

Зная количество платины в руде, вычитают из полученного числа 4%¹ и, таким образом, состав исследуемой руды становится известным с точностью примерно от одной до двух сотых. Надо сказать, что наиболее трудные и совершенные методы анализа дают лишь немногим более точные результаты.

Пример. Мы произвели множество испытаний русской руды, единственной, имевшейся в нашем распоряжении в большом количестве; мы нашли в ней 80% платины, вычитая же 4% на иридий и родий, получили число 76%; число это очень подходящее для платиновой руды данного месторождения и кроме того оно подтверждается приведенными выше результатами анализов.

§ 3. Купелляция платины.

Платина сплавляется со свинцом чрезвычайно легко, при условии, однако, полного удаления из нее железа. Очень твердый и хрупкий сплав, плавящийся лишь при температуре плавления серебра, содержит:

Платины	78,3
Свинца	21,7
	100,0

Платина легко купелируется в муфеле, нагретом до температуры, при которой определяется проба золота; если же ее нагреть до температуры яркокрасного каления, при которой цинк кипит, она превращается в губчатую массу, из которой выделяется немного глета, но содержащую лишь только 6—7% свинца. Чтобы получить такой результат, необходимо прокаливать сплав продолжительное время.

Купелляция платины, с целью полного отделения от свинца и определения количества ее сухим путем, может быть выполнена двумя методами.

Купелляция с серебром.

Нет ничего проще, как непосредственное определение платины купелляцией, если прибавить к сплаву пяти-шестикратное по отношению к предполагаемому количеству платины количество серебра. В случае надобности прибавляют еще свинца,

¹ В крайнем случае следовало бы вычитать 4,5%. Но, принимая во внимание неизбежные потери при выполнении операции, можно думать, что при вычитании 4% мы окажемся ближе к истине.

купелируют и взвешивают королек. Избыток веса королька, по сравнению с весом взятого серебра, равен весу платины. При этой операции происходит всегда небольшая потеря серебра через испарение, так как купелляция производится при температуре, при которой определяется проба золота.

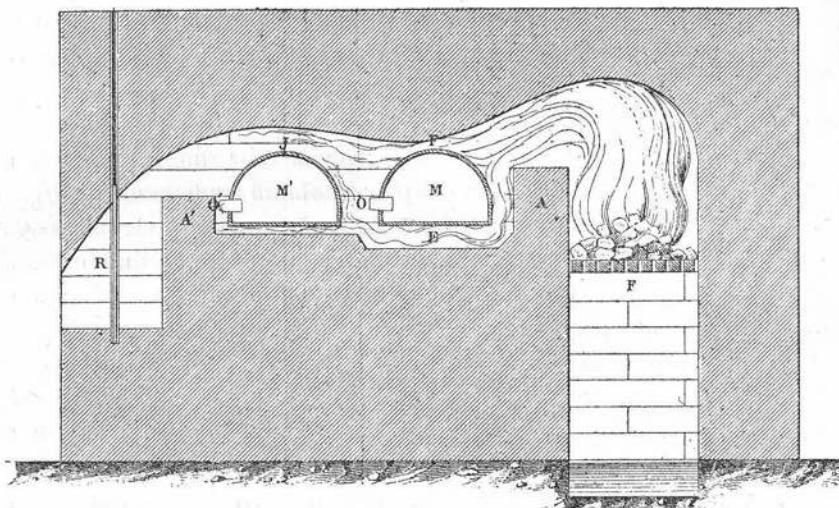
Мы однако убедились, что в случае испытания руды эта потеря ничтожна. В случае надобности можно затем растворить серебряный королек в серной кислоте, в которой платина не растворяется.

Пламенная муфельная печь. Мы пользуемся для купелляции преимущественно отражательной муфельной печью, нагреваемой пламенем из топки; в ней можно поддерживать очень высокую температуру, не опасаясь разрушения стенок муфелей золой, получающейся при горении топлива; подобная опасность грозит в случае нагревания выше определенной температуры в коксовых печах. Подобное нагревание пламенем настолько безвредно для муфелей, что такой печью, описание которой мы приводим, мы пользовались ежедневно, начиная с позапрошлой зимы, для отопления лаборатории, для разного рода прокаливаний, для купелляций при высокой температуре, причем не только ни разу не пришлось сменить муфелей, но они еще вполне пригодны для дальнейшей службы. В применяемой нами печи имеются лишь два муфеля, но можно, очевидно, вставлять и большее число их.

Приложенный рисунок (фиг. 5) позволяет нам ограничиться лишь коротким описанием.

Порог А, отделяющий топку от помещения для муфелей, должен быть толщиной не менее 20 см, по крайней мере в том случае, если желают часто пользоваться печью. Он находится между топкой F (решетка которой должна иметь длину, равную длине муфеля, и приблизительно вдвое большую по сравнению с ним ширину) и первым муфелем М; последний должен быть поставлен с таким расчетом, чтобы расстояние у F между верхней частью муфеля и отражательным сводом печи было не более $1\frac{1}{2}$ —2 см; пространство Е имеет в высоту примерно 3—4 см, варьируя впрочем в зависимости от величины поверхности решетки. Надо придерживаться этих условий, в противном случае муфели будут сверху нагреваться сильнее, чем снизу. У второго муфеля эти расстояния I и J должны быть одинаковы, чтобы пламя, стремящееся подняться вверх, частично заполнило пространство между двумя муфелями. Муфели лежат на боковых частях печной кладки таким образом, чтобы отверстия в них с каждой стороны не были заслонены. Эти два отверстия прикрывают глиняной дверцей, даже во время купелляции; но следует предварительно в средней

стенке муфеля недалеко от дна просверлить отверстие О диаметром от 2 до 3 см и подобрать к нему глиняную пробку; когда пробка вынута, через отверстие в муфель входит воздух, окисляющий свинец и вытягивающий в трубу пары глета и выделяющуюся из осмистого иридия осмиеовую кислоту. Применяемые в нашей печи муфели имеют полуцилиндрическую



Фиг. 5.
1/15 нат. величины.

форму; основание полуцилиндра имеет 12—15 см в диаметре, высота его 35 см. Топка снабжена отдушиной R, выложенной оgneупорной глиной; уголь загружается через отверстие в наружной части топки, перед которым выложен железный лист с приподнятыми краями, на который кладется топливо. Уголь, таким образом, сам закрывает отверстие, через которое он впоследствии попадет в топку.

Простая купелляция.

Мы пользуемся для испытания платины методом, при котором непосредственно получается сплавленная металлическая платина, в виде удобном для обработки и для определения ее физических свойств. В числе других методов, этот удавался нам лучше всего; впрочем, так как мы предлагаем новый способ металлургии платины, естественно, что мы отдаем предпочтение тем методам испытания, которые наиболее сходны с заводскими методами фабрикации.

Предварительная купелляция. Содержащий платину свинец вводится сначала в обычновенные капели больших

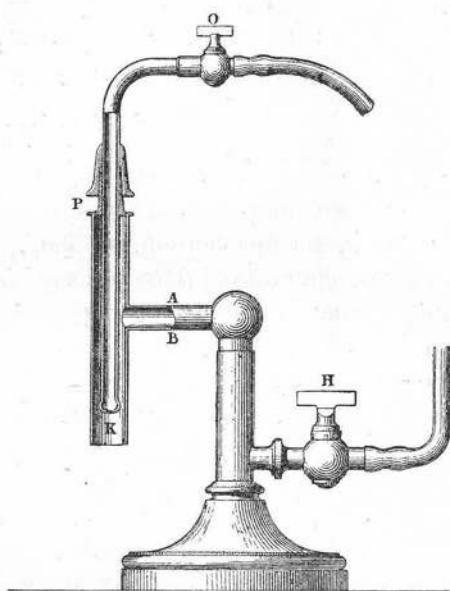
размеров, так как обычно приходится иметь дело с большим количеством свинца и платины. В хорошо нагретом муфеле в обыкновенной печи сплав быстро твердеет, и платина, содержащая еще немного свинца, получается в виде массы, напоминающей по форме цветную капусту; платину легко отделить от капели, если последнюю смочить, пока она еще раскалена.

Купелляция при помощи кислородной паяльной трубки. Но, вообще говоря, не следует отделять эту купелированную массу: ее подвергают, пока она раскалена до-красна, действию пламени паяльной трубы, изображенной на фиг. 2 (стр. 224), давая малый приток водорода при избытке кислорода. Таким образом достигается не слишком сильное разогревание массы, причем она частично плавится, а главным образом очень быстро окисляется. В случае если капель не была перед этим уже насыщена глетом, она несомненно поглотит образующийся при этом в разных местах разогреваемой массы глет. Мы предпочитаем выполнять эту промежуточную операцию при помощи маленького, очень удобного приборчика (фиг. 6), представляющего собой паяльную трубку, похожую на уже описанную ранее, но смонтированную на ножке или подставке, из которой, пройдя через кран Н, выходит горючий газ. Паяльная трубка снабжена платиновым наконечником К, закрепленным гайкой Р и краном О; она может вращаться в вертикальной плоскости параллельно линии АВ, где имеется соединение двух медных трубок, из которых одна входит в другую; такое соединение позволяет передвигать прибор без прекращения подачи горючего газа. Через кран О пропускают либо кислород, либо даже смесь равных объемов воздуха и кислорода, каковая вполне пригодна для выполнения подобных операций. После удаления большей части свинца из сплава его с платиной, последнюю отделяют от костяной капели и переносят в другую капель, такой же формы, грубо выдолбленную в куске известняка. В ней постепенно нагревают массу, которая при этом сильно дымит; наконец, платину плавят в окислительном пламени, соединяют отдельные капли вместе, что легко достигается вращением капели, после чего дают металлу остывь.

В начале этой операции следует опасаться разбрзгивания металла, что легко может произойти при слишком быстром нагревании, а также быстром окислении последних следов свинца.

Затем отделяют от капели платиновый королек, очищают его кипящей соляной кислотой и взвешивают. Необходимо еще отделить от поверхности известковой капели слой извести толщиной в 1 мм,

растворить эту известь в соляной кислоте в платиновой чашке, промыть остаток, смочить небольшим количеством едкого кали или плавиковой кислоты для растворения кремнезема, после чего рассматриванием в лупу убеждаются, нет ли маленьких корольков, — иногда такие оказываются; в этом случае вес собранной таким образом платины весьма чувствителен. Производя операцию с платиновым корольком весом от 5 до 6 г, можно быть уверенным, что потери будут меньше 10 мг, если принять при этом все меры предосторожности, а



Фиг. 6.

1/4 нат. величины.

в особенности, если достигнута известная сноровка в обращении с паяльной трубкой.

Нам часто приходилось непосредственно купелировать пробы с малым содержанием платины при помощи пламени паяльной трубки, поддерживаемым током воздуха, пользуясь костяной капелью для начала. Под конец мы пускали кислород и применяли известковую капель.

Примеры анализов.

Для одной из подобных операций было взято:

Сплава платины со свинцом.	24,80 г
Смешано с серебром.	25,80 "
При купелизии получен серебряный сплав, весивший.	28,75 "
Откуда вес платины	3,45 "
При непосредственной купелизии получился королек свинцового сплава, весивший.	24,80 "
После сплавления при помощи паяльной трубки с гремучим газом осталось.	3,45 "

При некотором навыке, применяя паяльную трубку с гремучим газом (мы отаем предпочтение этому методу), можно получить очень точные результаты, пользуясь которыми можно судить о качестве испытуемой платины.

При испытании русской платины мы получали в среднем выход	80 %
Вычитая количество содержащихся платиновых металлов.	4 "
Получается уже указанный результат.	76 %
Обработкой нижней части металлического королька азотной кислотой получилось осмистого иридия	1,25 %
Итак, испытанием установлен следующий состав руды:	
Платины	76,0
Платиновых металлов	4,0
Осмистого иридия	1,2
Песка	1,4
Железа, меди	17,4
	100,0

§ 4. Испытание платиновых остатков.

Различные виды остатков.

Остатки от платинового производства могут существенно отличаться друг от друга в зависимости от того, получаются ли они при переработке исключительно уральской руды, как это имеет место на русском Монетном дворе, или же колумбийской руды, каковая применяется на лондонских и парижских фабриках. Остатки уральской руды в сыром виде — черного цвета, марают, как карандаш (благодаря содержащемуся иридию и его окиси); остатки от переработки американских руд — более светлые. Кроме того, существует еще третий вид остатков, куда входят медь, окись железа, платина и платиновые металлы, получаемые осаждением железом из растворов, оставшихся после выделения из руды платины и палладия.

Полученное таким образом вещество мы назовем *осажденными металлами*, в отличие от ранее упомянутых веществ, которым мы дадим название *нерасторимого остатка*. Как увидим далее, эти два вида существенно отличаются по составу.

1) Нерасторимые остатки.

В этих остатках находятся все платиновые металлы, а главным образом осмистый иридий и песок, количество которых сильно колеблется. Испытание этих остатков производится так.

Отвешивают 50 г остатка, смешивают с 150—200 г свинцового глета (берут большее или меньшее количество его, в зависимости от количества песка) и берут 50—100 г свинца, в зависимости от содержания осмистого иридия в остатке. Свинец кладут на дно маленького тигля, поверх его кладут приготовленную смесь остатка со свинцовым глетом, последнюю покрывают слоем чистого глета. Массу сплавляют и выдерживают в течение получаса при температуре красного каления: масса должна быть совершенно жидкой и ее следует время-от-времени размешивать с помощью мешалки. Затем прекращают нагревание и дают тиглю остывть; отделяют плак от металлического королька, а для окончательного отделения от приставшего глета королек выдерживают несколько часов в горячей уксусной кислоте; под конец его чистят жесткой щеткой.

Палладий.

Затем королек обрабатывают азотной кислотой, разбавленной пополам водой, при температуре около 100°, для растворения свинца. Полученный кислый раствор отделяют декантацией и, приливая к нему маленькими порциями серную кислоту в небольшом избытке, полностью осаждают свинец; жидкость выпаривают почти досуха¹, стараясь под конец не повышать температуру выше 120°; остаток растворяют в воде, и из кислого раствора осаждают палладий в виде цианистой соли. Нами замечено, что серная и азотная кислоты, даже в довольно больших концентрациях, не препятствуют осаждению цианистого палладия, в отличие от соляной кислоты. Осадок цианистого палладия прокаливают и взвешивают маталлический палладий.

Оsmистый иридий.

Часть вещества, нерастворившуюся в кислоте, тщательно промывают кипящей водой, подкисленной азотной кислотой; ее затем высушивают и взвешивают (вес А). Потом ее обрабатывают царской водкой, в которой очень быстро растворяется платина, а также немного иридия и родия. Нерастворившуюся часть, представляющую собой осмистый иридий, отделяют от жидкости, тщательно промывают, высушивают и взвешивают (вес В).

¹ Можно ее перегнать, чтобы получить обратно азотную кислоту.

Платина и иридий.

Отделенный от осмистого иридия раствор содержит главным образом платину. Вес этой платины можно получить вычитанием веса В из веса А; но результат получится более точный, если из красного раствора, полученного после обработки царской водкой, выделить платину и взвесить ее. Для этой цели выпаривают раствор почти досуха, прибавивши к нему предварительно каплю серной кислоты для осаждения последних следов свинца, которые почему-либо могли остаться в растворе; остаток растворяют в воде, содержащей немного спирта, и осаждают платину хлористым аммонием. Сначала получается желтый осадок хлороплатината аммония; при выпаривании же оставшегося раствора, содержащего спирт, выпадает еще некоторое количество того же осадка, но с примесью иридия. Оба эти осадка прокаливают и взвешивают; затем отделяют платину при помощи слабой царской водки и взвешивают оставшийся иридий. В данном случае следует соблюдать все же меры предосторожности, каковые принимаются при выполнении анализа платиновой руды. Мы отсылаем поэтому читателя к описанию методов анализа на стр. 257.

Родий.

Для определения родия выпаривают досуха оставшийся после отделения платины и иридия раствор во взвешенном фарфоровом тигле; остаток смачивают сернистым амmonием, кладут туда же несколько грамм серы и нагревают затем фарфоровый тигель, вставивши его предварительно в другой тигель с восстановительной набойкой (стр. 262). Остающийся родий взвешивают.

Но в большинстве случаев нет необходимости выполнять все эти операции, так как можно пренебречь теми ничтожными количествами иридия и родия, которые перешли в раствор при действии царской водки. Достаточно определить палладий и платину, а остальные металлы можно отнести к потерям. Иногда царская водка окрашивается настолько слабо, что можно пренебречь даже платиной и ограничиться таким образом определением только осмистого иридия, каковое определение в сущности самое важное. Вот результаты некоторых анализов различных веществ:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Осмистый иридий . . .	12,85	34,00	29,15	92,50	96,10	94,20	26,60	83,60	60,10
Палладий . . .	0,18	0,00	0,003	0,02	0,02	0,02	0,70	0,00	0,87
Платина и следы иридия . . .	0,58	0,00	0,90	0,78	0,18	0,86	7,00	0,00	2,14
Родий	0,15	0,00	0,18	0,10	0,20	0,88	0,20	0,00	1,36
Песок	86,79	66,00	69,82	6,60	3,50	4,04	65,50	16,40	36,08 ¹
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

№ 1. Сырой остаток от растворения уральской руды, полученный русским Монетным двором и присланный нам генералом Самарским. Осмистый иридий в виде широких и твердых чешуек, тонких, легких, блестящих блестков, в виде мелких зерен с неровной поверхностью, в виде круглых блестящих зерен, смешан с порошковатой графитообразной окисью иридия. Песок состоит главным образом из титанистого железняка, хромистого железняка, кварца и мелких кристаллов циркона гиацинтово-красного цвета.

№ 2. Отсеянный остаток, содержащий крупные зерна ильменита и осмистого иридия. Для более успешного отделения от железа, нужно перед обработкой растереть остаток в порошок; осмистый иридий при этом не поддается измельчению и может быть почти полностью отделен просеиванием порошка через сито. (Генерал Самарский).

№ 3. Остаток похож на № 1, но мельче: его легко спутать с осажденными металлами. (Прислан нам Кокшаровым через Сенармона).

№ 4. Остаток состоит из крупных зерен, широких блестящих пластинок осмистого иридия, мелких зернышек и круглых зерен. Из всех полученных нами подобного рода продуктов, он самый красивый. (Передан нам Маттей из Лондона).

№ 5. Подобен № 4, но зерна мельче. (Маттей).

№ 6. Еще мельче, чем № 5. Можно подумать, что последние три вещества получены просеиванием одного продукта через сито.

№ 7. Мелкий остаток, черный, своеобразного вида; мы предполагаем, что он получен из русской руды, обработанной в Лондоне. (Маттей).

№ 8. Этот остаток довольно похож на предыдущий; в нем однако содержится гораздо меньше песка; платины же и растворимых металлов в нем настолько мало, что мы не нашли нужным определить их содержание. (Маттей).

№ 9. Остаток этот черный и очень тяжелый; состоит он из блестящих чешуек, похожих на измельченный свинцовый блеск. Это обыкновенный остаток колумбийской руды. (Получен он нами от Демути и Шапюи).

¹ Вместе с обычными металлами, в частности с серебром.

Нерастворимый природный платиновый сплав.

Иногда количество платины, остающейся в этих остатках, настолько значительно, что это обстоятельство невозможно приписать неправильной обработке; мы, по крайней мере, зная как хорошо производится обработка платины в Париже и Лондоне, не допускаем этой мысли. Царская водка извлекает из этих веществ лишь следы платины, а в то же время после обработки свинцом удается ее выделить в количестве до 7%. Причиной этого является, повидимому, существование сплава иридия, платины и родия, а может быть и палладия, растворимого в свинце, в котором осмистый иридий не растворяется; из обработанного таким образом сплава царская водка может извлечь все входящие в него металлы, не будучи в состоянии это сделать с компактным кристаллическим сплавом. Мы увидим скоро, что существование этого сплава, который неправильно принимается за осмистый иридий, подтверждается еще другими свойствами, о которых речь будет дальше.

Содержание этого сплава в осмистом иридии, вероятно, незначительно, и до сих пор его непосредственными исследованиями не удавалось обнаружить.

Велер доказал присутствие платины в остатках при помощи чрезвычайно изящного метода: он нагревал их с цианистым калием и получал таким образом цианистую платину, имеющую весьма любопытные и резко выраженные свойства. Ясно, что цианистый калий лучше реагирует с этими сплавами, нежели царская водка, так как известно, что палладий, родий и иридий так же, как и платина, способным образовать с цианом очень прочные соединения.

2) Осажденные металлы.

Осажденные металлы могут быть обработаны теми же способами. Но тут нужно оперировать с меньшими количествами: 10 г этих остатков сплавляют с 10—15 г свинца, глета же берут по меньшей мере 30—40 г. Королек, предварительно очищенный уксусной кислотой и щеткой, растворяют в избытке азотной кислоты, разбавленной равным объемом воды, при кипячении, пока растворение не прекратится.

Палладий.

Отфильтрованный кислый раствор обрабатывают серной кислотой, взятой в небольшом избытке, фильтруют и выпари-

вают почти досуха; при этом отделяется сернокислый свинец, окрашенный иногда в розовый цвет от примеси ничтожного количества родия, которым можно пренебречь. Остаток растворяют в воде и приливают к нему цианистой ртути; палладий отделяют и взвешивают¹.

Раствор, содержащий между прочим родий, выпаривают до суха, остаток прокаливают с серой в фарфоровом тигле в восстановительной атмосфере (см. стр.) и обрабатывают затем азотной кислотой и царской водкой для растворения посторонних металлов; наконец, взвешивают родий.

Платина, иридий и родий.

Остаток, из которого азотной кислотой было извлечено все, что только возможно, обрабатывают царской водкой, в которой растворяются платина и небольшое количество иридия и родия; остается черное вещество с примешанными к нему блестками. Раствор выпаривают почти досуха и отделяют платину, иридий и родий, как ранее было указано. В случае, если хлороплатинат аммония не окажется заметно окрашенным в красный цвет, можно не отделять иридий.

Родий, иридий и осмистый иридий.

Нерастворимый остаток представляет собою смесь иридия и родия, в которой иридий является главной составной частью, с небольшим количеством мелкого осмистого иридия; последний, по всей вероятности, перед тем был во взвешенном состоянии в растворе, из которого металлы осаждались железом.

В случае, если желают сделать исчерпывающий анализ, надо обработать этот металлический остаток перекисью бария с применением методов, описанных далее при осмистом иридии. Один из приведенных ниже анализов был завершен как-раз таким образом; в другом же анализе мы ограничились определением веществ, растворимых в царской водке. Мы далее увидим, что, зная состав осмистого иридия и, следовательно, соотношение между количествами содержащихся в нем родия и иридия, можно, пренебрегая ничтожной долею осмистого иридия, нахо-

¹ Если палладий содержит медь, его смачивают азотной кислотой, прокаливают и извлекают из него медь разбавленной соляной кислотой; после чего снова взвешивают.

дящегося в осажденных металлах, вычислением узнать их состав, если при этом известно их происхождение.

Полностью или частично растворившиеся в глеце неблагородные металлы — железо, медь, — а также небольшое количество песка и кремния определяют по разности.

Примеры.

1) Один образец осажденного остатка, полученный нами через Велера из русского Монетного двора, имел очень своеобразный вид, как-будто бы в нем находилась желатинистая масса; может быть это был кремнезем. Он состоял из маленьких кусочков, похожих на неправильной формы лепешки. Мы нашли в нем:

Палладия	0,8
Платины	0,8
Родия	2,4
Родия, иридия и осмистого иридия . . .	21,8
Неблагородных металлов и т. д.	74,2
	100,0

2) Образец осажденных металлов, в виде черной пыли с примесями к ней кристаллическими блестками, полученный от Маттей и полностью проанализированный, имел состав:

Осмистого иридия	2,2
Палладия	1,2
Платины	0,5
Иридия	23,3
Родия	6,4
Неблагородных металлов и т. д.	66,4
	100,0

§ 5. Испытание и анализ осмистого иридия.

Осмистый иридий, как уже в свое время указывал Берцелиус, не есть однородное вещество; колебания в составе разных образцов не позволяют считать его за определенный минералогический вид.

Рассортировывая механически образчики осмистого иридия различных месторождений, можно найти в них очень разнообразные вещества, которые можно классифицировать следующим образом.

1) Тонкие блестящие чешуйки, среди которых оказываются, хотя и в редких случаях, кристаллы с правильными гексагональными призматическими гранями и пинакоидальными поверхностями. Из числа рассмотренных нами образцов осмистого иридия, главным образом уральских, лишь один содержал такие

кристаллы; этот образчик находится в данное время в коллекции Горной школы; из-за слабой отражательной способности поверхностей кристаллов не удалось определить их индексов.

2) Круглые и компактные зерна, иногда сплющенные с одного бока; эту разновидность легко можно спутать с предыдущей; вследствие этого трудно рассортировать полностью эти две разновидности.

3) Зерна с пустотами внутри, заполненные иногда хромистым железняком, который отделяется с трудом. Можно думать, что осмистый иридий был раньше в смеси с платиновой рудой, но последняя была затем удалена царской водкой, причем осмистый иридий остался без изменения; вследствие этого и произошло разрыхление зерен. Эта разновидность часто встречается в уральской руде.

4) Очень тонкие пластинки, которые, будучи суспензированы в воде, напоминают пластинки графита. Эта разновидность осмистого иридия наиболее легко поддается обжигу, и, согласно наблюдениям Шапюи и нашим, она наиболее подходяща для приготовления осмевой кислоты и окиси рутения обжигом по методу Фреми. Как-раз эту разновидность и анализировал Берцелиус, когда он выжиганием осмия определял потерю в весе под влиянием нагревания на воздухе.

Мы все же не склонны считать, что эти разновидности осмистого иридия в такой же степени отличаются друг от друга по существу, в какой они отличаются по внешнему виду.

Что касается, например, последней разновидности, ясно, что легкость, с какой она окисляется, является следствием рыхлости вещества, каковая подчас наблюдается в значительной степени.

Испытание на содержание песка.

Очень часто продажный осмистый иридий бывает смешан с песком, некоторое количество которого обычно остается после промывания. Для определения количества песка, осмистый иридий сплавляют с бурой и двойным или тройным весовым количеством серебра. Для производства этой операции необходимо поддерживать температуру несколько выше точки плавления серебра. Песок растворяется при этом в буре; осмистый иридий опускается на дно тигля и попадает таким образом в слой серебра; по охлаждении металла остается только очистить королек небольшим количеством плавиковой кислоты, ежели

вообще это окажется необходимым, и взвесить его. Зная величину навески осмистого иридия и количество взятого серебра, легко расчитать содержание песка.

Пример. Мы приводим результаты некоторых испытаний подобного рода, чтобы можно было составить себе представление о количестве песка, остающегося в осмистом иридии после его промывки:

	осмистый ири- дий, очищенный свинцом	Австралия	Борнео	Кали- форния
Оsmистого иридия	100,0	92,0	68,1	96,4
Песка	0,0	8,0	36,9	3,6
	100,0	100,0	100,0	100,0

При растворении серебра и азотной кислоте часто случается, что немного платины и иридия также переходит в раствор. Легко убедиться по внешнему виду осмистого иридия до и после сплавления его с серебром или с свинцом, что он при подобной обработке нисколько не изменяется. Мы поэтому напоминаем о данном нами ранее объяснении растворения платины, а именно, допущении существования в платиновых остатках сплава платины с иридием, свободного от осмия, вследствие чего он способен сплавляться с металлами.

Анализ осмистого иридия.

Из всех предложенных до сих пор методов обработки осмистого иридия, наилучшие результаты дает, по нашему мнению, метод Велера; он состоит, как известно, в смешении осмистого иридия с половинным весовым количеством хлористого калия или натрия и пропускании над полученной смесью тока влажного хлора. Этот метод, как и методы Озана и Клауса, состоящие в обработке селитрой, дает хорошие результаты лишь при условии предварительного совершенного размельчения осмистого иридия.

Перечисленные методы имеют, однако, один недостаток вследствие чего нам пришлось выработать новый.

Все эти методы требуют применения реактивов, степень чистоты которых трудно бывает установить; с другой стороны, вводя их в анализируемое вещество, уже невозможно в дальнейшем ходе анализа удалить их. Это обстоятельство несовместимо с принципом применения в анализе исключительно лету-

чих реагентов, что уже давно было предложено одним из нас¹; нам по опыту известно, что соблюдение этого принципа влечет за собою гарантию правильности и точности получаемых результатов; нам не хотелось отказываться от этого преимущества.

Нам удалось избежать этих неудобств, обрабатывая измельченный химическим путем осмистый иридий чистой перекисью бария или смесью перекиси бария с азотнобарииевой солью; эти вещества реагируют весьма энергично даже с платиной, а тем более с сопутствующими ей, легче окисляемыми металлами.

Способ обработки.

Перекись бария не изменяется заметно от действия влажности и углекислоты воздуха; отвесить ее очень легко, а потому возможно учесть с большой точностью введеное в анализируемый объект количество этого реагента.

Эти соображения приложимы в одинаковой мере к высушеннной азотнобарииевой соли. Степень чистоты перекиси бария может быть очень легко проверена: для этого надо ее обработать соляной кислотой и выпарить раствор досуха; при этом может быть обнаружен кремний, что почти всегда и случается; затем надо растворить остаток в подкисленной воде, осадить барий разбавленной серной кислотой и выпарить досуха оставшийся кислый раствор; при этом опять-таки обычно удается обнаружить присутствие алюминия в ничтожном количестве; присутствие кремния и алюминия может быть объяснено тем, что перекись бария готовится из азотнобарииевой соли в фарфоровой посуде. Наконец, барий может быть полностью осажден серной кислотой; если количество введенной в анализ перекиси бария известно, можно произвести это осаждение определенным, наперед вычисленным объемом серной кислоты, титр которой с точностью известен. Этот метод обработки удовлетворяет всем требованиям указанных выше общих принципов производства анализа.

Проанализировав навеску в 10 г чистой перекиси бария, которой мы пользовались, мы получили следующие результаты:

Сернокислого бария	13,624 г
Кремния	0,100 "
Алюминия	0,022 "

Откуда:

Перекиси бария	98,82
Кремния	1,00
Алюминия	0,22
	100,04

Измельчение осмистого иридия.

Если взятый для анализа осмистый иридий состоит из крупных зерен или толстых пластинок, то нечего и думать об из-

¹ Annales chim. phys., 38, 5.

мелчении его в ступке, будь то фарфоровой или стальной. Наилучший способ измельчения такого твердого вещества состоит в сплавлении его с примерно шестикратным весовым количеством цинка, либо в угольном тигле, вставленном внутрь другого тигля, либо в небольшом глиняном тигле, плотно закрытом крышкой и замазанном. Прибор выдерживают в течение получаса при красном калении, затем повышают температуру до белого каления часа на два для отгонки цинка; последний не связывается с осмистым иридием и вследствие этого удаляется очень легко. Вес осмистого иридия до и после этой операции должен быть в точности одним и тем же. Этот опыт был проделан нами много раз, но ни разу мы не замечали более или менее значительного изменения в весе; потери бывали обычно порядка от 2 до 3 мг. При этой операции осмистый иридиев теряет свою прежнюю структуру и получается в виде блестящей, рыхлой губки, и может быть полностью, хотя и медленно, растиерт в ступке в чрезвычайно мелкий порошок. Следует все же просеять порошок через шелковое сито для отделения от могущих остататься немногих зерен или пластинок, почему-либо не изменившихся при сплавлении с цинком¹.

Прямое определение осмия.

Для анализа некоторых разновидностей осмистого иридия можно применять метод обжига, как это делал Берцелиус; но метод этот, в том виде, в каком он его описал, дает лишь несовершенные результаты. Мы поступаем таким образом: превращаем несколько грамм осмистого иридия в губку по уже описанному способу сплавления с чистым цинком, взвешиваем и, не измельчая его, вводим в маленькую печь из извести, изображенную на фиг. 3 стр. 242. Печь осторожно нагревается так, чтобы осмистый иридиев не плавился; он должен быть окружен окислительным пламенем, температура которого не должна подни-

¹ Применяемый цинк должен быть совершенно чист: его необходимо поэтому предварительно перегнать из большой керамиковой реторты с тубулусом, доходящим до дна (см. рисунок, помещенный в *Annales de chimie et de physique*, 46, табл. III, рис. 9, на котором изображена подобная реторта). В нее вводят лишь немного цинка зараз и подбавляют через тубулус по мере отгонки. Цинк стекает по каплям из шейки реторты в подставленный сосуд с водой, где он гранулируется. Имея реторту емкостью в 2 л, можно в течение двух-трех часов перегнать от 10 до 12 кг цинка. Полезно применение двукратной перегонки.

маться выше точки плавления платины. Внесенная в наружную часть пламени спичка должна, загоревшись, выбрасывать искры. Время-от-времени увеличивают на несколько секунд приток горючего газа с тем, чтобы пламя сделалось восстановительным, после чего опять устанавливают окислительное пламя; продолжают это до тех пор, пока не исчезнет запах и пламя не перестанет светиться характерным для осмия светом, описанным Берцелиусом.

Пример. Русский осмистый иридий в количестве 12 г, очищенный сплавлением со свинцом и с глетом, затем последовательно обработанный азотной кислотой, царской водкой и плавиковой кислотой, был смешан с цинком в количестве 40 г. Вес оставшегося после отгонки цинка осмистого иридия оказался в точности прежний, 12 г.

Из этого количества был взят кусок губки, весивший . . .	11,025 г
После длительного обжига осталось иридия и родия . . .	8,028 "
Вес удаленного осмия	3,002 "

Таким образом:

Осмия	27,2
Родия и иридия . .	72,8
	100,0

Мы убедились из опыта, что при таком методе получается погрешность в сторону меньших чисел; точнее же всего осмий определяется по разности. Этот способ и был принят нами для производства анализов, о которых сейчас будет итти речь.

Полный анализ осмистого иридия. Обработка.

Оsmистый иридий, в виде мелкого порошка, смешивают с пятикратным весовым количеством чистой перекиси бария или же с трехкратным количеством перекиси бария и равным весовым количеством чистой, высушенной, азотнобариевой соли; эти реактивы должны быть точно отвешены.

Мы брали эти вещества в такой пропорции:

Осмистого иридия	2 или 2 г
Перекиси бария	10 или 6 г
Азотнокислого бария	2 г ¹

¹ В 10 г перекиси бария содержится бария 9,058 г

В смеси перекиси бария и азотнокислого бария содержится бария 6,604 г.

Мы предпочитаем пользоваться второй смесью. Она не плавится и

Эти вещества тесно смешивают в глазурованной фарфоровой ступке и вводят затем и маленький серебряный тигель; этот тигель вставляют, для верности, в глиняный тигель и нагревают на небольшом огне в течение одного-двух часов. Тигель должен быть емкостью от 10 до 12 куб. см; его можно нагревать как газовой, так и спиртовой горелкой. Надо обращать внимание на то, чтобы крышка плотно закрывала тигель, во избежание проникновения внутрь углекислого газа из воздуха, отчего реакционная смесь могла бы пострадать. С чистой перекисью бария реакция протекает медленнее, но не менее успешно.

Удаление осмиевой кислоты и бария.

Серебряный тигель опрокидывают в фарфоровую чашку емкостью в поллитра; разминая серебряный тигель, легко добиться отделения вещества от стенок его; масса выскакивает в виде сплошного куска и на стенках остается лишь очень немного черного вещества; этот остаток отделяют водой, пользуясь жесткой кистью, и присоединяют к главной массе.

При соприкосновении полученного осмиоиридата бария с водой происходит слабое разогревание массы. Чашку прикрывают воронкой соответствующего размера и вливают приблизительно 100 куб. см соляной кислоты и 20 куб. см. азотной кислоты; после этого жидкость нагревают и кипятят, пока совершенно не пропадет запах осмиевой кислоты. Воронка предохраняет от потерь через разбрзгивание¹.

Для полного удаления осмиевой кислоты необходимо затратить не мало времени, но в конце-концов цель достигается. В тех случаях, когда конденсируют осмий, работа более дли-

процесс протекает быстрее. Количество моногидрата серной кислоты, необходимое для осаждения бария, следующее:

В случае чистой перекиси бария 5,667 г

В случае перекиси бария и азотнобарииевой соли 4,280 г.

¹ Для этой операции может быть применена большая реторта с тубулусом и притертой пробкой. Пары царской водки и осмиевой кислоты можно поглощать аммиаком; дестиллат смешивают с сернистым аммонием и выпаривают в фарфоровом тигле. Остаток смешивают с серой и сильно прокаливают в условиях, благоприятствующих восстановлению; при этом осмий получается плотный, неизменяющийся на воздухе; он легко может быть взвешен.

тельна, что вредно отражается на точности анализа. Поэтому мы и предпочитаем определять осмий по разности. Раствор выпаривают медленно досуха или почти досуха; выпаривание должно производиться при низкой температуре. Остаток извлекают чистой или подкисленной водой; при этом не должен чувствоваться запах осмивовой кислоты. Раствор нагревают и декантируют; после растворения хлористого бария, на дне чашки остаются бесцветные хлопья кремневой кислоты и неразложившийся, крупнозернистый осмистый иридиев. Количество последнего очень мало, но в большинстве случаев им нельзя пренебречь. Его помещают в платиновую чашечку, промывают сначала небольшим количеством плавиковой кислоты, затем водой, после чего сушат и взвешивают. Полученный вес должен быть вычен из первоначального веса взятого для анализа вещества. В случае удовлетворительного выполнения операции, от двухграммовой навески остается лишь 20—30 мг неизменившегося осмистого иридия. Это количество зависит впрочем от тщательности измельчения первоначального вещества и смешения его с прибавленными реагентами¹.

Декантированный раствор совершенно свободен от неизмененного вещества, как бы быстро ни была произведена декантация, но зато в нем нередко можно найти хлопья кремнезема, что впрочем не вредит дальнейшему ходу анализа. К раствору, приливают из бюретки титрованной серной кислоты, в количестве необходимом для осаждения бария. [Можно для полной уверенности в полноте осаждения прилить небольшой избыток (0,2—0,3 куб. см) серной кислоты, против вычисленного количества; такой избыток не вредит; с другой стороны, небольшой избыток хлористого бария также не вреден, так как он в дальнейшем будет отделен вместе с родием]. Сернокислый барий осаждается очень легко; осадку дают отстояться в течение нескольких часов при нагревании.

¹ После обработки двух грамм осмистого иридия нижеуказанными количествами перекиси бария оставалось неизмененного вещества:

перекиси бария	неизмененного остатка
6 г	0,500 г
8 „	0,140 „
10 „	0,002 „
10 „	0,000 „
12 „	0,000 „
12 „	0,000 „

Иридий.

Раствор над осадком сернокислого бария очень густо окрашен в желтовато-красный цвет и даже в нетолстом слое кажется непрозрачным. Для большей уверенности в полноте осаждения сульфатов¹ можно прибавить к раствору немного спирта; спустя некоторое время, декантируют раствор и промывают осадок сернокислого бария водой со спиртом, декантируя промывную жидкость через фильтр, пока она наконец не перестанет окрашиваться; лишь тогда можно быть уверенным в полном отделении анализируемого вещества от осадка. К раствору прибавляют после этого 7—8 г чистого хлористого аммония и нагревают его на бане; при этом осаждается большая часть хлороиридата аммония. Нет надобности отделять осадок; жидкость медленно выпаривают почти досуха и разбавляют остаток небольшим количеством раствора хлористого аммония. Раствор декантируют через фильтр, но фильтр не промывают, так как в дальнейшем на нем надлежит собрать новый осадок. Может случиться, что в фильтрате останутся следы иридия в виде растворимого хлороиридита аммония; в таком случае надо прилить к раствору 1—2 куб. см азотной кислоты и вскипятить его, и тогда снова появится осадок. Жидкость выпаривают досуха при невысокой температуре, к остатку приливают немного воды и все выливают на тот же фильтр; осадок промывают сначала раствором хлористого аммония, затем смесью воды со спиртом. Фильтр с осадком хлороиридата аммония кладут в платиновый тигель, вставленный в другой, больший тигель, и осторожно нагревают до полного прекращения выделения хлористого аммония. Во избежание потерь, следует вести разложение хлороиридата аммония очень медленно.

По окончании реакции снимают крышки с тиглей и сжигают фильтр при возможно более низкой температуре. В случае, если при этом обнаружится хоть малейший запах осмия, надо продолжать прокаливать, затем прервать нагревание, влить в тигель каплю скипидара для восстановления промежуточных окислов осмия и возобновить прокаливание до полного прекращения выделения запаха осмия. После этого взвешивают нахо-

¹ Мы допускаем в данном случае возможность присутствия стронция в бариевом препарате. Это единственная примесь, которая может удержаться в азотнокислом барии после повторной перекристаллизации.

дящееся в тигле вещество, а затем нагревают в атмосфере водорода; это дает возможность учесть следы могущих остататься хлора и кислорода.

Платина.

Полученный иридий обрабатывают довольно продолжительное время разбавленной царской водкой. Растворившуюся при этом платину определяют по уже известному методу.

Рутений.

Рутений находится вместе с иридием. Его отделяют по способу Клауса: вещество сплавляют со смесью селитры и едкого кали, плав растворяют в воде, раствор декантируют и к нему приливают азотной кислоты¹, при чем осаждается окись рутения; жидкость декантируют, осадок собирают на фильтре и последний сжигают; рутений восстанавливают в струе водорода и взвешивают. При действии на него царской водки он не должен выделять запаха осмиевой кислоты. По этому методу получаются всегда несколько повышенные результаты благодаря некоторой растворимости иридия в сплаве селитры и едкого кали, о чем можно судить по зеленоватому оттенку полученного рутената калия².

Родий.

Родий находится в растворе, из которого был выделен хлориридат аммония; в этом растворе содержится также немного алюминия и большое количество хлористого аммония. Для удаления этой соли к раствору прибавляют большой избыток азотной кислоты и выпаривают, прикрывши сосуд воронкой, до небольшого объема. Раствор переливают затем во взвешенный фарфоровый тигель, выпаривают досуха, остаток смачивают сернистым амmonием, прибавляют к нему серы и прокаливают в восстановительной атмосфере (тигель ставят в другой тигель из ретортного угля). Восстановленный родий обрабатывают

¹ Если анализ был выполнен аккуратно, то при прибавлении азотной кислоты не будет слышен запах осмиевой кислоты; это является признаком полного отсутствия осмия и, следовательно, чистоты иридия.

² Если окраска окажется синей, можно быть уверенным, что в растворе нет рутения, а есть лишь только иридий.

последовательно кислотами: соляной, азотной и серной, для растворения металлов, в частности алюминия, которые могли находиться в баритовом препарате в виде примесей; затем родий высушивают и взвешивают. Не лишне прокалить металл в струе водорода, чтобы быть уверенным в полноте восстановления.

Железо и медь.

Если анализируемый осмистый иридий содержит железо и медь, то эти металлы после всех описанных операций оказываются вместе с родием; их отделяют и определяют по методам, уже описанным при анализе руд. В данном случае они применены к родию в виде сернистых соединений.

	Колумбия		Калифорния	Австралия	Борнео	Россия					
	1	2				3	4	5	6	7	8
Иridий .	70,40	57,80	58,50	58,18	58,27	77,20	43,28	64,50	43,94	70,36	
Родий .	12,80	0,63	2,60	3,04	2,64	0,50	5,73	7,50	1,65	4,72	
Платина .	0,10	—	—	—	0,15	1,10	0,62	2,80	0,14	0,41	
Рутений .	0,00	6,37	0,50	5,22	—	0,20	8,49	—	4,68	—	
Оsmий .	17,20	35,10	43,40	33,46	38,94	21,00	40,11	22,90	48,85	23,01	
Медь . . .	—	0,06	—	0,15	—	—	0,78	0,90	0,11	0,21	
Железо .	—	0,10	—	—	—	—	0,99	1,40	0,63	1,29	
	100,00	100,06 ¹	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

№ 1. Осмистый иридий, выделенный сухим путем из обычных колумбийских остатков на заводе Демути и Шапюи.

№ 2. Колумбийский осмистый иридий; получен с завода Маттей в Лондоне. Содержит много блестящих широких пластинок и крупные зерна.

№ 3. Осмистый иридий из калифорнийской руды, очищенный сплавлением с серебром. Похож на некоторые образцы колумбийского осмистого иридия.

№ 4. Получен от Шапюи. Осмистый иридий, состоящий из блестящих пластинок.

№ 5. Выделен из борнейской руды; получен с завода Демути и Шапюи.

¹ В этом анализе осмий был определен непосредственно.

№ 6. Обычный русский осмистый иридий, выделенный из остатков, присланных генералом Самарским.

№ 7. Русский осмистый иридий. Прекрасные чешуйки, выделенные из образчика, который нам передал Шапюи. Плотность его 18,9.

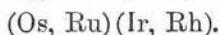
№ 8. Русский осмистый иридий. Крупные и мелкие зерна, выделенные из того же образчика. Плотность 18,8.

№ 9. Русский осмистый иридий. Широкие пластинки, выделенные из прекрасного образчика, присланного нам генералом Самарским. Плотность 20,4.

№ 10. Русский осмистый иридий. Крупные и мелкие зерна из того же образчика. Плотность 20,5.

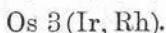
Формула осмистого иридия.

Заметим, что образчики осмистого иридия №№ 2,7 и 9, состоящие из блестящих широких пластинок, богаты содержанием рутения и осмия; предполагая, что последние изоморфны, можно приписать веществу следующую формулу:



Формула в достаточной степени подтверждается данными анализов.

Образчики зернистого осмистого иридия №№ 8 и 10 не содержат рутения, а богаты иридием, результаты анализов приблизительно соответствуют формуле:



При обработке иридия, выделенного из таких образцов осмистого иридия, с целью отделения от него рутения, получается раствор прекрасного синего цвета, о котором уже раньше шла речь; из него получается двойная соль хлорида металла с хлористым калием, черного цвета; плотность этого металла равна 21,15; по всем признакам это иридий. При вторичной обработке отделенного таким образом вещества селитрой и едким калием, получается опять-таки синий раствор, менее густой окраски, а почти весь иридий, раньше попавший в раствор, остается неизмененным.

Щелочные растворы, интенсивно окрашенные в желтый цвет, повидимому не содержат иридия в заметных количествах; но в случае, когда иридий содержит немного рутения, селитрено-щелочной плав принимает зеленоватый оттенок.

Из сказанного ясно, что при разрешении подобного рода вопросов приходится сталкиваться с немалыми затруднениями, коль скоро применяемые нами методы анализов далеко несовершенны.

Второй метод отделения рутения.

Клаусом предложен еще другой метод отделения рутения: он основан на том, что при кипячении вполне нейтрального раствора розового хлорида рутения, рутений осаждается (в виде гидрата окиси. Ред.). Но, к сожалению, при этих условиях осаждается также некоторое количество иридия; если же мы имеем дело с осмистым иридием, не содержащим рутения в заметном количестве, то при этой операции осаждается чистый иридий в виде синего порошка. Нами был получен таким образом иридий, который, будучи сплавлен, имел плотность немногим больше 21.

ГЛАВА III.

Металлургия платины.

Методы металлургии платины пользуются чрезвычайно малой известностью по сравнению с методами металлургии других металлов; технологии уделяют очень мало внимания вопросам эксплоатации платины, столь ценного по многим свойствам вещества. Платина до сих пор считается большой редкостью, несмотря на большое число месторождений, из которых некоторые довольно богаты.

Разрабатываемые платиновые месторождения.

Эксплоатация платиновых месторождений производится исключительно в провинции Чоко Новой Гренады и в Нижнем Тагилье на Урале. Этот металл находится, однако, почти всюду в тех местах, где добывается золото и алмазы (любопытно, что алмазные месторождения часто являются в то же время и платиновыми месторождениями, как, например, в Мина-Гераэсе и на Борнео); в небольшом количестве платина вывозится также из Борнео, Австралии, Калифорнии и даже из Орегона, а также из всех тех стран, куда стекаются золотоискатели. Добыча платины могла бы производиться в значительно большем масштабе, чем это в действительности имеет место; однако развитию платинового дела препятствуют следующие обстоятельства: во-первых, золотоискатели естественно устремляют все свои усилия к добыванию именно золота, так как более высокая цена его, по сравнению с платиной¹, лучше вознаграждает их труд;

¹ В 50-х годах прошлого века цена платины составляла $\frac{1}{4}$ цены золота; затем она постепенно росла, сравнявшись в 1900 г. с ценой золота. См. диаграмму в вып. 5 Известий Института по изучению платины и друг. благор. металл., стр. 11. (Прим. ред.).

кроме того, платину труднее заметить благодаря ее цвету, во-вторых, платина, в отличие от золота, не амальгамируется ртутью, отчего эксплоатация ее значительно труднее. Не приходится поэтому надеяться, что золотоносные районы станут снабжать нас в близком будущем платиновой рудой в таком количестве, в каком мы, казалось бы, имеем право этого ожидать. Так, в частности, добыча платины в Чоко могла бы быть поставлена гораздо лучше, чем она поставлена в действительности; но местные жители ленивы, им живется легко и они не привыкли работать.

Опираясь на сведения, которые нам любезно передал генерал Рашетт, можно сказать с уверенностью, что уральские залежи значительно богаче, чем это можно думать, судя по размерам их эксплоатации. При желании можно было бы удвоить и даже утроить добычу платины из известных уже месторождений; думается, что если бы было желание развить это дело, то и поиски новых месторождений не были бы безрезультатны. Но нынешнее русское законодательство ставит ограничение торговле благородными металлами, и эти ограничения касаются главным образом платины, не имеющей к тому же определенного сбыта, как золото и другие известные металлы.

Статистические данные.

Все касающееся платиновой руды и ее обработки окружено во Франции и в Англии со времен Волластона такой таинственностью, что самые элементарные статистические данные по этому предмету совершенно отсутствуют. Французская таможня имеет в своем распоряжении документы, из которых можно почерпнуть лишь совершенно абсурдные сведения: согласно им, платина котируется по цене 3000 франков за килограмм, в то время как действительная цена ее 700 франков; не менее удивительные вещи мы узнаем относительно происхождения платиновой руды: официальные документы приписывают его странам, в которых добыча платины никогда не производилась.

Что касается ежегодного ввоза платины во Францию, то приходится довольствоваться весьма недостоверными цифрами; из них все же можно сделать вывод, что потребление этого металла все время возрастает.

Чоко. Мы можем судить о размерах потребления платины лишь по количеству добываемой руды в Чоко; руда эта

отправляется частью в Соутгемптон, частью в Гавр, при чем Франция и Англия получают ее приблизительно в одинаковых количествах.

Согласно документальным данным, сообщенным консулом Новой Гренады дон-Франческо Мартин и дошедшими до нас благодаря любезности Якоби, ежегодная добыча платины не превышает 1200 фунтов, или 600 кг.

Россия. Вывоз русской платины очень невелик, так как он ограничивается постановлениями финансовых органов, ведающих оборотом золота и платины; мне однако известно через генерала Рашет, что в настоящее время добыча платины не превышает 75 пудов в год (пуд равен 16 кг), но что прежде она достигала 100 пудов, и можно было бы легко увеличить ее до 150 и даже 200 пудов, что равняется 3200 кг; это количество примерно втрое больше того, которое выпускается в настоящее время Америкой для удовлетворения нужд Европы. Можно поэтому утверждать, что придет время, когда Россия станет монопольным поставщиком платины, предполагая, что разработка ее в Новой Гренаде и в золотоносных районах Америки не разовьется.

Применение платины.

Распространенность платиновых изделий для удовлетворения заводских и лабораторных нужд зависит исключительно от ее цены. Нынче платина служит только для научных целей и играет небольшую роль в некоторых отраслях промышленности; но она могла бы войти в широкий обиход, если бы ее цена соответствовала ее качествам и внешнему виду. Это будет возможно лишь тогда, когда платина будет считаться драгоценным металлом; тогда только она будет иметь определенную ценность в глазах покупателя, когда он будет иметь возможность перепродавать ее по номинальной стоимости, подобно золоту и серебру; только при этом непременном условии можно будет применять платину для чеканки монет и для удовлетворения разных других нужд. В настоящее время дело обстоит не так: свеже-приготовленная платина продается по цене 1000 франков за килограмм; платиновое же изделие, изготовление которого не сопровождается потерей или изменением металла, продается по цене 750 франков за килограмм, так что стоимость металла снижается таким образом на 25%. Причиной

этого обесценения платины является необходимость вновь ее растворять и выделять¹, как то приходится делать с рудой. Благодаря этому обстоятельству платиновое изделие стоит немногим дороже руды, которая в настоящее время котируется по цене 700 франков за килограмм (Чоко).

Металлургия платины в настоящее время.

Немного в Европе заводов, занимающихся изготовлением платины. Причина та, что спрос на нее очень невелик, а налаживание производства требует вложения крупного капитала. Применяемые на них методы металлургии в сущности мало изменились, хотя качество продукции сильно повысилось; это все те же методы, которые в свое время были предложены Волластоном. Их пытались несколько видоизменить на русском Монетном дворе, но выпускаемая платина оказалась более низкого качества по сравнению с французской и английской. К сожалению, Бреан (Bréant) взял себе за правило окутывать таинственностью все, что касается производства платины, а потому детали его мало кому известны.

Одному из нас удалось посетить в Лондоне прекрасные мастерские Маттей и увидеть, до какой степени совершенства там доведен (почти везде применяемый) метод прессования платиновой губки. Во всяком случае, очень трудно привести более или менее точные соответствующие технические данные, даже в специальной статье, посвященной этому вопросу, а особенно трудно дать сведения о себестоимости платины в нынешнее время и о стоимости отдельных процессов, связанных с ее изготовлением.

Будущность этой отрасли промышленности.

Мы убеждены, что в очень близком будущем платина перестанет быть редкостью и найдет себе место в широком обиходе.

Стремясь к разрешению этой проблемы и желая облегчить ученым условия пользования платиной в лабораториях, мы искали новые методы металлургии, дающие возможность переплавлять и отливать этот металл, подобно золоту и серебру, без больших затрат, а также выделять его из руды.

¹ Переплавлять платину до работ Сен-Клер-Девиля и Дебре не умели и, следовательно, для того, чтобы сделать новую вещь из старой платины, нужно было иметь платину в виде губки. (*Прим. ред.*)

Мы опишем здесь последовательно различные методы обработки сухим путем, связанные со следующими заданиями:

- 1) регенерирование при помощи плавки платины, бывшей в употреблении и испорченной;
- 2) заводское приготовление чистой платины;
- 3) приготовление сплава платины с металлами, сопутствующими ей в руде, а также входящими в состав осмистою иридия;
- 4) приготовление тройного сплава платины, иридия и родия, обладающего желаемыми качествами.

§ 1. Регенерирование платины.

Чтобы сделать остатки продажной платины годными к употреблению, надо превратить их в слитки, очистив предварительно от всех посторонних примесей. Достигается это применением предложенного нами метода плавки, о котором говорилось на стр. 240.

Остается лишь указать, как должна производиться очистка самого металла.

Золото. Удаление золота, которым припаивают платиновые изделия, делается очень просто: платину кладут в сильно разбавленную царскую водку, в которой золото быстро растворяется, в то время как платина переходит в раствор в весьма незначительном количестве.

Примеси в платине. Неблагородные, окисляющиеся металлы и металлоиды, почему-либо попавшие в платину и соединившиеся с ней тогда, когда она была в деле, неизбежно удаляются во время плавки либо через окисление и поглощение известью, как, напр., кремний, либо через испарение, как свинец, серебро и т. п.; часто эти два процесса протекают одновременно, так как некоторые металлы, напр., медь, свинец, серебро, палладий, не только способны окисляться, но в то же время легко испаряются; осмий удаляется полностью в процессе плавки. Вследствие этого получаемая после правильно проведенного аффинажа сплавленная платина оказывается гораздо чище исходного материала; металл получается очень мягкий и, по отзывам чеканщиков медалей, работающих в соответствующей мастерской в Париже, может сравниться в этом отношении только с красной медью и вполне пригоден для чеканки; однако в тех случаях, в которых она применяется при химических работах, желательна большая твердость.

По вопросам, касающимся деталей этого процесса и себестоимости регенерирования платины этим путем, мы отсылаем читателя к параграфу, посвященному соответствующей теме.

§ 2. Заводское приготовление чистой платины.

Описываемый ниже метод был разработан с таким расчетом, чтобы можно было без всякого затруднения пользоваться наиболее распространенной аппаратурой металлургических заводов, и только для окончательного аффинажа и плавки требуется применение печи из извести.

Сплавление со свинцом.

Платиновые металлы очень легко сплавляются со свинцом; но если эти металлы содержат железо, то этот процесс протекает значительно более туга, но в конце-концов цель все же достигается. Осмистый иридий не претерпевает никакого изменения при подобной обработке, и потому после сплавления платиновой руды со свинцом весь осмистый иридий оказывается в нижней части свинцового королька в своем первоначальном виде.

Для отделения осмистого иридия от платины достаточно, следовательно, сплавить руду со свинцом, приняв однако меры к ускорению растворения платины. Лучше поэтому пользоваться не свинцом, как таковым, а галенитом или сернистым свинцом; последний разлагается железом с выделением свободного свинца, который затем уже сплавляется с платиной. Свинец обладает еще весьма ценным для данного случая свойством: он способен давать низшие сульфиды и свинцовый штейн с большим содержанием металла, весьма пригодные для выполнения этой операции.

Обработка в малом масштабе.

Несколько килограмм платиновой руды сплавляют в тигле с равным весовым количеством свинцового блеска и небольшим количеством стекла или, еще лучше, смеси стекла с бурой. Далее нагревают тигель до-красна, до температуры плавления серебра, и время-от-времени размешивают плав чугунным прутом, пока наконец не исчезнут зерна руды и лишь только на дне будут ощущаться зерна осмистого иридия. В течение этой процедуры свинцовый блеск постепенно разлагается от действия же-

леза, находящегося в платиновой руде, а также и самого прута, а выделяющийся свинец растворяет платину. Под конец усиливают нагревание и прибавляют к массе свинцового глета пока не прекратится выделение сернистого газа и глет не начнет уже растворяться в шлаке. Массу при этом размешивают чугунным прутом, чтобы глет лучше реагировал с сернистым свинцом. Необходимо, чтобы под конец операции свинец не содержал больше серы. Сплава получается по весу примерно в четыре раза больше по сравнению с первоначальным весом взятой платины.

Тиглю дают медленно остывать, после чего из него извлекают королек; нижнюю десятую часть его, в которой находится осмистый иридий, отпиливают и сохраняют для следующей плавки, а остальные девять десятых купелируют. Купелацию производят при высокой температуре и при сильном притоке воздуха, вследствие чего большая часть свинца удаляется; оставшуюся платину с небольшим содержанием свинца загружают в печь извести, в которой производят плавку и аффинаж по уже ранее описанному способу. В начале плавки выделяются пары свинца, ихпускают в вытяжную трубу; во время процесса аффинажа запах осмия еле слышен.

Обработка в крупном масштабе.

Описанный метод, немного видоизмененный, приложим также для работы в крупном масштабе.

Плавка с галенитом. Плавку можно производить в маленькой отражательной печи с кирпичным или мергелевым подом сферической формы, подобным поду печи для трейбования. В случае обработки в один прием 100 кг руды, печь должна быть емкостью около 50 л. Еще лучше давать углублению пода эллиптическую форму. Небольшая печь с подом длиной в 1 м, шириной 500 мм и глубиной 150 мм вполне достаточна для обработки 100 кг руды. Топка должна иметь одинаковую ширину с подом, т. е. 500 мм на 330—400 мм в глубину. Слой топлива должен быть толщиной по крайней мере в 300 мм для того, чтобы иметь постоянно восстановительное пламя, иначе окисление сернистого свинца, а следовательно выделение свинца, будет происходить слишком быстро.

В предварительно подогретую печь загружают смесь галенита и руды в равных количествах и плавят ее при постоянном

помешивании для образования свинцового штейна и свинцово-платинового сплава. В плав кидают сначала немного легкоплавкого стекла, усиливают нагревание, а затем прибавляют понемногу 200 кг глета, необходимого в конце плавки для удаления серы. По окончании реакции оставляют расплавленную массу в полном покое, чтобы осмистый иридий мог сесть на дно, и, слив затем свинцовый шлак, декантируют свинцово-платиновый сплав при помощи чугунной ложки и отливают его в слитки. Нижний слой сплава остается для следующих плавок, пока в нем не накопится большое количество осмистого иридия¹.

Под отражательной печи должен быть вделан в чугунную коробку, защищающую его снизу и с боков, чтобы легкоплавкий свинцовый сплав не мог проникать глубоко через щели между кирпичами; этим устраняется неприятная необходимость разборки всей печи для собирания сплава. Под должен по этой причине иметь углубление и должен быть охлаждаем снизу током воздуха.

Купелляция. Платина купелируется так же, как серебро, с применением той же аппаратуры. Разница лишь в том, что под конец, несмотря на повышение температуры печи, сплав, обогащенный платиной, затвердевает и может быть отделен от капели после внезапного охлаждения его поверхности водой. Большую часть свинца можно выжечь, пользуясь прибором, аналогичным печи для плавления медно-серебряного сплава; под действием чрезвычайно горячего окислительного пламени, из платиновых слитков выделяются капельки глета, а платина принимает форму цветной капусты; ее раздробляют на куски и плавят.

Плавка платины. Плавка и аффинаж производятся в печах, вмещающих от 15 до 20 кг платины. Можно выливать плав из трех или четырех печей в одну форму и получать таким образом слитки весом от 60 до 80 кг, более тяжелые, чем самые крупные платиновые изделия.

¹ Когда осмистого иридия накопится достаточное количество, массу плавят на наклонном поду; стекающий свинец с некоторым содержанием платины применяют для последующих плавок, а оставшийся осмистый иридий очищают от свинца обработкой азотной кислотой (из азотнокислого свинца можно вновь выделить азотную кислоту, обрабатывая ее серной кислотой) или купелляцией. Получается вещество с большим содержанием иридия, которое затем подвергается дальнейшей обработке.

Можно также конструировать и более крупные печи и в частности увеличивать их размеры в ширину; это не противоречит принципам их конструкции; в этом случае останется лишь определить опытным путем наивыгоднейшую глубину вместилища для металла, а может быть и число трубок, подающих кислород.

§ 3. Выделение платины выплавкой.

Природный сплав.

Можно очень легко приготовить тройной сплав платины, иридия и родия, имеющий не только все качества платины, но и обладающий, по сравнению с ней, несколько большей твердостью и заметно большей стойкостью к действию реагентов и жара; нужно только суметь удачно подобрать руду.

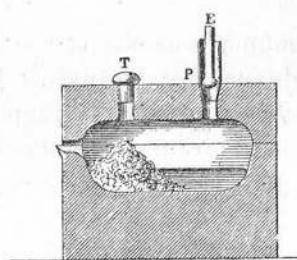
Очевидно, что такой сплав платины, иридия и родия получится естественным образом, если от платиновой руды отделить все окисляющиеся и летучие составные части. Золото, которое можно удалить из руды до ее обработки, и палладий — летучие металлы, и если они не были выделены из руды до плавки, то они испарятся во время плавки и смогут быть собраны конденсированием паров, выделяющихся из печи. Осмий удаляется при плавке в виде осмиевой кислоты; медь и железо при этом окисляются; окись железа при соприкосновении с известью образует с ней легкоплавкий феррит кальция, а большая часть меди уходит с продуктами горения.

В приводимой таблице 1 указаны составы сплавов, полученных таким образом из главнейших руд:

	Колумбия			Калифорния		Россия	
	1	2	3	4	6	11	12
Платина . .	96,10	94,09	90,70	96,80	90,50	93,00	94,00
Иridий . .	2,40	2,98	7,90	2,10	7,20	3,70	5,70
Родий . .	1,50	2,93	1,40	1,10	2,30	3,30	0,80
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

1 Номера граф соответствуют номерам образцов руд, описанных на стр. 265.

Плавень. Для приготовления этих сплавов плавят руду в извести; выделяющуюся осмиевую кислоту удаляют через вытяжную трубу с сильной тягой, куда и направляют пламя, вырывающееся из печи. Чтобы не потерять осмиевую кислоту, ставят на пути прохождения газов сосуд с раствором аммиака, которым она поглощается. Во избежание разрушения самой печи, сделанной из извести, рекомендуется смешивать руду с плавнем, реагирующим с окисью железа с образованием легкоплавкого шлака (феррит кальция); последний впитывается в стенки печи, действующей подобно капели. Таким плавнем может служить сама известь, и ее нужно добавить к руде в количестве равном количеству содержащегося в ней железа¹.



Фиг. 7.

1/8 нат. величины.

Аппаратура. Смесь руды с плавнем вводят в отражательную печь (фиг. 7), построенную по тому же принципу, как описанная ранее. Разница

в том, что в этой печи имеется отверстие Т с пробкой из извести, через которое загружают руду. Горелка Е вставляется в данном случае несколько ближе к задней части печи с таким расчетом, чтобы руда попадала в ту часть углубления, где жар наибольший; место это находится несколько впереди центра. Руду вводят в печь небольшими порциями, загружая новую порцию лишь после расплавления предыдущей, и прекращают загрузку, когда под окажется совершенно разъеденным шлаком, что неизбежно происходит рано или поздно в зависимости от характера руды. Расплавленную платину гранулируют, а внутреннюю поверхность печи очищают тщательным образом; куски, в которых можно заподозрить, что имеются зерна платины, растворяют в соляной кислоте, а остаток промывают водой: нерастворившаяся студенистая кремнекислота отмывается и уносится, а платина остается на месте. Платину переплавляют в другой печи. Аффинаж может считаться законченным, когда прекратится всякое выделение осмия из окислительного пламени

¹ На образование соединения $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$ (железо-кальциевой шпинели) идет лишь половина введенного количества извести; остальная известь соединяется с кремнием, алюминием, железом, цирконом и прочими составными частями песка, сопровождающего руду.

и известь перестанет разъедаться. В некоторых случаях бывает необходимо произвести третью плавку с аффинажем по уже ранее описанному методу.

Колумбийская руда.

Мы подробно опишем ход обработки колумбийских платиновых руд, с которыми мы имели дело.

Первая операция. Образчик чистейшей колумбийской руды, любезно предоставленный в наше распоряжение Клоде из Лондона, был просеян через сито с целью отделения от наиболее мелких частиц, богатых песком и осмистым иридием. Отсевшаяся мелкая часть была сплавлена со свинцом и глетом и купелирована.

а) Отсевшаяся часть	0,284 кг
б) Осталось на сите	2,827 "
в) Общее количество руды	3,061 кг

Каждая часть в отдельности была соответственным образом обработана в печи диам. 80 мм, со следующими результатами:

	вес в кг	получено		выход в %
		платины в кг		
а) Мелкие частицы . .	0,284	0,1337		57,1
б) Крупные частицы . .	2,827 ¹	2,6060		92,2
	3,061	2,7397		

Выход полученной таким образом платины равен в среднем 89,5%.

Вторая операция. Образчик колумбийской руды, принадлежавший Маттей, был разделен на три части просеиванием через сита; получились следующие результаты:

	вес в кг	получено		выход в %
		платины в кг		
Мелкозернистая часть, просеянная через шелковое сито	0,0988	0,055		55,7
Средняя часть, просеянная через крупное сито	1,2700	1,161		91,4
Крупнозернистая часть, в которой были отдельные большие зерна .	0,1800	0,160		88,9
	1,5488	1,376	средн.	88,9

Вес платинового слитка убавился после второй плавки на 11 г, так что окончательно выход платины составляет 88,1%.

¹ Для обработки этих 2,827 кг руды потребовалось 1050 л кислорода, что составляет 871 л на 1 кг руды.

Эта руда была богата палладием; анализ показал содержание его в количестве 1,48%.

Плавка самородка. Полковник Рашет любезно представил в наше распоряжение самородок русской платины¹ весом 110 г; мы его плавили и получили 96,5 г, т. е. 88%, очень мягкой платины.

Уральская платина.

Мы имели в своем распоряжении только 2 фунта (800 г) нижне-тагильской платиновой руды, предоставленной нам генералом Рашет. Мы ее обрабатывали следующим образом:

1) Измельчение. Руда была измельчена в чугунной ступке, и тем самым были разбиты рыхлые зерна и расплющены компактные зерна. Просеиванием вещества через сито мы отделили 50 г песка с большим содержанием платины и подвергли его обработке отдельно; примешанные к нему в большом количестве силикаты и титанистые соединения, которые, повидимому, были внутри платиновых зерен до их измельчения, могли бы быть удалены простой отмыткой. Мы усиленно рекомендуем этот весьма действительный и экономичный метод очистки.

2) Мелкая платина и примеси. Эти примеси обрабатывались равным им весовым количеством свинца и глета по способу, указанному выше в связи с обработкой осмневого иридия, и полученный платиновый сплав подвергался дальше купелированию.

3) Сплавление со свинцом. Измельченная руда в количестве 350 г была сплавлена с 200 г галенита и 100 г свинца при температуре вишнево-красного каления. К массе было добавлено немного буры и небольшими порциями 400 г глета до полного окисления шлака. Извлеченный из тигля свинец, оказавшийся хрупким, был подвергнут купелизации, в результате чего было получено 298,5 г платинового сплава, что составляет 85,3% от веса очищенной руды.

4) Непосредственная обработка. Измельченная руда была смешана с известью в количестве 10% от ее веса, и полу-

¹ Полковник Рашет, которому мы обязаны многими в высшей степени интересными сведениями относительно добычи платины в России, дал нам для наших опытов очень редкий, большой ценности образчик — самородок платины весом более 200 г. Мы не решились подвергнуть его плавке и выставили его в минералогической коллекции Горной школы.

ченная смесь небольшими порциями введена в печь из извести, изображенную на фиг. 7.

Плавка происходила без всяких затруднений, шлаки поглощались стенками печи; плавка продолжалась до полного аффинажа металла, о чем можно было судить по прекращению выделения запаха осмия из окислительного пламени. Вылитый в воду гранулированный металл оказался ковким и в то же время очень твердым.

	Взято		Получено
Платины	350 г	Платины	299 г
Извести	85 „	Выход	85,4%

Состав этой платины после первой плавки был следующий:

Платины	91,5
Иридия	6,9
Родия	0,4
Железа	0,5
Меди	0,8
	<hr/> 100,1

Весьма замечательно то, что в сплаве отсутствовал палладий. Действительно, этот металл был полностью удален из сплава через окисление и испарение еще раньше, чем были удалены остальные, хотя и легче окисляющиеся, но менее летучие металлы.

Природный сплав.

Этот сплав, переплавленный и отлитый в слиток, был смешан со сплавом, полученным после обработки свинцом, пожалуй еще более ковким, и превращен в цилиндрический слиток; последний был распилен для выделки медалей и монет для русского правительства. Якобы присутствовал при этих операциях и сам распорядился выбить из этого металла, который мы назовем *природным сплавом*, медаль в честь императора Николая; медаль имела 63 мм в диаметре и толщину рельефа 5 мм. Все эти опыты чеканки вышли превосходно и металл был признан вполне подходящим и по качествам не уступающим искусственным сплавам платины с иридием и родием.

Сплав имел после окончательного удаления железа и меди, следующий состав:

Платины	92,0
Иридия	7,6
Родия	0,4
	<hr/> 100,0

§ 4. Приготовление сплавов различного состава.

Описанный метод дает также возможность готовить тройные сплавы почти что любого состава, либо сплавлением различных руд, взятых в соответствующих пропорциях, либо сплавлением руды, состав которой известен, с осмистым иридием или остатками. Плавка производится так же, как и в предыдущих случаях, но занимает больше времени, так как, с одной стороны, приходится окислять большое количество осмия, а с другой стороны, при этом образуются несколько более тугоплавкие сплавы. Здесь требуется, кроме того, более совершенный аффинаж, чем в случае приготовления чистой платины, так как только при этом условии богатый иридием сплав будет в то же время достаточно ковким.

Нами давно уже были проделаны многочисленные опыты, к сожалению с небольшими количествами металлов, с целью установить, в каких пропорциях платина, иридиум и родий могут давать сплавы с теми или иными желательными свойствами. Позднее мы пришли к заключению, что лишь результаты опытов, произведенных в крупном масштабе, заслуживают полного доверия; но такие опыты можно будет поставить тогда только, когда явится возможность доставать исходные материалы в достаточных количествах. Наши опыты все же дают возможность примерно установить границы, в которых прибавлением иридия к платине получаются сплавы, поддающиеся механической обработке.

Опыты с чистым иридием. Мы смешивали в различных пропорциях русскую руду, очень бедную родием, с осмистым иридием, измельченным обработкой цинком и обожженным с целью удаления большей части осмия, и сплавляли смесь в присутствии большого избытка извести в порошке; полученный сплав после аффинажа испытывался на ковкость.

Мы убедились в возможности получения очень твердых и в то же время весьма ковких сплавов, содержащих, по сравнению с рудой, избыток иридия до 15%.

Другой опыт был проделан с обожженным осмистым иридием и совершенно чистой платиной. Полученный сплав имел следующий состав:

Платина	78,7
Иridium	21,3
	100,0

Сплав оказался прекрасного качества, почти не подвергался действию царской водки и обладал одновременно достаточной твердостью и ковкостью.

С уменьшением содержания иридия понижается твердость сплава. Сплавы, содержащие от 10 до 15% иридия, обладают превосходными качествами: изготовленные из них сосуды значительно меньше страдают от действия реактивов и огня, и труднее плавятся, чем платиновые; они тверже и труднее деформируются.

Опыты с иридием и родием. Некоторые сорта осмистого иридия содержат родий в большом количестве; мы полагали возможным использовать их, прибавляя их к сплавам. Результаты получились хорошие, как это было видно по образчику, приготовленному нами сплавлением платины со смесью иридия и родия, извлеченной из осажденных металлов; мы прибавляли к этой смеси платину до тех пор, пока не получился весьма ковкий сплав. Состав его оказался следующий:

Платины	75,4
Родия	5,0
Иридия	19,6
	100,0

Способ приготовления этих сплавов. Приготовление таких сплавов не представляет никаких затруднений. Достаточно прибавить к платиновой руде, состав которой известен, обожженного осмистого иридия в таком количестве, чтобы полученный после сплавления и аффинажа металл обладал в желаемой степени твердостью и ковкостью. Плавка производится точно так же, как в случае обработки руды, о чём уже говорилось раньше. Если применяемый осмистый иридий плохо поддается обжигу, его следует обработать цинком, после чего последний должен быть удален либо отгонкой, либо растворением в соляной кислоте. После такой обработки осмистый иридий может быть с легкостью подвергнут обжигу в весьма простых приборах, как, например, в муфелях, соединенных посредством глиняной трубы с хорошей вытяжкой. Пары осмисевой кислоты можно поглотить аммиаком, поставивши соответствующий сосуд на пути прохождения паров; но в большинстве случаев лучше этого не делать. В остатке после обжига, промытом соляной кислотой, имеются лишь родий, иридий, да следы цинка, нисколько не мешающие выполнению

последующих операций. Остаток сильно прокаливают в тигле, прикрытом куском угля, чтобы он сделался более компактным, иначе он мог бы разлететься под влиянием сильного тока газов, впускаемых в известковую печь.

Во всех курсах химии говорится вполне определенно, что присутствие иридия ухудшает качество платины, и того же мнения придерживаются фабриканты платины. Мы сами, когда принимались за настоящий труд, находились в подобном заблуждении, и только всего несколько лет тому назад, когда мы непосредственно плавили руду богатую иридием, мы обратили внимание на хорошие качества полученных таким образом сплавов. Металл растворялся с трудом; при прибавлении к раствору этих металлов хлористого аммония получался темно-красно-фиолетовый осадок. Это обстоятельство побудило нас заняться новыми исследованиями, результаты которых, мы надеемся, найдут себе приложение. Уже сейчас такие сплавы встречаются в торговле, и мы надеемся, что они принесут пользу.

Заключение.

Область применения платины ныне весьма ограничена, но со временем она будет расширяться по мере снижения цены на этот металл. Это произойдет тогда, когда уральские или другие месторождения будут подвергнуты регулярной эксплуатации в достаточно большом масштабе. Тогда почувствуется необходимость применения иных методов переработки руды, чем те, которые имелись до сего времени, для чего мы предлагаем совершенно новые методы металлургии платины.

Мы наметили пути использования платиновых остатков, не имевших до сих пор применения, и предлагаем целую систему сплавов платиновых металлов и полную методику переработки их; коль скоро они нерастворимы в царской водке, эта переработка может быть выполнена исключительно сухим путем.

Для облегчения работы, связанной с новыми методами металлургии и приготовления сплавов, мы привели результаты анализов всех платиновых руд, всех остатков, полученных в настоящее время на заводах, а также всех известных, по крайней мере известных нам, сортов осмистого иридия.

Мы выражаем надежду, что наш труд даст толчок к дальнейшему усовершенствованию методов выработки металла, оказывающего столь ценные услуги науке, и в частности химии.