

МАТЕРІАЛЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНІЯ
ЕСТЕСТВЕННЫХЪ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХЪ СИЛЪ РОССІИ.

13.

ЗДА

ПОЛУЧЕНІЕ
ЧИСТОЙ ПЛАТИНЫ
И ЕЯ СВОЙСТВА.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ СПЛАВОВЪ ПЛАТИНЫ
СЪ МЕТАЛЛАМИ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ.

С. Ф. Жемчужнаго.



ПЕТРОГРАДЪ.
Типографія Императорской Академіи Наукъ.
Вас. Остр., 9 линія, № 12.

1916.

МАТЕРІАЛЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНІЯ ЕСТЕСТВЕННЫХЪ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХЪ СИЛЪ РОССІИ.

Настоящій выпускъ входитъ въ серію очерковъ, издаваемыхъ состоящей при Императорской Академіи Наукъ Комиссіей по изученію естественныхъ производительныхъ силъ Россіи. Это изданіе имѣетъ цѣлью въ ясной и доступной формѣ давать научное освѣщеніе и научную сводку нашихъ свѣдѣній по отдѣльнымъ вопросамъ природныхъ богатствъ Россіи, не ограничивая очерковъ какой-либо опредѣленной программой или порядкомъ выхода. Выдвигая на первую очередь вопросы, отвѣчающіе требованіямъ момента или военной техники, Комиссія, однако, считаетъ необходимымъ включить въ задачи изданія самое широкое освѣщеніе естественныхъ производительныхъ силъ Россіи и ихъ использованія.

Напечатано:

- № 1. А. Е. Ферсманъ. Русскія мѣсторожденія сукновальныхъ глинъ (съ аналитическими данными Ѳ. А. Николаевского). 2-ое изданіе. 1916. Цѣна 10 коп.
- № 2. В. Л. Комаровъ. Что сдѣлано въ Россіи въ 1915 г. по культурѣ лекарственныхъ растений. 1915. Цѣна 10 коп.
- № 3. В. Г. Хлопинъ. Литій, его промышленное значеніе и нахожденіе въ русскихъ минералахъ. 1916. Цѣна 15 коп.
- № 4. Е. В. Еремина, совместно съ В. С. Малышевой и М. И. Добрыниной. Соединенія барія въ Россіи. 1916. Цѣна 20 коп.
- № 5. П. П. Сущинскій. Очеркъ мѣсторожденій вольфрамовыхъ и оловянныхъ рудъ въ Россіи. 1916. Цѣна 40 коп.
- № 6. В. В. Аршиновъ. Руды алюминія и возможность ихъ нахожденія въ Россіи. 1916. Цѣна 20 коп.
- № 7. Н. И. Андрусовъ, Н. С. Курнаковъ, А. А. Лебединцевъ, Н. И. Подкопаевъ и І. Б. Шпиндлеръ. Карабугазъ и его промышленное значеніе. 1916. Цѣна 20 коп.
- № 8. В. Н. Любименко. Табачная промышленность въ Россіи. 1916. Цѣна 20.
- № 9. В. И. Мейснеръ. Рыбный промыселъ въ Семирѣчьи и его возможное будущее. 1916. Цѣна 20 коп.
- № 10. П. А. Земятченскій. Поглотительныя свойства русскихъ глинъ. I. 1916. Цѣна 20 коп.
- № 11. Н. Н. Монтеверде. Развѣтїе и современное состояніе промысла сбора и культуры лекарственныхъ растений въ Полтавской губерніи. 1916. Цѣна 20 коп.
- № 12. Я. В. Самойловъ. Мѣсторожденія сѣрнаго колчедана въ Россіи. 1916. Цѣна 20 коп.
- № 13. С. Ф. Жемчужный. Полученіе чистой платины и ея свойства. Электропроводность сплавовъ платины съ металлами платиновой группы. 1916. Цѣна 20 коп.

Печатаются:

- И. А. Преображенскій. Соединенія молибдена въ Россіи.
Ф. А. Сацыперовъ. Лекарственныя растения въ Россіи.
Е. Ѳ. Лискунь. Мясной вопросъ въ его современномъ и хозяйственномъ значеніи.

МАТЕРІАЛЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНІЯ
ЕСТЕСТВЕННЫХЪ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХЪ СИЛЪ РОССИИ.

Библиотека НКФ СССР
Проверено 1932 г.

13.

869
ОМ-53

ПОЛУЧЕНІЕ
ЧИСТОЙ ПЛАТИНЫ
И ЕЯ СВОЙСТВА.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ СПЛАВОВЪ ПЛАТИНЫ
СЪ МЕТАЛЛАМИ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ.

С. Ф. Жемчужнаго.

ПЕТРОГРАДЪ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ.

Вас. Остр., 9 линія, № 12.

1916.

37

V

59807

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
Декабрь 1916 г.

Непремѣнный Секретарь академикъ С. Олденбургъ.

Изданіе Комиссіи по изученію естественныхъ производительныхъ силъ
Россіи.

ПОЛУЧЕНІЕ ЧИСТОЙ ПЛАТИНЫ И ЕЯ СВОЙСТВА. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ СПЛАВОВЪ ПЛАТИНЫ СЪ МЕТАЛЛАМИ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ.

С. Ф. Жемчужнаго.

Изслѣдованіе электропроводности и твердости чистыхъ металловъ и ихъ сплавовъ показываетъ, что измѣненіе этихъ свойствъ находится въ зависимости отъ состава, при чемъ величина этихъ измѣненій зависитъ отъ характера выдѣляющихся изъ расплавленнаго состоянія твердыхъ фазъ. Наибольшее измѣненіе величины электропроводности и твердости наблюдается для случая образованія твердыхъ растворовъ: электропроводность чистыхъ металловъ очень сильно понижается отъ прибавленія небольшого количества примѣси, при чемъ особенно сильное вліяніе оказываетъ введеніе первыхъ 2—3 процентовъ другого металла, дальнѣйшее же увеличеніе содержанія примѣсей сказывается все меньше и меньше. Эти заключенія можно распространить и на явленія возрастанія твердости и другихъ механическихъ свойствъ металлическихъ системъ, образующихъ рядъ твердыхъ растворовъ.

Эти общія положенія, выведенныя на основаніи имѣвшихся въ 1906 году экспериментальныхъ данныхъ и высказанныя въ работахъ Н. С. Курнакова, С. Ф. Жемчужнаго и В. Гюрт-

Примѣч. редакціи. Въ виду того исключительнаго значенія, какое имѣетъ Россія въ міровой добычѣ платины и сопровождающихъ ее въ природѣ металловъ, желательнo обратить особое вниманіе на изученіе не только сырыхъ продуктовъ, но и на ихъ обработку.

лера, нашли себѣ подтвержденіе въ трудахъ другихъ изслѣдователей¹.

Такимъ образомъ, опредѣленіе электропроводности и твердости металловъ можетъ служить своего рода пробой на ихъ чистоту, если только намъ извѣстны численныя значенія этихъ свойствъ для совершенно чистыхъ металловъ.

Въ частности, въ сплавахъ платины съ другими металлами,

¹ Н. С. Курнаковъ и С. Ф. Жемчужный. О сплавахъ мѣди съ никкелемъ и золотомъ. Электропроводность твердыхъ металлическихъ растворовъ. Изв. Пол. Инст. 6. 559 (1906), Ж. Р. Х. О. 38. 1048 (1906), Ж. Р. Х. О. 39. 211 (1907), Zeit. An. Ch. 54. 149 (1907).

Н. С. Курнаковъ и С. Ф. Жемчужный. Твердость металлическихъ твердыхъ растворовъ и опредѣленныхъ химическихъ соединенийъ. Изв. Пол. Инст. 9. 393 (1908), Ж. Р. Х. О. 40. 1067 (1908), Zeit. An. Ch. 60. 1 (1908).

W. Guertler. Zeit. An. Ch. 51. 397 (1906), 54. 58 (1907).

Н. С. Курнаковъ и С. Ф. Жемчужный. Электропроводность и давленіе истеченія изоморфныхъ смѣсей свинца съ индіемъ и талліемъ. Изв. Пол. Инст. 11. 367 (1909), Ж. Р. Х. О. 41. 1182 (1909), Zeit. An. Ch. 64. 149 (1909).

В. Смирновъ и Н. Курнаковъ. Опредѣленные соединения съ переменнымъ составомъ твердой фазы. Электропроводность и твердость системы магній—серебро. Изв. Пол. Инст. 14. 623 (1910), Ж. Р. Х. О. 43. 725 (1911), Zeit. An. Ch. 72. 31 (1911).

Г. Уразовъ. Электропроводность и твердость сплавовъ магнія съ кадміемъ. Ж. Р. Х. О. 43. 752 (1911), Zeit. An. Ch. 73. 31 (1911).

Н. И. Степановъ. Объ электропроводности металлическихъ сплавовъ въ связи съ электронной теоріей. Ж. Р. Х. О. 44. 910 (1912).

Н. А. Пушинъ и М. С. Максименко. Электропроводность въ связи съ термоэлектрическою способностью сплавовъ серебра съ цинкомъ. Ж. Р. Х. О. 41. 500 (1909).

Récheux. Comp. Rend. 1041 (1909).

Benedicks. Zeit. An. Ch. 61. 181 (1909).

W. Broniewski. An. Chim. Phys. 25. 1912.

W. Geibel. Zeit. An. Ch. 69. 38 (1911), 70. 240 (1911).

Н. С. Курнаковъ и А. П. Никитинскій. Электропроводность и давленіе истеченія сплавовъ калия съ рубидіемъ. Изв. Пол. Инст. 20. 529 (1913), Ж. Р. Х. О. 46. 360 (1914).

Н. Пушинъ и В. Ряжскій. Электропроводность сплавовъ мѣди съ цинкомъ. Ж. Р. Х. О. 44. 1905 (1912).

Н. Пушинъ и А. Басковъ. Электропроводность сплавовъ мѣди съ оловомъ. Ж. Р. Х. О. 45. 746 (1913).

Н. С. Курнаковъ, С. Ф. Жемчужный и М. Засѣдателевъ. Превращенія въ сплавахъ золота и мѣди. Изв. Пол. Инст. 22. 485 (1914), Ж. Р. Х. О. 47. 871 (1915), Journ. Inst. of Metals. 1916.

какъ-то: иридемъ, родиемъ, рутениемъ, палладиемъ, желѣзомъ, мѣдью, золотомъ, серебромъ и др., мы встрѣчаемся съ тѣми же явлениями уменьшенія электропроводности и возрастанія твердости и другихъ механическихъ свойствъ для случая образованія твердыхъ растворовъ.

Въ виду отсутствія въ литературѣ данныхъ о вліяніи небольшого количества примѣсей на электропроводность чистой платины, я совмѣстно съ студентомъ Политехническаго Института Г. Л. Сахаровымъ, предпринялъ изслѣдованіе электропроводности сплавовъ платины съ металлами платиновой группы иридемъ, родиемъ и палладиемъ, изъ которыхъ иридій является главнѣйшей и наиболѣе часто встрѣчающейся примѣсью въ пролажной платинѣ.

Исходными матеріалами для полученія сплавовъ служили металлическій палладій отъ Кальбаума и чистая платина, для этой цѣли мною приготовленная по способу, описанному въ дальнѣйшемъ изложеніи; иридій и родій были получены путемъ восстановления цинкомъ соотвѣтствующихъ препаратовъ Кальбаума и Мерка. Сплавление производилось въ магнетитовыхъ чашечкахъ (капеляхъ) Моргана въ газокислородномъ пламени. Изъ полученныхъ сплавовъ были приготовлены, путемъ прокатки и волоченія, проволоки около 1 мм. діаметромъ и около 100 мм. длины.

Измѣреніе поперечныхъ сѣченій производилось въ нѣсколькихъ мѣстахъ, по длинѣ проволоки, съ помощью микрометра Женевскаго Общества физическихъ приборовъ, позволяющаго производить отсчетъ до 0.005 мм.

Длина проволоки между отмѣтками, полученными отъ зажимныхъ ножей прибора для опредѣленія электропроводности, измѣрялась штангенъ-циркулемъ Броунъ Шарпе съ ноніусомъ.

Для измѣреній электропроводности служилъ вазелиновый термостатъ съ электрическимъ подогреваніемъ и двойной мостъ Томсона съ зеркальнымъ гальванометромъ въ качествѣ нуле-

вого инструмента; измѣренія эти описаны въ цитированныхъ уже работахъ, произведенныхъ въ Лабораторіи Общей Химіи.

Передъ опредѣленіемъ электропроводности, проволоки подвергались отжигу. Измѣренія были произведены при 25° и 100°; полученные данныя послужили для вычисленія удѣльнаго электросопротивленія ρ , выраженного въ омахъ на кубич. сант., удѣльной электропроводности $\lambda = \frac{1}{\rho}$ и температурнаго коэффициента α , вычисленнаго по формулѣ $\alpha = \frac{\rho_{100} - \rho_{25}}{100 \rho_{25} - 25 \rho_{100}}$.

Результаты опредѣленій приведены въ таблицѣ 1 и сведены на діаграммахъ фиг. 1 и 2, гдѣ по оси абсциссъ отложено процентное содержаніе, а по оси ординатъ соотвѣтствующія величины ρ , λ и α .

По даннымъ Гейбеля¹, электропроводность сплавовъ платины съ придіемъ при 0° имѣетъ слѣдующія значенія:

$$\lambda_0 = 5.61 \text{ для } 5\% \text{ Ir. и } \lambda_0 = 4.34 \text{ для } 10\% \text{ Ir.},$$

что близко подходитъ къ моимъ даннымъ, если ихъ пересчитать для $t = 0$

$$\lambda_0 = 5.76 \text{ для } 5\% \text{ Ir. и } \lambda_0 = 4.25 \text{ для } 10\% \text{ Ir.}$$

Для сплавовъ платины съ 10% палладія Гейбель даетъ $\lambda_0 = 5.38$, по моимъ опредѣленіямъ $\lambda_0 = 5.36$.

Изъ разсмотрѣнія полученныхъ данныхъ и діаграммъ (стр. 6 и 8) вытекаетъ, что наибольшія измѣненія электропроводности, электросопротивленія и температурнаго коэффициента вызываются прибавленіемъ къ платинѣ придія, далѣе слѣдуетъ родій, вліяніе же палладія наименьшее.

Различіе между этими элементами выступаетъ еще рѣзче, если вести расчетъ не въ вѣсовыхъ, а въ атомныхъ процентахъ.

Кромѣ того, мы замѣчаемъ, что угловой коэффициентъ $\frac{d\lambda}{dp}$ и $\frac{d\alpha}{dp}$ (гдѣ p — процентный составъ) кривыхъ электропроводности и

¹ W. Geibel. Zeit. An. Ch. 70. 246 (1911).

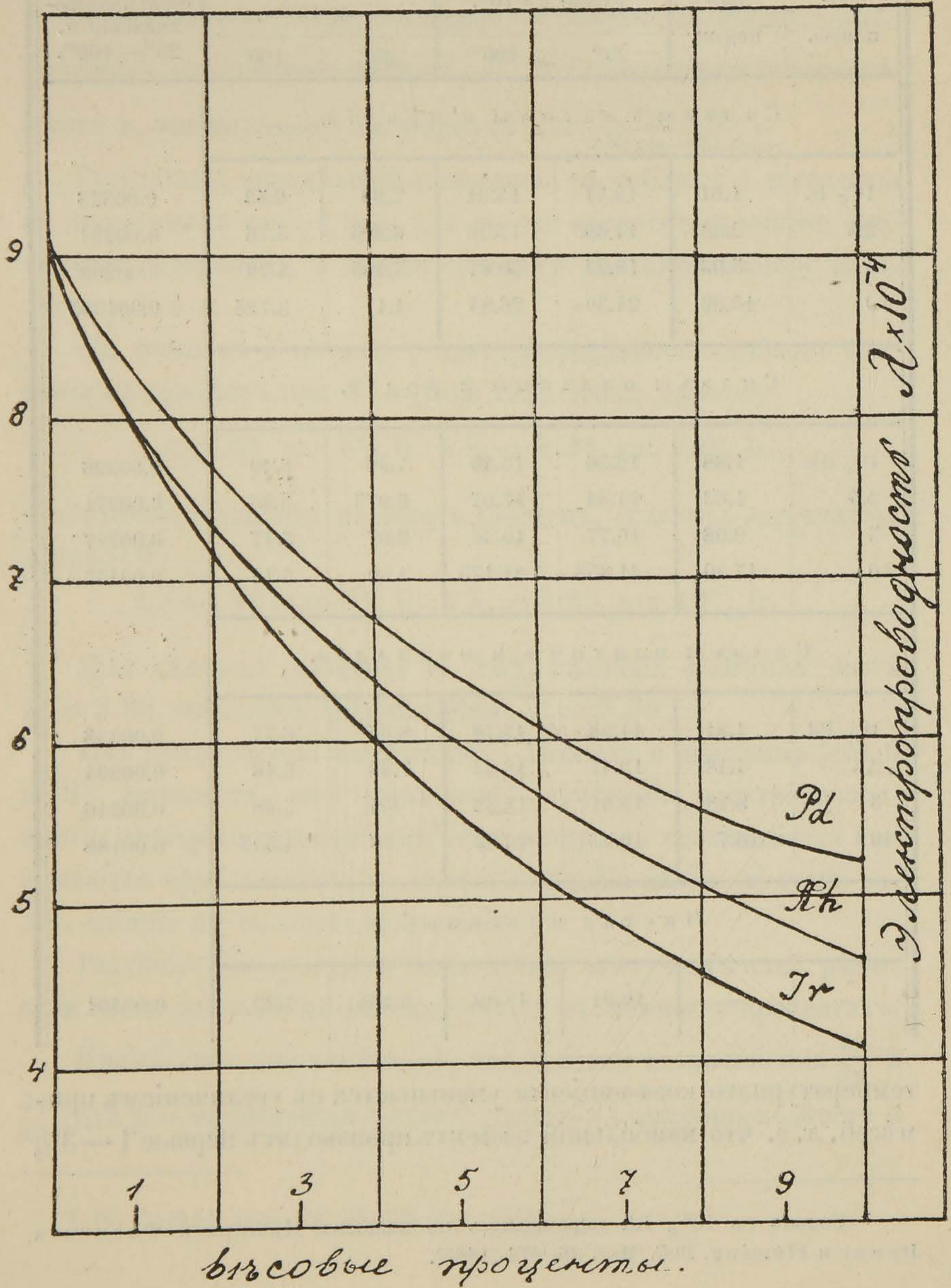
Т а б л и ц а 1.

| Вѣсовыя проценты. | Атомныя проценты. | Удѣльное сопротивление $\rho \times 10^6$. | | Удѣльная электропроводность $\lambda \times 10^{-4}$. | | Температурный коэффициентъ сопротивления α . 25°—100°. |
|--|-------------------|---|--------|--|-------|--|
| | | 25° | 100° | 25° | 100° | |
| С п л а в ы п л а т и н ы и и р и д і я. | | | | | | |
| 10% Ir. | 1.01 | 12.51 | 13.31 | 7.99 | 6.53 | 0.00323 |
| 2.5 | 2.53 | 14.66 | 17.36 | 6.825 | 5.76 | 0.00261 |
| 5 | 5.05 | 18.23 | 20.87 | 5.485 | 4.79 | 0.00203 |
| 10 | 10.09 | 24.39 | 26.84 | 4.1 | 3.725 | 0.001385 |
| С п л а в ы п л а т и н ы и р о д і я. | | | | | | |
| 10% Rh. | 1.88 | 12.56 | 13.40 | 7.96 | 6.49 | 0.00326 |
| 2.5 | 4.63 | 14.34 | 17.07 | 6.975 | 5.86 | 0.00271 |
| 5 | 9.08 | 16.77 | 19.35 | 5.97 | 5.17 | 0.00217 |
| 10 | 17.40 | 21.853 | 24.175 | 4.59 | 4.14 | 0.00147 ¹ |
| С п л а в ы п л а т и н ы и п а л л а д і я. | | | | | | |
| 10% Pd. | 1.81 | 11.98 | 14.78 | 8.35 | 6.77 | 0.00338 |
| 2.5 | 4.48 | 13.47 | 16.24 | 7.43 | 6.16 | 0.00294 |
| 5 | 8.78 | 15.61 | 18.32 | 6.4 | 5.46 | 0.00246 |
| 10 | 16.7 | 19.5 | 22.02 | 5.13 | 4.545 | 0.00180 |
| Ч и с т а я п л а т и н а. | | | | | | |
| — | — | 10.91 | 13.89 | 9.165 | 7.20 | 0.00401 |

температурнаго коэффициента уменьшается съ увеличеніемъ примѣсей, т. е. что наибольшій эффектъ производятъ первые 1—3%

¹ Сплавъ съ 10% Rh перечисленъ по даннымъ Дьюара и Флеминга Dewar и Fleming. Phil. Mag. 36. 271 (1893).

примѣсей. Такъ, напримѣръ, для иридія прибавленіе его въ количество 1% вызываетъ паденіе электропроводности на 1.175; для 2.5% Ir имѣемъ уменьшеніе = 0.934 и для 5% Ir — 0.735 на каждый процентъ введеннаго въ сплавъ иридія.



Изъ діаграммъ видно, что введеніе уже небольшихъ примѣсей довольно чувствительно отзывается на измѣненіи величины электропроводности.

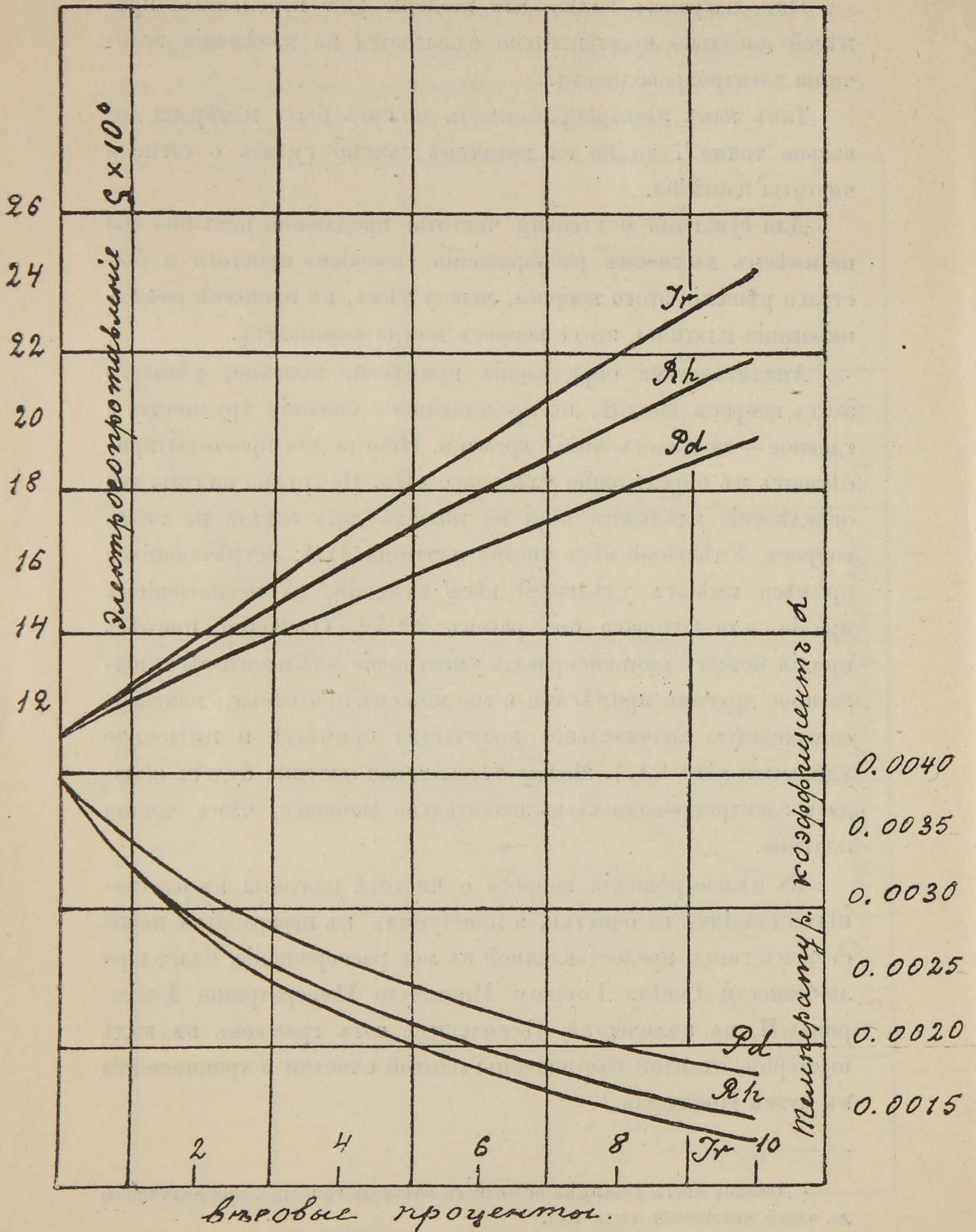
Такъ какъ электропроводность можетъ быть измѣрена довольно точно¹, то по ея величинѣ можно судить о степени чистоты платины.

Для сужденія о степени чистоты продажной платины мы не имѣемъ въ своемъ распоряженіи способовъ простого и быстрого рѣшенія этого вопроса, между тѣмъ, въ процессѣ рафинирования платины, этотъ вопросъ всегда возникаетъ.

Аналитическое опредѣленіе примѣсей, конечно, рѣшаетъ этотъ вопросъ вполне, но представляетъ большія трудности, а главное — занимаетъ много времени. Иногда для простоты прибѣгаютъ къ опредѣленію удѣльнаго вѣса. Не трудно видѣть, что опредѣленіе удѣльнаго вѣса не можетъ дать отвѣта на этотъ вопросъ. Удѣльный вѣсъ чистой платины 21.4; встрѣчающіяся примѣси имѣютъ удѣльный вѣсъ меньшій, за исключеніемъ иридія, для котораго онъ равенъ 22.42. Очевидно, примѣсь иридія можетъ компенсировать уменьшеніе удѣльнаго вѣса, вызванное другими примѣсями и мы можемъ приготовить платину, содержащую значительное количество примѣсей и имѣющую удѣльный вѣсъ 21.4. Между тѣмъ, такая платина будетъ обладать электропроводностью значительно меньшей, чѣмъ чистая платина.

Съ цѣлью рѣшенія вопроса о чистотѣ платины въ различныхъ стадіяхъ ея очистки, я приступилъ къ переработкѣ нечистой платины, предоставленной въ мое распоряженіе, благодаря любезности Совѣта Горнаго Института Императрицы Екатерины II, въ количествѣ нѣсколькихъ сотъ граммовъ въ видѣ шестерни, отлитой изъ платины плохой очистки и хранившейся въ музеѣ Института.

¹ Двойной мостъ Томсона позволяетъ измѣрять сопротивленія величиною до одной милліонной части ома.



Для очищенія платины я примѣнилъ, съ нѣкоторыми измѣненіями, способъ, предложенный В. Шнейдеромъ¹, основанный на томъ, что въ щелочномъ растворѣ при нагрѣваніи происходитъ возстановленіе четыреххлористаго придія въ треххлористый (остальные платиновые металлы переходятъ въ низшія степени окисленія уже при простомъ нагрѣваніи до кипѣнія); платина же при этихъ условіяхъ почти не возстановляется и остается въ видѣ четыреххлористой.

Образовавшіяся при этомъ, за счетъ выдѣлившагося хлора, натріевыя соли хлорноватистой кислоты необходимо разрушить кипяченіемъ съ прибавленіемъ нѣкотораго количества спирта.

Нечистая платина была растворена въ царской водкѣ и растворъ нѣсколько разъ выпаривался съ крѣпкой соляной кислотой для удаленія азотной кислоты.

Полученный, такимъ образомъ, растворъ хлорной платины (хлороплатиноводородной кислоты H_2PtCl_6) отфильтровывался и на холоду нейтрализовался крѣпкимъ растворомъ ѣдкаго натра до появленія слабо щелочной реакціи, затѣмъ прибавлялся нѣкоторый избытокъ ѣдкаго натра до появленія сильно щелочной реакціи и жидкость доводилась до кипѣнія. Послѣ этого прибавлялось нѣкоторое количество спирта, жидкость снова доводилась до кипѣнія, обрабатывалась до сильно кислой реакціи избыткомъ соляной кислоты и отфильтровывалось. Фильтратъ по охлажденіи обрабатывался насыщеннымъ растворомъ хлористаго аммонія, при чемъ платина осаждалась въ видѣ хлороплатината; подъ конецъ операціи прибавлялось еще нѣкоторое количество сухого хлористаго аммонія до насыщенія. Чтобы судить о полнотѣ возстановленія придіевыхъ соединеній въ періодъ нагрѣванія щелочнаго раствора, время отъ времени брались пробы, которыя обрабатывались нѣсколькими каплями спирта, подкислялись соляной кислотой и осаждались насы-

¹ W. Schneider. Über Abscheidung des reinen Platin und Iridium. Dorpat. 1868.

шеннымъ растворомъ хлористаго аммонія. Появленіе лимонно-желтаго осадка хлороплатината служило признакомъ окончанія реакціи. Если осадокъ былъ окрашенъ въ оранжевый цвѣтъ, то прибавлялось еще нѣкоторое количество ѣдкаго натра. Полученный осадокъ хлороплатината аммонія отстаивался въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, отфильтровывался и промывался насыщеннымъ растворомъ хлористаго аммонія.

Послѣ высушиванія хлороплатинатъ постепенно нагрѣвался въ большомъ фарфоровомъ тиглѣ до удаленія паровъ хлористаго аммонія и прокаливался.

Полученная губчатая платина слегка спрессовывалась и сплавлялась въ кислородномъ пламени.

Платиновый слитокъ отковывался на наковальнѣ, шлифовался и послѣ отжига испытывался на твердость на прессѣ князя А. Г. Гагарина¹, шариковой пробой Бринеля при нагрузкѣ въ 100 и 200 kg. (діаметръ шарика 9.52 мм.).

Полученные отпечатки измѣрялись микрометрическимъ микроскопомъ работы Женевскаго Общества физическихъ приборовъ.

Твердость вычислялась по формулѣ:

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

P нагрузка на шарикъ въ килограммахъ,

S поверхность шарового сегмента отпечатка,

D діаметръ шарика 9.52 мм.,

d діаметръ отпечатка въ миллиметрахъ.

Для опредѣленія электропроводности изъ платиноваго слитка вырубался небольшой кусочекъ, прокатывался въ ручномъ проволочномъ прокатномъ станѣ и протягивался черезъ волочиль-

¹ Артиллерійскій журналъ 1901, стр. 627.

Н. С. Курнаковъ и С. Ф. Жемчужный. Давленіе истеченія и твердость пластическихъ тѣлъ. Изв. Пол. Инст. 19. 323 (1913), Ж. Р. Х. О. 45. 1004 (1913), Jahrb. Radioaktiv. u. Elektronik. 11. 1 (1914).

ную доску для получения проволокъ діаметромъ около 1.5 мм. Передъ опредѣленіемъ электропроводности проволоки подвергались отжигу¹.

Результаты опредѣленія электропроводности и твердости платины, полученной путемъ вышеописанной операціи, оказались слѣдующіе.

| | |
|---|--|
| Электросопротивленіе. | Электропроводность. |
| $\rho_{25} = 11.67$ $\rho_{100} = 14.6$ | $\lambda_{25} = 8.57$ $\lambda_{100} = 6.85$ |

Твердость по Бринелю при $P = 100$ и 200 kg.

| | |
|----------------|----------------|
| $H_{100} = 26$ | $H_{200} = 29$ |
|----------------|----------------|

Въ виду того, что электропроводность чистой платины, по даннымъ Егера и Диссельгорста², имѣетъ величину 9.24 при 18° , полученная платина была подвергнута вторичной очисткѣ. Губчатая платина была растворена въ царской водкѣ, растворъ былъ выпаренъ съ соляной кислотой до удаленія азотной кислоты; послѣ обработки его ѣдкимъ натромъ и спиртомъ при кипяченіи, платина была осаждена насыщеннымъ растворомъ хлористаго аммонія.

Полученная послѣ этой операціи платина имѣла электропроводность

$$\lambda_{25} = 9.165 \quad \lambda_{100} = 7.20$$

Твердость ея по Бринелю $H_{100} = 23.8$ $H_{200} = 26$.

Перечисляя для температуры $t = 25^\circ$ данныя Егера и Диссельгорста и сопоставляя съ полученными мною данными, имѣемъ слѣдующія значенія для электропроводности чистой платины при 25° и 100° .

¹ Опредѣленіе электропроводности и измѣренія проволокъ производились по способу, описанному въ началѣ статьи.

² Jäger und Disselhorst. *Wissenschaft. Abh. Phys. Techn. Reichsanst.* 3. 269. (1900).

| Образцы платины. | Электропроводность. | | Температурный коэффициент электросопротивления. |
|--|-----------------------------|-----------------|---|
| | λ_{25} | λ_{100} | |
| Германская по даннымъ Егера Диссельгорста. | 9.01 | 7.13 | 0.00384 |
| Русская по даннымъ С. Жемчужнаго. | 9.165 | 7.20 | 0.00401 |
| Германская Negeus | } по даннымъ С. Жемчужнаго. | 7.175 | 0.00401 |
| Французская | | 7.185 | 0.00400 |

Въ таблицѣ приведены также данныя для электропроводности платины Гереуса (extra rein) и французской, идущей для изготовленія проволокъ нормальныхъ термоэлементовъ, образцы которыхъ имѣются въ Лабораторіи Общей Химіи Политехническаго Института.

Изъ разсмотрѣнія таблицы вытекаетъ, что полученная мною платина по чистотѣ приближается къ самымъ чистымъ сортамъ платины, изготовляемой въ Германіи и Франціи.

Для сравненія степени очистки были произведены опыты полученія чистой платины другими способами.

Растворъ нечистой платины въ царской водкѣ выпаривался досуха съ избыткомъ соляной кислоты до удаленія азотной кислоты и нагрѣвался на песчаной банѣ до $125-140^{\circ}$, обрабатывался соляной кислотой, затѣмъ по истеченіи нѣкотораго времени отфильтровывался и осаждался насыщеннымъ растворомъ хлористаго аммонія; полученная послѣ прокаливанія хлороплатината губчатая платина снова растворялась и подвергалась той же обработкѣ. Послѣ трехкратной очистки, полученная платина имѣла электропроводность $\lambda_{25} = 8.51$ $\lambda_{100} = 6.81$. Была сдѣлана еще попытка обработать губчатую платину, полученную простымъ осажденіемъ хлористымъ аммоніемъ (безъ обработки ѣдкимъ натромъ и спиртомъ), разбавленнымъ растворомъ царской водки (1 часть царской водки на 4 части воды) при температурѣ $45-50^{\circ}$. Въ этихъ условіяхъ платина переходитъ въ

растворъ, а иридій долженъ остаться нераствореннымъ. Операція велась на песчаной банѣ; процессъ растворенія навѣски въ 140 гт. длился около двухъ недѣль при періодическомъ помѣшиваніи; температуру трудно было регулировать и она колебалась въ предѣлахъ 40—65° С. Полученная послѣ отфильтрованія нерастворимаго чернаго остатка платина все же содержала въ себѣ нѣкоторое количество иридія и ея электропроводность была $\lambda_{25} = 8.95$.

Послѣ обработки ея по способу Шнейдера, ея электропроводность возрасла до $\lambda_{25} = 9.17$.

Въ мою задачу не входило изученіе различныхъ способовъ полученія чистой платины, и я ограничился простѣйшими.

Изъ разсмотрѣнія этихъ способовъ очистки вытекаетъ, что наиболѣе простымъ и быстро ведущимъ къ цѣли является способъ обработки раствора хлорной платины ѳдкимъ натромъ и спиртомъ. Платина, полученная послѣ однократной такой обработки, уже достаточно чиста для техническихъ цѣлей; полученная же двукратной обработкой платина, судя по ея электропроводности, отличается высокой степенью чистоты.

По даннымъ Миліуса и Ферстера¹, платина фирмы Negeus (extra rein) содержитъ слѣды иридія и слѣды желѣза, другихъ примѣсей обнаружить не удалось.

Продажная очищенная платина имѣетъ слѣдующій составъ:
Pt. 99.28 Ir. 0.32 Rh. 0.13 Ru. 0.04 Fe 0.06 Cu 0.07 Σ 99.87

Составъ платины, идущей на изготовленіе тиглей Negeus:

Pt. 96.9 Ir. 2.56 Rh. 0.20 Ru. 0.02 Fe 0.2 Σ 99.88

Судя по анализу этой платины, для фабрикаціи тиглей не требуется особенно тщательной очистки, на что указываетъ присутствіе довольно значительнаго количества желѣза; кромѣ того, въ эту платину добавляется нѣкоторое количество иридія для приданія ей большей твердости.

¹ F. Mylius u. F. Foerster. Berichte Chem. Ges. 25. 683 (1892).

Съ цѣлью опредѣлить вліяніе небольшихъ количествъ иридія на твердость платины, были приготовлены сплавы изъ чистой платины и иридія и послѣ отжига испытаны шариковой пробой Бринеля; кромѣ того, была изслѣдована твердость чистой платины въ наклепанномъ состояніи (послѣ механической обработки—проковки на наковальнѣ въ холодномъ состояніи) и послѣ отжига. Результаты приведены въ прилагаемой таблицѣ.

| Образцы платины. | Твердость по Бринелю. | |
|---|-----------------------|------------------|
| | H ₁₀₀ | H ₂₀₀ |
| Сплавъ платины съ 10% Ir | 25 | 27 |
| » » » 2.5 Ir. | 32 | 35 |
| Образецъ продажной платины Heraeus. | 31 | 34 |
| » » русской платины. | 40 | 46 |
| Чистая платина наклепанная | 60 | 64 |
| » » послѣ отжига. | 24 | 26 |

Изъ разсмотрѣнія этой таблицы видно, что прибавленіе иридія повышаетъ твердость платины; поэтому онъ специально и вводится въ платину, идущую на изготовленіе химической посуды; кромѣ того, такая платина обладаетъ нѣсколько большей сопротивляемостью дѣйствию на нее кислотъ.

Вмѣстѣ съ твердостью отъ прибавленія иридія возрастаетъ и сопротивленіе разрыву.

По даннымъ Гейбеля¹, сопротивленіе разрыву платиновой проволоки въ 1 мм. діаметромъ равно 24 kg.; при содержаніи 5% Ir., разрывающій грузъ возрастаетъ до 40 kg.

Механическая обработка въ холодномъ состояніи (ковка, прокатка, волоченіе) вызываетъ сильную наклепку платины. Твердость наклепанной платины, какъ видно изъ таблицы, возрастаетъ въ 2½ раза. Что касается до электропроводности, то она отъ механической холодной обработки измѣняется незначи-

¹ W. Geibel. Zeit. An. Ch. 70. 246 (1911).

тельно. Электропроводность проволоки, полученной изъ куска чистой платины путемъ прокатки и волоченія, имѣетъ величину $\lambda_{25} = 9.05$ $\lambda_{100} = 7.18$; послѣ отжига электропроводность возрасла до $\lambda_{25} = 9.165$ $\lambda_{100} = 7.20$. Хотя эти измѣненія и незначительны, все же при опредѣленіи электропроводности платины и ея сплавовъ необходимо образцы подвергать отжигу.

Изъ результатовъ настоящаго изслѣдованія вытекаетъ, что величина электропроводности платины можетъ служить критеріемъ ея чистоты.

Въ процессѣ рафинировки опредѣленіе электропроводности платины, получаемой въ различныхъ стадіяхъ очистки, даетъ возможность судить о ходѣ процесса и о качествахъ полученнаго продукта.

Для большинства издѣлій не требуется платины высокой чистоты; какъ мы видѣли, примѣсь иридія является даже полезной. Очень чистая платина нужна для различнаго рода научныхъ цѣлей, а также и для термоэлементовъ, состоящихъ изъ платиновой и платинородіевой (съ 10% Rh.) проволокъ, такъ какъ чистота платины, идущей на изготовленіе нормальныхъ термоэлементовъ, гарантируетъ правильность ихъ показаній, зависящихъ отъ постоянства состава.

Вопросъ о чистотѣ платины, получаемой въ различныхъ стадіяхъ ея очистки, можно рѣшить и болѣе простымъ способомъ, путемъ наблюденій термоэлектродвижущихъ силъ.

Для этой цѣли были подвергнуты изслѣдованію проволоки изъ чистой платины (съ электропроводностью $\lambda_{25} = 9.165$), изъ платины съ небольшимъ содержаніемъ примѣсей ($\lambda_{25} = 8.57$) и изъ платины съ содержаніемъ 1% Ir. ($\lambda_{25} = 7.99$).

Изъ этихъ проволокъ и изъ платиновой проволоки нормальнаго термоэлемента Гергуса, снабженнаго свидѣтельствомъ отъ Phys. Techn. Reichsanstalt, были составлены термопары и включены въ термогальванометръ Гартмана Брауна¹, прокалибро-

¹ Термогальванометръ Гартмана Брауна имѣетъ три шкалы: одна изъ нихъ даетъ показанія въ милливольтгахъ, а двѣ другія въ градусахъ, при чемъ одна

ванный нормальной термопарой по температурѣ плавленія чистыхъ препаратовъ цинка и сурьмы отъ Кальбаума.

Проволоки составленныхъ, такимъ образомъ, термопаръ были изолированы другъ отъ друга асбестовой нитью, на горячій спай была надѣта тонкая фарфоровая трубочка, которая вводилась въ расплавленный металлъ. Показанія этихъ термоэлементовъ сравнивались между собою при температурѣ плавленія сурьмы, при чемъ были получены слѣдующія отклоненія стрѣлки гальванометра по шкалѣ въ 900° .

| Термоэлементъ. | Отклоненія въ градусахъ. | Отклоненія въ миллиметрахъ. |
|---|--------------------------|-----------------------------|
| (Pt.) — (Pt. + 10 ⁰ / ₀ Rh.) нормальный | 617 | — |
| (Pt. Heraeus) — (Pt. + 1 ⁰ / ₀ Ir.) | 236 | 23 |
| (Pt. ») — (Pt. съ $\lambda_{25} = 8.57$) | 99 | 9.9 |
| (Pt. ») — (Pt. » $\lambda_{25} = 9.165$) почти | 0 | 0 |

Такимъ образомъ, платина съ электропроводностью $\lambda_{25} = 9.165$ почти не даетъ никакого термотока съ нормальной платиной Heraeus'a (extra rein) при температурѣ 631° — температурѣ плавленія сурьмы. Очень слабое отклоненіе было замѣчено при нагрѣваніи спая пламенемъ бунзеновской горѣлки. Это обстоятельство указываетъ на то, что обѣ проволоки почти тождественны по чистотѣ ¹.

разсчитана на 900° , а другая на 1.600° , въ зависимости отъ клеммъ, къ которымъ приключены проволоки термоэлемента. Одно дѣленіе шкалы въ 900° отвѣчаетъ 10° и имѣетъ длину отъ 1 до 1.5 мм. (Интервалъ отъ $0-100^{\circ}$ равенъ 10 мм., отъ $100-200^{\circ} = 11$ мм., $200-300^{\circ} = 12$ мм., отъ $300-400^{\circ} = 13$, отъ $400-500^{\circ} = 14$, $500-600^{\circ} = 14.5$, $600-700^{\circ} = 15$, $700-800^{\circ} = 15$ мм.).

¹ При температурѣ плавленія сурьмы и въ пламени бунзеновской горѣлки наблюдалось отклоненіе стрѣлки гальваномѣтра влево. Если переключить проволоки у зажимовъ, то отклоненіе наблюдается вправо, и въ пламени бунзеновской горѣлки стрѣлка отклоняется почти на 1 мм. Это указываетъ на то, что при фабричномъ изготовленіи въ нормальной платинѣ Геруса остается незначительное количество примѣсей по сравненію съ платиной, электропроводность которой $\lambda_{25} = 9.165$.

Отклоненіе для температуры плавленія сурьмы въ 617° вмѣсто 631° , показанное нормальной термопарой, указываетъ на то, что шкала термогальванометра Гартмана Брауна не вполне правильно калибрована, — явленіе обычное почти для всѣхъ термогальванометровъ; поэтому, всякій термогальванометръ обыкновенно калибруютъ по температурамъ плавленія чистыхъ металловъ.

Отклоненія, даваемыя другими нашими термопарами, оказались различными въ зависимости отъ содержанія примѣсей въ изслѣдуемыхъ проволокахъ.

Термоэлементъ, состоящій изъ проволоки съ содержаніемъ 1% Ir., даетъ при $t = 631^{\circ}$ отклоненіе въ 236° шкалы, равное по длинѣ почти 25 мм.

Если сдѣлать допущеніе, что при небольшихъ концентраціяхъ иридія термоэлектродвижущая сила является линейной функцией состава, то термоэлементъ (Pt.) — (Pt. + $0,1\%$ Ir.) дастъ отклоненіе при 631° въ 2.5 мм., а одинъ миллиметръ отклоненія шкалы будетъ отвѣчать содержанію иридія въ 0.04% въ одной изъ проволокъ термоэлемента¹; въ пламени бунзеновской горѣлки 1 мм. будетъ отвѣчать содержанію около 0.015% примѣсей.

Въ такомъ случаѣ, отклоненіе на 99° шкалы гальванометра, равное 9.9 мм., даваемое термоэлементомъ (Pt.) — (Pt. $\lambda_{25} = 8.57$) при $t = 631^{\circ}$ указываетъ на содержаніе иридія въ проволокахъ около 0.4% .

Если мы обратимся къ кривой электропроводности сплавовъ платины съ иридіемъ (фиг. 1), то найдемъ, что электропроводность $\lambda_{25} = 8.6$ отвѣчаетъ содержанію иридія 0.4% .

Такимъ образомъ, изслѣдуя электропроводность и термоэлектродвижущія силы платины различной степени чистоты, можно судить о томъ, насколько данная платина по чистотѣ своей приближается къ совершенно чистой платинѣ, при условіи,

¹ Для простоты концы испытуемыхъ проволокъ можно нагрѣвать въ пламени свѣчи, если желательно сравнить одну проволоку съ другой (изъ нормальной платины).

что количество примѣсей сравнительно невелико и что главнѣйшей примѣсью является придїи, какъ это по большей части наблюдается въ практикѣ.

Въ заключеніе считаю своимъ долгомъ выразить глубокую благодарность Совѣту Горнаго Института Императрицы Екатерины II, предоставившему въ мое распоряженіе платину изъ коллекціи Музея.

Петроградъ. Политехническій Институтъ.

Лабораторія Общей Химіи.

Май 1916 г.

- Н. А. Бушъ. Цѣнные деревья Кавказа.
 И. И. Гинзбургъ. Свойства слюды и ея находженіе въ Россіи. I.
 Е. Д. Ревуцкая. Русскія мѣсторожденія исландскаго шпата.
 К. А. Фляксбергеръ. Пшеницы Россіи.
 Е. Мяннинъ. О находженіи нѣкоторыхъ болѣе рѣдкихъ химическихъ элементовъ въ Финляндіи.
 Е. В. Еремина. Мѣсторожденія плавиковога шпата въ Россіи.

Подготовляются къ печати нижеслѣдующіе очерки:

- В. М. Тимофеевъ. О соединеніяхъ титана въ Россіи.
 Н. Д. Зелинскій. О наиболѣе рациональныхъ условіяхъ ароматизаціи нефти и ея продуктовъ.
 Н. А. Шадлунъ. Руды никкеля въ Россіи.
 В. К. Бражниковъ. Промыселъ морской капусты.
 Л. В. Писаржевскій. Полученіе іода изъ русскихъ водорослей.
 А. С. Скориковъ. Русскій сельдяной промыселъ.
 Б. А. Поповъ. Ископаемая богатства Кольскаго полуострова.
 И. А. Каблуковъ. О калии въ озерахъ Россіи.
 А. П. Герасимовъ. Минеральныя воды Россіи. Химическій и геологическій очеркъ.
 К. К. Матвѣевъ. Русскіе монациты.
 В. И. Вернадскій и А. Е. Ферсманъ. Указатель использованія химическихъ элементовъ земной коры въ Россіи.
 И. И. Гинзбургъ. Свойства слюды и ея находженіе въ Россіи. II.
 В. Л. Комаровъ. Цѣнные деревья Уссурійскаго Края.
 Б. А. Федченко. Хлопководство въ Россіи.
 В. Л. Комаровъ. Прядильныя растенія Дальняго Востока.
 И. Д. Кузнецовъ. Русскій икорный промыселъ.
 М. П. Сомовъ. Развѣтїе русскаго озернаго промысла на основахъ рыбоводства.
 Г. Г. Доппельмайръ. Соболиный промыселъ.
 А. С. Скориковъ. Раковый промыселъ.
 В. И. Мейснеръ. Каспійская килька.
 В. И. Мейснеръ. Черноморскій анчоусъ.
 И. Д. Кузнецовъ. Добыча жира изъ морскихъ млекопитающихъ.
 Н. М. Кулагинъ. Положеніе вопроса о русскомъ воскѣ.
 В. Н. Суначевъ. Распространеніе и строеніе болотъ Россіи.
 С. А. Лихарева. Глины и огнеупорные матеріалы Сѣвернаго района.
 М. М. Пригоровскій. Объ огнеупорныхъ и другихъ подѣлочныхъ глинахъ въ центральныхъ губерніяхъ.
 И. И. Гинзбургъ. Глины и огнеупорные матеріалы юга Россіи.
 Б. А. Федченко. Бобовыя растенія Туркестана и Сибири, заслуживающія введенія въ культуру.
 А. Е. Ферсманъ. Драгоценныя камни Россіи.
 В. И. Крыжановскій. Полудрагоценныя и подѣлочные камни Россіи.
 С. С. Неуструевъ. Солончаки и ихъ использованіе.
 И. И. Гинзбургъ. Асбестъ въ Россіи.
 Е. Ф. Лискунь. Обслѣдованіе современнаго состоянія животноводства въ Россіи.
 Р. Э. Регель. Ячмень въ Россіи.
 Ф. Ю. Левинсонъ-Лессингъ. Платина въ Россіи.
 К. К. Матвѣевъ. О необходимости изслѣдованія шлиховъ русскихъ розсыпей.
 В. Н. Таганцевъ. О сапропеляхъ Россіи.
 Н. И. Безбородько. Полезныя ископаемыя Кубанской области.
 Ф. А. Сацыперовъ. Подсолнечникъ въ Россіи.
 П. Л. Дравертъ. О положеніи солянаго дѣла въ Восточной Сибири.
 В. Н. Пospѣловъ. О борьбѣ съ вредителями полеводства въ Россіи.
 В. Н. Любименко. Маслина и ея культура въ Россіи.
 А. Яриловъ. Сельско-хозяйственные районы Россіи.
 Э. Штѣберъ. О іодѣ въ русскихъ соляхъ, озерахъ и источникахъ.
 П. В. Отоцкій. Очеркъ грунтовыхъ водъ Россіи.
 Н. М. Абрамовъ и П. Н. Чирвинскій. Пуццоланы юга Россіи.

- Г. Ю. Жуковский. О техническомъ изслѣдованіи русскихъ огнеупорныхъ глинъ.
- А. И. Мальцевъ. Сорныя растенія Европейской Россіи.
- Г. И. Высоцкій. Скотобой (пасторальная дигрессія степныхъ пастбищъ).
- В. Г. Хлопинъ. Цирконій и его соединенія въ Россіи.
- М. И. Добрынина. Русскія мѣсторожденія охры.
- В. С. Малышева. Мѣсторожденія зеленыхъ минеральныхъ красокъ въ Россіи.
- А. П. Шахно. О свойствахъ и значеніи каменныхъ углей Западной Сибири.
- С. П. Максимовъ. О водномъ хозяйствѣ въ Россіи.
- В. М. Савичъ. О дубильныхъ растеніяхъ Кавказа.
- В. Н. Любименко. Чай и его культура въ Россіи.
- И. И. Бѣлецкій. О народныхъ лекарственныхъ растеніяхъ.
- К. П. Боклевскій. Очеркъ современнаго состоянія паруснаго дѣла за границей и у насъ.
- А. А. Бялыницкій-Бируля. Мамонтова кость.
- К. Д. Глинна. Подведеніе итоговъ тому, что сдѣлано въ Россіи по изученію почвъ и что надлежитъ еще сдѣлать.
- С. А. Лихарева. Мѣсторожденія соединеній стронція въ Россіи.
- Н. А. Бушъ. О свойствахъ и распространеніи въ Россіи кендыря.
- Ф. Т. Брагалія. О селенѣ и его нахожденіи въ Россіи.
- А. Ф. Шрейберъ. Дубильныя растенія Сибири.
- В. Г. Хлопинъ. О соединеніяхъ бора въ Россіи и въ прилежащихъ мѣстностяхъ.
- В. Н. Любименко. Лекарственныя и дубильныя растенія Таврической губ.
- Э. В. Костецкій, Э. Ю. Заленскій и др. Очерки о сахарной свекловицѣ въ Россіи.

Кромѣ того, подъ руководствомъ А. Е. Ферсмана подготавливаются очерки о мѣсторожденіяхъ въ Россіи наждака, талька, магнезита и гидратовъ окиси магнія; подъ руководствомъ В. К. Бражникова — Мурманское рыболовство и условія его развитія; подъ редакціей Л. А. Чугаева подготавливается къ печати рядъ очерковъ о химико-техническихъ свойствахъ платиновыхъ металловъ.

Цѣна 20 коп.; Prix 20 sor.

Продается въ Книжномъ Складѣ Императорской Академіи Наукъ и у ея комиссіонеровъ:

И. И. Глазунова и К. Л. Рикера въ Петроградѣ, Н. П. Карбасникова въ Петроградѣ, Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ, Н. Я. Оглоблина въ Петроградѣ и Кіевѣ, Н. Киммеля въ Ригѣ, Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des Sciences:

J. Glazunov et C. Ricker à Petrograd, N. Karbasnikov à Petrograd, Moscou, Varsovie et Vilna, N. Ogloblin à Petrograd et Kiev, N. Kymmel à Riga, Luzac & Cie à Londres.