

ДЖОНСОН (С. JOHNSON) и АТКИНСОН (R. H. ATKINSON)

АФФИНАЖ МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ  
ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА НА АКТОНСКОМ АФФИНАЖНОМ ЗАВОДЕ<sup>1</sup>

(Перевод с английского С. К. Шабарина)

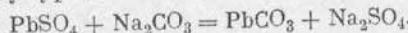
Россия, Колумбия, Абиссиния добывают платину из россыпей, между тем как в Канаде и в Южной Африке платина получается из коренных месторождений. Источником канадской платины является знаменитое медно-никелевое месторождение Сэдбери в округе Онтарио. Палладий представлен в нем приблизительно в том же количестве, что и платина.

Обработка сэдберийских медно-никелевых руд была недавно обсуждена в *The Industrial Chemist*, XII, 438, где описывалось поведение платиновых металлов во время плавки и использование их свойств при аффинаже.

Актонский аффинажный завод получает остатки от никелевого завода в Клайдече, на котором никель получается карбонильным процессом из концентратов от электролитического рафинирования никеля и, в меньшем количестве, из концентратов с электролитного медного завода, на котором обрабатывается черновая медь компании.

Остатки, получаемые с аффинажного завода в Клайдече, требуют дополнительного обогащения, чтобы экономически было выгодно вести извлечение платины с помощью царской водки. В этих целях они плавятся с глетом, флюсами и углем в небольших опрокидывающихся печах с основной футеровкой, чтобы собрать благородные металлы и в то же время перевести в шлак кремнезем и неблагородные металлы.

Главнейшей реакцией во время плавки является восстановление глета до металлического свинца, который служит коллектором благородных металлов. Вторая важная реакция происходит между сернокислым свинцом, который составляет приблизительно 50% клайдечских остатков, и содой по следующему уравнению:



Углекислый свинец немедленно разлагается с образованием PbO и углекислоты. Сернокислый натрий отделяется в изложницах в виде шлака, который удаляется и выщелачивается.

Трейбованием слитков в подобных печах избыток свинца удаляется в виде глета, который снова идет в шихту при последующих плавках, а благородные металлы получаются в виде сплава, богатого серебром, — примерно вчетверо обогащенного сравнительно со шламмами Клайдече.

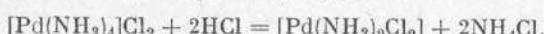
Если трейбование свинцовых сплавов вести до конца, т. е. до прекращения образования глета, то можно получить откупелированный металл, который плохо растворяется в последующих операциях аффинажа, в виду чего следует вести только частичное трейбование.

<sup>1</sup> Настоящая статья представляет собою сокращенное изложение доклада, сделанного капитаном Аткинсоном в заседании Института инженеров-химиков 19 мая 1937 г. (*The Ind. Chemist*, June 1937 и *Chem. and Met. Eng.*, July 1937).

Полученный таким образом сплав обрабатывается кипящей концентрированной серной кислотой, которая переводит большую часть серебра и около одной трети палладия в сульфаты. Остаток содержит платину, золото и остальной палладий в состоянии, особенно пригодном для извлечения их царской водкой, что и является очередной операцией. Из раствора хлоридов, которые при этом получаются, золото осаждается сернокислым закисным железом, а затем платина — добавкой хлористого аммония в виде хлороплатината аммония, и наконец осаждается палладий в виде палладозаминхлорида. Палладий, присутствующий в растворе в виде хлорида, переводится в растворимый тетраминопалладохлорид добавкой избытка аммиака соответственно уравнению:



При добавлении избытка соляной кислоты выпадает малорастворимый желтый осадок соединения, известного под названием палладозаминхлорида, образующегося по следующему уравнению:



Загрязненная платиновая соль переводится в металл прокаливанием, металл растворяется в царской водке и снова осаждается в виде чистого хлороплатината аммония, который после прокашивания дает чистую платиновую губку. Загрязненный палладозаминхлорид очищается растворением в аммиаке и повторным осаждением соляной кислотой. Чистая соль после прокашивания дает губчатый палладий.

Серебро и золото очищаются электролизом по Мёбиусу и Вольвилю, причем особенное внимание уделяется извлечению небольших количеств платиновых металлов. Все растворы, остающиеся от процессов, обрабатываются цинком или железом и кислотой, чтобы выделить следы благородных металлов. На практике наиболее экономичным оказалось плавить конечные нерастворимые остатки и остатки после цементации металлов, перед тем как начинать извлечение из них родия, рутения и иридия мокрым путем.

Свинцовые слитки, получаемые при плавке, подвергаются трейбованию для удаления избытка свинца, и остающийся сплав благородных металлов разделяется серной кислотой. Раствор обрабатывается на выделение благородных металлов, прежде всего палладия, платины и серебра, которые растворяются при этой операции. Главная масса родия, рутения и иридия, находящихся с самого начала в свинцовом сплаве, концентрируется в форме нерастворимых соединений, из которых они могут быть извлечены и очищены химическими методами.

Родий извлекается плавкой концентрата с сернокислым натрием, после чего очищается несколько измененным процессом Вичерса, Джилкрайста и Свэнджера (Wichers, Gilchrist and Swanger).<sup>1</sup> Нерастворимый остаток от бисульфатной плавки подвергается надлежащей обработке в целях удаления платины, золота и сульфата свинца, в результате чего получается концентрат, содержащий рутений и иридию.

Этот концентрат плавится с едким калием и с калиевой селитрой в железных чашках при темнокрасном калении, чтобы превратить весь рутений в растворимый калиевый рутенат. Затем сплавленная масса растворяется в воде. После отставания светлая жидкость сливаются декантацией в склянки и обрабатывается хлором. Эта обработка переводит рутенат в летучую четырехокись рутения, которая отгоняется при повышении температуры. Четырехокись рутения абсорбируется в раствор соляной кислоты, содер-

<sup>1</sup> См. Известия Инст. по изуч. платины и др. благор. металлов, вып. 11, стр. 205 (1933).

жащий метиловый алкоголь. Выпаривание содержащегося приёманика дает оксихлорид  $\text{RuOCl}_2$ , который восстанавливается до металла прокаливанием в водороде. Повидимому, в концентратах, после рафинации никеля содержащих благородные металлы, очень мало осмия и менее 1% рутения; учитывая близость свойств обоих металлов, осмий можно ожидать в виде примеси к рутению, если только он не удален, что легко достигается нагреванием оксихлорида рутения до темнокрасного каления в токе воздуха. Образующаяся четырехокись осмия поглощается спиртовым раствором едкого натрия, и осмий извлекается в виде осмил-тетраминхлорида  $[\text{OsO}_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ , <sup>1</sup> который может быть прокален до металла в атмосфере водорода.

Щелочной расплав одновременно с переведением рутения в рутенат калия, растворимый в воде, переводит также иридий в окисленную форму, которая в воде нерастворима, но растворима в соляной кислоте. В действительности для растворения иридия применяется царская водка.

Образующийся при этом солянокислый раствор выпаривается, и получается загрязненный хлороид аммония (прибавлением хлористого аммония), окисляемый небольшим количеством азотной кислоты. Загрязненная соль отделяется от примеси хлороплатината аммония фракционной кристаллизацией; применение тонкого восстановления облегчает растворение иридиевой соли. Рекристаллизация продолжается до получения соли желаемой чистоты. После этого соль разлагается нагреванием в газовом муфеле. Частично окисленный металл восстанавливается нагреванием в водороде и затем снова очищается.

Аффинаж более богатых концентратов, получаемых с никелевых и медных электролитных заводов, с содержанием более 50% платиновых металлов и весьма небольшим количеством серебра, начинается с обработки царской водкой.

При аффинаже благородных металлов порядок операций зависит от соотношения, в котором эти металлы представлены. Описанная выше последовательность операций принята как наиболее подходящая для этого рода продуктов. Вполне возможно, что для другого вида материалов более подходящей может оказаться иная схема.

Степень чистоты металлов, извлеченных из концентратов, определяется следующими средними цифрами анализа: платина 99.93%, палладий 99.94%, иридий 99.7%, родий 99.7%, рутений 99.7%, золото 99.97% и серебро 99.97%.

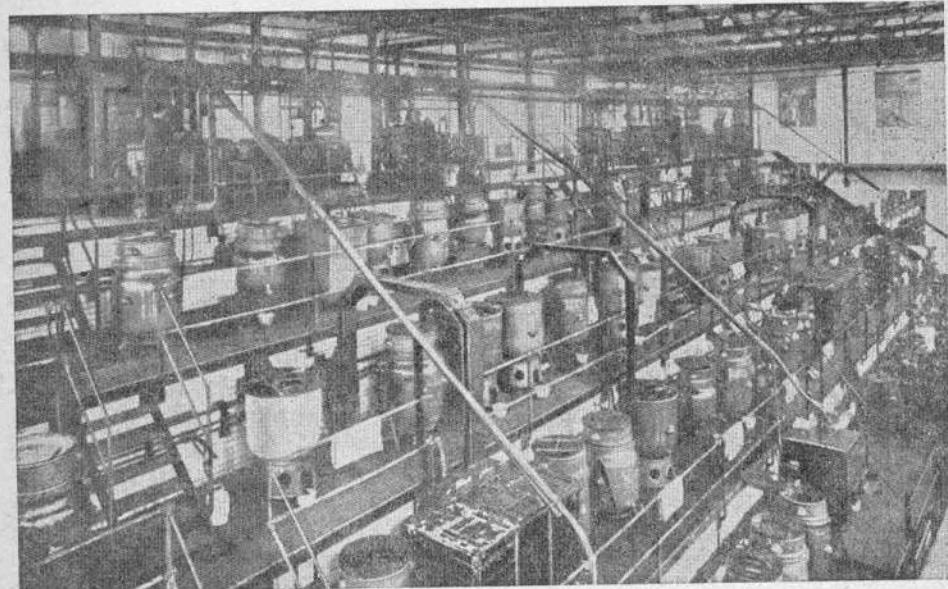
Высокая ценность обрабатываемых материалов настоятельно требует сводить до минимума потери их в производстве и получать, по возможности непосредственно, максимум продукции. На практике потери платиновых металлов, содержащихся в концентратах, не превышают 0.25%, причем 1.25% металлов временно удерживается в печных шлаках, которые возвращаются на никелевый рафинировочный завод для переработки. Остальные 98.5% металлов получаются прямо в виде аффинированных металлов. Потери, происходящие в процессах извлечения никеля и меди, также очень незначительны, и считается, что, за исключением, пожалуй, осмия, в конечном итоге извлекается 90% благородных металлов, заключенных в руде.

### Отделение аффинажа платины

Платиновые металлы, как металлы благородные, требуют применения сильных кислот и других реагентов для их очистки. Это обстоятельство делает невозможным при постройке аффинажного отделения применение мно-

<sup>1</sup> Так называемая соль Фреми, получающаяся при действии хлористого аммония по реакции:  $\text{Na}_2\text{OsO}_4 + 4\text{NH}_4\text{Cl} = [\text{OsO}_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl}$ . (Прим. переводчика).

гих стандартных материалов; например, даже применение нержавеющей стали может иметь место лишь изредка. Масштаб операций — небольшой, и аффинаж платины часто даже описывается как укрупненная лабораторная работа, а аффинаж прочих металлов платиновой группы до сих пор является операцией небольшого объема. Механические операции сведены к минимуму, и если есть необходимость применить машину, то, чем она будет проще, тем будет лучше. Высокая коррозийная природа большинства реагентов вместе с необходимостью доведения до минимума потерь ценных металлов являются главнейшими основаниями, по которым избегают механизации производства. Общая потеря производства по всем операциям аффинажа, вероятно, составляет менее 0.1%.



Фиг. 1. Общий вид новой установки отделения мокрого процесса.

Видны трубы, ведущие от кислотоупорных пневматических чанов (турилл) к верхней части растворительного яруса.

Непрерывному производственному процессу предпочтается партионная операция, которая дает возможность легче учитывать продукцию и иметь уверенность в том, что благородные металлы не теряются.

По тем же соображениям — учета благородных металлов все установки отделения должны быть легко доступны для очистки по окончании операции.

Мокрый процесс осуществляется в специально спроектированном для этой работы здании. В течение первых 5 лет работа велась во временных помещениях.

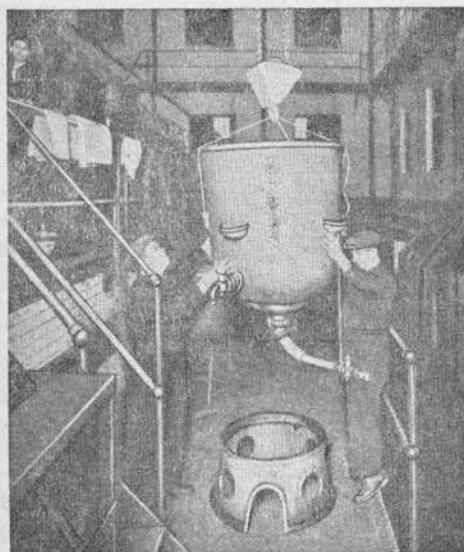
Основной особенностью отделения является расположение аппаратуры ярусами. Последовательные стадии процесса могут быть расположены в линию от вершины здания до его пола, причем растворы движутся самотеком от одного сосуда к другому. Если процесс требует более пяти операций, то раствор после четвертой операции подымается в один из верхних ярусов. Таким образом, число подъемов растворов сводится до минимума. Подъем растворов осуществляется при помощи как кислотоупорных пневматических чанов (турилл), так и центробежных кислотоупорных насосов, причем на основании прошлого опыта предпочтительно употребляются



Фиг. 2. Выливка из печи после первой плавки концентратов, содержащих благородные металлы.



Фиг. 3. Опрокидывающаяся печь системы Морган-Райт.



Фиг. 4. Установка керамического смесителя сист. Долтона.

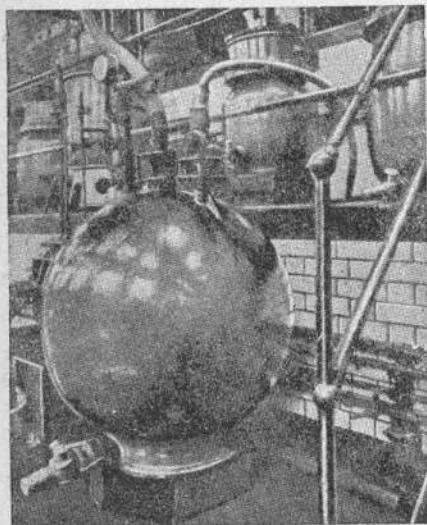


Фиг. 5. Разгрузка разварочного котла на фильтр.

пневматические чаны. Общее расположение здания облегчает также наблюдение за процессом и контроль его.

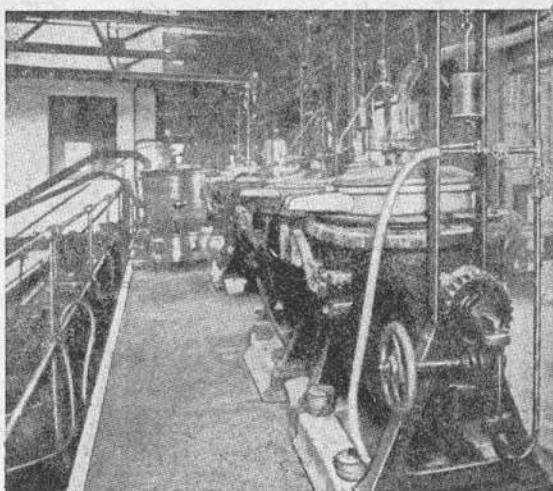
Стены выложены из белых глазурованных кирпичей, а полы сделаны из химического асфальта. Пар, вода, вакуум и сжатый воздух имеются на всех ярусах. Мостовой кран дает возможность любую часть установки перенести или передвинуть на любое другое место.

Наконец, в завершение всей системы, для удаления и переработки всех газов, получающихся в производстве, имеется общая вентиляция, снабженная вентиляторами Робертса, установленными на крыше здания, и дополненная по мере необходимости приточной вентиляцией.



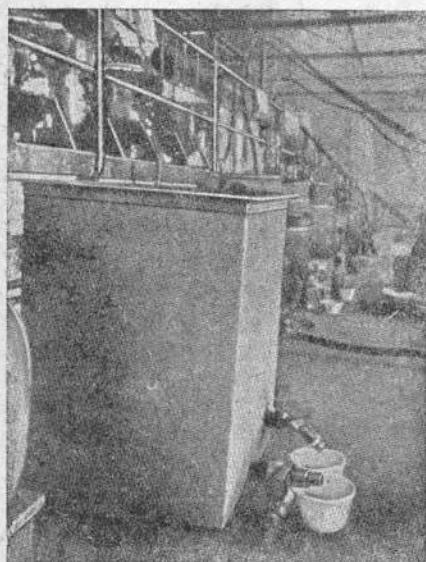
Фиг. 6. Долтоновский кислотоупорный чан, установленный на полу завода.

Помещается в деревянном ящике, но здесь он выдвинут для фотографирования.



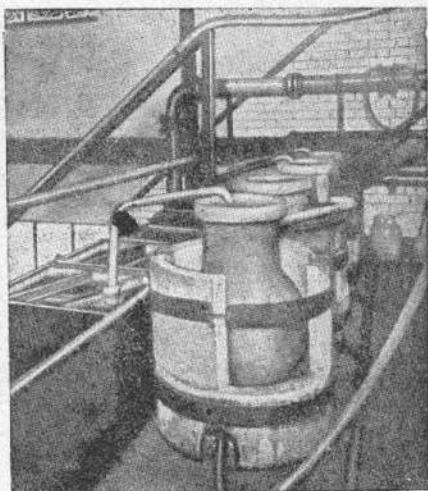
Фиг. 7. Три растворительных котла с паровым обогревом и с приспособлением для наклона котла, на чугунной станине.

Впереди керамиковый чан; расположены они на самом верхнем ярусе.



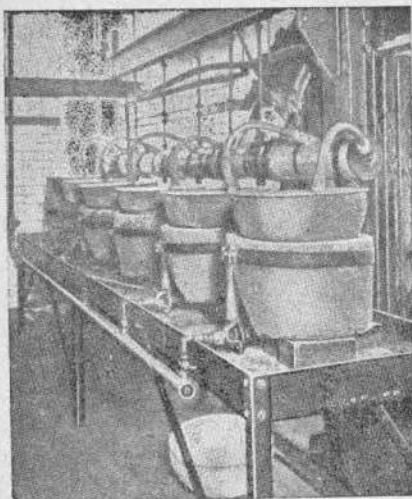
Фиг. 8. Сварной стальной ящик, с футеровкой из мягкой резины.

Применяется для некоторых операций вместо керамиковой посуды.



Фиг. 9. Четыре баллона из плавленого кварца для выпаривания смеси кислот, главным образом азотной и соляной.

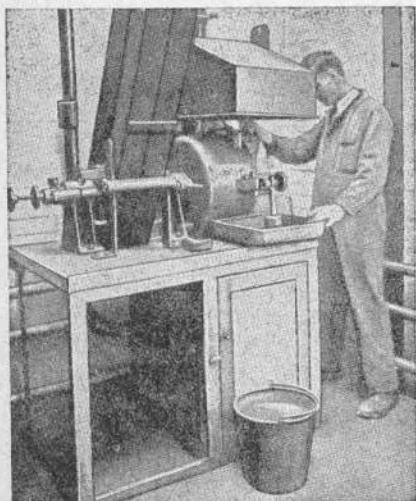
Передний частично обнажен, чтобы показать самый баллон; второй баллон не работает — у него разомкнут кварцевый патрубок; два задних работают; они обогреваются газом и покрыты сверху асбестовыми крышками; дестиллят конденсируется в ящиках с холодной водой — слева, проходя через них по кварцевым спиральям; на заднем плане виден отвод для газов; через середину снимка проходит резиновый шланг, проводящий жидкость с самого нижнего яруса на верхний.



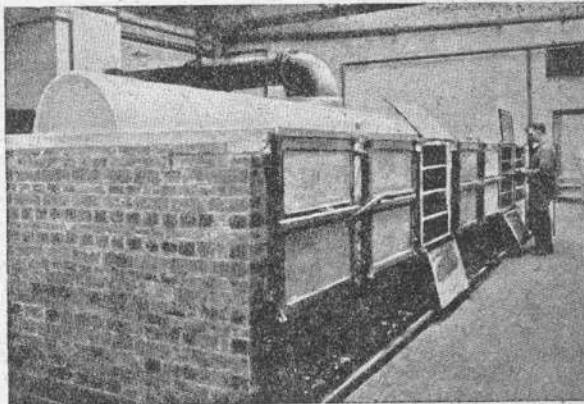
Фиг. 10. Батарея чашек из плавленого кварца, обогреваемых газом. Применяются для разварки гранулированных металлов в азотной кислоте; покрышки — из нержавеющей стали и с резиновыми трубками, присоединенными к газоотводной трубе.



Фиг. 11. Газовая муфельная печь, из которой выгружается губчатая платина после прокаливания.



Фиг. 12. Истиратель Стюартсвента. На стене виден пылесос; все пылесосы из разных отделений ведут в общую магистраль и через нее в пылеуловительную камеру с сотрясающимися мешечными фильтрами из мэрдунки.

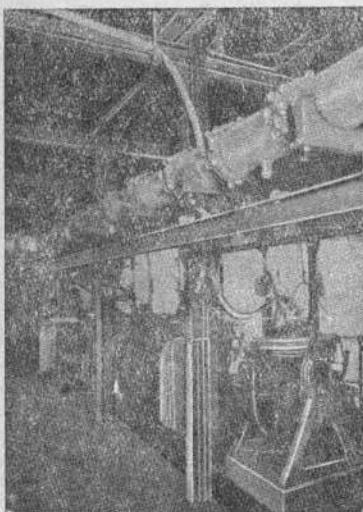


Фиг. 13. Сушильная многокамерная газовая печь (одна сторона).

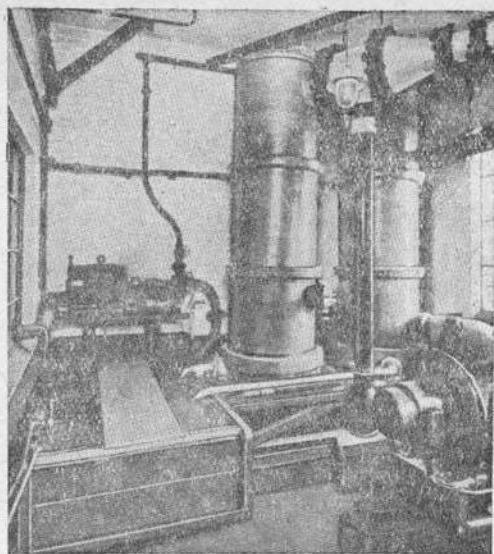
#### Отделение мокрого процесса

При оборудовании аффинажного завода для процессов мокрого аффинажа, связанных с применением кислот, обычно употребляется химическая керамиковая посуда. Имеются два главных вида этой посуды: смесители или чаны емкостью до 375 л и вакуум-фильтры до 300 литров.

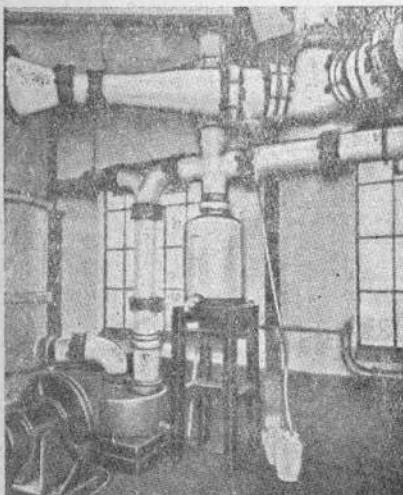
Обработка концентрата царской водкой обычно ведется в керамиковых чанах емкостью в 140 л, обогреваемых паром. При этом быстро достигается температура 90° С, необходимая для растворения тонкораздроб-



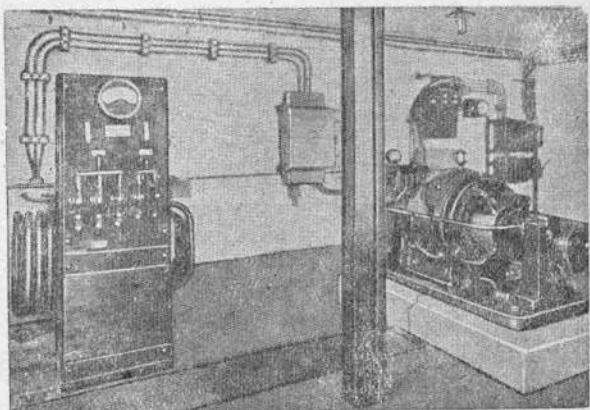
Фиг. 14. Растворительные котлы (вид сзади).  
Видна керамическая газоотводная магистраль.



Фиг. 15. Скрубы для кислотных газов.  
Слева виден ящик с раствором щелочи, сзади — центробежный насос для подачи раствора и вершине скруббера; справа видна воздуховка, приводящая в действие аджектора.



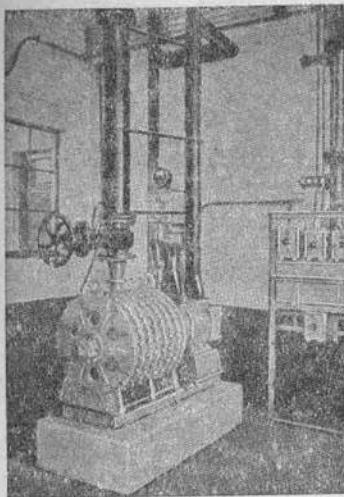
Фиг. 16. Отделение скрублеров.  
Видны детали соединений аджектора.



Фиг. 17. Умформер.

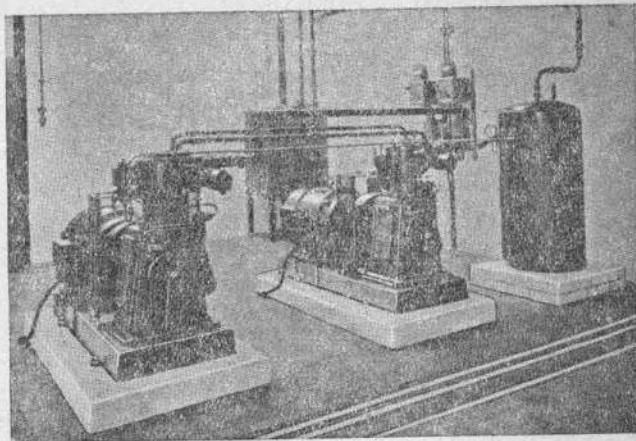
ленной платины, палладия и золота, содержащихся в концентрате. Работа при этих условиях имеет то преимущество, что избегаются толчки, когда тяжелый нерастворимый осадок оседает на дно чана.

С другой стороны, эти условия совершенно отличны от условий растворения шлиховой платины, которое наиболее успешно проводится в нагреваемых на газу баллонах (из плавленого кварца) емкостью 70 л в концентрированной царской водке при температуре кипения или близкой к ней. Выпаривание растворов, содержащих азотную кислоту, ведется в таких же кварцевых баллонах, снабженных конденсаторами.



Фиг. 18. Турбовентилятор на 4000 об/мин.

Короткая отводная труба между вентилятором и мотором служит для подачи необходимого количества воздуха для охлаждения подшипников; позади видна аппаратура, контролирующая вентилятор; распределительная доска (направо) типа сейфа контролирует этот вентилятор и пролее оборудование.



Фиг. 19. Воздушные компрессоры.

Обработка азотной кислотой выполняется в обогреваемых газом 20-литровых сосудах, изготовленных из плавленого кварца, которые также употребляются для плавок с бисульфатом натрия. Обработка серной кислотой

ведется в 25-литровых чанах, изготовленных из мелкозернистого серого чугуна и обогреваемых газом. Выложенные свинцом деревянные, равно как и железные, сосуды применяются для растворов, содержащих свободную серную кислоту.

Удобными являются деревянные ящики емкостью до 1100 л, выложенные мягкой резиной; они применяются для ряда операций, например для реакций, где имеется такое количество свободной соляной кислоты, что освивцованные сосуды непригодны. Для переливания кислых растворов, а также для удаления газов из реакционных сосудов применяются кислотупорные шланги.

Стальные сосуды, выложенные твердой резиной, предпочтитаются каменным сосудам для операций, включающих применение соляной кислоты, при которых выделяемое реакцией тепло вызывает быстрое повышение температуры. Фарфоровое оборудование применяется для небольших работ по аффинажу.

#### Вспомогательный цех и подсобные помещения

Пар низкого давления, применяемый для процессов аффинажа и общего отопления здания, получается от котла с нефтяным отоплением.

Вакуумная система состоит из двух центробежных вакуум-насосов (Nash Hytor 10—17 HP), дающих вакуум, соответствующий 250 мм ртутного столба; большее разрежение считается неприемлемым, ввиду применения керамиковых фильтров. Вакуумные магистрали изготовлены из твердых каучуковых трубок. Сточные колодцы и вакуумный скруббер предохраняют вакуум-насосы от коррозии.

Два воздушных компрессора (Broom & Wade), с автоматическим контролем расходования энергии, подают воздух к пневматическим чанам.

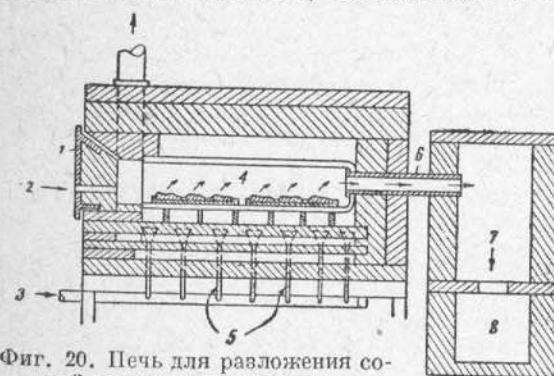
Сушка различных полупродуктов и продуктов производства, большинство которых — слегка кислые, осуществляется в газовых сушильных

печах, частично снабженных терморегуляторами. Применяются сосуды из эмалированного железа, стекла «пайрекс» и керамиковые.

Остатки, которые спекаются при обжиге или затвердевают при сушке, могут быть измельчены. Для этих целей имеются четыре 8" и один 14" дисковые истиратели. Принимаются предосторожности для собирания и использования всей пыли, образующейся во время измельчения: установлен вентилятор и пылеулавливающие мешечные фильтры.

### Удаление и обезвреживание кислотных газов

Выделяющиеся во время реакций газы состоят из сернистого газа, хлора, паров соляной кислоты, окислов азота и хлористого нитрозила. Хотя керамиковые вентиляторы могут удалять смесь кислых газов, более целесообразным является применение эжектора, при котором газы не проходят через вентилятор. В последней системе вентилятор нагнетает струю воздуха с большой скоростью в специально устроенное выпускное отверстие, что имеет целью обеспечить достаточно сильное высасывание для удаления газов из реакционных сосудов. Кислые газы нейтрализуются раствором углекислого натрия, который циркулирует под действием центробежных насосов.

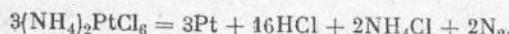


Фиг. 20. Печь для разложения со-  
лей платины и палладия.

1 — дверца; 2 — воздух; 3 — газ; 4 — муфель; 5 — горелки;  
6 — кронштейновая труба; 7 — осадительная камера; 8 — боров.

кислого натрия, который циркулирует под действием центробежных насосов.

Хлороплатинат аммония может быть превращен в металлическую платину восстановлением влажной соли посредством цинковой пыли, но получающаяся этим путем платина загрязняется примесями, содержащимися в цинке, и требует дополнительной обработки, включительно до прокаливания, прежде чем она будет пригодна для продажи. Вследствие этого, целесообразнее вести разложение соли путем нагревания, причем имеет место следующая реакция:



Получение небольших количеств металлических платины и палладия путем прокаливания этих комплексных соединений не представляет, конечно, никаких затруднений, и в лабораторной обстановке эта операция весьма проста. Однако в условиях заводского процесса, когда необходимо прокаливать десятки килограммов хлороплатината аммония или хлоропалладозамина, осуществление этой операции представляет собою техническую проблему, которая должна быть разрешена при соблюдении ряда обязательных требований, а именно: получаемый продукт должен быть высшей чистоты; процесс должен протекать почти без потерь; стоимость процесса должна быть незначительна; должны быть обеспечены надежное удаление летучих компонентов и их нейтрализация.

Перечисленным требованиям полностью удовлетворяет газовый муфель (фиг. 20), работа которого проверена в течение ряда лет.

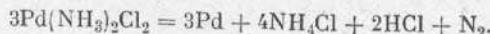
Высушенная соль, подлежащая разложению, помещается в ящики из плавленого кварца, которые устанавливаются в муфеле. Вначале нагревание ведется очень осторожно в пределах 310—370°, после чего температуру

керамиковые вентиляторы могут удалять смесь кислых газов, более целесообразным является применение эжектора, при котором газы не проходят через вентилятор. В последней системе вентилятор нагнетает струю воздуха с большой скоростью в специально устроенное выпускное отверстие, что имеет целью обеспечить достаточно сильное высасывание для удаления газов из реакционных сосудов. Кислые газы нейтрализуются раствором углекислого натрия, который циркулирует под действием центробежных насосов.

повышают до 900°, чтобы нацело удалить летучую часть солей. В соответствии с указаниями Тредвела, соль заворачивается в фильтровальную бумагу для уменьшения потерь во время разложения. Тредвел, впрочем, указывает на возможность образования летучих хлор-карбонильных соединений, благодаря действию окиси углерода на разлагаемую соль, хотя происходящие по этой причине потери могут быть избегнуты при осторожном ведении процесса.

Выделяющиеся при разложении комплексной соли летучие компоненты удаляются через «кронитовую трубу»<sup>1</sup> в осадительную камеру, где большая часть возгona оседает, и далее — в боров, который ведет к центральному промывному устройству, где производится нейтрализация соляной кислоты раствором соды.

Очень важно следить, чтобы хлористый аммоний преждевременно не оседал и не закупоривал отводную трубу. В этих целях рекомендуется обогревать кронитовую трубу небольшой газовой горелкой. Особенно это важно при прокаливании хлоропадладозамина, который при этом образует вдвое больше хлористого аммония, чем хлороплатинат аммония, как видно из следующего уравнения:



<sup>1</sup> Кронит — специальный сорт нержавеющей стали с содержанием хрома и никеля (Прим. переводчика.)

## СОДЕРЖАНИЕ ПРЕДЫДУЩИХ ВЫПУСКОВ

Известия Института по изучению платины и других благородных металлов

Вып. 1, под редакцией Л. А. Чугаева. 1920. (*Распродан.*)

*Содержание:* Л. А. Чугаев. О назначении и задачах Института по изучению платины и других благородных металлов. — Исследования над комплексными соединениями платины: I. Л. А. Чугаев и М. С. Григорьева. О гидразиновых соединениях платины. — II. Л. А. Чугаев и И. И. Черняев. О гидроксиламиновых соединениях платины.

Вып. 2, под редакцией Л. А. Чугаева. 1921. Цена 95 к.

*Содержание:* Исследования над комплексными соединениями платины: III. Л. А. Чугаев и Н. К. Пшеницын. О некоторых молекулярных перегруппировках в комплексных соединениях платины. — IV. Л. А. Чугаев. Новый способ получения солей хлоро- и бромо-платотриаминового ряда (солей ряда Клеве). — V. Л. А. Чугаев и С. С. Кильтынович. Об аммиачных соединениях платонитрита. — VI. Л. А. Чугаев и И. А. Владимиров. Об изменении электропроводности в ряду аммиачных соединений платонитрита.

Вып. 3, посвященный памяти Л. А. Чугаева. 1924. (*Распродан.*)

*Содержание:* В. Н. Ипатьев. Светлой памяти незаведенного Л. А. Чугаева. — Э. Х. Фрицман. Лев Александрович Чугаев (биографический очерк). — Г. В. Пигулевский. Работы Л. А. Чугаева в области органической химии. — А. А. Гринберг. О работах Л. А. Чугаева по оптическим свойствам химических соединений. — В. Г. Хлопин. О работах Л. А. Чугаева в области комплексных соединений. — И. И. Черняев. Исследования Л. А. Чугаева в области комплексов платины. — В. В. Лебединский. Обзор работы Л. А. Чугаева по спутникам платины. — В. В. Лебединский. Институт для изучения платины и других благородных металлов. — Б. К. Климонт. Памяти Л. А. Чугаева.

Вып. 4, под редакцией Н. С. Куриакова и Э. Х. Фрицмана. 1926. (*Распродан.*)

*Содержание:* Первый отдел. Л. А. Чугаев. О пентаминовых соединениях четырехвалентной платины. — Л. А. Чугаев. О новом ряде ацидоамидо-тетраминовых производных четырехвалентной платины. — Л. А. Чугаев и С. Е. Красиков. О комплексных сульфокислотах платины. — Л. А. Чугаев. О новом комплексном основании осмия. — Л. А. Чугаев. О новом ряде комплексных солей иридия, содержащих гидразин. — Л. А. Чугаев с сотрудниками. О комплексных соединениях платины и палладия с органическими сульфидами. — Э. Х. Фрицман. О комплексных соединениях платины и палладия с органическими селенидами. — В. В. Лебединский. О новом ряде комплексных соединений трехвалентного иридия. — И. И. Черняев. Мононитриты двухвалентной платины. — А. А. Гринберг. О приложении теории Гоша к комплексным соединениям. — Л. А. Чугаев, М. С. Сканави-Григорьева и А. Позник. О платиновых соединениях гидразина и изонитрилов. — Н. С. Куриаков и В. А. Немилов. Твердость, микроструктура и электропроводность сплавов платины с серебром. — В. В. Лебединский и В. Г. Хлопин. Выделение чистой платины из платиновой руды (шлаковой платины). — В. Г. Хлопин. Новая качественная реакция на иридий и колориметрическое определение небольших количеств иридия в платине. — В. Н. Иванов. Новые соединения и новый способ определения платины, палладия и родия. — Труды Аналитической комиссии

си и Платинового института. — Б. Г. Карпов. Новый метод разделения платины и иридия. — О. Е. Звягинцев. Быстрое определение палладия и платины. — Второй отдел. Рефераты, обзоры и извлечения.

Вып. 5, под редакцией Н. С. Курнакова, Э. Х. Фрицмана и О. Е. Звягинцева, посвященный столетию существования русской платиновой промышленности 1927. (*Расprodан.*)

*Содержание:* Первый отдел. О. Е. Звягинцев. К столетию русской платины. — Э. Х. Фрицман. Исторический очерк платинового дела в России. — Н. И. Степанов. Биографические сведения о некоторых деятелях в области русского платинового дела. — Л. А. Чугаев и В. Г. Хлопин (сост. и обраб. Э. Х. Фрицманом). О реакциях окисления комплексных соединений платины. — И. И. Черняев. Нитриты платины. (Статья II). — И. И. Черняев. К теории комплексных соединений. (Статья I). — А. А. Гринберг и Н. К. Шеницын. О молекулярных перегруппировках гетерометаллических комплексных соединений. — А. А. Гринберг. Об особом виде реакций вытеснения, наблюдаемых на комплексных соединениях. — О. Е. Звягинцев. О тройных солях родия. — О. Е. Звягинцев. Об анализах иридия. — О. Е. Звягинцев, М. И. Корсунский и Н. Я. Селяков. Исследование сырой уральской платины на содержание двимарганца. Второй отдел. Б. Н. Меншуткин. К истории русской платины. — П. Соболевский. Об очищении и обработке сырой платины. — Кованько Г.-й. Описание способа обработки сырой платины, платиновых обрезков и оциллов, введенного на С.-Петербургском монетном дворе в 1841 г. — К. Клаус. Химическое исследование остатков уральской платиновой руды и металла рутения. — Переводы и рефераты.

Вып. 6, под редакцией Н. С. Курнакова, Э. Х. Фрицмана и О. Е. Звягинцева. 1928. Цена 4 р. 50 к.

*Содержание:* Первый отдел. Б. Н. Меншуткин. Карл Карлович Клаус. — О. Е. Звягинцев. Академик Б. С. Якоби и его труды по платине. (К 125-летию со дня рождения). — И. И. Черняев. Нитриты платины. (Статья III). — И. И. Черняев. Об оптической деятельности платины. (Статья I). — И. И. Черняев. О нитритах платины. (Статья IV). — Б. Г. Карпов. Метод разделения иридия и родия сплавлением с висмутом. — Э. Х. Фрицман. К вопросу о сущности перегонки четырехокиси осмия из водных растворов и окисления осмия и его соединений в связи с регенерацией осмия. (Статья I). — Э. Х. Фрицман. Количественное определение осмия в различных его соединениях. — А. А. Гринберг. Роданиды двухвалентной платины. — А. Т. Григорьев. О некоторых физических свойствах платины. — А. Т. Григорьев. О сплавах платины с золотом. — Второй отдел. Карл Клаус. Материалы к химии платиновых металлов. (Перевод с немецкого Б. В. Лебединского). — В. Меггерс. Спектры платиновых металлов. (Перевод с английского С. З. Макарова). — К. Пааль и К. Амбергер. К познанию осмия. (Перевод с немецкого А. Т. Григорьева).

Вып. 7, под редакцией Н. С. Курнакова, Э. Х. Фрицмана и О. Е. Звягинцева. 1929. Цена 4 р. 20 к.

*Содержание:* Первый отдел. В. А. Немилов. Твердость, микроструктура и температурный коэффициент электросопротивления сплавов платины с железом. — В. А. Немилов. О сплавах платины с иридием. — Е. Я. Роде. О сплавах родия с висмутом. — А. Т. Григорьев. О сплавах палладия с сурьмой. — А. Т. Григорьев. О сплавах золота с сурьмой. — И. И. Черняев. О нитросоединениях платины. (Статья V. Реакция Зинина). — И. И. Черняев и А. Н. Федорова. О нитросоединениях платины. (Статья VI. Изомерия граневых динитротриаминов). — И. И. Черняев и Ф. М. Клячина. О нитросоединениях платины (Статья VII. Цис-динитротетрамины). — И. И. Черняев и С. И. Хорунженков. О нитросоединениях платины (Статья VIII. Измерения электропроводности). — О. Е. Звягинцев, Е. А. Воронова и С. И. Хорунженков. О тройных солях родия. (Статья II). — Л. А. Чугаев и Б. П. Орелкин. О некоторых комплексных соединениях хлористой платины с аминоацеталем. (Составил Э. Фрицман). — Л. А. Чугаев и И. И. Черняев. О реакциях окисления комплексных соединений платины. (Статья II. Окисление при помощи персульфатов и свободного кислорода). (Составил Э. Фрицман). — Э. Х. Фрицман.

О природе четырехокиси осмия. Обзор работ Л. А. Чугаева по осмию. — Н. С. Курнаков и Н. А. Андреевский. О производных хлористой платотетраминовой соли. — А. М. Болдырева. Исследование кристаллов диаминовых и тетраминовых дихлоридов палладия и платины. — Второй отдел. Э. Фрицман. Светлой памяти Льва Александровича Чугаева. — Э. Х. Фрицман. Список трудов Л. А. Чугаева. — Л. А. Чугаев. Новый способ открытия иридия в присутствии других металлов платиновой группы. — Л. А. Чугаев. Новый способ получения хлороплатинитов. — Л. А. Чугаев. Новая катализическая реакция, вызываемая чернью родия. — Г. Сен-Клер-Девиль и Дебре. О платине и о соединениях, не имеющих ее металлах. (Перевел с французского Б. А. Муромцев). — Д. С. Негру (J. S. Negru). Обзор цен и применений металлов платиновой группы. (Перевел с французского П. Ф. Антишин). — Н. К. Пшеницын. Извлечения из протоколов заседаний Института по изучению платины и других благородных металлов за 1926—1928 гг.

Вып. 8, под редакцией Н. С. Курнакова, Э. Х. Фрицмана и О. Е. Звягинцева. 1931. Цена 5 р.

*Содержание:* Первый отдел. Н. С. Курнаков и В. А. Немилов. О сплавах платины с медью. — Н. С. Курнаков и В. А. Немилов. О сплавах платины с никелем. — А. Т. Григорьев. Сплавы палладия с железом. — И. И. Черняев. О нитросоединениях платины. (Статья IX. Метиламиновые соединения). — И. И. Черняев. О нитросоединениях платины. (Статья X. Реакция нитрования). — И. И. Черняев и А. Н. Федорова. О пентаминах платины. — И. И. Черняев и С. И. Хоруженков. Измерения электропроводности комплексных соединений платины. — А. А. Гринберг. К вопросу о стереохимии платосолей. — А. А. Гринберг и Г. П. Фаерман. Аммиакаты и амиды четырехвалентной платины как кислоты и основания. — И. И. Черняев. Метод определения небольших количеств иридия в хлороплатинатах. — Второй отдел. П. Т. Клеве. Об аммиачных основаниях платины. (Перевел с английского И. Черняев). — Н. К. Пшеницын. Извлечения из протоколов заседаний Института по изучению платины и других благородных металлов за 1929—1930 г.

Вып. 9, под редакцией Н. С. Курнакова и О. Е. Звягинцева, 1932. Цена 4 р.

*Содержание:* Первый отдел. О. Е. Звягинцев. Памяти Н. И. Подкопаева. — А. Т. Григорьев. О сплавах палладия с никелем (с 4 фиг. и 2 табл.). — В. А. Немилов. О сплавах платины с кобальтом (с 3 фиг. и 2 табл.). — О. Е. Звягинцев. Об осмистом иридии. Статья I (с 5 фиг. и 1 табл.). — О. Е. Звягинцев и Б. К. Бруновский. Об осмистом иридии. Статья II (1 табл.). — А. А. Гринберг и В. В. Птицын. О геометрической изомерии циклически построенных соединений двухвалентной платины. — А. А. Гринберг и Б. В. Птицын. О термическом разложении аммиакатов двухвалентной платины. — Труды Аналитической комиссии. I. Метод быстрого анализа шлиховой платины. II. Метод анализа шлиховой платины с определением одних благородных металлов. III. Метод анализа шлиховой платины с определением меди и железа. IV. Метод полного анализа шлиховой платины. V. Метод анализа «первого нерастворимого остатка», получающегося после растворения шлиховой платины в царской водке (1 фиг.). VI. Б. Г. Карпов и А. Н. Федорова. Новый метод разделения иридия и платины. VII. Б. Г. Карпов. Анализы металлического руды. VIII. Опробование на платину, палладий, иридий и родий слитков с высоким содержанием платины. — Труды Металлографической комиссии. I. Исследование металлов, изготовленных в СССР. II. Исследование сплавов платины с иридием производства заграничных фирм (1 фиг.). III. Исследование сплавов платины с медью, палладием и другими металлами иностранных фирм. — Н. К. Пшеницын и С. Е. Красиков. К методу получения четыреххлористого иридия. — Н. К. Пшеницын и С. Е. Красиков. К вопросу о получении чистого гидрата двуокиси иридия.

Второй отдел. Ф. Краус и Герлах. К познанию окиси иридия. (Перевел с немецкого Н. К. Пшеницын). — П. О. Леннон. Осмистый иридий и его добыча в Тасмании. (Перевел с английского С. К. Шабарин; печ. в извлечениях, с 2 фиг.). Р. Джильхрист. Весовой метод определения рутения. (Перевод с английского под ред. Б. Г. Карпова). — Извлечения из протоколов заседаний Института по изучению платины и других благородных металлов за 1930—1931 г. Составил Н. К. Пшеницын.

Вып. 10, под редакцией Н. С. Курнакова и О. Е. Звягинцева, 1932. Цена 2 р.  
Доклады Института по изучению платины на сессии Академии Наук, посвященной проблемам Урало-Кузбасского комбината.

*Содержание:* В. А. Немилов. Работы Платинового института в области металлических сплавов. — О. Е. Звягинцев. О формах нахождения платины и ее спутников в природе. — И. И. Черняев. О комплексных соединениях платины. — А. А. Гринберг. Физико-химические исследования в области комплексных соединений.

Вып. 11, под редакцией Н. С. Курнакова и О. Е. Звягинцева, 1933. Цена 10 р.

*Содержание:* Первый отдел. В. В. Лебединский. Новый ряд аммиачных соединений родия (с 2 фиг.). — Н. К. Пшеницын и С. Е. Красиков. О комплексных хлоронитритах иридия (с 1 фиг.). — И. И. Черняев, Н. В. Вальденберг. О нитросоединениях платины. Статья XI. Этиламиновые соединения (с 4 фиг.). — И. И. Черняев и Т. Б. Пейзнер. О нитросоединениях платины. Статья XII. Диэтиламиновые соединения (с 1 фиг.). — И. И. Черняев и А. С. Самсонова. Об асимметрической хлористой соли типа Клеве. — И. И. Черняев и Л. Ю. Генинг. О нитросоединениях платины. Статья XIII. Реакция нитрования (с 1 фиг.) — И. И. Черняев — О действии аммиака на соль Гро. И. И. Черняев. О нитросоединениях платины. Статья XIV. Определение азота. — И. И. Черняев и А. М. Рубинштейн. Внедрение пиридина во внутреннюю сферу четырехвалентной платины (с 5 фиг.). — С. И. Хорунженко. Электропроводность этилендиаминететрахлороплатинодипиридина. — А. А. Гринберг и Б. В. Птицын. О титровании соединений двухвалентной платины перманганатом калия. — А. А. Гринберг. Исследование над комплексными соединениями двухвалентного палладия. — А. А. Гринберг и В. М. Шульман. Об эффекте растворимости веществ в смешанных растворителях, порозны не растворяющих данное вещество (с 3 фиг.). — В. А. Немилов. О сплавах платины с хромом (с 3 фиг. и 3 табл. микрофото). — Б. Г. Карпов и А. Н. Федорова. К вопросу об аналитическом разделении иридия и родия. И. Н. Плаксин и С. М. Штамова. Методика амальгамационной пробы на платину.

Второй отдел. С. М. Иергенсон. О строении платиновых оснований (с 4 фиг.). Перевод с нем. Е. М. Гринберг под ред. А. А. Гринберга. — Э. Уичерс, Р. Джилкрест и В. Г. Свендже. Очистка шести платиновых металлов. Перевод выполнен на Гос. аффинажном заводе в Свердловске.

Вып. 12, под редакцией Н. С. Курнакова и О. Е. Звягинцева, 1935. Цена 10 р.

*Содержание:* Первый отдел. О. Е. Звягинцев и Б. К. Бруновский. Об осмистом иридии. Статья III (9 фото, 2 фиг.). — В. А. Немилов и Н. М. Воронов. О сплавах платины с сурьмой (12 фото, 4 фиг.). — В. А. Немилов и Н. М. Воронов. О сплавах платины с родием (12 фото, 5 фиг.). — О. Е. Звягинцев и Б. К. Бруновский. О сплавах родия с медью (12 фото, 6 фиг.). — В. В. Лебединский. Об аммиачных соединениях родия (4 фиг.). — В. В. Лебединский и В. С. Волков. О соединениях родия с тиомочевиной. — В. В. Лебединский и А. Федоров. О соединениях родия с ацетонитрилом. — В. В. Лебединский, Е. С. Шапиро и Н. П. Касатина. О соединениях иридия с тиомочевиной. — И. И. Черняев и А. М. Рубинштейн. О взаимодействии пиридина с солями Клеве и Жерара (9 фиг.). — И. И. Черняев и А. М. Рубинштейн. О триаминсульфате Стромгольма. — А. А. Гринберг, В. М. Шульман и С. И. Хорунженков. Об электропроводности комплексных соединений палладия (4 фиг.). — А. А. Гринберг и Б. В. Птицын. Потенциометрическое титрование платины и иридия (16 фиг.). — Б. Г. Карпов, С. Е. Красиков и А. Н. Федорова. Анализ аффинированного осмия (1 фиг.). — Б. Г. Карпов и А. Н. Федорова. Анализ плавленой платины. Второй отдел. В. М. Гольдшмидт и К. Петерс. К геохимии благородных металлов. Перевод с немецкого О. Е. Звягинцева.

#### Известия сектора платины и других благородных металлов Института общей и неорганической химии

Вып. 13, под редакцией Н. С. Курнакова и О. Е. Звягинцева, 1936. Цена 7 р.

*Содержание:* О. Е. Звягинцев. Некролог Н. Н. Барабошкина. — Лебединский. О действии аммиака на растворы хлористого родия. — С. Е. Красиков, А. Н. Филиппов и И. И. Черняев. О спектре

поглощения четырехокиси рутения. — А. М. Рубинштейн. О пиридиновых комплексных соединениях четырехвалентной платины. — И. И. Черняев и А. В. Бабаева. К вопросу об окислении цис- и транс-нейтраллитов двухвалентной платины азотной кислотой. — В. В. Лебединский. Выделение родия из платиновых остатков. — И. Н. Плаксина и М. А. Кожухова. Физико-химические основы процесса амальгамации. — В. В. Щекин. Амальгамация платины как электрохимический процесс. — О. Е. Звягинцев. Об осмистом иридии (ст. IV). — В. А. Немилов и А. А. Рудницкий. О сплавах золота с марганцем. — Н. М. Воронов. Физико-химическое исследование системы платина—кремний. — Е. Я. Роде. О сплавах палладия с серебром. *Приложение.* Указатель главнейшей литературы в сплавах благородных металлов.

Вып. 14, под редакцией Н. С. Курнакова и О. Е. Звягинцева, 1937. Цена 11 р.

*Содержание:* Первый отдел. В. А. Немилов. Памяти М. Н. Пивоваровой. — И. И. Черняев и А. Н. Федорова. О разрыве цикла комплексных соединений платины. — Н. К. Шеницын и С. Е. Красиков. Исследование реакций окисления сульфида иридия азотной кислотой. — В. В. Лебединский и С. Ф. Силин. Нитро-пиридиновые соединения родия. — В. И. Горемыкин. Окисление гидроксиламиновых соединений платины. И. И. Черняев и А. Д. Гельман. Об этиленовых соединениях платины. И. И. Черняев и А. Я. Плакан. Исследование реакций между аммониевыми солями и комплексными нитросоединениями кобальта. — В. А. Немилов и Н. М. Воронов. Сплавы платины с молибденом. — Второй отдел. Р. Шаронна. Исследование в области комплексных соединений рутения. (Перевод с французского под редакцией Б. Г. Карпова).

Вып. 15, под редакцией Н. С. Курнакова и О. Е. Звягинцева, 1938. Цена 7 руб.

*Содержание:* Первый отдел. И. И. Черняев и Анна Гельман. Изомерия этиленовых хлоридов платины. — В. В. Лебединский и Н. А. Балицкая. Новый ряд аммиачных соединений трехвалентного иридия. — В. В. Лебединский и И. А. Федоров. Новые соединения родия с диметилглиоксимом. — Д. И. Рябчиков. К вопросу о силе изомерных оснований комплексов двухвалентной платины (3 фиг.). — И. И. Черняев и В. Н. Широкова. О восстановлении хлороидата аммония сахарами (3 фиг.). — Н. И. Плаксина и М. А. Кожухова. Изменение косинуса краевого угла и времени смачивания при электроамальгамации золота. — В. Г. Тронев и С. М. Бондин. О действии соляной кислоты на благородные металлы под высоким давлением воздуха (3 фиг.). — Б. Г. Карпов и Г. С. Савченко. К вопросу о колориметрическом определении платины. — Н. А. Фигуровский. Колориметрический метод определения небольших количеств платины в азотной кислоте и др. продуктах. — Второй отдел. Р. Х. Аткинсона и А. Р. Рейпер. Металлы платиновой группы. (Сокращ. перевод с англ. С. К. Шабарина) (1 фиг.). — В. Р. Шеллер. Определение платины в платиновых шлихах. (Реферат Б. Г. Карпова).

Инв. № 6507

БИБЛИОТЕКА  
Химической группы  
Академии Наук  
СССР

### ЗАКАЗЫ НАПРАВЛЯТЬ:

Конторе по распространению изданий «Академкнига»—  
Москва, Больш. Черкасский пер., д. № 2.