

Выводы

1. Рассмотренные новые (нежидкостные) способы определения плотности и объема исследуемых тел позволяют исключить многие недостатки, присущие жидкостным методам.

2. Предложенные способы обладают высокой общностью и могут использоваться (при условии получения результата измерений не менее точного,

чем дают традиционные способы) в различных областях материаловедения и диагностики при лабораторном изучении свойств твердых тел.

3. Для практической реализации новых способов определения плотности необходимо провести оценку требований, предъявляемых к измерительным приборам и аппаратуре, согласовать погрешности приборов и измерений с требуемой точностью результата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андерсон Б. Определение драгоценных камней. Пер. с англ. М.: Мир, 1983. 458 с.
2. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине / Под ред. Б.Н. Уголева. М.: Лесная промышленность, 1989. 296 с.
3. Корнилов Н.И., Солодова Ю.П. Ювелирные камни / Под ред. Н.И. Гинзбурга. М.: Недра, 1983. 239 с.
4. Куликов В.В. Буровая гидроаэромеханика и элементы гидродневмопривода // Бурение разведочных скважин. Учебник для вузов. Глава 5 / Н.В. Соловьев, В.В. Кривошеев, Д.Н. Башкатов и др. Под общ. ред. Н.В. Соловьева. М.: Высшая школа, 2007. С. 258–298.
5. Куликов Б.Ф. Словарь камней-самоцветов. Л.: Недра, 1982. 159 с.
6. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1984. 359 с.
7. Рид П. Геммология. Пер. с англ. М.: Мир: ООО «Издательство АСТ», 2003. 366 с.
8. Рид П. Дж. Геммологический словарь. Пер. с англ. Л.: Недра, 1986. 287 с.
9. Седов Л. И. Механика сплошной среды. 5-е изд., испр. В 2-х т. Т.1. М.: Наука, 1994. 528 с.
10. Сена Л. А. Единицы физических величин и их размерности. Учебно-справочное руководство. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1988. 432 с.
11. Синкеев Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней. Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 423 с.
12. Смит Г. Драгоценные камни. Пер. с англ. М.: Мир, 1984. 558 с.
13. Элзуэлл Д. Искусственные драгоценные камни. Пер. с англ. / Предисл. И.Я. Некрасова. 2-е изд. М.: Мир, 1986. 160 с.

УДК 550.42

«ПЛАТИНА» ИЗ КОЛЛЕКЦИИ А.Ф. КЕЛЛЕРА В СОБРАНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ РАН

Н.И. БРЯНЧАНИНОВА^{1, 2}, А.Б. МАКЕЕВ³, А.Р. МАКАВЕЦКАС⁴

¹Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН
125009, Россия, Москва, ул. Моховая, д.11

²Геологический институт РАН
119017, Россия, г. Москва, Пыжевский пер., 7, e-mail: ni.bryanchaninova@sgm.ru

³Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
Россия, 119017, г. Москва, Старомонетный пер., 35; e-mail: abmakeev@igem.ru

⁴НИТУ Московский институт стали и сплавов,
Россия, 119049, г. Москва, Ленинский пр., 4, e-mail: algis_m@mail.ru

Впервые проведены микрозондовые исследования «платины» из коллекции А.Ф. Келлера, в собрании Государственного геологического музея РАН. Результаты показали, что образцы, действительно, приобретены в XIX в. на Урале в известном Нижнетагильском промышленном районе из отработывавшейся в то время Господской шахты. Шлиховая платина, согласно облику и минеральной ассоциации, соответствует Исовско-Туринской россыпи, питаемой из Светлоборского концентрически-зонального дунит-клинопироксенового платиноносного массива. Анализы химического состава минеральных фаз позволили составить список минералов самородных металлов и минералов группы платины (МПП) этой коллекции: изоферроплатина, иридиевая изоферроплатина, золотистая изоферроплатина, медисто-никелистая тетраферроплатина, осмий, рутенистый осмий, иридий, рутенистый иридий (рутеносмирин), высокопробное золото, олово.

Ключевые слова: изоферроплатина; золотистая изоферроплатина; медисто-никелистая тетраферроплатина; осмий; иридий; рутенистый иридий (рутеносмирин); высокопробное золото; олово; Господская шахта; Средний Урал.

**«PLATINUM» FROM THE COLLECTION OF A.F. KELLER IN
THE STATE GEOLOGICAL MUSEUM RAS***N.I. BRAYNCHANINOVA^{1, 2}, A.B. MAKEYEV³, A.R. MAKAVETSKAS⁴**¹Vernadsky State Geological Museum, RAS
125009, Russia, Moscow, Mokhovaya str., 11, building 11**²Geological Institute RAS
119017, Russia, Moscow, Pyzhevsky per., 7, e-mail: n.bryanchaninova@sgm.ru**³Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS (IGEM RAS)
119017, Russia, Moscow, Staromonetny lane, 35; e-mail: abmakeev@igem.ru**⁴NITU MISIS
Russia, 119991, Moscow, Leninskiy prospect, 4, e-mail: algis_m@mail.ru*

The microprobe tests of the supposed platinum from the collection of F.A. Keller at the State geological museum of Russian Academy of Sciences have been carried out for the first time. The results have shown that the samples were indeed acquired in the XIX century in the Urals in Nizhnyi Tagil, a famous industrial area, supplied from Gospodskaya mine, being operated in that times. Concentrate platinum according to the shape and mineral compound corresponds to Isovsko-Turinskaya concentrates from Svetloborsky concentrically zoned dunite-clinopyroxenite platinum-bearing massif. Analyses of the chemical composition of the mineral phases have allowed making a list of the native metals minerals and platinum group minerals (PGM) in this collection: isoferroplatinum, r-isoferroplatinum, golden isoferroplatinum, copper-nickel tetraferroplatinum, osmium, Ru-osmium, iridium, Ru-iridium (ruthenosmide), fine gold and tin.

К е у о р д s: isoferroplatinum; golden isoferroplatinum; copper-nickel tetraferroplatinum; osmium; iridium; Ru-iridium (ruthenosmide); fine gold; tin; Gospodskaya mine; Middle Urals.

Собрание Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского включает несколько частных исторических коллекции. Одна из них принадлежала коллекционеру графу А.Ф. Келлеру (1883—1946 гг.), но более чем на две трети состояла из собрания профессионала — горного инженера, генерал-лейтенанта Л.А. Соколовского (1810—1883 гг.). В 1843—1852 гг. он был горным начальником Колывано-Воскресенских и Алтайских заводов. Службу в Горном департаменте продолжил в составе Горного Совета и Горного ученого Комитета (с 1853 г.). Заслуги Л.А. Соколовского были признаны Императорским Минералогическим обществом в Санкт-Петербурге: в 1871 г. он был избран его почётным членом.

В бытность свою на Алтае Л.А. Соколовский собрал большую минералогическую коллекцию, некоторые образцы которой представляли значительный интерес и специально изучались разными исследователями [5, 10]. Коллекция Л.А. Соколовского перешла по наследству к его сыну, филологу, переводчику сочинений В. Шекспира, лауреату Пушкинской премии (1901 г.) А.Л. Соколовскому, который посылно пополнял её. В 1913 г. новым владельцем коллекции стал натуралист-любитель кадровый военный А.Ф. Келлер, происходивший из аристократической семьи [8]. В 1914 г. А.Ф. Келлер собственноручно составил каталог (1609 образцов) своей минералогической коллекции на английском языке [13]. Этот каталог, несомненно, способствовал сохранению коллекции.

После революционных потрясений 1917 г. и иммиграции А.Ф. Келлера в Европу в 1918 г. его коллекция, хранившаяся в имении Сенницы, поступила в Рязанский отдел народного образования (1524 образцов). В 1920 г. собрание было передано Московской горной академии. По описи было принято 1218 образцов [11]. Поступив в Горную академию, коллекция А.Ф. Келлера — Л.А. Соколовского перестала существовать как авторская. Образцы из неё вошли в состав систематической минералогической коллекции и использовались в учебном процессе. В 1930 г. при реорганизации Московской горной академии коллекция перешла к музею Московского геолого-разведочного института (МГРИ). В 1987 г. МГРИ переехал в новое помещение на юго-западе Москвы, а его музейное собрание осталось в здании в центре и составило отдел фондов новой структуры — Государственного геологического музея Академии наук СССР и Министерства высшего и среднего образования СССР (Постановление Совета Министров СССР от 01.12.1987 г. № 1365-340 и Распоряжение Президиума Академии наук СССР и Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР от 27.06.1988 г. № 177/328). В настоящее время — это Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН.

В 1994 г. заведующей отделом фондов Л.П. Брюшковой и главным хранителем Л.В. Матюшиным была начата работа по восстановлению исторических авторских коллекций, для которых имелись

каталоги. Одной из них была коллекция графа А.Ф. Келлера. К настоящему времени большая часть коллекции восстановлена, но эта непростая работа еще не завершена.

Объектом наших исследований были выбраны платиноиды из собрания А.Ф. Келлера — Л.А. Соколовского. Не считая оценки Пробирной палаты, исследования образцов ранее не проводились. По каталогу А.Ф. Келлера в ней значится четыре образца платины, из которых сохранились только три предмета: магнитная платина, Урал (МН-56569); шлих — платина, иридий осмистый, золото, Урал, Тагильск (МН-01131); платина с оксидом железа, Урал (МН-20603). Два первых образца были приобретены А.Ф. Келлером у А.Л. Соколовского в составе коллекции, третий — куплен у А.К. Денисова-Уральского. Все образцы хорошей сохранности.

В 1991 г. они прошли ревизионную оценку специалистов Пробирной палаты России, которая выполнялась по заказу главного хранителя музея для всех образцов, содержащих благородные металлы. По заключению Пробирной палаты самородок платины весом 59,57 г (обр. МН-56569) представляет собой платину в сростании с чёрной мелкозернистой породой. Проба — 850 800; лигатура — 58,28. Шлих МН-01131 состоит из песка и окатышей до 0,3 см серебристо-желтоватого цвета с отдельными зёрнами пустой породы. Проба платины — 950 900; лигатура — 0,39. Проба золота — 916 900; лигатура — 0,01 (масса в граммах драгметаллов).

Цель настоящего исследования — определение химического и минерального составов МПГ современными неразрушающими методами и уточнение места взятия образцов на основе сравнения установленных типоморфных особенностей с литературными данными. Для этого нами проведены фотодокументация образцов (макро- и микрофотографирование), описание их морфологических и фазовых особенностей, контрольное взвешивание и впервые количественный химический анализ элементного состава всех минералов с помощью электронного микроскопа и микрозонда.

Микрозондовое изучение образцов коренной платины (МН-56569 и МН-20603) и тяжёлого шлиха (МН-01131), состоящего из почти 100 зёрен самородных металлов (платины, осмия, иридия, золота и олова), было проведено в НИТУ МИСиС на электронном микроскопе Quanta 650 (FEI) с энергодисперсионной приставкой EDAS.

Образцы коренной платины (рис. 1) из изученной коллекции соответствуют облику ячеистой платины в хромитовой матрице (платиноносный хромит) с горы Соловьевой, дунитового ядра Нижнетагильского массива (несколько десятков тонн, которой добыты из Господской шахты). Морфология рудных тел и выделений платины в хромитовых гнездах и прожилках детально описаны Н.К. Высоцким [4]. Установлено очевидное сходство полученных данных по морфологии выделений платины (рис. 2), составу минеральных фаз

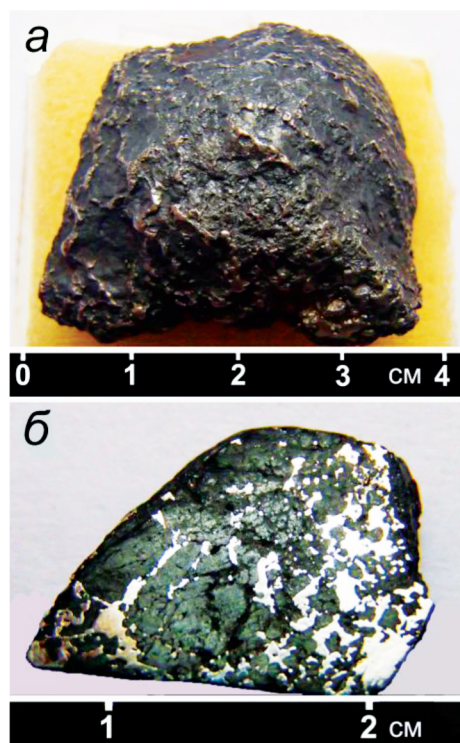


Рис. 1. Музейные образцы коренной платины: а — МН-56569, б — МН-20603

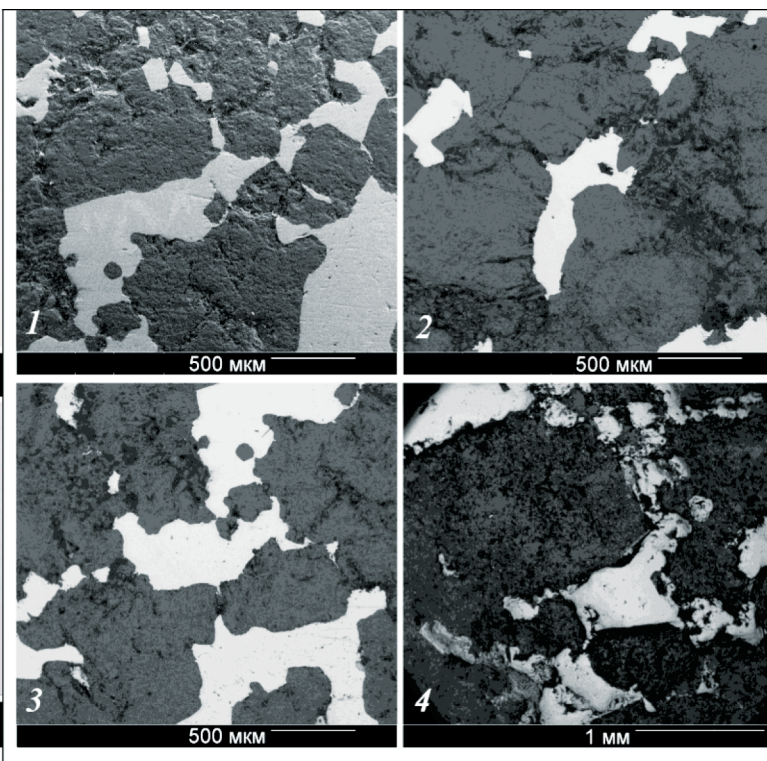


Рис. 2. Электронно-микроскопические изображения коренной платины в хромовой руде: 1–3 — обр. МН-20603, 4 — обр. МН-56569; 1 — режим SE и 2–4 — BSE

Таблица 1

Химический состав (мас. %) и атомные количества (ат. %) коренной «платины»

Элемент, мас. %	Обр. МН-56569				Обр. МН-20603			
	Тетраферроплатина Pt(Fe,Cu,Ni)				Изоферроплатина Pt ₃ Fe			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Pt	76,64	77,36	77,97	77,51	85,88	85,70	86,05	86,40
Fe	12,90	15,16	14,28	14,16	12,49	12,20	12,02	11,86
Cu	4,44	4,95	5,04	4,72	0,85	1,17	1,01	0,88
Ni	2,81	2,52	2,72	3,61	0,78	0,94	0,91	0,86
Ir	3,21							
	100,00	99,99	100,01	100,00	100,00	100,01	99,99	100,00
ат. %	1	2	3	4	5	6	7	8
Pt	51,81	50,26	51,18	50,51	63,75	63,47	64,12	64,77
Fe	30,46	34,42	32,73	32,23	32,39	31,56	31,30	31,06
Cu	9,21	9,88	10,15	9,44	1,93	2,66	2,32	2,03
Ni	6,31	5,45	5,94	7,82	1,93	2,31	2,26	2,13
Ir	2,21							
	100,00	100,01	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,99

(табл. 1), а также по набору минералов парагенетической ассоциации с известными литературными данными по благороднометалльной минерализации Среднеуральских платиноносных массивов и связанных с ними россыпей [1, 3, 9].

Два исследованных образца коренной «платины»: МН-56569 (округлый, магнитный, размером 3,3 3,3 1,3 см, и весом 59,57 г) и МН-20603 (полированный плоский препарат, размером 1,4 1,0 0,3 см) различаются между собой по составу платины и хромшпинелидов. В первом образце «платина» пред-

ставлена никелисто-медистой тетраферроплатиной Pt_{1,0}Fe_{0,7}Cu_{0,2}Ni_{0,1} (Pt — 76,6—78,0; Fe — 12,9—15,2; Cu — 4,4—5,0; Ni — 2,5—3,6, $n = 4$; в одном анализе установлен иридий Ir — 3,2 мас.%), а рудный хромшпинелид (табл. 2) — железистым хромитом (60,3—60,8 мас.% Cr₂O₃). Во втором — «платина» представлена изоферроплатиной Pt₃Fe (Pt — 85,7—86,4; Fe — 11,8—12,5; Cu — 0,8—1,2; Ni — 0,8—0,9 мас.%, $n = 4$), а рудный хромшпинелид — магнетиальным субалуомо-субферрихромитом (49,5—50,4 мас.% Cr₂O₃). Таким образом, эти два

Таблица 2

Химический состав (мас. %) и формульные коэффициенты рудных хромшпинелидов

Компоненты	Обр. МН-56569			Обр. Н-20603		
	1	2	3	4	5	6
Cr ₂ O ₃	60,69	60,33	60,84	50,18	49,55	50,40
Al ₂ O ₃	5,34	6,85	5,33	7,26	7,94	8,38
TiO ₂	0,59	1,16	0,52	0,63	0,57	0,60
V ₂ O ₅	0,34	0,49	0,42	0,28	0,38	0,35
Fe ₂ O ₃	3,32	0,41	3,45	14,22	14,54	12,62
FeO	21,42	24,10	21,72	15,50	14,55	15,62
MnO	1,12	0,91	0,59	0,72	0,23	0,67
MgO	6,35	5,16	6,76	10,87	11,83	10,84
NiO	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
ZnO	0,84	0,25	0,38	0,34	0,39	0,51
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Cr ³⁺	13,262	13,125	13,261	10,569	10,345	10,563
Al ³⁺	1,740	2,220	1,732	2,277	2,471	2,618
Ti ⁴⁺	0,244	0,480	0,215	0,253	0,227	0,240
V ⁵⁺	0,062	0,089	0,076	0,049	0,067	0,061
Fe ³⁺	0,691	0,086	0,715	2,851	2,890	2,517
Fe ²⁺	4,951	5,546	5,008	3,453	3,214	3,463
Mn ²⁺	0,261	0,212	0,137	0,162	0,051	0,151
Mg ²⁺	2,617	2,116	2,777	4,318	4,659	4,285
Ni ²⁺	0,000	0,075	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn ²⁺	0,171	0,051	0,077	0,066	0,077	0,101
Разновидность	Железистый хромит			Магнетиальный субалуомо-субферрихромит		

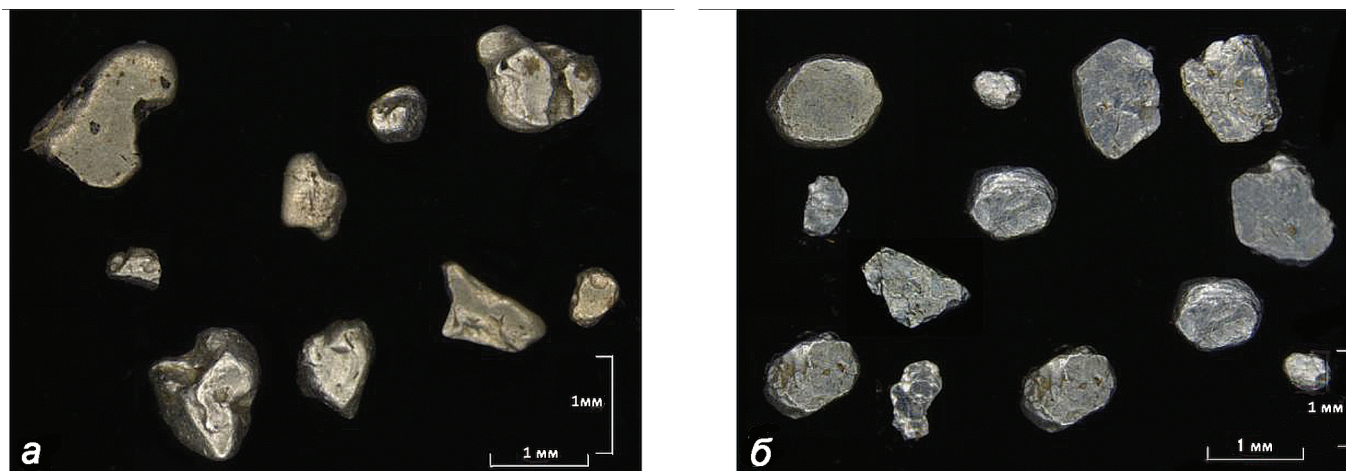


Рис. 3. Зёрна Fe-Pt- (а) и Os-Ir-интерметаллидов (б) из шлиха МН-01131 под бинокляром

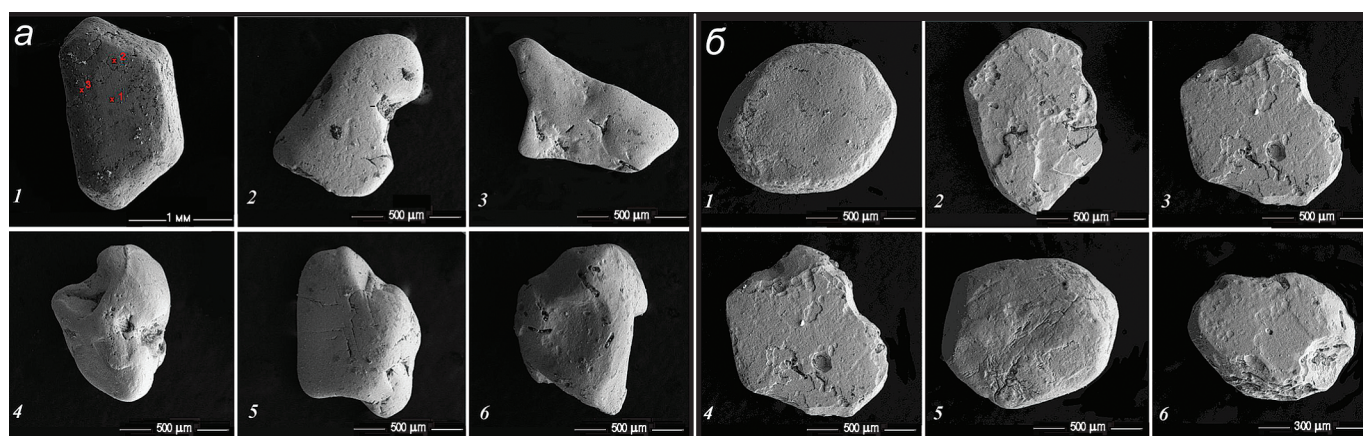


Рис. 4. Электронно-микроскопические изображения зёрен Fe-Pt- (а) и Os-Ir-интерметаллидов (б) из шлиха МН-01131, режим SE

Таблица 3

Химический состав (мас. %) и атомные количества (ат. %) изоферроплатины, шлик МН-01131

Мас. %	01-1	01-2	01-3	02-1	06-1	07-1	10-1	10-2	21-1
Pt	89,26	82,52	84,42	91,18	89,59	85,78	78,79	77,43	89,42
Fe	7,64	8,11	8,10	7,88	8,85	9,34	9,56	9,34	9,14
Ir							9,77	11,2	
Rh	1,44	0,66	1,94			1,71			
Cu	1,33	0,94	1,07	0,94	1,07	2,10	0,84	0,98	1,08
Ni	0,32	0,19	0,14		0,49	1,07	1,05	1,05	0,36
Au		7,57	4,33						
	99,99	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	100,01	100,00	100,00
ат. %	01-1	01-2	01-3	02-1	06-1	07-1	10-1	10-2	21-1
Pt	72,88	67,02	67,86	75,00	71,43	65,16	61,48	60,53	71,05
Fe	21,56	23,02	22,73	22,64	24,65	24,79	26,07	25,51	25,36
Ir							7,73	8,89	
Rh	2,21	1,02	2,95			2,48			
Cu	3,29	2,35	2,64	2,36	2,62	4,89	2,01	2,34	2,63
Ni	0,87	0,50	0,37		1,3	2,71	2,71	2,74	0,96
Au		6,09	3,45						
	99,94	100,00	100,00	100,00	100,00	100,01	100,00	100,01	100,00

Примечание. Кроме собственно изоферроплатины Pt_3Fe , в шлихе присутствуют три её разновидности — родистая, иридистая, золотистая изоферроплатина.

образца могли быть отобраны из двух разных рудопроявлений.

В шлихе из современного аллювия «платина» — окатанные серые зёрна (рис. 3, а, 4, а) чаще всего округлого облика, а осмий-иридиевые интерметаллиды (рис. 3, б, 4, б) — незначительно окатанные пластинки белого цвета с гексагональным или неправильным квадратным сечением. Соотношение зёрен «платины» и Os-Ir-интерметаллидов в шлихе примерно одинаковое, размер — от 0,5 до 2,5 мм. По данным изучения состава шести зёрен «платины» (табл. 3) все они представлены одним минеральным видом — изоферроплатиной (Pt_3Fe).

Во всех зёрнах изоферроплатины определены примеси никеля (0,0—1,07) и меди (0,84—2,10), в двух — родия (0,66—1,71 мас.%), в одном установлено повышенное содержание иридия (9,77—11,20 мас. %), т. е. это зерно — иридистая изоферроплатина. Ото всех зёрен «платины» по составу и морфологии отличается самое крупное (1,5 2,5 мм) слабо окатанное зерно гексагонального облика



Рис. 5. Гексагональный кристалл Au-Pt₃Fe из шлиха МН-01131

Таблица 4

Химический состав (мас.%) и атомные количества (ат.%) шлихового иридия

Элемент, мас. %	Иридий (Осмирид)					Рутеносмирид	
	03-1	03-2	17-1	19-1	22-1	12-1	12-2
Ir	58,77	60,00	60,40	64,75	63,55	71,38	74,14
Os	38,01	37,43	38,26	33,95	31,76	12,33	11,51
Ru	1,99	1,52	1,34		3,65	13,55	11,24
Fe					1,04	1,50	1,59
Cu	1,22	1,05		1,30		1,24	1,51
	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,99
ат. %	03-1	03-2	17-1	19-1	22-1	12-1	12-2
Ir	56,14	57,75	59,44	62,87	59,87	60,23	63,25
Os	36,70	36,41	38,05	33,31	30,23	10,51	9,92
Ru	3,63	2,78	2,51		6,54	21,75	18,24
Fe					3,36	4,35	4,68
Cu	3,54	3,06		3,82		3,17	3,9
	100,01	100,00	100,00	100,00	100,00	100,01	99,99

Таблица 5

Химический состав (мас.%) и атомные количества (ат.%) шлихового осмия

Элемент, мас. %	Осмий (иридосмин)								Рутениридосмин		
	08-1	08-2	11-1	14-1	15-1	16-1	18-1	20-1	05-1	09-1	13-1
Os	57,39	55,52	58,91	54,59	76,03	57,69	54,37	70,17	48,99	48,46	51,34
Ir	39,63	40,63	40,65	44,02	23,24	40,51	44,41	28,35	32,35	43,99	41,79
Ru	1,91	3,00	0,44	1,39	0,73	1,81	1,23	0,84	18,66	7,54	6,87
Cu	1,08	0,86						0,64			
	100,01	100,01	100,00	100,00	100,00	100,01	100,01	100,00	100,00	99,99	100,00
ат. %	08-1	08-2	11-1	14-1	15-1	16-1	18-1	20-1	05-1	09-1	13-1
Os	55,49	53,42	58,94	54,17	75,72	57,02	54,03	68,98	42,19	45,63	48,60
Ir	37,93	38,68	40,24	43,23	22,90	39,62	43,67	27,58	27,57	41,00	39,15
Ru	3,47	5,43	0,82	2,60	1,38	3,36	2,3	1,55	30,24	13,37	12,25
Cu	3,11	2,47						1,89			
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

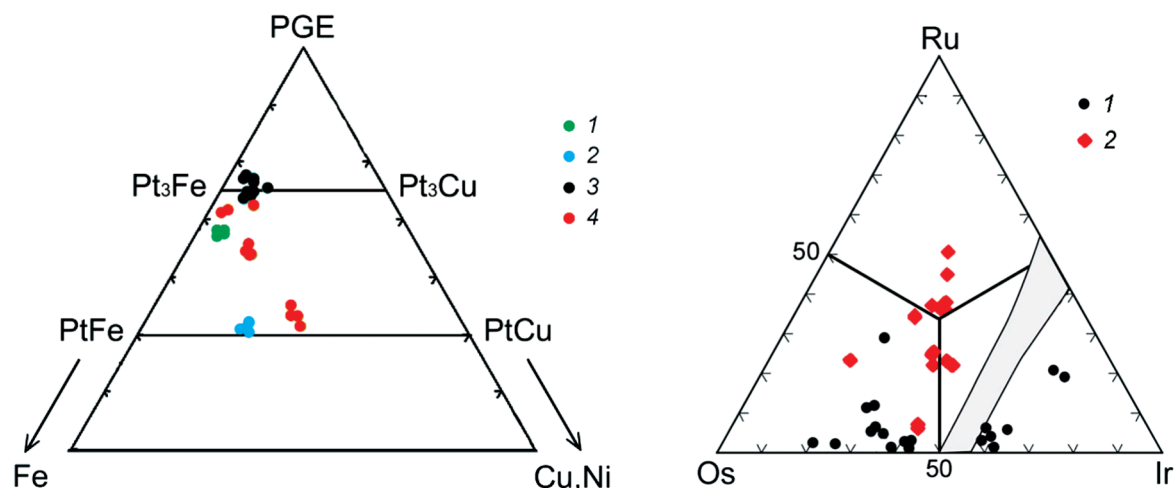


Рис. 6. Фигуративные точки составов PGM на треугольных диаграммах: а – для Fe-Pt-интерметаллидов: 1 – изоферроплатина Pt_3Fe в обр. МН-20603; 2 – никелисто-медистая тетраферроплатина $Pt(Fe, Ni, Cu)$, обр. МН-56569; 3 – изоферроплатина Pt_3Fe , шлик МН-01131; 4 – объекты сравнения из хромитовых руд Райизского массива [12]; б – для Ru-Os-Ir-интерметаллидов: 1 – осмий и иридий из шлика МН-01131; 2 – осмий, рутений и рутениридосмин из хромитовых руд Райизского массива [12]

(рис. 5, табл. 3) с явно выраженными гранями: гексагональными дипирамидой, призмой и диэдром.

Кристалл $Au-Pt_3Fe$ зонально окрашен: серый в центре и желтый по краям. Желтый цвет краям кристалла придает примесь изоморфного золота (4,33–7,57 мас.%), замещающего платину. По всем признакам золотистая изоферроплатина, возможно представляет собой новый минеральный вид, что требует дополнительного исследования структурных особенностей. Ранее подобные находки гексагональных кристаллов изоферроплатины (кубической сингонии) с изоморфным золотом на Урале и в Мире неизвестны.

В Os-Ir-Ru-интерметаллидах содержание главных компонентов (табл. 4, 5) варьирует в следующих пределах: осмия от 11,51 до 76,03; иридия от 23,24 до 74,14; рутения от 0 до 18,66, отмечены примеси Cu (0–1,51 мас.%) и Fe (0–1,59 мас.%). Составы интерметаллидов ($n = 18$) пересчитываются на четыре минеральных вида: кубические осмирид и рутеносмирид, гексагональные иридосмин и рутениридосмин (или по новой номенклатуре ММА самородный осмий и иридий). В целом в изученном

шлихе число зёрен интерметаллидов на основе осмия в два раза превышает иридиевые. На треугольной диаграмме Os-Ir-Ru (рис. 6, б) фигуративные точки изученных зёрен Os-Ir-Ru-интерметал-

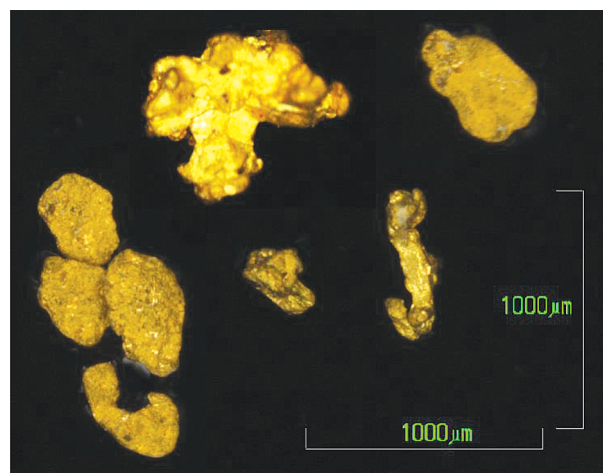


Рис. 7. Зёрна золота из шлика МН-01131

Таблица 6

Химический состав (мас. %) и атомные количества (ат. %) шлихового золота

Элемент, мас. %	Самородное золото							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Au	90,74	100	99,29	100,0	100,0	100,0	100,0	98,62
Ag	9,26		0,20					1,38
Cu			0,50					
	100,00	100,00	99,99	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
ат. %	1	2	3	4	5	6	7	8
Au	84,29	100	98,09	100,0	100,0	100,0	100,0	97,52
Ag	15,71		0,36					2,48
Cu			1,54					
	100,00	100,00	99,99	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

лидов расположены только вблизи Os-Ir основания треугольника.

Высокопробное золото (рис. 7, табл. 6) изученного шлиха представлено мелкими до 0,5 мм комковатыми, проволочковидными и в большинстве своём расплюснутыми зёрнами желтого цвета и отличается отсутствием примесей. Только в двух комковатых зёрнах (из восьми проанализированных) обнаружено заметное содержание серебра 2,48 и 9,26 мас.%; и в одном — 1,54 мас.% меди. Тёмно-серые окатанные и явно очень мягкие два зерна олова размером 1–3 мм являются интерметаллидом Sn_8CuPb . На поверхности многих зёрен самородных металлов отмечались тонкие плёнки и примазки самородного свинца, который мог натереться уже в русловом аллювии из охотничьей дробы.

По результатам проведённого исследования можно с уверенностью утверждать, что в музейной коллекции XIX в. «платина» и Os-Ir—интерметаллиды являются типичными представителями концентрически-зональных платиноносных массивов Среднего Урала, Нижнетагильского промышленного района. Тяжёлый шлик платиноидов и золота (МН-01131) также, вероятнее всего, добыт из промышленной Исовско-Турьинской россыпи, берущей начало от Светлоборского платиноносного массива. Об этом свидетельствует типоморфический анализ недавно полученных данных о минеральном и химическом составех платиноидов множества Pt-Au россыпей Среднего Урала [9]. Именно платиноиды из Светлоборского массива и связанных с ним россыпей имеют сходный облик с платиноидами изученной коллекции. Подобная ассоциация платиноидов широко распространена в аллювии по всему Уралу, в том числе на Полярном, Приполярном, Северном, и на Тимане, где

она не имеет промышленного значения и существенно отличается по химической специализации Ru-Os-Ir—интерметаллидов преобладанием рутения [2, 6, 7], так как связана с альтинотипными ультрабазитовыми массивами.

Проведённые исследования убедительно свидетельствуют, что коллекция «платины» А.Ф. Келлера, из собрания Государственного геологического музея РАН, действительно, отобрана в XIX в. на Урале в известном Нижнетагильском промышленном районе из отработывавшейся в то время Господской шахты. Шлиховая платина, согласно облику и минеральной ассоциации, по происхождению соответствует Исовско-Турьинской россыпи, питаемой из Светлоборского концентрически-зонального дунит-клинопироксенитового платиноносного массива. Инструментальные определения химического состава минеральных фаз позволили составить список минералов самородных металлов и МПГ этой коллекции: изоферроплатина, иридиевая изоферроплатина, золотистая изоферроплатина, медисто-никелистая тетраферроплатина, осмий, рутенистый осмий (рутениридосмин), иридий, рутенистый иридий (рутеносмирид), высокопробное золото, олово.

Исторические коллекции Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского — это уникальный системный материал для научной работы, который целесообразно использовать также в самостоятельной учебной и внеучебной деятельности студентов.

Работа выполнена в рамках бюджетных тем: ИГЕМ РАН № 72-8 «Эволюция россыпеобразующих систем в процессе литогенеза: от мобилизации вещества до россыпей дальнего сноса» и ГИН РАН № 0135-2015-0038 Информационная система: «История геологии и горного дела».

ЛИТЕРАТУРА

- Баранников А.Г., Осовецкий Б.М. Платиновые и платиносодержащие россыпи Урала, критерий и признаки их пространственной связи с первоисточниками // Изв. Уральск. гос. горного ун-та. 2014. № 3. С. 12–28.
- Брянчанинова Н.И., Макеев А.Б., Макавецкас А.Р., Андреева Е.П. Платина из коллекции А.Ф. Келлера из собрания Государственного Геологического музея им. В.И. Вернадского // Международная научная конференция, посвященная 300-летию Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН, Москва, 21–24 нояб. 2016 г. Тез. докладов. М., 2016. С. 18–19.
- Волченко Ю.А., Коротеев В.А. Платина // Месторождения полезных ископаемых Урала. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1999. С. 103–114.
- Высоцкий Н.К. Платина и районы ее добычи. Петроград: КЕПС, 1923. 243 с.
- Из истории геологических наук: памятные даты на январь-март 1958 г. // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1958. № 1. С. 80–81.
- Макеев А.Б. Перспективы платиноносности Республики Коми. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1996. 36 с. (Научные доклады Коми НЦ УрО РАН; Вып. 375).
- Макеев А.Б., Крапля Е.А., Брянчанинова Н.И. Платиноиды в аллювии и россыпях — ключ к поискам коренных месторождений платины в Республике Коми. Сыктывкар: Геопринт, 1996. 44 с.
- Минина Е.Л. Частные минералогические коллекции рудежа XIX–XX вв. в собрании ГГМ РАН // Наука и просвещение: к 250-летию Геологического музея Российской академии наук. М.: Наука, 2009. С. 114–119.
- Паламарчук Р.С., Малич К.Н., Степанов С.Ю. Особенности морфологии и состава минералов платиновой группы из россыпей, связанных с клинопироксенит-дунитовыми массивами Среднего Урала // Новое в познании процессов рудообразования: Мат. Шестой рос. молодежной науч.-практ. школы с между. участием, Москва, Борок, 28 нояб.–2 дек. 2016 г. М.: ИГЕМ РАН, 2016. С. 252–256.
- Протоколы заседаний Императорского С.-Петербургского Минералогического общества в 1861 г.: Ординарное заседание 10 февраля 1881 г. // Зап. СПб. минерал. об-ва. 1882. Ч. 17. С. 360–362.
- Список минералов, принятых от рязанского отдела народного образования для эвакуации в московскую горную академию. 5 июня 1920 г. 16 л. (рукопись; Отдел фондов ГГМ РАН. Ф.1. Оп. 3).
- Yang J., Meng F., Xu X., Robinson P.T., Dilek Y., Makeyev A.B., Wirth R., Wiedenbeck M., Cliff J. Diamonds, native elements and metal alloys from chromitites of the Ray-Iz ophiolite of the Polar Urals // Gondwana Research, 2015. Vol. 27. N 2. P. 459–485.
- List of minerals in the collection of Count Alexander Keller in Sennytzy, 1914. 53 л. (рукопись; Отдел фондов ГГМ РАН. Ф.1. Оп. 2).