

А. М. РУБИНШТЕЙН

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАТИНЫ И ПАЛЛАДИЯ В ЛАБОРАТОРИЯХ

Отрасли промышленности, потребляющие платиновые металлы, могут быть разделены на следующие 5 групп: 1) химическая промышленность, 2) электротехническая промышленность, 3) зубоврачебное дело, 4) ювелирное дело, 5) различные более мелкие потребления.

Платина в химической технике применяется: а) в виде различных сплавов для аппаратуры лабораторий и химических заводов, б) в форме солей, в) как катализатор.

Физические свойства платины: сопротивление действию кислот, неокисляемость, ковкость, неизменяемость при нагревании до высокой температуры, малый процент улетания при высокой температуре—делают ее очень удобной для применения в лабораторной практике. В значительной степени физические свойства платины зависят от ее чистоты. По чистоте платины установлено 5 сортов ее: 1) физически чистая платина—с содержанием чистого металла не менее 99,99% (применяется для термопар и пирометров сопротивления); 2) химически чистая платина—с содержанием чистого металла не менее 99,9%; (применяется для электродов); 3) посудная платина—с содержанием до 0,3% иридия и не свыше 0,1% других металлов; платины не менее 99,7%; 4) технически чистая платина—с содержанием не менее 99% платины и не менее 99,5% платиновых металлов; 5) ювелирная платина—с содержанием платины не менее 95%.

Чистая платина также мягка и тягуча, как золото. Из чистой платины можно сделать листы толщиной до 2 микрон. Она очень ковка и легко превращается в фольгу. Однако химически чистая платина в изделиях редко применяется, чаще она идет в виде сплава с иридием, который делает ее более прочной и твердой. В Америке компанией Беккер в изделия употребляется платина с некоторым содержанием родия, который придает посуде твердость и упругость.

Физически чистая платина употребляется только в случае, когда требуются особые электрические свойства. Чистота этой платины проверяется либо изучением термоэлектродвижущей силы, либо измерением температурного коэффициента расширения. Чистоту платины также определяют спектроскопическим методом, но спектральный метод не так чувствителен, как измерения термоэлектродвижущей силы. Температурный коэффициент расширения в интервале от 0° до 100° является также хорошим методом определения чистоты платины. У физически чистой платины $\frac{R_{100}}{R_0} = 1,390$. Наличие 0,1% палладия понижает это отношение до 1,379, а 0,1% железа — до 1,355. Если проводить испытание до и после сплавления платины, то окажется, что $\frac{R_{100}}{R_0}$ очень близки до и после сплавления только

в том случае, если сплавление проводить в определенных условиях, например, в тиглях из плавленой окиси тория. Если же плавление проводить в других тиглях, то происходит некоторое загрязнение платины.

Летучесть платиновых металлов при нагревании на воздухе очень мала. При нагревании на воздухе от 900 до 1 300° наименьшую потерю дает

родий, за ним — платина; палладий дает большую потерю, а иридий и рутений дают наибольшую потерю (см. диаграммы потери в весе в зависимости от времени нагрева, рис. 1).

При нагревании при 900° в течение 22 час. родий и платина практически потери не дают, при нагревании при 900° — 30 час. палладия — потеря равняется 0,18%, при нагревании иридия при 900° — 22 часа — потеря 0,09%. Родий улетучивается быстрее платины при температуре выше 1300°. При употреблении лабораторной посуды одним из первых требований является постоянство веса. Ниже 900° у платины потери почти ничтожны, а выше — имеются уже ощутимые потери, особенно в случае примесей палладия.

Рис. 1. Потеря в весе в зависимости от времени нагрева

Потери для платины, содержащей иридий и палладий, гораздо выше, чем для чистой платины, и увеличиваются с увеличением содержания палладия и иридия. Потери для платины, содержащей родий, меньше, чем для чистой платины. Весовые потери при нагревании происходят вследствие образования летучих окислов. В случае палладия не исключена возможность истинного улетания металла. Картер показал, что для проволоки, нагреваемой электрической энергией, улетучивание больше, чем при нагревании ее извне. Таким образом, летучесть наименьшая — у чистой платины или у сплавов платины с родием. Поэтому изделия лучше готовить из чистой платины (чтобы не было железа), так как в присутствии железа при нагревании до 900° эти изделия могут дать даже увеличение веса вследствие диффузии железа на поверхность и окисления его.

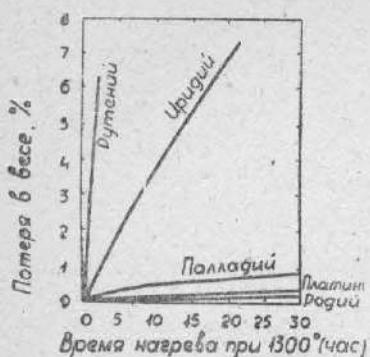


Таблица 1

Приблизительные потери в $\text{мг}/100 \text{ см}^2/\text{час}$ для платины, почти свободной от железа

Температура, °C	Содержание примесей в платине			
	чистая платина	% иридия	2,5% иридия	8% родия
900 или менее	0	0	0	0
1 000	0,08	0,30	0,57	-0,07
1 200	0,81	1,20	2,50	0,54

Механические свойства платиновых металлов изучены, главным образом, для платины и палладия. Что касается иридия, родия, рутения, осмия, то они мало известны (табл. 2).

Таблица 2

Механические свойства платиновых металлов

	Pt	Ir	Os	Pd	Rh	Ru	Единица измерения
Временное сопротивление							
Наклепанный ¹	2 520	—	—	3 291	—	—	} кг/см ²
Отожженный	1 543	—	—	2 110	—	—	} 1,27 мм проволоки
Предел пропорциональности	1 685						
Наклепанный	1 890	—	—	2 236	—	—	} кг/см ²
Отожженный	378	—	—	346	—	—	} 1,27 мм проволоки
Удлинение							
Наклепанный	25	—	—	1,5	—	—	} % на 5 см
Отожженный	24—34	—	—	30—41	—	—	} 1,27 мм проволоки
Сжатие поперечного сечения							
Наклепанный	95	—	—	91,5	—	—	} %
Отожженный	92	—	—	89—92	—	—	1,27 мм проволоки
Удлинение по Эриксену							
Наклепанный	7,8	—	—	7,6	—	—	} мм
Отожженный	12,2	—	—	12,0	—	—	
Твердость по Брицелю							
Литой	50	172	350	52	101	220	H 2/30/120, за исключением осмия, для которого твердость показана по Викерсу
Наклепанный	97	—	—	100	—	—	
Отожженный	47	—	—	49	101	—	

У платиновой посуды не должно быть: 1) потери в весе при накаливании, 2) потери в весе при работе с кислотами, 3) изменений в цвете, кристаллизации или появления шерховатостей на поверхности посуды после накаливания, 4) приваривания тиглей к платиновым треугольникам при накаливании, 5) выщелачивания поверхности при накаливании, 6) образования пузырей, 7) появления трещин после продолжительного нагревания. Для получения хорошей платиновой посуды необходима чистая плата и хорошая техника плавления и обработки.

Из платины и ее сплавов изготавливается следующая аппаратура: 1) перегонные аппараты, 2) калориметрические бомбы (внутренней обкладки), 3) тигли, 4) крышки, 5) различные мундштуки, 6) ложки, 7) электроды для химического анализа и электрохимических заводов, 8) проволоки и ленты для электросопротивления, 9) фильтры, 10) посуда, 11) металлическая сетка, 12) муфели, 13) пинцеты, 14) пластинки, 15) гири для весов, 16) шпатели, 17) перфорированная жестя, 18) треугольники, 19) трубы, 20) сосуды для выпаривания и осаждения, 21) фильеры.

Платина в виде солей находит пока ограниченное применение в следующих областях: химический анализ, фармацевтика, фотография. Как только расширится область электролитического платинирования, так спрос на соли платины быстро возрастет. Соли палладия также находят ограниченное применение, но в связи с развитием области работ по палладированию некоторые из солей палладия в ближайшее время найдут свое применение.

В электротехнической промышленности можно привести следующий перечень предметов: иглы для выжигания, приборы для электриче-

¹ 50% обжатия после отжига.

ских измерений, термоэлементы, электроды (катоды и антикатоды в трубках для получения ион-лучей), контактные проволоки в лампах накаливания, проволоки и ленты для сопротивления, магнето (аэропланы, автомобили, двигатели внутреннего сгорания), контактные точки (телефрафия, телефония), наконечники громоотводов. Для этих предметов употребляются следующие сплавы платины с другими металлами.

Таблица 3

Pt	Au	Ag	Прочие	Pt	Au	Ag	Прочие
95,0	—	—	Ir = 5,0	33,0	67,0	—	—
95,0	—	—	Ta = 5,0	25,0	—	70,0	Ni = 5,0
93,0	—	—	Mo = 7,0	20,0	—	—	Cr = 40,0
90,0	—	—	Ir = 10,0	—	—	—	Ni = 25,0
90,0	—	—	Rh = 10,0	—	—	—	Cu = 15,0
84,0	12,3	1,8	Pd = 1,3	7,5	67,5	25,0	—
80,0	—	—	Ir = 20,0	5,0	70,0	25,0	—
80,0	—	—	Rh = 20,0	3,0	77,0	20,0	—
45,0	15,0	25,0	Cu = 15,0	—	—	—	—

Из платины и ее сплавов могут быть изготовлены некоторые другие предметы: 1) иглы для точных инструментов (сонографов), 2) зажигатели,

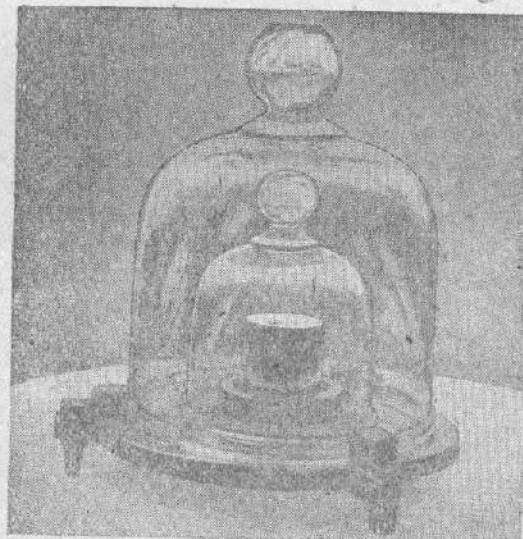


Рис. 2. Международный стандарт килограмма № 2, изготовленный в 1875 г. из платино-иридевого сплава и находящийся в Бюро стандартов в Вашингтоне. Более чем за 60 лет изменил свой вес на одну пятидесятимиллионную часть

3) колокольчики особого звона, 4) диафрагмы для репродукции звуков (крайне тонкие пластинки толщиной в 30 атомов), 5) маятники для часов и хронометров, 6) проектирующие экраны (радиография), 7) эталоны веса и длины, 8) тонкие проволоки, 9) хирургические и научные инструменты,

10) ленты для измерения абсолютного излучения 8 микрон толщины, 4 мм ширины и 30 мм длины, 11) экраны для пустотных трубок (прозрачные, как стекло). Для этих предметов употребляются следующие сплавы.

Таблица 4

Pt	Pd	Ir	Au	Ag	Прочие
95,0	—	5,0	—	—	—
90,0	—	10,0	—	—	—
90,0	5,0	5,0	—	—	—
88,0	—	10,0	—	—	Rh=2,0
85,0	—	15,0	—	—	—
85,0	—	12,0	—	—	Rh=3,0
85,0	8,0	—	7,0	—	—
84,0	1,3	—	12,3	1,8	—
80,0	12,5	—	7,5	—	—
80,0	5,0	—	15,0	—	—
80,0	—	—	—	—	Rh=20,0
70,0	—	—	30,0	—	—
62,8	—	—	—	18,0	Ni=18,0; Cd=1,2
58,0	—	—	17,0	25,0	—
50,0	—	—	—	38,0	Cu=12,0
40,0	—	—	—	—	Cu=35,0; Ni=25,0
27,0	—	—	73,0	—	—
25,0	—	—	—	—	Fe=74,0; C=1,0
20,0	—	—	—	—	Ni=30,0; W=30,0; Cu=20,0
18,0	—	—	—	9,0	Cu=45,0; Ni=9,0; латунь 18,0
10,0	—	2,0	—	—	W=88,0
10,0	30,0	2,0	58,0	—	
9,5	—	—	—	—	Cu=58,0; Sn=28,0; Zn=3,5; As=1,5
8,0	—	2,0	—	—	W=90
5,0	—	—	70,0	25,0	—

В настоящее время стал вопрос о необходимости замены хотя бы частично платины палладием в лабораторной практике. Проведенная работа показала, что некоторые сплавы платины с палладием можно применять для некоторых лабораторных приборов. Сплав 80% платины и 20% палладия в настоящее время употребляется для изготовления электродов, чашек к калориметрическим бомбам, наконечников щипцов и пинцетов и треугольников для тиглей. Производить тигли из этих сплавов нельзя, так как тигли получаются малоустойчивыми при нагревании и при действии на них кислот. Этот же сплав—20% палладия и 80% платины—вероятно, может применяться и для фильтер, но работа в этом направлении должна быть продолжена. В настоящее время необходимо обратить внимание научно-исследовательских институтов и завода «Платиноприбор» на необходимость проведения испытаний различных приборов, изготовленных из сплавов на основе палладия, так как это удешевляет аппаратуру и, кроме того, создает новые отрасли применения сплавов на основе палладия.

Рис. 3. Тигли

№ 1.	Диаметр 18 мм.	Вместимость 4 мл.	Вес с крышк.	4—5 г
№ 2.	»	20 »	»	6 »
№ 3.	»	23 »	»	8 »
№ 4.	»	26 »	»	10 »
№ 5.	»	28,5 мм	»	15 »
№ 6.	»	30 »	»	20 »
№ 7.	»	32,5 »	»	25 »
№ 8.	»	35 »	»	30 »
№ 9.	»	38,5 »	»	40 »
№ 10.	»	42 »	»	50 »

Рис. 4. Тигли

№ 1.	Диаметр 30 мм.	Вместимость 16 мл.	Вес с крышк.	12—14 г
№ 2.	»	42 »	»	25 »
№ 3.	»	45 »	»	30 »

Рис. 5 и 6

Тигли «Гуча» разных размеров. Вес от 20 до 30 г

Рис. 7

Тигли «Смита» натуральной величины. Вес от 20 до 25 г

Рис. 8—12

Крышки разных фасонов

Рис. 13. Чашки круглодонные

№ 1.	Верхний диаметр 120 мм.	Вместимость 450 мл.	Вес около 150 г
№ 2.	»	110 »	»
№ 3.	»	100 »	»
№ 4.	»	90 »	»
№ 5.	»	80 »	»
№ 6.	»	70 »	»
№ 7.	»	60 »	»
№ 8.	»	47 »	»
№ 9.	»	38 »	»

ПЛАТИНОВЫЕ ТИГЛИ И КРЫШКИ

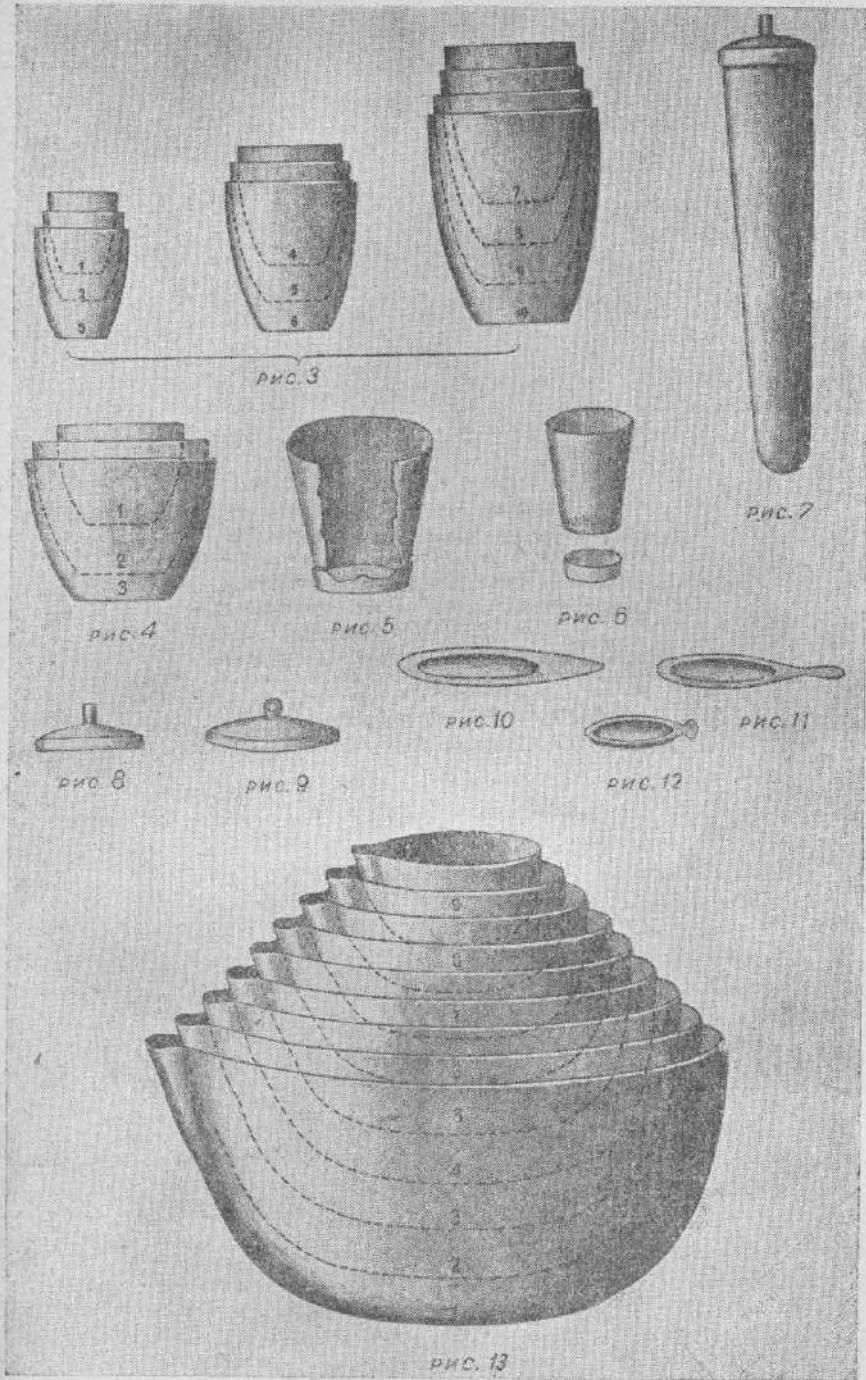
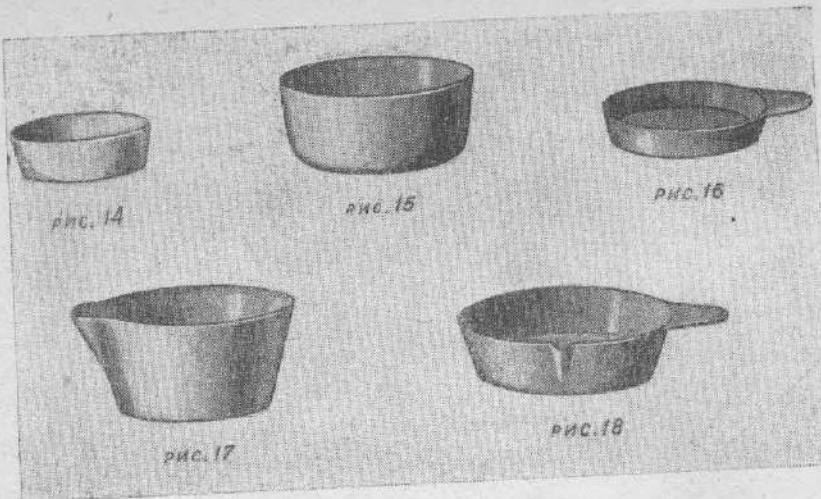


Рис. 3—13



ПЛАТИНОВЫЕ ЧАШКИ РАЗНЫЕ

Рис. 14 — 15. Чаши для сжигания

Диаметр 35 мм. Глубина 12 мм. Вес около 10 г
" 50 " " 23 " " 15—18 г

Рис. 16. Чаша для анализа сахара

Диаметр 40 мм. Глубина 10 мм. Вес около 12 г

Рис. 17. Чаша Девиля

Диаметр 50 мм. Высота 25 мм. Объем 30 мл. Вес около 20 г
" 60 " " 32 " " 58 " " 78 "
" 70 " " 85 " " 80 " " 33 "

Рис. 18. Чаша для анализа молока

Диаметр 55 мм. Глубина 15 мм. Вес около 10—12 г

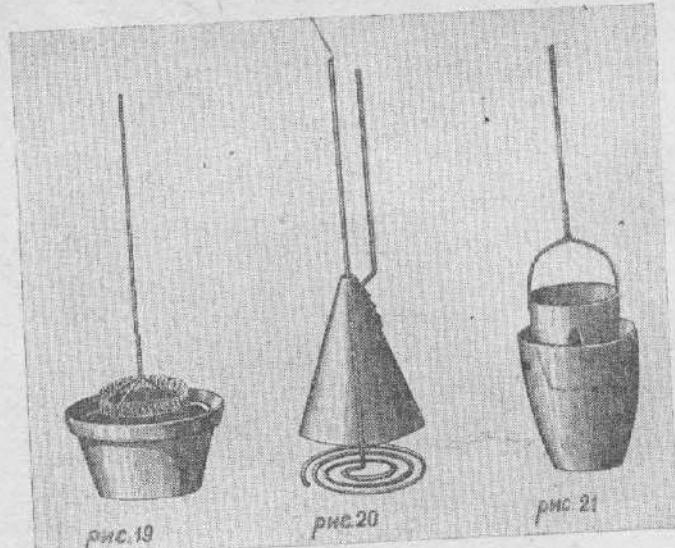


Рис. 19. Электрод Герпина. Вес 15—18 г

Рис. 20. Конус электрод со спиралью. Вес 30—35 г

Рис. 21. Электрод Рит



Рис. 22



Рис. 23



Рис. 24



Рис. 25

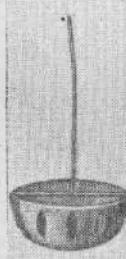


Рис. 26

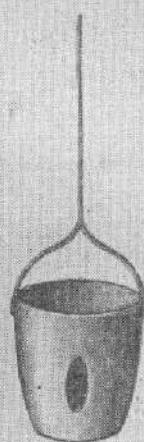


Рис. 27

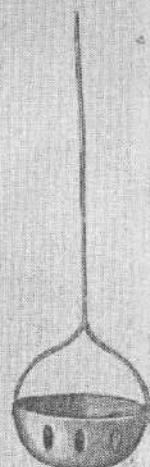


Рис. 28

Рис. 22. Электрод Винклера сетчатый. Вес 22 — 24 г

Рис. 23. Электрод Оллярда сетчатый, со спиралью. Вес 44 г

Рис. 24. Электрод Фишера сетчатый. Вес 25 г

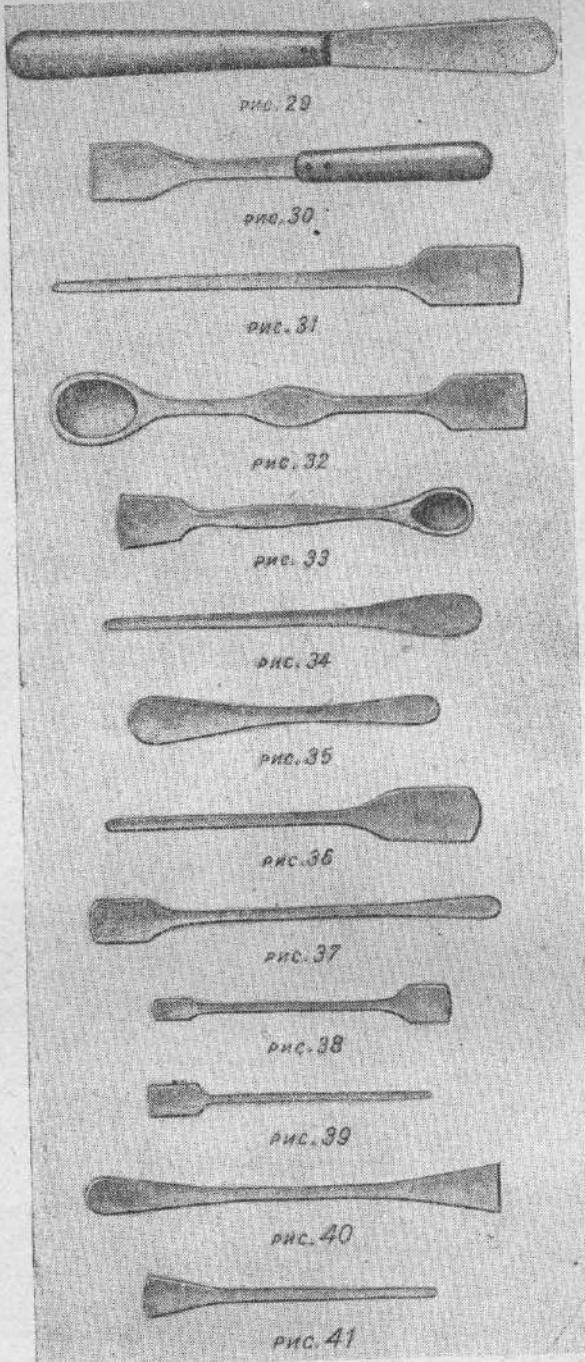
Рис. 25. Электрод Мансфельда. Вес 12 — 15 г

АППАРАТЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Рис. 26. Электрод полусферический. Вес 15 — 18 г

Рис. 27. Электрод по Классену. Вес 20 — 25 г

Рис. 28. Электрод по Классену. Вес 20 — 25 г



ШПАТЕЛИ ПЛАТИНОВЫЕ

- Рис. 29. С деревянной рукояткой, овальный. Вес 8—10 г
 Рис. 30. С деревянной рукояткой лопаткой. Вес 6—8 г
 Рис. 31. Лопаткой, большой. Вес 10—15 г
 Рис. 32. С ложечкой и лопаткой. Вес 15—18 г
 Рис. 33. С ложечкой и лопаткой, малый. Вес 5—6 г
 Рис. 34. Овальный, короткий. Вес 5—7 г
 Рис. 35. Овальный, лопатками. Вес 5—7 г
 Рис. 36. Лопаткой, малый. Вес 8—10 г
 Рис. 37. Лопаткой с овальной рукояткой. Вес 8—9 г
 Рис. 38. С двумя лопатками. Вес 5—7 г
 Рис. 39. Лопаткой, малый. Вес 5—7 г
 Рис. 40. С конусной лопаткой и овальной рукояткой. Вес 8—9 г
 Рис. 41. С конусной лопаткой. Вес 5—7 г

Таблица 3

Физические свойства металлов платиновой группы

Свойства	Pt	Ir	Os	Pd	Rh	Ru	Единица измерения
Атомный номер	78	77	76	46	45	44	
Атомный вес	195,23	193,1	193,5	106,7	102,91	101,7	0 = 16
Удельный вес	21,40	22,42	22,48	12,16	12,41	12,20	г/см ³ при 20°C
Точка плавления	1773,5°±1°	2454±3°	2700°	1553±2°	1966±3°	2450°	градусы Цельсия
Точка кипения	4300°	4800°	5300°	2200°	2500°	2700°	"
Удельная теплота при 0°C	0,0316	0,032	0,031	0,0584	0,058	0,061	Калории на 1 г
0—100°C	0,0319			0,0690			
Температурный коэффициент линейного расширения							
при 20°C	8,9	6,5	6,6	11,7	8,5	9,6	10—6 на 1°C
» 40°C	8,99						
Теплопроводность при 18°C	0,166	0,141	0,168	0,210	0,210	0,210	Кал. см.—1 сек.—1
Удельное сопротивление отожженного при 0°C	0,0319	0,0323	0,0311	0,0555	0,058	0,0611	Темп. —1
9,97	5,33	9,5	10,78	4,3	4,3	14,47	ом—см. 10 ⁻⁶
Температурный коэффициент сопротивления наклепанного отожженного	0,003917	0,003923	0,0037	0,00457	0,00457	0,00457	0—100°C на 1°C
Модуль Юнга	16,8	51,5	11,3	27,5	27,5	27,5	Длины на см ² , 10
Структурный тип	Куб с центрированными гранями	Ангстремы					
Параметры решеток	3,9158	3,8312	3,8824	3,7957	3,7957	3,7957	
a_0/a_0							
C_0/a_0							

РАЗНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Рис. 42. Треугольник из толстой платиновой проволоки с оплавленными концами

Длина сторон	35	40	50	60	70	80	мм
Вес	5	7	9	12	15	18	г

Рис. 43. Треугольник из толстой платиновой проволоки с кручеными концами; длина и вес, как на рис. 42.

Рис. 44. Треугольник из толстой платиновой проволоки раздвижной; длина и вес, как на рис. 42

Рис. 45. Нож платиновый складной. Вес 15 г

Рис. 46. Щипцы с платиновыми наконечниками. Вес 5—7 г

Рис. 47. Платиновые муфели

Длина 100 мм Шир. 50 мм Выс. 35 мм. Вес около 40—50 г	
» 120 » » 70 » » 50 » » 75—80 »	

Рис. 48. Платиновые лодочки для элементарного анализа. Длина 40—50—60—70 мм
Шир. 10 мм. Глуб. 10 мм. Вес 5 г

Рис. 49. Платиновые лодочки с ручкой, размер и вес, как на рис. 48

Рис. 50. Платиновый ящик для сжигания в виде прямоугольного параллелепипеда

Длина 60 мм Шир. 40 мм Глуб. 10 мм Вес около 20 г	
» 55 » » 35 » » 10 » » » 15—16 г	
» 50 » » 30 » » 10 » » » 10—12 »	

Рис. 51. Платиновый конус для фильтрования. Вес 1—2 г

Рис. 52. То же — продырявленный. Вес 1—2 г

Рис. 53. Платиновый цилиндр к горелке для освежения воздуха (озонизатор). Вес 0,6—1,0 г

Рис. 54. Платиновая пинсетка для взятия проб жидкостей (плавик. кисл.). Вес 25 г

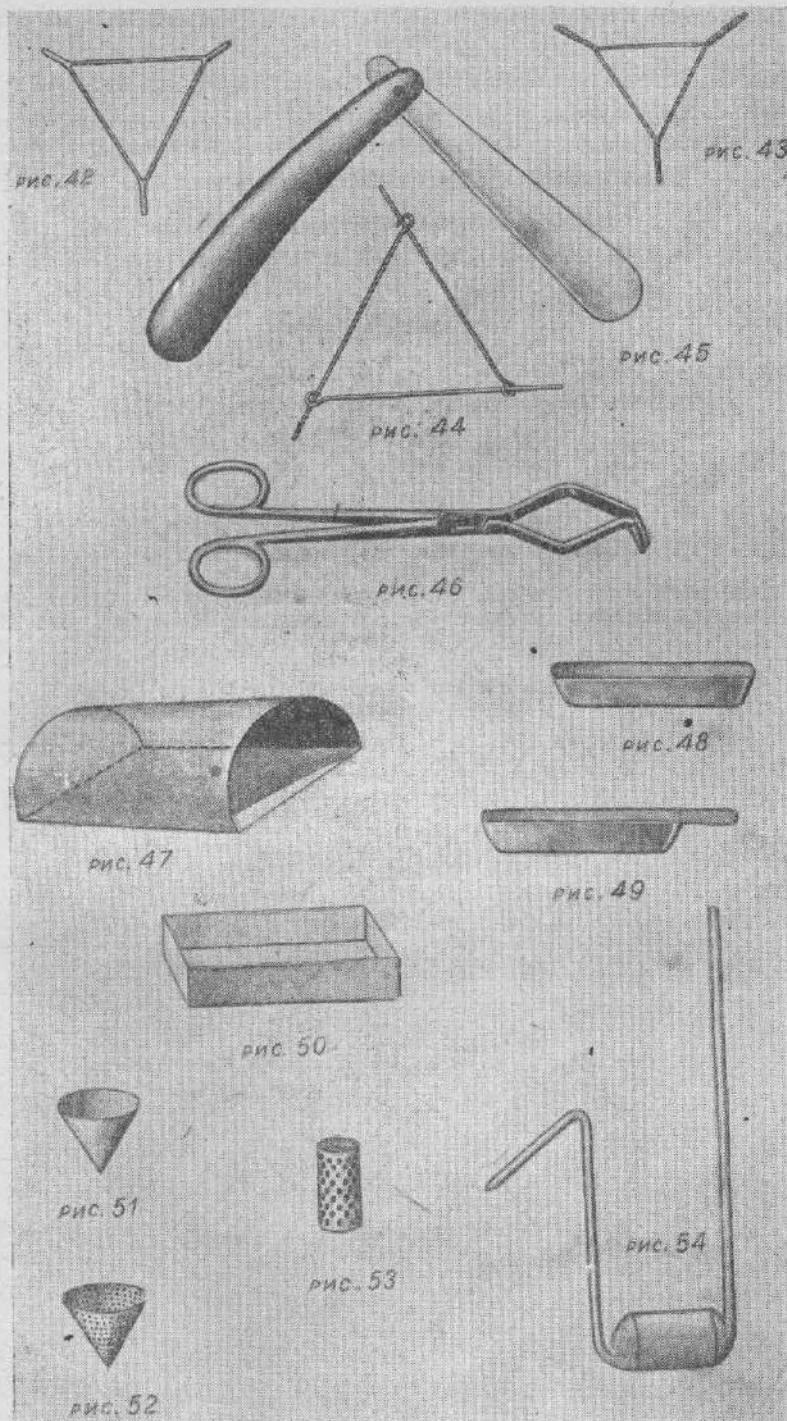


Рис. 55. Платиновая ложка сетчатая для сахариметра. Вес 2—4 г

Рис. 56. Платиновый цилиндр для газового, нефтяного и бензинового двигателя. Вес 10 г

Рис. 57. Платиновые ложки диаметром № 0—10 мм; № 1—12 мм; № 2—15 мм; № 3—20 мм

Рис. 58. Платиновые наконечники для паяльных трубок. Вес 1—3 г

Рис. 59. Платиновая капилляра по Ледебуру для газового анализа, с двумя латунными наконечниками, длина 30 см, внутренний диаметр 0,8 мм. Вес около 16 г

ПРОВОЛОКА, СЕТКА; ПЛАСТИНКА и ФОЛЬГА

Рис. 60. Платиновая проволока на катушках. (Вес 1 м)

Толщина	0,30 мм	Вес	1,6 г	Толщина	0,07 мм	Вес	0,08 г
"	0,25 "	"	1,1 "	"	0,06 "	"	0,06 "
"	0,20 "	"	0,7 "	"	0,05 "	"	0,04 "
"	0,15 "	"	0,4 "	"	0,04 "	"	0,035 "
"	0,10 "	"	0,18 "	"	0,03 "	"	0,015 "
"	0,09 "	"	0,14 "	"	0,02 "	"	0,010 "
"	0,08 "	"	0,13 "	"	0,01 "	"	0,005 "

Рис. 61. Платиновая проволока в мотках. (Вес 1 м)

Толщина	5 мм	Вес	410 г	Толщина	0,8 мм	Вес	12 г
"	4 "	"	265 "	"	0,7 "	"	9 "
"	3 "	"	160 "	"	0,5 "	"	6 "
"	2,5 "	"	100 "	"	0,5 "	"	4,2 "
"	2 "	"	67 "	"	0,45 "	"	3,5 "
"	1,5 "	"	42 "	"	0,40 "	"	2,8 "
"	1,0 "	"	17 "	"	0,35 "	"	2 "

Рис. 62. Платиновая сетка. Вырабатывается шириной до 200 мм из проволоки толщиной около 0,1 мм, что соответствует 500 отверстий на 1 см², вес 100 см² около 10 г

Рис. 63. Платиновая пластинка. Вес 200 см²

Толщина	1 мм	Вес	215 г	Толщина	0,25 мм	Вес	54 г
"	0,75 "	"	160 "	"	0,20 "	"	43 "
"	0,60 "	"	130 "	"	0,15 "	"	32 "
"	0,50 "	"	108 "	"	0,10 "	"	21,5 "
"	0,40 "	"	86 "	"	0,05 "	"	10,75 "
"	0,30 "	"	65 "	"			

Рис. 64. Фольга. Вес 100 см²

Толщина	0,04 мм	Вес	8,60 г	Толщина	0,01 мм	Вес	2,15 г.
"	0,035 "	"	6,60 "	"	0,005 "	"	1,08 "
"	0,005 "	"	5,40 "	"	0,0025 "	"	0,54 "



рис. 55



рис. 56



рис. 57



рис. 58



рис. 59

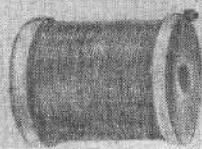


рис. 60

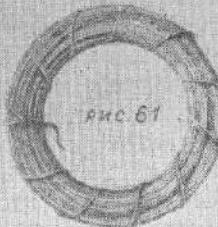


рис. 61

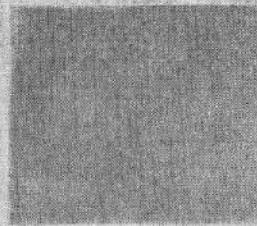


рис. 62

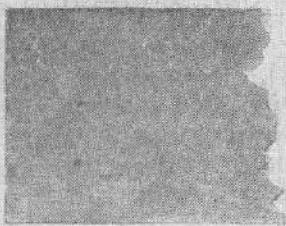


рис. 63

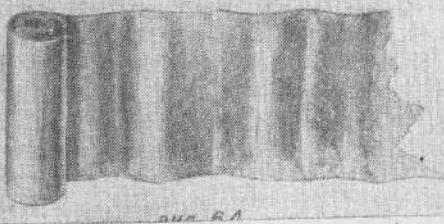


рис. 64