

ТРУДЫ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ КОМИССИИ ИНСТИТУТА
ПО ИЗУЧЕНИЮ ПЛАТИНЫ И ДРУГИХ БЛАГОРОДНЫХ
МЕТАЛЛОВ

(Под председательством Н. С. Курнакова; в составе: А. Т. Григорьева, С. Ф. Жемчужного, О. Е. Звягинцева, Н. С. Курнакова, В. А. Немилова, Н. И. Подкопаева и Е. Я. Роде)

В течение ряда лет Институт по изучению платины и других благородных металлов занимался по заданиям Уралплатины и затем Валютного управления НКФ изучением металлов и сплавов, выпускаемых Государственным Аффинажным заводом в Свердловске, а также заграничными фирмами. При начале этих работ правлением Уралплатины было высказано пожелание, затем подтвержденное ее преемником правлением Цветметзолото, опубликовать эти данные, так как они имеют большой научный и технический интерес. С одной стороны, они вносят некоторый свет в познание свойств металлов и их сплавов, как чистых, так и применяемых для технических целей, с другой — они фиксируют достижения нашего молодого аффинажного дела, которое уже в настоящее время добилось того, что выпускает металлы, не уступающие по качеству выпускаемым заграничными фирмами.

Исследования произведены по поручению Комиссии А. Т. Григорьевым и В. А. Немиловым, химические анализы и испытания Б. Г. Карповым, О. Е. Звягинцевым и Е. Я. Роде.

I. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ ИЗГОТОВЛЕННЫХ В СССР

а) платина

В 1928—1929 г. Институтом были исследованы со стороны химического состава и физико-химических свойств специально для этого присланные пять образчиков дельной платины Государственного Аффинажного завода в Свердловске.

Подробный химический и физико-химический анализ дает представление о примесях, имеющихся в платине и таким образом дает возмож-

ность оценить методику аффинажа, применяемую на Государственном Аффинажном заводе и, позволяет установить качества технической платины, как продукта поступающего на международный рынок.

Имеющиеся в Институте данные о свойствах чистой платины позволяют сравнивать нашу заводскую платину с заграничной стандартной.

Химический состав пяти образцов платины, полученных от Государственного Аффинажного завода, в виде протянутых штанг (№№ 1, 2, 3, 4 и 5) характеризуется приведенными в табл. 1 данными о примесях в них.

Таблица 1

Примеси	№№ б р у с к о в				
	1	2	3	4	5
Иridий	0.12%	0.04%	0.038%	0.028%	0.0037%
Железо	0.05	0.05	0.062	0.053	0.060

Табл. 1 показывает, что платина Государственного Аффинажного завода содержит небольшое количество иридия (0.12—0.03%) и железа, которые попадают туда вследствие несовершенства аффинажа сырой платины.

Наличие примесей в платине влияет заметным образом на физические свойства платины.

Бруски представляют собою тянутые прутья квадратного сечения (8.42×8.43 мм) со срезанными углами, длиною около 29 см, весом 407—408 г каждый. Так как бруски доставлены в неотожженном состоянии, непосредственно после протяжки их на волочильном станке, то исследованы были свойства брусков в исходном состоянии и после отжига при разных температурах.

Институтом были проделаны измерения следующих физических констант этих пяти брусков платины:

- 1) твердость по Бринеллю неотожженных образчиков,
- 2) тоже для отожженных образчиков,
- 3) электропроводность отожженных и неотожженных брусков,
- 4) температурного коэффициента электросопротивления отожженных и неотожженных брусков.

Твердость. Твердость определялась по способу Бринелля. Испытание производилось на прессе А. Г. Гагарина. Вычисление твердости производилось по формуле:

$$H = \frac{P}{\frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})},$$

где P — нагрузка в килограммах, D — диаметр шарика в миллиметрах, d — диаметр отпечатка в миллиметрах.

Определение твердости производилось у образцов в исходном состоянии после отжига при температуре $=700^\circ$ (3 суток) и при 1000° (3 суток) шариком диам. 10 мм при нагрузке 100 кг и шариком диам. 3.965 мм при нагрузке 100 и 50 кг. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Твердость по Бринеллю (нагрузка 100 кг, диам. шарика 10 мм)

	До отжига	Отжиг при 700°	Отжиг при 1000°
Чистая платина	—	—	24.0 ¹
Бруск 1	71.77	59.66	34.22
“ 2	72.84	59.50	27.94
“ 3	69.55	59.17	38.15
“ 4	67.0	—	38.0
“ 5	68.1	—	35.8

Твердость наиболее чистых брусков №№ 2 и 4 дала, как и следовало ожидать, наименьшие числа.

Более подробные данные о твердости брусков указаны в табл. 3.

Сравнивая числа твердости брусков до отжига, после отжига при 700° и после отжига при 1000° , видно, что отжиг при 700° не является достаточным для полного отжига платины, полного снятия наклепа, вызванного механической обработкой. Эти данные подтверждают ранее известное положение, что чем выше температура плавления металла, тем выше его температура рекристаллизации и при тем более высокой температуре должен производиться отжиг изделий из него, чтобы вполне устранить последствия механической обработки. Сравнивая твердость отожженных брусков при $P=100$ кг и $D=10$ мм с твердостью торговой платины, приведенной в работе А. Т. Григорьева,¹ видно, что образцы №№ 1 и 3 по твердости несколько отличаются от платины с малым количеством примесей ($H_{100}=27.9$), твердость их несколько выше № 2 — 27.94 очень мало отличается от нее.

Электросопротивление и температурный коэффициент электросопротивления. Так как бруски по всей длине имеют совершенно одинаковое поперечное сечение, представилось возможным произвести измерение электросопротивления непосредственно самих брусков,

¹ Изв. инст. по изуч. плат. и др. благор. мет., вып. 6, 1928.

Диаметр шарика в мм	Нагрузка	Б р у с о к № 1			Б р у с о к № 2		
		До отжига	После отжига при 700°	После отжига при 1000°	До отжига	После отжига при 700°	После отжига при 1000°
10	100	71.77	59.66	84.22	72.34	59.50	27.94
3.965	100	76.60	63.25	40.85	70.86	62.87	40.81
3.965	50	70.05	47.50	38.07	64.53	48.71	37.86

без приготовления специальных образцов в виде проволоки. В табл. 4 приведены результаты измерений; удельное электросопротивление при температурах 25 и 100° выражено в омах на 1 куб. см (ρ_{25} и ρ_{100}). Температурный коэффициент α_{25-100} вычислен по формуле:

$$\alpha_{25-100} = \frac{\rho_{100} - \rho_{25}}{100\rho_{25} - 25\rho_{100}}.$$

Отжиг брусков производился при температуре = 700° в течение 3 суток.

Таблица 4

Удельное электросопротивление (в омах) брусков

	Неотожженная		Отожженная	
	25°	100°	25°	100°
Чистая Pt . . .	$10.882 \cdot 10^{-6}$	$13.797 \cdot 10^{-6}$	$11.603 \cdot 10^{-6}$	$14.477 \cdot 10^{-6}$
Брусок 1 . . .	$11.673 \cdot 10^{-6}$	$14.725 \cdot 10^{-6}$	$11.558 \cdot 10^{-6}$	$14.413 \cdot 10^{-6}$
" 2 . . .	$11.768 \cdot 10^{-6}$	$14.689 \cdot 10^{-6}$	$11.662 \cdot 10^{-6}$	$14.535 \cdot 10^{-6}$
" 3 . . .	$11.789 \cdot 10^{-6}$	$14.893 \cdot 10^{-6}$	$11.676 \cdot 10^{-6}$	$14.720 \cdot 10^{-6}$
" 4 . . .	$11.704 \cdot 10^{-6}$	$14.025 \cdot 10^{-6}$	$11.499 \cdot 10^{-6}$	$14.547 \cdot 10^{-6}$
" 5 . . .	$11.558 \cdot 10^{-6}$	$14.167 \cdot 10^{-6}$		

Эти данные находятся в полном согласии с твердостью и химическим составом.

Температурный коэффициент электросопротивления от 25 до 100° платины отожженой:

Таблица 3

Бруск № 3			Бруск № 4		Бруск № 5		Чистая платина
До отжига	После отжига при 700°	После отжига при 1000°	До отжига	После отжига при 1000°	До отжига	После отжига при 1000°	
69.55	59.17	83.15	67.7	83.0	68.1	85.8	24.0 ¹
68.29	58.71	41.01	—	—	—	—	—
60.36	47.87	87.34	54.8	38.6	57.9	38.1	—

Чистая платина	0.00392
Бруск 1	0.0035998
" 2	0.0035976
" 3	0.0035787
" 4	0.00381
" 5	0.00387

Сравнивая результаты измерений с данными А. Т. Григорьева,¹ видно, что исследованные образцы, особенно № 2, по величине электросопротивления и температурного коэффициента близко подходят к платине с небольшим содержанием примесей (образец А. Т. Григорьева, торговой платины, с сод. Fe—0.07%, и Ir—0.04%, Au—следы, имеет $\rho = 11.447 \cdot 10^{-8}$ ом; $\alpha_{25-100} = 0.00372$), хотя и содержит несколько большее количество примесей, в особенности №№ 1 и 3.

Исследованная платина, таким образом, показала свои весьма высокие качества, но все же ее константы заметно отличаются от констант стандарта чистой платины.

б) палладий

Такому же изучению подвергся слиток палладия 8А весом 973.90 г Государственного Аффинажного завода, присланный 11 XI 1927 г.

Химический анализ этого образчика палладия весьма трудный по выполнению, так как приходится выделять весьма малые количества примесей из большой навески очень чистого материала, дал следующие количества этих последних: Rh=0.14% и Cu=0.05%, таким образом содержание палладия близко к 99.81%.

¹ О некоторых физических свойствах платины. Изв. Инст. по изуч. плат. и др. благор. мет., вып. 6, 1928.

Твердость по Бринеллю этого образчика палладия приведена на табл. 5.

Таблица 5

	Диам. шарика 10 мм		Диам. шарика 3.965 мм	
	Нагрузка 200 кг	Нагрузка 100 кг	Нагрузка 50 кг	Нагрузка 25 кг
До отжига	43.5	44.7	46.6	44.7
После отжига при 900°	32.7	28.6	37.8	34.6

Отжиг производился в течение 12 часов при 700° и 12 часов при 850—900°.

Приводим сравнительные данные для твердости по Бринеллю русского и английского палладия, купленного в 1926 г.

	Диам. шарика 10 мм	
	Гос. Афф. зав.	Английск.
	$P = 100$	$P = 500$
До отжига	44.7	60.2
После отжига при 900°	28.6	38.38

Электросопротивление и температурный коэффициент. Электросопротивление до отжига не могло быть измерено вследствие неправильной формы образца; из него была приготовлена поэтому проволока, отжиг которой при 700° продолжался в течение суток.

Удельное сопротивление (в омах)

	25°	100°
Палладия Гос. Афф. завода слиток после отжига . . .	$11.011 \cdot 10^{-6}$	$13.721 \cdot 10^{-6}$
" чистого по данным Егера и Диссельхорста	$11.031 \cdot 10^{-6}$	

Температурный коэффициент электросопротивления 25—100°

Палладия Гос. Афф. завода	0.00854
" чистого	0.00368

Для сравнения данные Jager and Dusselhorst'a ($10^6 \cdot \rho_{18} = 9.3$ и $\alpha_{0-100} = 0.00368$) пересчитаны на ρ_{25} и α_{25} принимая в интервале 18—25° температурный коэффициент $\alpha_{0-100} = 0.00368$.

Сравнивая твердость, удельное сопротивление и процентное содержание Pd купленного у английской фирмы в 1926 г. с константами слитка палладия Государственного Аффинажного завода можно утверждать, что советский металл не уступает английскому и приближается по своим свойствам к чистому.