

Академик Б. С. Якоби и его труды по платине¹⁾.

(К 125-летию со дня рождения).

О. Е. Звягинцев.

Борис Семенович Якоби²⁾ родился в Потсдаме 21 ноября 1801 года. Родители готовили его к деятельности архитектора и Б. С., окончив курс в Геттингене, был вначале архитектором в г. Кенигсберге, где его младший брат, знаменитый математик Карл Густав Якоби³⁾, был профессором университета. В 1835 году Борис Семенович был приглашен на кафедру гражданской архитектуры в Дерпт. Но строительное искусство уже в то время не было в центре интересов ученого; он посвящает значительное время занятиям по электричеству; в том же 1835 г. появляется его первая работа по применению электромагнетизма для движения машин. Эти работы обратили на себя внимание ученого мира и правительства: в 1837 г. Б. С. откомандировывается в Петербург для работ по электромагнетизму. С 1839 г. он адъютант, в 1842 экстраординарный и в 1847 ординарный академик нашей Академии по разряду прикладной химии. В Петербурге он провел большую часть своей жизни, где в течение 34 лет работал в стенах Академии, если не считать заграничных поездок на всемирную выставку 1867 г. в качестве делегата России, на Конгресс по метрологии в 1872 г. и других. Борис Семенович скончался от болезни сердца в ночь с 26 на 27 февраля 1874 г.

Большая часть работ Б. С. Якоби относится к учению об электричестве и его применении, электрохимическим явлениям и электрическим измерениям. Когда В. С. начинал свою научную деятельность, учению об электричестве насчитывалось всего 15—20 лет, оно переживало эпоху открытий многочисленных новых явлений, законы которых только начинали устанавливаться.

1) Доложено в соед. заседании Платинового И-га и И-та Физ.-Хим. Анализа 20 декабря 1926 г.

2) Moritz Heinrich Jacobi.

3) W. Ahrens в 1907 г. издал переписку братьев Якоби: „Briefwechsel zwischen C. G. Jacobi und M. H. Jacobi“. (Leipzig. 1907).

Из ряда работ Б. С. по электрохимии следует особенно отметить следующие: в 1837 г. он занимался изучением постоянной гальванической цепи элементов Даниэля, незадолго перед этим изобретенных; к этому же времени (1837) относится первое наблюдение над электрическим осаждением меди с получением отпечатка того предмета, на котором она осаждалась. Случайное наблюдение выросло в большую работу, заключающую в себе открытие гальванопластики; она опубликована



в 1840 году. Одно это открытие достаточно, чтобы сделать имя Б. С. бессмертным. В течение всей дальнейшей жизни он не оставлял эту область применения электричества и сохранял живой интерес к ней. Через 30 лет, в 1867 г., на всемирной выставке в Париже Б. С. в качестве эксперта сделал обзор применения гальванопластики в различных областях техники¹⁾. При этом им были отмечены заслуги лиц, работавших в этой

¹⁾ Записки И. Акад. Наук. т. 15, кн. 1-я. 1869.

области, и в том числе нашего соотечественника принца Лейхтенбергского, применившего впервые электролиз для очистки меди. Б. С. занимался изучением различных гальванических элементов, им были измерены электровозбудительные силы различных гальванических пар, в том числе медь-цинк и платина-цинк [1840—41].

Другой ряд работ, выполненных Б. С. отчасти совместно с академиком Ленцем, относится к изучению явлений электромагнетизма и приложения их к движению машин. Законы, установленные Якоби и Ленцем, вошли теперь, как составная часть, в учение об электричестве.

Следствием занятий теорией электромагнетизма и электрических машин были попытки практического ее применения, сделанные в 1839 г. Б. С. устроил электромоторную лодку, которая имела при 64 элементах Грове двигатель в 1 лош. силу и прошла против течения по Неве с 14 человеками около 40 километров.

Другие работы Б. С. над практическими применениями электричества: работы по усовершенствованию телеграфа и проводка подземного телеграфа между Петербургом и Царским Селом (1842—45). Подземный телеграф в те времена многими считался совершенно неосуществимым делом. Построенные Б. С. телеграфные аппараты отличаются от аппаратов Морзе и теперь находятся в физическом кабинете Академии Наук. К сожалению Б. С. не напечатал описания этих аппаратов и таким образом не сделал свое изобретение доступным, так как, видимо, не придавал ему особой важности. Акад. Вильд¹⁾ в некрологе Б. С., отмечая эту черту, говорит: „он вовсе не сообщал публике многих своих открытий или сообщал о них весьма неполно; поэтому для тех, которые не могли получать от него сведений путем непосредственной личной передачи, многое из этих открытий должно считаться потерянным“.

Усовершенствуя телеграф, Б. С. сделал изобретение, надолго сохранившее свое значение, а именно изобрел контрбатарею, дававшую возможность пользоваться дурно изолированными проводниками, а впоследствии (1859 г.) примененную Томсоном (Лордом Кельвином) для устранения явлений заряжения на подводных кабелях трансатлантического телеграфа.

¹⁾ Записки И. Акад. Наук. т. 28, кн. 1-я, 1876.

В 1849 г. Б. С. занимался опытами электрического освещения и даже пытался применить его для освещения Петербургских улиц.

Разнообразные практические применения действия электрических токов и занятия теорией электрических машин и явлениями электромагнетизма не могли не привести к вопросу об электрических измерениях. В 1839 г. Якоби занимается измерением электромагнитного и электролитического действия тока и устанавливает их пропорциональность. Он находит непригодным для измерения вольтметр с разложением воды и предлагает для этого вольтметр с разложением медного купороса, а впоследствии — азотнокислого серебра.

Затем Б. С. изготовил и разослал многим ученым эталон сопротивления, медную проволоку, особым образом уложенную. Эта единица сопротивления продержалась вплоть до изобретения Сименсом ртутной единицы (1860). Б. С. принадлежит изобретение „вольтагометра“ (реостата) для измерения сопротивлений. Им же усовершенствован электромагнитный гальванометр; Б. С. изготовил несколько новых моделей для специальных целей.

Обширные работы Б. С. по электрическим измерениям привели его к занятиям метрологией вообще. Он понимал как важно иметь общепонятные и общепотребительные единицы мер как для научных, так и для обыденных измерений. В 1867 г., во время всемирной выставки в Париже, была созвана международная комиссия по вопросам о введении международных единиц измерения и монет. Б. С. участвовал в работах съезда в качестве делегата от России и был избран председателем комиссии по установлению единства мер и весов. Все результаты работ сведены Б. С. в блестящем донесении на имя председателя съезда и Русской Академии¹⁾.

В 1869 г. Б. С. вошел в нашу Академию Наук с предложением о том, чтобы, по ее почину, правительством была созвана международная комиссия из специалистов с целью руководить изготовлением новых прототипов. По ее поручению и были изготовлены Сен-Клер-Девилем, Дебрэ, Стасом и Брохом новые прототипы метра и килограмма. Деятельность Б. С. по метрологии увенчалась уже после его смерти в 1875 г. подписанием

¹⁾ Записки И. Акад. Наук, т. 12, кн. 2-я. 1868.

конвенции между 17 государствами и учреждением Международного Бюро мер и весов.

Кроме занятий академических Б. С. в течение долгого времени состоял мануфактур-советником Департамента Торговли и Промышленности Министерства Финансов. Русская промышленность обязана Б. С. многими разумными мерами, которые он проводил. В частности нельзя обойти молчанием те работы, которые были предприняты по инициативе Б. С. для поддержания русской платиновой промышленности.

С момента прекращения чеканки платиновой монеты (1846) русская платина не находила себе применения и добыча ее почти прекратилась. В конце 50-х годов русское правительство намеревалось снова начать чеканку монеты из платины и заинтересовалось новыми способами обработки сырой платины, производившимися тогда во Франции Сен-Клер-Девилем и Дебрэ. Оно, по почину Б. С., обратилось к этим ученым с предложением разработать способы обработки русской слиховой платины и выяснить ее пригодность для цели чеканки монеты. Им были предоставлены средства и большое количество металла. Б. С. в 1859 г. сам отправился в Париж и принимал деятельное участие в работах над платиной. Приводим здесь описание этих работ со слов Б. С.¹⁾. Вот как он описывает их:

„Незадолго до приезда моего в Париж, гг. Девиль и Дебрэ издали весьма замечательную записку под заглавием „О платине и сопровождающих ее металлах“, в которой они изложили всю новую металлургию этих металлов. По просьбе моей, эти ученые произвели при мне несколько опытов плавки платины и посвятили меня во все подробности их способа, позволяя мне принимать участие во всех их операциях. Этот поступок тем более достоин полного внимания, что во Франции и Англии на этот способ взята привилегия. Во время этих работ главный управляющий заводом г. Демидова в Нижне-Тагильске, отставной генерал-майор Рашет, один из самых опытных наших горных инженеров, доставил нам материалы для производства над сырой рудой платины таких опытов, которые до сих пор производились только над искусственною смесью платины и придия.

¹⁾ Б. С. Якоби. О платине и употреблении ее в виде монеты. СПб. 1860.

Хотя платину, как мы сказали, давно уже умели плавить с помощью плавильной трубки Марсе с кислородо-водородом или между концами раскаленных добела углей в сильной гальванической батарее, но плавка ее в больших количествах до сих пор была неизвестна. Эта задача решена только с тех пор, как гг. Девиль и Дебрэ открыли в жирной негашеной извести недоступное огню, неизменное, легко формируемое и недорогое вещество, из которого они сделали свои небольшие печи с плавильными трубками замечательно простого устройства. Кроме того, известь — один из самых дурных проводников теплоты, она лучше всего отражает как теплоту, так и свет, и действует на все примеси, от которых следует очищать платину, как например, железо, медь, силиций и проч.“.

„Печь, в которой плавят платину, состоит только из двух частей: свода, сделанного из цилиндрического куска извести с коническим отверстием сверху, для плавильной трубки, особого, но весьма простого устройства, и из раковины, выдолбленной в другом, также цилиндрическом куске извести, размеры и глубина которой приспособлены к количеству расплавляемой платины. Вверху этой раковины делают желоб, наклоненный внутрь, который служит как для истока металла, так для впуска материалов и выпуска пламени. Чтобы придать этим частям требуемую прочность, их обвивают проволокою, а в случае более значительной плавки, в 15 или 20 килограммов зараз, их помещают в весьма хорошо устроенный ящик из листового железа, который дает возможность выпускать металл, не разбирая печи, и, наполнив ее новыми материалами, снова производить плавку.

Топливо, обыкновенно употребляемое при этом, есть газ, служащий для освещения; водород, когда он чист, дает еще более сильный жар, к которому прибегают только тогда, когда нужно плавить один иридий. Горение поддерживается током кислорода, который, так-же как и при газе, употребляемом для освещения, соразмеряется посредством крана. Оба газа собраны в отдельных газометрах, и соединение их происходит только при выходе из плавильной трубки — поэтому взрыва опасаться нечего“.

Б. С. полагал, что для целей чеканки платиновой монеты наиболее подходит не чистая платина, а сплав платины с иридием (20% Ir). Поэтому в первую голову были приготовлены и

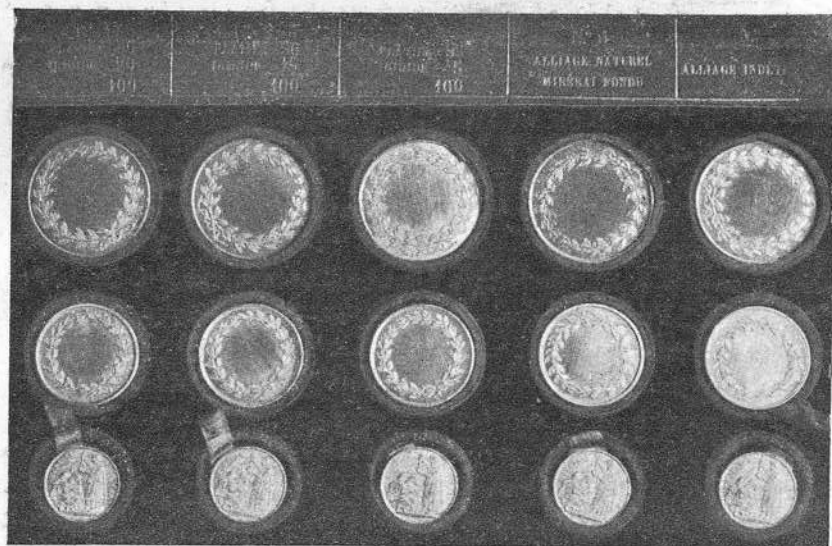
изучены небольшие количества сплавов с 5, 7 $\frac{1}{2}$, 10, 15 и 20% иридия. Оказалось, что плавка их не представляла никаких затруднений, они крепки и весьма тягучи; их можно ковать даже в холодном виде; цвет их так же красив, как цвет серебра, и гораздо белее обыкновенной платины, добытой посредством спрессовывания губки, они тверже, тягучее и тем более недоступны влиянию царской водки, чем более иридия входит в их состав.

„Чтобы не оставить никакого сомнения насчет механических свойств и хороших монетных качеств этих смесей (сплавов платины и иридия), пишет далее Б. С. Якоби, я счел нужным предпринять ряд опытов, в которых не отказались помочь мне и гг. Девиль и Дебрэ. Предприятию этому много благоприятствовало то счастливое обстоятельство что, с одной стороны, превосходный фабрикант, г. Савар, с полным бескорыстием отдал в наше распоряжение свои плавильные печи и плющильни, а с другой, г. Пелуз, член Академии и председатель монетной комиссии, человек в высшей степени обязательный, предложил мне необходимые для опытов штемпеля и позволил нам пользоваться прессами парижского императорского монетного двора. Это дало мне возможность подвергнуть смеси самым сильным испытаниям и послать г. министру финансов, в декабре месяце прошлого года, образчики, которые служили подтверждением мнения моего о драгоценных качествах этих смесей и которые состояли из небольших слитков сплюснутых пластинок и коллекции из 38 медалей различных величин, выбитых как из искусственных, так и из природных смесей, и содержащих в себе иридий в различных пропорциях, от 5% до 20%. Эту коллекцию стоит сохранить как свидетельство первого применения выплавленной смеси платины и иридия к монетному делу и, в особенности, как первые образчики природной смеси, добытой непосредственной плавкой русской платиновой руды“. [Далее идет описание 2 медалей, наиболее крупных].

„К посланным мною образчикам, о которых я говорил выше, я присовокупил еще, как большую редкость, слиток расплавленного иридия, весом в 267 г., чрезвычайно-редкой чистоты¹⁾. Г. Реньо, исследовавший его, нашел, что он совершенно чист,

1) Слиток хранится в Горном Музее в Ленинграде.

если же и заключает в себе следы рутения, то они почти совсем незаметны. Плавка и очистка этого превосходного слитка такого неплавкого металла как иридий, могли быть произведены только с большим трудом; надо было переплавлять слиток несколько раз сряду, и осветительный газ, который мы обыкновенно употребляли при плавке платины и ее смесей, заменить чистым водородным газом.



Медали из платины и сплавов ее с иридием изготовленных С. К. Девилем, Дебре и Б. С. Якоби в 1859 г. Находятся в Горном Музее в Ленинграде.

По моей просьбе, г. Пелуэ, 5 декабря прошлого года, представил все эти вещи Императорской Парижской Академии Наук, и новые успехи в применении и обработке смесей платины, осуществленные нашими работами, были вполне оценены.

Удельный вес веществ, о которых мы говорили, был определен пробирной палатой парижского монетного двора, в лаборатории г. Пелиго, следующим образом:

- 1) Удельный вес смеси из 80% платины и 20% иридия. . 21,37.
- 2) " " " " 90 " " 10% " . . 21,30.
- 3) " " " " 92¹/₂ " " 7¹/₂ " . . 21,22.
- 4) " " " " 95 " " 5 " . . 21,21.
- 5) Удельный вес природной смеси платины и иридия . . . 20,47.

Хотя удельный вес этих смесей менее удельного веса платины, добытой через аггломерацию, но он увеличивается, как видно, соразмерно количеству, содержащегося в них иридия. Природная смесь представляет аномалию, объяснение которой будет отложено до другого раза¹⁾.

Результат этих первых опытов был так успешен, что я считал долгом донести о нем г. министру финансов, прося его доставить мне средства произвести новый ряд более обширных опытов, необходимых для применения нового способа плавки к обработке русской платиновой руды в случае употребления на монетное дело. Г. министр, изъявив согласие на мое предложение, поручил мне продолжать эти изыскания и с этой целью предписал выслать мне 2 пуда сырой руды, пуд кружков от старой монеты, вынутой из обращения, и $\frac{1}{2}$ пуда выварки окиси иридия. Так как эти материалы прибыли в Париж в конце февраля текущего года, то, в ожидании их, можно было сделать все приготовления к постройке довольно прочного сарая, с необходимыми для работ печами и помещением, и заказать газометры и другие снаряды. Успеху наших работ, которым гг. Девиль и Дебрэ посвящали все свободное время, много содействовало то, что управление Нормальной Школы позволило нам поместиться во дворе самой школы; но тем не менее эти работы могли быть кончены только в июне месяце нынешнего года“ [1860].

„Посредством обработки, которую мы вкратце описали ниже, материалы, присланные нам из Петербурга, были превращены в слитки, тонкие нити, толстые пластинки, проволоки и проч., чрезвычайной чистоты и гораздо лучшего качества, нежели платина, добытая посредством прежнего способа мокрым путем. Работа производилась частью посредством купелляции, частью посредством непосредственной плавки. Метод купелляции почти тотже, как и при обработке серебра; он дает губчатую платину, с примесью свинца, плавка и очищение которой производится в печах из негашеной извести, о которых мы говорили выше. Для непосредственной плавки сырой руды употребляют те же самые печи; только прежде, чем класть туда руду, ее мешают с известью в виде порошка; заключающиеся в ней простые ме-

1) Речь идет о сплавленной сырой платине. Меньший удельн. вес ее очевидно объясняется примесью других веществ, кроме иридия. (0.3.)

таллы, как, например, железо, медь и проч., окисляются, образуют с известью шлак и всплывают на поверхность платиновой ванны, золото же, палладий, осмий, рутений, постоянные спутники платины, улетучиваются вследствие сильного жара и выходят в виде паров, которые, если угодно, можно потом собрать; в печи остается только расплавленная, природная смесь платины, иридия и родия, которая несколькими переплавками окончательно очищается.

Обработка посредством купелляции имеет то преимущество, что может простираться разом на значительные количества руды и поглощать меньше кислорода, нежели непосредственная плавка, которая отличается простотой и легкостью управления операциею. Впрочем, оба способа дают одинаковое количество продукта, качество которого ничем не различается. Со временем можно будет решить, которому из этих двух способов дать преимущество в промышленном и экономическом отношениях.

Удивительно было бы, если бы эти опыты сошли без всяких приключений. Для того, чтобы облегчить многочисленные переплавки, платину обыкновенно раздробляли, отливая ее в воду. При этом случае подтвердилось прекрасное открытие г. Грове, что платина, при температуре белого каления, разлагает воду на составные ее части, кислород и водород, соединение которых, как известно, образует весьма легко воспламеняющийся газ. Это разложение происходило всегда весьма благополучно. Но однажды злые духи вздумали показать, что они еще не вполне покорены: произошел взрыв, который мог иметь весьма пагубные последствия для всех присутствовавших, но который к счастью, поднял только на воздух несколько сот граммов платины и слегка ранил в руку г. Дербэ, отливавшего в это время металл; как человек, привычный к подобным случайностям, г. Дербэ ни на минуту не потерял присутствия духа.

Мы не будем приводить подробности наших опытов, произведенных в довольно значительных размерах с целью научиться к различным приемам и приготовлениям этих новых способов, и в точности определить цену, в которую они обходятся, и важность их в промышленном отношении. Мы старались, сколько возможно было, удовлетворить этому условию, ведя счет главным материалам, цены которых изменялись, смотря по времени и месту. Кроме того, надо было на деле доказать — что многие оспаривали — именно, что эта плавка

может доставлять слитки такого же веса и качества, как слитки, добываемые посредством сдавливания платиновых губок.

К концу наших опытов, когда мы уже освоились со всеми приемами плавки зараз больших количеств платины, эта операция более не представляла никаких затруднений. И действительно, в 1 час 20 минут мы переплавляли зараз 28 килограммов (1 пуд и 28 фунтов), издержав на это только 67 кубических футов кислорода. Это любопытно было видеть: наша печь, можно сказать, мгновенно пожирала толстые пластины. Для того, чтобы добыть химическим путем и посредством аггломерации слитки такого качества и веса, надо бы было, без сомнения, употребить гораздо больше времени и издержек.

Что же касается до литья расплавленной платины, то хотя эта часть процесса, составляя более дело рабочих-плавильщиков, чем науки, была весьма несложна; однако, и она не оставлена без должного внимания. Многочисленные опыты, произведенные с целью приискать вещество, наиболее годное для выделки форм слитков, подвергли терпению всех производивших операции тяжкому испытанию. Мы полагаем, что остановятся на формах, высеченных из целого куска негашеной извести или составленных из нескольких кусков этого вещества, которое, впрочем, служило уже для отлития прекрасного слитка чистого иридия, весом в 1800 г (4 фунт. 38 зол.), добытого из остатков платины.

Я упомяну здесь, как о вещи любопытной, о зубчатом коническом колесе¹⁾, вылитом в форму из песка, вроде тех форм, которые употребляют при отливке железа, меди и проч. Эта вполне удавшаяся отливка, ясно доказывает, что расплавленная платина несколько не вязка, но жидка и наполняет формы также хорошо, как и большая часть других металлов.

Способы гг. Девиля и Дебрэ, совершенно изменив металлургическую обработку платины, сделали из нее почти новый металл, промышленные и торговые условия которого также совсем изменились. Довольно интересно оценить эти обстоятельства и установить начала, которыми нужно руководствоваться в случае если платиновая монета снова войдет в обращение“.

1) Фотография этого колеса помещена в „Известиях Института по изуч. платины и др. благород. металлов“, в. 5, стр. 18. 1927.

Приведенные выдержки из описания опытов над платиной в Париже ярко характеризуют как обстановку, так отношение участников к этой работе. В результате ее, металлургия платины обогатилась целым рядом приемов, которыми мы пользуемся до сих пор. Она напечатана в русском Горном Журнале¹⁾ в 1861 г. и теперь еще обязательна к прочтению для всех, кто занимается металлургией платины. Чеканку платиновой монеты так и не возобновили ни в 60 годах, ни позже, но С. К. Девиль и Дебрэ, изобретя способ плавки, упростили обращение с платиной и, указав много новых весьма ценных ее свойств, „сделали из нее почти новый металл“, как сказал Якоби. С тех пор спрос на платину неуклонно стал возрастать, а вместе с тем и возродилась платино-добывающая промышленность на Урале.

Это описание дает нам и некоторое представление о личности его автора внимательного и чуткого наблюдателя, не оставлявшего без доказательств даже мелочные свои выводы. Простота, ясность и сжатость его слога делают невозможным изложить его описание более кратко.

Обширный ум, способный к упорному труду над решением частных задач и к широким обобщениям, разносторонность и глубокая проницательность в мельчайшие детали одной специальности — вот те качества, которые выступают с совершенной ясностью из обзора трудов Б. С. Якоби. Необыкновенная изобретательность и умение подходить к предмету одновременно и с теоретической и с практической стороны выгодно отличают его от кабинетных ученых; для него наука и жизнь составляли одно целое. Поэтому и сумел он вложить так много и в науку и в технику и даже, вместе с метрическими мерами, вошел в нашу повседневную жизнь.

(Поступило в редакцию 30 января 1927).

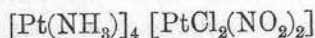
¹⁾ Горный Журнал. 1861, т. II, стр. 32, 237, 400.

Нитриты платины.

И. И. Черняев.

Статья III.

В предыдущих статьях¹⁾ были описаны некоторые общие способы получения транс-нитрохлоридов двувалентной платины. Попытки применить эти способы для получения цис-нитрохлоридов не привели к удовлетворительным результатам. Для цис-нитрохлоридов общей формулы $[A_2PtNO_2Cl]$ удалось найти общий способ получения дающий довольно чистые продукты путем действия свободного амина на комплексную соль $K_2[PtCl_3NO_2]$. Это последнее тело легко получается при обработке хлороплатинита калия одной молекулой нитрита натрия по ур-нию: $K_2PtCl_4 + NaNO_2 = NaCl + K_2[PtCl_3NO_2]$. В силу положения об устойчивости последней нитрогруппы, раз образовавшись, $K_2[PtCl_3NO_2]$ не должно переходить в смесь хлороплатинита и соли $K_2[PtCl_2(NO_2)_2]$, но в виду условий эксперимента трудно провести реакцию без образования последнего соединения, которое должно быть устойчиво приблизительно в такой же степени, как и $K_2[PtCl_3NO_2]$. Поэтому реакция действия нитрита на хлороплатинит не выражается точно выше-написанным уравнением, но почти всегда некоторая часть хлороплатинита (от одного до 10%, а иногда и гораздо более) остается без изменения и одновременно получается эквивалентное количество $K_2[PtCl_2(NO_2)_2]$. С первым основанием Рейзе соль $K_2[PtCl_3NO_2]$ дает осадок, резко отличный по внешнему виду и от зеленой соли Магнуса и от соли



отвечающий составу $[Pt(NH_3)_4][PtCl_3NO_2]$, то-есть являющийся солью комплексной кислоты $H_2[PtCl_3NO_2]$.

¹⁾ Известия Института по изучению платины и др. благородн. металлов. в. 4, стр. 243 (1926) и в. 5, стр. 102 (1927).