладовую своих богатств в таком месте, где до них добраться очень нелегко. Богатства эти — в недрах крутых гор, строение которых — почти горизонтальные пласты...

Большая часть шахт и рудников находится в двух горах, между которыми протекает Угольный ручей. На юго-восточном его берегу — гора «Святая Елена». В ней заключены рудные тела огромной мощности и причудливой формы. Разрабатывают ее в хвост и в гриву: и открытым способом, на манер пасхального кулича, и одновременно врезаюсь снизу в глубь горы. По другому берегу Угольного ручья к северо-западу — гора Шмигта, или попросту Шмитиха, как торт «Наполеон»: мощные пласты угля чередуются с прослойками пустой породы...

Основное, что добывали в Норильске, — это никель. Кроме того, медь, кобальт и мо-

Таблица 1. Микронзондовые анализы фаз в зерне из образца 41647, мас. %

	Pt	Pd	Fe	Ni	Cu	Sn	Pb	Rh	Ag	Au	S	Σ
1	75.29	0	18.14	3.99	2.34	0	0	0	0	0	н.о.	99.75
2	74.85	0	18.06	3.91	2.28	0	0	0	0	0	н.о.	99.09
3	74.96	0	18.02	3.79	2.31	0	0	0	0	0	н.о.	99.07
4	60.94	2.61	18.75	12.61	3.70	0	0	0	0	0	н.о.	98.60
5	66.76	2.17	17.68	8.20	3.66	0	0	0	0	0	н.о.	98.48
6	30.59	30.02	9.40	4.06	6.17	13.24	0	0	0	0	н.о.	93.48
7	84.24	0	9.74	0.51	0.62	0	0	1.83	0	0	н.о.	96.94
8	15.13	51.42	0.81	0	4.94	23.50	1.70	0	0	0	н.о.	97.5
9	0.24	59.29	0.11	0.00	0.47	0	39.84	0	0	0	н.о.	99.95
10	0	59.23	0.41	0	7.06	17.56	16.08	0	0	0	н.о.	100.34
11	0	57.90	0.46	0	8.76	16.22	17.72	0	0	0	н.о.	101.06
12	0.58	64.35	0.49	0.09	1.12	7.74	27.35	0	0	0	н.о.	101.72
13	0	56.65	0.54	0	9.39	11.79	18.67	0	0	0	н.о.	99.16
14	0	57.09	0.51	0.10	9.66	12.59	20.62	0	0	2.33	н.о.	102.9
15	н.о.	0	37.18	17.61	0	н.о.	н.о.	н.о.	13.61	0	31.35	99.75

* н.о. — элемент не определялся

либген. Платиноиды — платина, золото и серебро — шли в отходы обогатительной фабрики, так называемые «хвосты». По трубам их отправляли в тундру и заливали ими озера: количество платиноидов в «хвостах» незначительно и добывать их считали невыгодным...»

Сейчас этот самый Угольный ручей находится на южной окраине разросшегося Норильска. Россыпи его, до настоящего времени полностью не отработанные (Геомаркинформ, 2004), имеют аллювиальное происхождение. Они генетически связаны с породами западной ветви интрузива Норильск-1.

Музейные образцы, добытые при промывке россыпи Угольного ручья, изображены на рисунке 2. Размер зерен 1-10 мм. Зерна кубоподобные, параллелепипедальные, уплощенные. На многих из них заметны признаки скелетного роста. Поверхность зерен матовая, буровато-серая, ребра слегка окатаны.

Первоначальная диагностика их как «платины», очевидно, проверялась при помощи качественного анализа поверхности граней в 70-80-х годах. В результате этого на музейных этикетках появилась пометка (Pt, Sn) и записка «рустенбургит» в коробочке с образцом 41647. Перспектива иметь в коллекции музея крупные кристаллы рустенбургита (Pt_3Sn) заставила изучить эти образцы более тщательно. Предварительный электронно-зондовый анализ поверхности кристаллов подтвердил наличие в них олова (при преобладании Pt и наличии заметной примеси Pd). Однако сильная ферромагнитность значительной части зерен дала основание предполагать на-

личие в их составе железо-платиновых интерметаллидов.

Новые данные о минералогии этих зерен дало исследование среза одного из них, размером 2 мм, кубоподобной формы. Уже после полировки выявилась зональность зерна — хорошо полирующаяся центральная зона с более высоким рельефом и матовая периферия, судя по рельефу, обладающая меньшей твердостью, чем центральная зона.

Анализ некоторых фаз данного зерна приведены в таблице 1.

Анализ 1 — 3 по составу близки к тетраферроплатине, точнее к ее медисто-никелистой разновидности $Pt_{0.95}Fe_{0.80}Ni_{0.16}Cu_{0.09}$. Они соответствуют центральной части зерна (зона А на рис. 3), в которой из сопутствующих фаз наблюдаются включения зерен округлой формы, размером 20 — 100 мкм, качественно диагностированных как магнетит.

Вокруг центральной части зерна расположена зона толщиной 20 — 100 мкм, с мелкими включениями, очевидно, связанными с явлениями распада твердого раствора (зона В на рисунке 3). Они имеют форму ламелл, сетчатых вростков в матрице, округло-капельных зерен. Размер зерен до 10 мкм, толщина ламелл до 5 мкм. Составу данной зоны соответствуют анализы 4 и 5 таблицы 1. Усредненная формула в пересчете на 4 атома: $Pt_{1.44}Pd_{0.10}Cu_{0.26}Fe_{1.42}Ni_{0.78}$. Из известных минеральных фаз этим анализам более всего соответствует ферроникельплатина. По отношению к центральной зоне заметно обогащение этой зоны Ni и Pd. Анализ 6 отвечает одной из фаз распада твердого раствора. Не исключе-

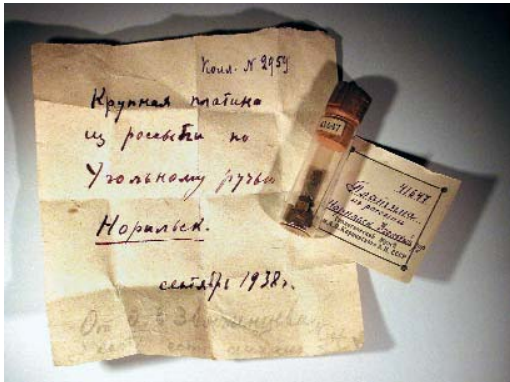
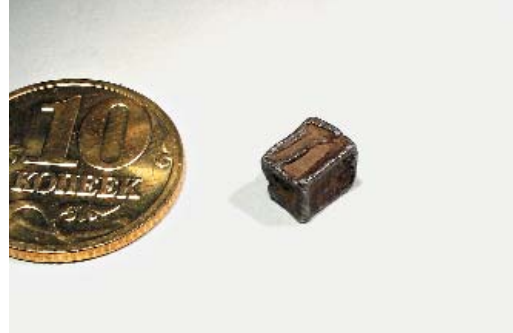


Рис. 1. Образец 41647 из фондов Музея с этикетками:
На этикетке написано ручкой:

Колл. № 2959
Крупная платина
из россыпи по
Угольному ручью, Норильск.
сентябрь 1938 г.
карандашом
от О.Е. Звягинцева, у которого есть аналог Pt

Рис. 2. Образцы, записанные как платина из Угольного
ручья из фондов Музея.
a – 41647, b – 45863, c,d – 46887 (d – более детальное
изображение трех зерен). Диаметр монеты – 17 мм



но, что здесь захвачен и материал матрицы, но несомненно, что экссолюция приводит к образованию фаз, обогащенных Pd, Sn и Cu. Ближе к периферии агрегат с ламеллевыми экссолюционными фазами сменяется каймой Pd – Cu – Sn – Pb-фаз, более темных в обратно-рассеянных электронах (рис. 4).

Периферическая зона (зона С на рисунке 3), толщиной 100 – 500 мкм, представляет собой мелкозернистый агрегат, в составе которого преобладают фазы системы Pd – Cu – Sn – Pb, размером 2 – 50 мкм, и Pt – Fe, размером менее 5 мкм (рис. 5). Зерна в этой зоне часто окружены серыми в отраженном свете фазами, в составе которых определяется только Fe. Вероятно, это гидрокислы железа, придающие буроватый цвет поверхности зерен «платины». Pt – Fe фазы этой зоны отличаются от состава матрицы центральной зоны повышенным содержанием Pt и незначительными количествами Ni, Cu, а также заметным присутствием не отмеченного в других фазах Rh. Анализ 7, сделанный для такого зерна, позволяет отнести его к изоферроплатине ($Pt_{2,69}Rh_{0,11}Cu_{0,06}Fe_{1,09}Ni_{0,05}$).

Фазы системы Pd – Cu – Sn – Pb наиболее заметно различаются соотношением Sn и Pb. Максимальное содержание олова отмечено для фазы 8 ($Pd_{2,25}Pt_{0,36}Cu_{0,36}Fe_{0,07}Sn_{0,92}Pb_{0,04}$), которую можно отождествить со станнопалладинитом. Обогащенную свинцом фазу 9 ($Pd_{2,93}Pt_{0,01}Cu_{0,04}Fe_{0,01}Pb_{1,01}$) из известных минеральных фаз можно отождествить с звягинцевитом. Фазу на периферии зерна, имеющую усредненный состав $Pd_{2,43}Cu_{0,54}Fe_{0,04}Sn_{0,63}Pb_{0,36}$ (анализы 10,11), можно предположительно диагностировать как свинцовистый станнопалладинит.

На внешней поверхности изученного зерна находятся фазы 12 $Pd_{2,91}Pt_{0,01}Cu_{0,08}Fe_{0,04}Sn_{0,31}Pb_{0,64}$ (обогащенный оловом атоцит), 13 и 14 с почти одинаковым атомным содержанием Sn и Pb $Pd_{2,42}Cu_{0,67}Fe_{0,04}Sn_{0,45}Pb_{0,41}$ и $Pd_{2,34}Cu_{0,66}Au_{0,05}Fe_{0,04}Ni_{0,01}Sn_{0,46}Pb_{0,43}$. В фазе 14 отмечена примесь золота, не обнаруженная в прочих проанализированных фазах. С ней сростается сульфидная фаза (анализ 15), диагностированная как аргентопенталандит $Ag_{1,04}Fe_{5,47}Ni_{2,46}S_{8,03}$. Серебро и золото присутствуют также в составе электрума, образующего включения, размером до 10 мкм, во внешней зоне изученного зерна «платины».

Сглаженные, извилистые границы между зонами в изученном зерне никак не коррелируют с его огранкой и, очевидно, связаны не с ростом зерна, а с наложенными процессами. Об этом же свидетельствует гетерогенность периферических зон.

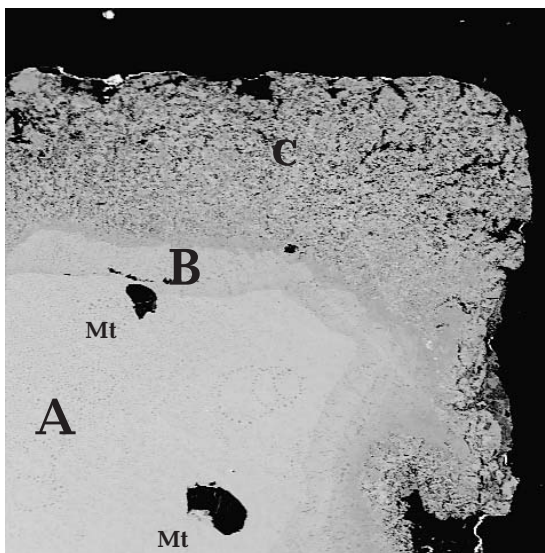


Рис. 3. Изображение зерна из образца 41647 в обратно-рассеянных электронах. Размер кадра 1500 мкм. Mt – магнетит

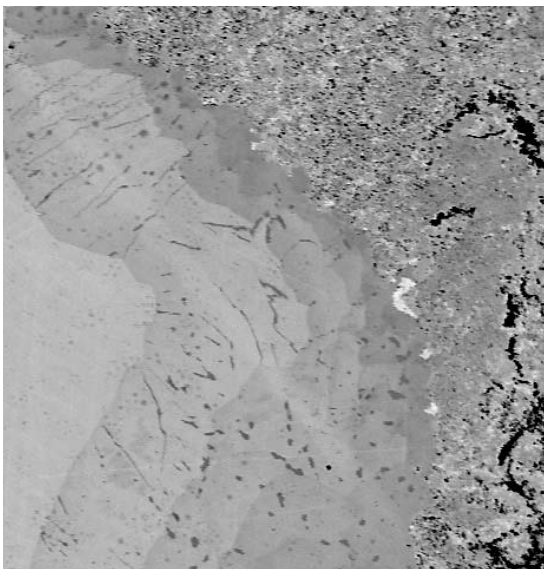


Рис. 4. Изображение участка зоны В в обратно-рассеянных электронах. Размер кадра 500 мкм

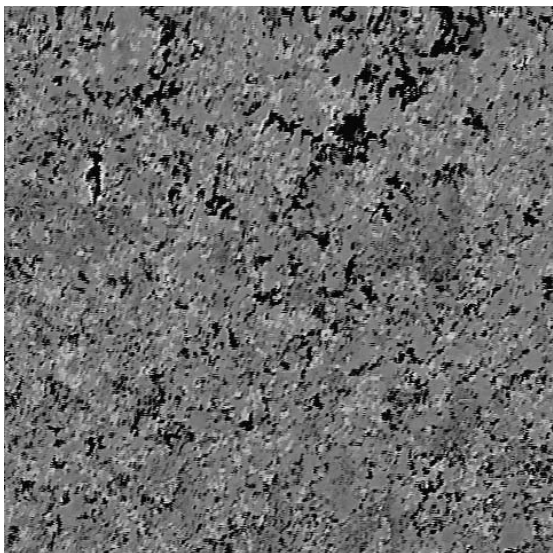


Рис. 5. Изображение участка зоны С в обратно-рассеянных электронах. Размер кадра 250 мкм

Можно предположить, что здесь мы имеем дело с локальным совмещением двух этапов формирования благороднометалльной минерализации. Ранее сформировавшиеся кристаллы медисто-никелистой тетраферроплатины на какой-то стадии подвергались воздействию сред, формирующих типичную для норильских месторождений ассоциацию минералов Pd – Cu – Sn – Pb-состава (Вопросы...1973, Минералы...1986, Сульфидные медно-никелевые руды...1981). Некоторые компоненты этих сред (в частности, Pd и Sn, транспортирующиеся во флюидной фазе (Спиридонов, 2003)), очевидно, диффундируют в кристаллы тетраферроплатины, созда-

вая кайму твердых растворов системы Pt – Pd – Sn, распадающихся при снижении температуры. Дальнейшее воздействие этих сред приводит к псевдоморфному замещению внешней зоны кристаллов. При этом платина разрушенной первичной фазы сбрасывается во внешней зоне в виде изоферроплатины, а избыточное железо трансформируется в гидроокислы.

Литература

- Вопросы минералогии, геохимии и генезиса никелевых и платиновых месторождений. Труды ЦНИИГРИ. //Вып. 108. М., 1973. 170 с.
- Интернет-публикация информационно-издательского центра по геологии и недропользованию Геомаркиформ <http://www.geoinform.ru/?an=01708>
- Керсновская Е.А. Сколько стоит человек: Повесть о пережитом в 12 тетрадях и 6 томах. //Интернет-публикация <http://www.women-gulag.ru>
- Минералы благородных металлов. Справочник. М.: Недра, 1986. 272 с.
- Норильская Голгофа. Красноярск, 2002. 176 с. //Интернет-публикация <http://www.memorial.krsk.ru/Articles/Golgofa/0.htm>
- Спиридонов Э.М., Кулагов Э.А., Куликова И.М. Платинисто-палладистый тетраурикуприд и ассоциирующие с ним минералы в рудах месторождения Норильск-I //Геология рудных месторождений. 2003. Т. 45. N 3. С. 261 – 271.
- Сульфидные медно-никелевые руды норильских месторождений. //М.: Наука, 1981. 234 с.