

Н. К. ПШЕНИЦЫН

## О РАЗВИТИИ МЕТОДОВ АНАЛИЗА МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ ЗА 25 ЛЕТ<sup>1</sup>

Со времени основания Института по изучению платины и других благородных металлов при Комиссии по изучению естественных производительных сил СССР (в 1918 г.) недавно минуло 25 лет.

Принимая во внимание значение теоретических достижений Института в области исследования химических соединений элементов платиновой группы, особенно в изучении комплексных соединений платины, палладия, родия и иридия, я полагаю, что эта дата с полным основанием может быть отмечена на конференции, созванной по инициативе аффинажного завода.

Мне представляется также совершенно уместным отметить при этом и ту большую работу, которая произведена Платиновым институтом как в области аффинажа платиновых металлов, так и в деле усовершенствования методов химического анализа разнообразных материалов, начиная от шлаковой платины и кончая анализом аффинированных металлов высокой степени чистоты.

Л. А. Чугаев, придавая большое значение исследованию комплексных соединений платиновых металлов, прекрасно сознавал и ту руководящую роль, которую должен взять на себя Платиновый институт в деле развития химического анализа металлов платиновой группы. В статье [1], посвященной назначению и задачам Платинового института, Л. А. Чугаев с большой определенностью пишет по этому поводу следующее:

«Примерно на границе между практическими и научными задачами Платинового института следует поставить важную задачу, касающуюся химического анализа шлаковой платины и других материалов, в которых платина и ее спутники встречаются совместно. Близость свойств металлов платиновой группы и своеобразное влияние, которое они оказывают друг на друга, до-нельзя осложняют и затрудняют их отделение, особенно количественное.

Методы, до сих пор предложенные для этой цели, крайне сложны, длительны, часто мало надежны. Усовершенствования в этой области тем желательнее, чем ближе то время, когда придется обратиться к заводской переработке бедных платиновых пород, особенно коренных. При этом нужда в ускоренных и упрощенных методах будет особенно велика».

Приведенные соображения Л. А. Чугаева не утратили в значительной степени своего значения и в настоящее время, несмотря на то, что со времени опубликования цитируемой статьи прошло 26 лет и в области анализа платиновых металлов произошли значительные сдвиги.

В настоящий момент в связи с назревшей настоятельной необходимостью аналитического испытания новых видов сырья и продуктов его переработки, содержащих платиновые металлы в новых, необычных и вместе с тем

<sup>1</sup> Доклад на 1-й аналитической конференции по металлам платиновой группы в июле 1943 г.

значительно менее изученных комбинациях, разработка новых методов анализа платиновых металлов и критический пересмотр уже существующих методов вновь приобретают особенно важное значение. Естественно возникает вопрос, каким образом могло случиться, что задача разделения платиновых металлов в каких бы то ни было комбинациях до сих пор все еще не получала своего более или менее окончательного разрешения, несмотря на то, что со времени появления классических работ Вокелена (1814 г.), Берцелиуса (1828 г.) и Доберейнера (1836 г.), посвященных анализу металлов платиновой группы, прошло более ста лет. Вследствие причин, обусловленных в значительной мере химической природой платиновых металлов, усовершенствование методики их анализа происходит несколько более медленными темпами, чем для большинства других элементов. Существование значительного количества исследований, посвященных решению одного и того же вопроса из области анализа платиновых металлов, является не исключением, а общим правилом, и свидетельствует о необходимости применения больших усилий к решению того или иного вопроса в этой области. Для пояснения сказанного можно сослаться в качестве примера на имеющиеся в литературе по анализу платиновых металлов многочисленные методы анализа шлиховой платины, принадлежащие авторам, нередко пользующимся всеобщей известностью.

Здесь же можно упомянуть о существовании разнообразных методов отделения платины от иридия, значительного количества методов отделения платины от родия и большого числа попыток, произведенных исследователями разных стран, с целью разработки методики количественного отделения родия от иридия и т. п. Следует отметить, что даже более простые вопросы, как, например, условия количественного выделения платины из раствора в виде хлороплатината аммония, способы количественного выделения иридия из растворов и др., до сих пор еще являются не вполне доработанными.

Таким образом, в значительном большинстве случаев, несмотря на все усилия, многие вопросы все еще остаются неразрешенными окончательно и требуют дальнейшей напряженной работы. Затруднения, возникающие при разделении платиновых металлов, обусловлены рядом причин и вызываются прежде всего значительным сходством свойств их химических соединений, что часто и является причиной их совместного выделения из раствора при действии того или другого реагента. Значительные трудности вызываются также наличием реакции сопряженного осаждения. Эти трудности имеют место при осаждении платиновых металлов из их растворов, например, при выделении платиновых металлов в виде комплексных хлорометаллов или при осаждении платиновых металлов различными восстановителями:  $TiCl_3$ ,  $CrCl_2$ ,  $VCl_2$  и др. Сюда же следует отнести изменение способности платиновых металлов растворяться в кислотах в зависимости от условий восстановления и температурного режима при их прокаливании в водороде. Неспособность восстановленных в водороде родия и иридия растворяться в царской водке вызывает необходимость прибегать при переведении этих металлов в раствор к сплавлению с металлическими цинком, висмутом или свинцом или к сплавлению с окислителями. Все это создает чрезвычайно большие затруднения, сильно усложняющие выполнение аналитических операций и увеличивающие их продолжительность.

Кроме того, мне кажется, что медленные темпы развития методов химического анализа платиновых металлов вызываются также и рядом других причин совершенно иного порядка.

Прежде всего следует указать на значительную стоимость и вместе с тем малую доступность платины и ее спутников, что лимитирует возможность участия в исследовательских работах по анализу платиновых металлов большинства лабораторий СССР.

Недостаток, вернее, отсутствие надлежащим образом подготовленных кадров также служит одним из немаловажных препятствий расширения научно-исследовательской работы в деле усовершенствования и развития анализа платиновых металлов.

Заканчивая на этом далеко не полное перечисление причин, которыми можно объяснить сравнительно медленное развитие аналитической работы в области платиновых металлов, я позволю себе перейти к работам Платинового института в этом направлении.

Значение работы Платинового института в деле развития анализа платиновых металлов трудно переоценить. Можно с полной уверенностью сказать, что почти все, что сделано в Советском Союзе в этой области за последние два десятка лет, сделано либо самим Платиновым институтом, либо при ближайшем его участии.

Исследования по химическому анализу платиновых металлов произошли в Платиновом институте со времени его основания, как это и должно было следовать из программы деятельности института, намеченной его основателем и первым директором проф. Л. А. Чугаевым. Однако исследования аналитического направления вначале имели несколько случайный характер, так как систематической работы по анализу не производилось.

Из работ, выполненных в начальный период деятельности Института, следует упомянуть исследование В. Г. Хлопина [2], посвященное описанию качественной реакции на иридий, а также вопросу колориметрического определения небольших количеств иридия в платине. Автором было установлено, что бензидин является чувствительным реагентом на иридий. Реакция с бензидином позволяет открывать подмесь 0,05% хлороиридата в хлороплатинате; при реакции происходит окисление бензидина четырехвалентным иридием до одной из красок бензидинового ряда. Кроме того, В. Г. Хлопиным разработан колориметрический способ определения хлороиридата в хлороплатинате, основанный на том, что прибавление раствора хлороиридата к раствору хлороплатината вызывает лишь изменение интенсивности окраски последнего, не изменяя его оттенка. Разработанный метод дает возможность быстро и со значительной степенью точности определить иридий в платиновых препаратах.

К этому же времени относится (появившаяся в печати значительно позднее) работа Л. А. Чугаева [3], применившего реакцию окисления лейкооснования малахитовой зелени к открытию иридия в присутствии других металлов платиновой группы. Реакция позволяет открывать 1 ч. Ir(IV) в 6 000 000 ч. воды; 1 ч. Ir может быть открыта при помощи этой реакции в 3 000 ч. платины.

Начиная с 1922 г. систематические исследования в области анализа платиновых металлов получают в Институте особенно большое развитие, так как с этого времени благодаря установившейся связи с Государственным аффинажным заводом Платиновый институт начинает интенсивную работу над разрешением вопросов аналитического испытания различных материалов на содержание платиновых металлов. К этому времени относится учреждение при Институте особой Аналитической комиссии под председательством виднейшего специалиста по анализу платиновых металлов проф. Б. Г. Карпова, в составе А. Т. Григорьева, С. Ф. Жемчужного, О. Е. Звягинцева, академика Н. С. Курнакова, В. В. Лебединского, Н. И. Подкопаева и Э. Х. Фрицмана.

Первой задачей Аналитической комиссии Платинового института была разработка методов анализа сырья платиновой промышленности, начиная с опробования на платиновые металлы главнейших платиновых пород. Н. И. Подкопаевым и Б. Г. Карповым были поставлены опыты по анализу этих пород сухим путем.

Кроме того, Аналитической комиссией была выработана инструкция по приемке шлиховой платины заводской лабораторией [4]. Особенно значительная работа выполнена Аналитической комиссией в отношении наиболее важного сырья Аффинажного завода, а именно в отношении разработки методики анализа шлиховой платины [5]. Комиссией произведено сопоставление методов анализа шлиховой платины Гольца, Дюпарка, Тюрингера и лаборатории общества пробиреров Джонсон и сын.

В результате работы в указанном направлении Комиссией предложено несколько вариантов анализа шлиховой платины, начиная от определения лишь платиновых металлов, входящих в ее состав, и кончая полным анализом шлиховой платины, с точным определением как благородных, так и неблагородных металлов.

Позволю себе остановиться на методике анализов шлиховой платины, предложенной Аналитической комиссией.

Во всех случаях анализа по первому варианту навеска шлиховой платины растворяется в царской водке, нерастворимый остаток (осмистый иридий и порода) отфильтровывается. В полученном фильтрате прежде всего определяется палладий в виде цианистого палладия, после чего осаждается платина в виде хлороплатината аммония. В дальнейшем выделенная таким образом платина освобождается от иридия действием слабой царской водки. Фильтраты после осаждения платины восстанавливаются металлическим цинком. С целью разделения восстановленных металлов они сплавляются либо с кислым сернокислым калием для определения родия, либо с цинком, и по растворению цинка разбавленной соляной кислотой платина, родий и золото извлекаются действием разбавленной царской водки.

Из раствора, полученного действием разбавленной царской водки на восстановленные металлы, платина осаждается хлористым амmonием, золото восстанавливается щавелевой кислотой, и родий осаждается в фильтрате от золота цинком. Для отделения рутения от иридия смесь этих металлов либо сплавляется с едким натром и перекисью натрия, либо с содой.

В методе полного анализа шлиховой платины содержащиеся в последней неблагородные металлы и золото отделяются от платиновых металлов действием нитрита натрия и соды, что производится после выделения главной массы платины в виде хлороплатината аммония. По разрушении нитритов соляной кислотой разделение платиновых металлов ведется обычным путем.

В 1932 г. все методы анализа шлиховой платины были пересмотрены и усовершенствованы Аналитической комиссией [6]. Во вновь пересмотренных методах для отделения восстановленных цинком платины и родия от иридия применялось сплавление со свинцом, либо родий отделялся от иридия сплавлением с металлическим висмутом после предварительного извлечения платины (золота) разбавленной царской водкой. Отделение родия от иридия и рутения производилось развариванием висмутового королька в азотной кислоте и слабой царской водке (1 : 3). Рутений отделяется, как обычно (по Карпову), сплавлением с содой. Для определения иридия в хлороплатинате аммония, осажденном хлористым амmonием, Аналитической комиссией рекомендуется метод И. И. Черняева и каломельный метод Б. Г. Карпова и А. Н. Федоровой. В последнем случае родий и иридий выделяются гидролизом при помощи окиси ртути.

Аналитической комиссией было обращено особое внимание и на разработку методики анализа первого нерастворимого остатка [7] (осмистого иридия), получающегося после растворения шлиховой платины в царской водке. Для этого материала Комиссия предложила схему анализа с определением главных составных частей. Позднее схема анализа первого нерастворимого остатка Комиссией была пересмотрена [8]; в схеме были произведены весьма существенные изменения, при этом в схему анализа

платиновых металлов с целью их разделения впервые была введена операция сплавления с серебром.

В первоначальном варианте, предложенном Аналитической комиссией, нерастворимый остаток после извлечения сернокислого свинца уксусно-кислым аммонием и хлористого серебра аммиаком сплавляется с серебром для определения содержания в нем осмистого иридия. По извлечении серебра азотной кислотой осмистый иридий, в случае необходимости, сплавляется для дезагрегации с цинком и лишь после извлечения цинка соляной кислотой подвергается сплавлению с едким натром и перекисью натрия (по методу Лейдье и Кенессена). Сплав растворяется в воде и осмий отгоняется из подкисленного соляной кислотой раствора в виде  $\text{OsO}_4$ , далее производится отгонка рутения из щелочного раствора в токе хлора.

В растворе, полученному после отгонки осмия и рутения, разделение платиновых металлов производится обычными методами.

Во втором варианте анализа первого нерастворимого остатка после сплавления осмистого иридия с едким натром и перекисью натрия прежде всего отгоняется рутений из щелочного раствора хлором, после чего при постепенном подкислении раствора отгоняется осмий. Кипячением дестиллята, содержащего осмий и рутений, отгоняется осмий. В растворе после отгонки осмия и рутения осаждаются хлористым аммонием платина и иридий, которые после прокаливания и восстановления сплавляются с серебром. Фильтраты от платины восстанавливаются цинком. Осажденные металлы сплавляются с висмутом; висмутовый королек растворяется в азотной кислоте и царской водке для отделения золота и родия от иридия. Золото и родий выделяются из раствора цинком и для разделения сплавляются с серебром. Серебряный сплав растворяется в азотной кислоте, нерастворимый остаток, содержащий родий, обрабатывается разбавленной царской водкой. Золото осаждают, фильтрат от золота проверяют на платину.

Таким образом, для разделения платины, иридия, родия и золота Аналитической комиссией был принят довольно сложный способ, который применяется в настоящее время в лаборатории аффинажного завода в несколько измененном виде, а именно: платиновые металлы — платина, родий, иридий и золото, полученные при восстановлении цинком раствора после отгонки осмия и рутения, сразу же сплавляются с серебром для отделения платины и золота от иридия и родия; последние разделяются сплавлением с висмутом.

Следующей задачей Аналитической комиссии являлась разработка и усовершенствование методов анализа различных полупродуктов аффинажа платиновых металлов. Среди работ, посвященных этому вопросу, следует отметить прежде всего работы Б. Г. Карпова по отделению иридия от платины. В результате произведенных исследований Б. Г. Карпов [9] показал, что при действии металлической ртути на раствор комплексных хлоридов платины и иридия происходит восстановление платины до металла; иридий при этом восстанавливается лишь до трехвалентного состояния. Метод, предложенный автором, был введен в общий ход анализа шлиховой платины. Далее Б. Г. Карпов вместе с А. Н. Федоровой [10] установили, что для этой же цели можно с успехом воспользоваться каломелью, быстро реагирующей с солями четырехвалентной платины при нагревании до  $90-95^\circ$ . Авторами на большом количестве анализов было показано, что этот метод является пригодным для анализа хлороплатинатов с различным содержанием иридия. С целью отделения иридия от платины и определения иридия в хлороплатинатах И. И. Черняев [11] предложил оригинальный метод, основанный на выделении платины из раствора в виде комплексных аммиакатов, а именно: главная масса платины выделялась в виде соли Пейроне, неспособной присоединять никаких других платиновых металлов полярным образом, а также несклонной к адсорбции как вполне насыщенное соединение.

Оставшаяся часть платины в фильтрате от соли Пейроне осаждалась в виде соли Гро  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_4$ , после чего производилось осаждение иридия в виде хлориридата аммония. Предложенный И. И. Черняевым метод был применен им для быстрого опробования на чистоту хлороплатината.

Значительное внимание Аналитическая комиссия в своей работе уделяет одному из наиболее важных вопросов анализа платиновых металлов, а именно вопросу отделения родия от иридия. Основным результатом экспериментальной работы в этом направлении следует считать метод сплавления с висмутом, разработанный Б. Г. Карповым [12] и применяемый на аффинажном заводе.

К этой категории исследований принадлежит работа Б. Г. Карпова по применению различных восстановителей для выделения родия из раствора. На основании опытов, произведенных Б. Г. Карповым и А. Н. Федоровой [13], предложен новый метод дифференциального осаждения родия из его растворов, содержащих иридий, хлористым ванадием в присутствии каломели. Здесь следует упомянуть также и об опытах по отделению родия от иридия при помощи хлористого хрома, произведенных за последнее время в институте и давших положительные результаты (Н. К. Пшеницын [14]).

Произведены были опыты и по отделению родия от платины гидролизом при помощи углекислого бария (метод Уйчерса), а также по применению бромид-броматного метода с целью отделения родия и иридия от платины. Группой сотрудников института выполнена в аналитической лаборатории аффинажного завода работа по внедрению этих методов в аналитическую практику завода. Результаты этой работы позволяют установить возможность применения бромид-броматного метода с целью отделения родия и иридия от платины. Опыты по применению метода Уйчерса к анализу платинородиевых сплавов, произведенные с техническими реактивами, дали сравнительно малую точность. Определению осмия в виде четырехокиси были посвящены работы Э. Х. Фрицмана [15, 16], выполненного специальное исследование по вопросу о сущности перегонки осмия из водных растворов и окисления осмия и его соединений и предложившего метод количественного определения осмия в различных его соединениях, основанный на окислении осмия смесью хромового ангидрида и серной кислоты в четырехокись осмия и осаждении осмия из раствора в виде сульфида. Б. Г. Карпов [17] разработал метод отделения рутения от иридия сплавлением с содой, который дает возможность легко переводить рутений в щелочной рутенат.

К работе Платинового института по вопросу разделения платиновых металлов следует отнести также исследование С. Е. Красикова и И. И. Черняева, изучивших условия определения рутения в рутенистых концентрациях путем отгонки. Этому же вопросу посвящены проведенные за последнее время В. И. Горемыкиным и К. А. Гладышевской опыты по определению рутения, основанные на окислении рутения гипохлоритом кальция.

Работа Аналитической комиссии по усовершенствованию методов анализа аффинированных металлов получила свое отражение в следующих исследованиях:

Б. Г. Карпов [18] разработал метод анализа аффинированного родия сплавлением с серебром. О. Е. Звягинцев [19] произвел работу по анализу различных образцов аффинированного иридия на содержание в них как благородных, так и неблагородных металлов. Б. Г. Карпов совместно с С. Е. Красиковым и А. Н. Федоровой [20] разработали метод анализа аффинированного осмия. Б. Г. Карпов и А. Н. Федорова [21] предложили оригинальный метод анализа плавленой платины, основанный на восстановлении платины каломелью и выделении остальных платиновых металлов в фильтрате от платины гидролизом при помощи окиси ртути.

Вопросы объемного и колориметрического определения платиновых металлов также разрабатывались Аналитической комиссией. В работах

по этому вопросу принимали участие О. Е. Звягинцев [22, 23], Б. Г. Карпов и Г. С. Савченко [24], А. А. Гринберг [25] и др. Определению платиновых металлов путем потенциометрического титрования посвящены работы А. А. Гринберга и Б. В. Птицына [26]; ими разработана методика определения иридия в присутствии некоторых других платиновых металлов. В настоящее время А. А. Гринбергом разрабатывается метод определения платины и палладия потенциометрическим путем в материалах, содержащих значительное количество неблагородных металлов. О. Е. Звягинцевым и С. К. Шабариной [27] разработан метод определения металлов платиновой группы в рудах при незначительном их содержании пробирным путем. Выяснено, что при определении иридия и родия платина, прибавленная к шихте в количествах, значительно превышающих количество содержащихся в рудах иридия и родия, является для них хорошим коллектором.

Установлена также и необходимость применения при купелляции для полного извлечения иридия и родия большого избытка серебра.

В заключение следует упомянуть о работах Платинового института по разработке методов определения платиновых металлов в продуктах металлургической переработки медно-никелевых руд и электролитных медных и медно-никелевых шламов.

В результате этой работы предложен ряд методов определения платиновых металлов в материалах, содержащих значительное количество неблагородных металлов (Н. К. Пшеницын, П. В. Симановский) [28].

Говоря о работах Платинового института в деле развития анализа платиновых металлов, следует несколько остановиться и на той громадной работе, которая проделана аффинажным заводом в лице сотрудников контрольно-аналитической и научно-исследовательской лабораторий в деле освоения методов анализа, разработанных Аналитической комиссией, и внедрения этих методов в повседневную практику завода.

Мне кажется, что здесь нельзя говорить лишь о простом освоении методов Аналитической комиссии, так как всем известны усилия руководства лаборатории аффинажного завода, направленные к коренному улучшению существующих методов анализа платиновых металлов.

Сотрудники завода всегда принимали живейшее участие в разработке различных вопросов по определению платиновых металлов в разнообразных материалах завода. В результате работы лаборатории завода методы анализа некоторых материалов были подвергнуты существенному изменению и значительно упрощены.

На основании высказанных соображений необходимо считать, что современное состояние анализа платиновых металлов на заводе является результатом совокупных усилий Платинового института и лаборатории аффинажного завода.

Говоря таким образом, я все же полагаю, что аналитической лабораторией завода далеко не исчерпано все, что можно извлечь из исследований Платинового института. Это обстоятельство является одной из существенных предпосылок к дальнейшему усовершенствованию химического контроля на заводе в смысле быстрого выполнения анализов, точности определений отдельных платиновых металлов и надежности этих определений. За последний десяток лет намечаются определенные указания на возможность изменения обычно принятого порядка определения платиновых металлов и средств, служащих для определения этих металлов. К одной из ранних попыток в этом направлении принадлежит работа Б. Г. Карпова и А. Н. Федоровой [29], относящаяся к разработке метода анализа аффинированной платины. В методе применяется следующий необычный порядок определения платиновых металлов. Из раствора платины в царской водке прежде выделяется плата на каломелью. Содержащаяся в ней в качестве примесей пла-

тиновые металлы осаждаются гидролизом при помощи окиси ртути. Осадок гидратов окислов платины, родия и иридия растворяется в разбавленной азотной кислоте, из полученного раствора платина и иридий осаждаются хлористым аммонием. В фильтрате от платины и иридия осаждается сероводородом родий; фильтрат от родия может служить для определения железа.

Аналогичные попытки были сделаны и за границей. К числу таких попыток (упростить и ускорить анализ платины) принадлежит работа В. Граулиха, разработавшего метод быстрого анализа торговой платины с определением главных составных частей, без предварительного разделения платиновых металлов.

В кратких чертах метод сводится к следующим операциям: раствор анализируемой платины делится на части; в отдельных пробах этого раствора производится осаждение палладия диметилглиоксисом и золота при помощи соли зажигного железа. Третья порция раствора служит для совместного осаждения платины и палладия одновременным действием хлористого аммония и диметилглиоксиса. Фильтрат по выделении платины и палладия восстанавливался цинком; осадок восстановленных металлов извлекается разбавленной кислотой, фильтруется, промывается, прокаливается и взвешивается. Вес этого осадка присоединяется к весу платины за вычетом весов палладия и золота, полученных из других проб.

Определение иридия производится сплавлением отдельной навески платины со свинцом и растворением прочих платиновых металлов в разбавленных азотной кислоте и царской водке.

Несколько иной порядок определения платиновых металлов мы находим в работе Г. Гольцера и Е. Цаусингера (1937 г.), посвященной анализу платиновых сплавов, содержащих различные количества родия, иридия, палладия и золота. Согласно схеме, разработанной названными авторами, для разделения платиновых металлов, содержащихся в анализированных ими платиновых сплавах, наиболее надежным является следующий путь: прежде всего из раствора сплава в царской водке осаждается золото (вместе с неблагородными металлами) обработкой нитритом натрия. Фильтрат от золота служит для определения палладия осаждением диметилглиоксисом. После осаждения палладия раствор, содержащий платину, родий и иридий, делится на две части, в которых производится осаждение родия и иридия по несколько видоизмененному бромид-броматному методу Мозера. В одной части раствора производится определение суммы родия и иридия. Осадок гидроокисей родия и иридия, полученный при гидролизе второй порции раствора, служит для определения родия, для чего осадок растворяется в серной кислоте; после этого родий определяется восстановлением при помощи хлористого титана. В фильтрате от родия и иридия по разрушении бромата платина выделяется гидразином. Точность этого метода, по свидетельству автора, равна точности лучших аналитических методов.

## ВЫВОДЫ

1. Усовершенствование методики анализа платиновых металлов может быть, таким образом, путем изменения существующих схем анализа (введением гидролитического и каломельного методов в общую схему анализа). Приспособление ранее разработанных методов наравне с изысканием новых способов определения платиновых металлов в различных материалах (рудах, концентратах, аффинированных металлах и пр.) диктуется насущной потребностью дня и является залогом дальнейшей плодотворной работы в области анализа металлов платиновой группы.

2. С целью сокращения времени анализов (там, где последнее представляется возможным) желательно заменять последовательное определение примесей из одной навески рядом определений из аликовитных частей раствора

навески анализируемого материала, как это практикуется некоторыми авторами при анализе торговой платины.

3. Необходимо уточнить в соответствии с имеющимися в настоящее время в литературе по анализу платиновых металлов указаниями условия определения отдельных платиновых металлов, обратив при этом исключительное внимание на качество применяемых при анализе реагентов.

4. С целью сокращения времени анализов следует подвергнуть испытанию методику определения платины путем непосредственного взвешивания хлороплатината аммония.

5. В качестве одного из средств сокращения времени анализов считать желательным, наряду с диметилглиоксом, применение в практике аффинажного завода других органических реагентов, служащих для количественного определения платиновых металлов.

6. Освоить гидролитические методы осаждения родия и иридия с целью определения названных металлов как в платинородиевых, так и в платино-иридьевых сплавах, а также родистых и иридиевых концентратах и т. п.

7. Приложить необходимые усилия к тому, чтобы метод потенциометрического титрования занял подобающее место при аналитическом испытании на платиновые металлы материалов аффинажного завода.

8. Применить метод спектрального анализа для быстрой характеристики выпускаемой заводом продукции, особенно материалов с незначительным содержанием платиновых металлов.

Поступило в редакцию  
21 марта 1946 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Л. А. Чугаев Изв. Инст. платины АН СССР 1 (1920).
2. В. Г. Хлопин. Изв. Инст. платины АН СССР 4 (1926).
3. Л. А. Чугаев. Изв. Инст. платины АН СССР 7 (1929).
4. Труды Аналитической комиссии Инст. платины АН СССР; Изв. Инст. платины АН СССР 4 (1926).
5. Труды Аналитической комиссии Института платины; Изв. Инст. платины АН СССР 4 (1926).
6. Труды Аналитической комиссии; Изв. Инст. платины АН СССР 9 (1932).
7. Труды Аналитической комиссии; Изв. Инст. платины АН СССР 4 (1926).
8. Труды Аналитической комиссии; Изв. Инст. платины АН СССР 9 (1932).
9. Б. Г. Карпов. Изв. Инст. платины АН СССР 4 (1926).
10. Б. Г. Карпов и А. Н. Федорова. Изв. Инст. платины АН СССР 9 (1932).
11. И. И. Черняев. Изв. Инст. платины АН СССР 8 (1931).
12. Б. Г. Карпов Изв. Инст. платины АН СССР 6 (1928).
13. Б. Г. Карпов и А. Н. Федорова. Изв. Инст. платины АН СССР 11 (1933).
14. Н. К. Пшеницын. См. статью в этом выпуске.
15. Э. Х. Фрицман. Изв. Инст. платины АН СССР 6 (1928).
16. Э. Х. Фрицман. Изв. Инст. платины АН СССР 6 (1928).
17. Труды Аналитической комиссии Инст. платины АН СССР; Изв. Инст. платины АН СССР 9 (1932).
18. Б. Г. Карпов. Изв. Инст. платины АН СССР 9 (1932).
19. О. Е. Звягинцев. Изв. Инст. платины АН СССР 5 (1927).
20. Б. Г. Карпов, С. Е. Красиков, А. Н. Федорова. Изв. Инст. платины АН СССР 12 (1935).
21. Б. Г. Карпов и А. Н. Федорова. Изв. Инст. платины АН СССР 12 (1935).
22. О. Е. Звягинцев. ЖПХ (2), 4 № 7—8, 1085 (1931).
23. О. Е. Звягинцев. Изв. Инст. платины АН СССР 4 (1926).
24. Б. Г. Карпов и Г. С. Савченко. Изв. Сект. платины АН СССР 15 (1938).
25. А. А. Гринберг и Б. В. Птицын. Изв. Инст. платины АН СССР 11 (1933).
26. А. А. Гринберг и Б. В. Птицын. Изв. Инст. платины АН СССР 12 (1935).
27. О. Е. Звягинцев и С. К. Шабарин. Труды Всесоюзной конф. по аналит. химии, т. I (1939).
28. Н. К. Пшеницын и П. В. Симановский. Изв. Сек. платины АН СССР 17 (1940).
29. Б. Г. Карпов и А. Н. Федорова. Изв. Инст. платины АН СССР 12 (1935).