

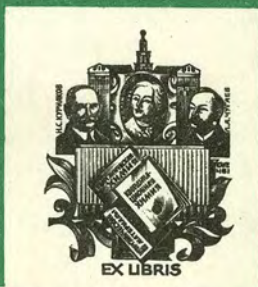
Ю.И. Соловьев



ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ  
И  
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ  
ХИМИИ

им. Н.С. Курнакова

РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



*Исторический очерк*

ИНСТИТУТ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПЛАТИНЫ  
И ДРУГИХ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

## СОЗДАНИЕ ИНСТИТУТА

После подъема в 80–90-х годах XIX в., связанного с открытием периодического закона и новых химических элементов, наметился спад интереса к исследованиям в области неорганической химии. В первые десятилетия XX в. эта наука рассматривалась как скучная бесперспективная дисциплина, в которой трудно было ожидать появления новых захватывающих открытий. Кроме периодического закона, в ней не было какой-либо системы, подобной теории химического строения в органической химии, которая бы позволяла систематизировать и обобщать не связанные между собой факты. Проблемы, существовавшие в то время в неорганической химии, явно не вдохновляли своей новизной. Изучением какого-либо элемента и его соединений занимались, по сути дела, одиночки-энтузиасты, среди которых были, безусловно, талантливые исследователи. Но широкой специализации в этой области не было. Считалось, что все главное уже открыто и изучено, а "мелочи" мало кого интересовали. Таковы были причины отсутствия влечения к той области химии, в которой когда-то Менделеев, Рамзай и Муассан удивляли мир своими открытиями.

Перелом наметился тогда, когда химики-неорганики осознали, что в координационной теории Вернера заложен заряд огромной мощности, который может поднять новый пласт не только в неорганической, но и во всей химии.

За относительно короткий срок своего существования она обогатила химию новыми представлениями о природе и структуре комплексных соединений<sup>1</sup>. Теория А. Вернера "заставила" химиков признать необычное строение комплексных соединений и тем самым расширила рамки их химического "видения".

Координационная теория, как и всякая научная теория, не являлась, конечно, чем-то застывшим, неподвижным, окостенелым. С течением времени она обогащалась новыми представлениями, новыми идеями, которые позволили раскрыть строение многих очень сложных соединений, в частности внутрикомплексных солей. Среди тех, кто взял на себя разработку данных вопросов, был Л.А. Чугаев<sup>2</sup>. Совместно со своими

<sup>1</sup> *Werner A. Beitrag zur Konstitution der anorganischen Verbindungen // Ztschr. anorg. Chem.* 1893. Bd. 3. S. 267–330; *Werner A. Neuere Anschauungen auf den Gebiete der anorganischen Chemie.* Braunschweig, 1905. S. 62–65. См. также: *Вернер А.* Новые воззрения в области неорганической химии. Л.: Химтеорет, 1936. 506 с.; О жизни и деятельности А. Вернера см.: *Старосельский П.И., Соловьев Ю.И.* Альфред Вернер и развитие координационной химии. М.: Наука, 1974. 312 с. (Науч.-биограф. сер.).

<sup>2</sup> Лев Александрович Чугаев (1873–1922) окончил естественное отделение физико-математического факультета Московского университета в 1895 г. Ученик Н.Д. Зе-

учениками он многое сделал для утверждения и развития координационной теории<sup>3</sup>.

В 1916 г. Л.А. Чугаев выступил с предложением создать специализированный институт для изучения химии комплексных соединений платины и ее спутников.

1 апреля 1918 г. был подписан "Устав Института по изучению платины и других благородных металлов"<sup>4</sup>.

Одновременно с уставом в правительственные органы была представлена следующая программа деятельности Института:

I. Разработка методов разделения платины и ее спутников – родия, иридия, палладия, осмия и рутения – друг от друга и получение их в чистом состоянии: а) выделение их из платиновых руд различного происхождения; б) выделение из осмистого иридия и из платиновых остатков; в) получение в виде сплавленного металла (слитки, проволока и т.д.); г) получение аналитически чистых металлов для специальных физико-химических и технических целей.

II. Систематическое исследование руд платины и других металлов платиновой группы: а) минералого-кристаллографическое; б) физико-химическое; в) классификация руд; г) разработка методов обогащения руд.

III. Разработка и усовершенствование аналитических приемов: а) отделение платины от иридия и иридия от родия; определение небольших количеств этих металлов в присутствии друг друга; б) определение рутения и осмия, отделение этих металлов друг от друга, а также от платины, иридия и родия; в) усовершенствование методов анализа сплавов и контактных масс.

IV. Всестороннее научное исследование металлов платиновой группы и их химических соединений и, в частности, продолжение исследований в

линского. В 1896–1904 гг. работал в Бактериологическом институте в Москве. В 1903 г. защитил магистерскую диссертацию "Исследования в области терпенов и камфоры", в которой описал открытый им в 1899 г. ксантогеновый метод получения непредельных малостойких углеводородов из группы терпенов. Метод заключался в превращении спиртов в углеводороды через ксантогеновые эфиры. В 1904–1908 гг. – профессор Московского технического училища. С 1908 г. – заведующий кафедрой неорганической химии Петербургского университета. В 1927 г. Л.А. Чугаеву (посмертно) была присуждена премия им. В.И. Ленина за прикладные работы по платине и благородным металлам.

О жизни и деятельности Л.А. Чугаева см.: *Звягинцев О.Е., Соловьев Ю.И., Старосельский П.И.* Лев Александрович Чугаев. М.: Наука, 1965. 198 с. (Науч.-биограф. сер.); *Замяткина В.М., Кукушкин Ю.Н., Макареня А.А.* Лев Александрович Чугаев. Л.: Наука, 1973. 171 с.

<sup>3</sup> Более подробно о работах Л.А. Чугаева в области химии комплексных соединений см.: *Чугаев Л.А.* Химия комплексных соединений: Исследования в области комплексных соединений: Статьи 1907–1926. Л.: Наука, 1979. 486 с. (Классики науки).

<sup>4</sup> Объяснительная записка к законопроекту об учреждении Института для изучения платины и других благородных металлов и выписка из Устава Института для изучения платины и других благородных металлов опубликованы в книге "Организация науки в первые годы Советской власти (1917–1925): Сб. документов" (Л.: Наука, 1968. С. 136–139).



Лев Александрович Чугаев

области комплексных соединений металлов платиновой группы, их классификации и практических применений: а) получение платиновых металлов в коллоидальном состоянии, изучение их свойств и применение в качестве катализаторов в минеральной и органической химии; б) систематическое исследование комплексных соединений платины, палладия, иридия, родия, осмия и рутения в химическом и физико-химическом отношении; в) применение комплексных соединений платины и ее спутников для выделения этих металлов в химически чистом состоянии и для аналитического их распознавания, отделения друг от друга и количественного определения; г) систематическое изучение физических свойств комплексных соединений,

образуемых металлами платиновой группы и приложении этих свойств, особенно оптических, к анализу; д) применение химических соединений платины в фотографии и близких к ней областях техники.

V. Изучение физических свойств платиновых металлов в свободном состоянии и в виде сплавов: а) тепловые свойства; б) электрические свойства; в) магнитные свойства; г) оптические свойства; д) твердость и эластические свойства; е) удельные веса; ж) спектры испускания; з) применение физических свойств для выработки рационального способа испытания металлов платиновой группы на чистоту.

VI. Исследования по вопросу о разнообразных технических и научных применениях платины и ее спутников в свободном состоянии и в виде сплавов: а) приготовление и применение контактных масс; б) применение платиновых металлов для изготовления пирометров, а также проверка этих последних; в) применение их как материала для выделки посуды, различных приборов и пр.; г) применение платины в зубоврачебном деле и возможность ее замены.

VII. Разработка и обсуждение вопросов, связанных с выработкой мероприятий для обеспечения наилучшей организации платиновой промышленности в России, а также наиболее полного использования и охраны имеющихся у нас месторождений платины и других металлов платиновой группы.

VIII. Научные и технические исследования золота и серебра и их соединений: а) исследование металлов в чистом состоянии, в особенности их физических свойств; б) систематическое изучение сплавов золота и серебра между собой и с другими металлами; в) систематическое исследование химических соединений золота и серебра и применение этих соеди-

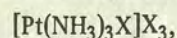
нений для анализа, а также для выделения металлов из руды; г) исследование применения золота и серебра и их соединений в технике, и в частности в области фотографии.

И в настоящее время эта программа поражает глубиной охвата всех проблем, связанных с изучением благородных металлов и широтой поставленных задач.

#### НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНСТИТУТА ПЛАТИНЫ

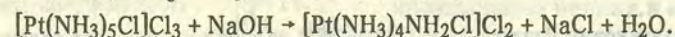
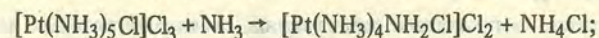
##### Исследование комплексных соединений платины

В 1918–1922 гг. по намеченной программе Л.А. Чугаев выполнил капитальное исследование по химии пентаминовых соединений четырехвалентной платины. Подводя итоги своему исследованию, он отмечал, что строение ацидопентаминовых солей может считаться установленным и отвечающим общей координационной схеме



где роль электроотрицательной группы X могут играть атомы хлора, брома и гидроксил. Проведенное Чугаевым определение молекулярной электропроводности хлорида  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$  показало величину, которая "как раз дает плавную кривую вместе с другими точками известной вернеровской диаграммы".

Исследование пентаминовых солей платины привело Л.А. Чугаева к открытию нового ряда комплексных солей четырехвалентной платины<sup>5</sup>, а именно солей платиамидохлортетраммина, которые характеризуются наличием в них комплексного катиона  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{NH}_2\text{Cl}]^{++}$ . Хлорид амидохлортетраммина образуется при действии аммиака или недостатке щелочи на хлорид хлорпентаммина:



Как видно из этих уравнений, под действием аммиака или щелочи одна из координированных молекул аммиака, теряя атом водорода, превращается в амидогруппу; одновременно отщепляется один из трех ионизированных атомов галогена, находящихся во внешней сфере. Таким образом, из молекул ацидопентаминовой соли платины (IV) отщепляются элементы НХ. Реакция получила название амидореакции<sup>6</sup>.

Исследования в этом направлении были последними в научном творчестве выдающегося ученого.

<sup>5</sup> Особое место по своему теоретическому значению имеет полученный Л.А. Чугаевым пентаминхлорид  $[\text{5NH}_3\text{ClPt}]\text{R}_2$ , названный на IV Менделеевском съезде по чистой и прикладной химии, состоявшемся в Москве в 1925 г., "соль Чугаева".

<sup>6</sup> Открытая Л.А. Чугаевым амидореакция — отщепление от пентамина элементов НХ и превращение его при этом в амидотетраммин — явилась впоследствии для А.А. Гринберга и Г.П. Фаермана отправным пунктом для развития новых представлений о кислотно-основных свойствах комплексных соединений. Кислотные свой-

24 сентября 1922 г. в Институт по изучению платины и других благородных металлов пришло скорбное известие: "Профессор Чугаев скончался двадцать третьего ночью в г. Грязовце Вологодской области".

Весть о внезапной смерти Льва Александровича поразила его учеников и взволновала широкие круги химиков.

В ноябре 1922 г. ученики и сотрудники Л.А. Чугаева провели специальное заседание института, посвященное его памяти. Доклады на этом заседании были опубликованы в третьем выпуске "Известий Института по изучению платины и других благородных металлов" (1924. С. 5–88).

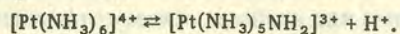
28 сентября 1923 г. на заседании Совета Института по изучению платины и других благородных металлов его директором единогласно был избран академик Н.С. Курнаков, помощником – профессор Н.И. Подкопаев, секретарем – Н.К. Пшеницын<sup>7</sup>.

Под руководством Н.С. Курнакова в институте продолжались исследования химии платиновых металлов и их соединений и шла разработка химической технологии металлов платиновой группы, в том числе аффинажа, а также создание новых методов их анализа.

### Открытие закономерности трансвлияния

Мы уже отмечали, что координационная теория Вернера, как и любая другая теория, естественно, не могла решить всех проблем многообразной химии комплексных соединений. Она оставляла открытым вопрос о взаимном влиянии лигандов в комплексном соединении. В этом направлении важные исследования начал Л.А. Чугаев, а после его смерти продолжили И.И. Черняев<sup>8</sup> и А.А. Гринберг<sup>9</sup>.

ства обусловлены наличием в комплексе лигандов типа  $RH(R=OH, NH_2, CH_3NH, C_2H_5NH$  и др.), которые способны отщеплять катион  $H^+$ . Например:



Основные свойства присущи комплексным соединениям, лигандами которых являются группы типа R.

<sup>7</sup>Николай Константинович Пшеницын (1891–1961) окончил химическое отделение физико-математического факультета Петроградского университета в 1915 г. Ученик Л.А. Чугаева. В 1918 г. избран научным сотрудником и ученым секретарем Института по изучению платины и других благородных металлов. С 1923 г. в течение ряда лет исполнял обязанности ученого секретаря Аффинажной комиссии Института по изучению платины и других благородных металлов. В 1930 г. утвержден в должности старшего химика института. В 1935 г. присуждена степень доктора химических наук. В 1953 г. избран членом-корреспондентом АН СССР.

<sup>8</sup>Илья Ильич Черняев (1893–1966) – выдающийся ученый, академик с 1943 г. Окончил Петроградский университет в 1915 г., ученик Л.А. Чугаева. В 1918–1934 гг. работал в Институте по изучению платины и других благородных металлов, с 1934 г. – в Институте общей и неорганической химии АН СССР (с 1941 г. – директор). Автор многочисленных работ по химии комплексных соединений. Лауреат Государственных премий СССР (1946, 1949, 1951, 1953 гг.). О жизни и деятельности ученого см.: Илья Ильич Черняев. Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 39 с. (Материалы к биобиблиогр. ученых СССР; Вып. 9); см. также: Выдающиеся советские химики академики А.А. Гринберг и И.И. Черняев. М.: Наука, 1971.

<sup>9</sup>Александр Абрамович Гринберг (1898–1966) – выдающийся ученый, академик с 1958 г. Окончил Ленинградский университет в 1924 г. С осени 1920 г. по приглаше-



Николай Константинович Пшеницын



Илья Ильич Черняев

28 сентября 1923 г. на заседании Института по изучению платины и других благородных металлов И.И. Черняев выступил с докладом "Мононитриты двухвалентной платины", в котором изложил результаты своих экспериментальных исследований, выполненных в 1922–1923 гг. Разрабо-

тав способ получения нитрохлоридов общей формулы  $\left[ \begin{matrix} Cl \\ A_1 \\ Pt \\ NO_2 \end{matrix} \right]$ ,

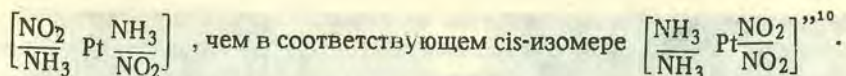
И.И. Черняев особое внимание обратил на то, что "подвижность хлора в

trans-соединениях  $\left[ \begin{matrix} Cl \\ A_1 \\ Pt \\ NO_2 \end{matrix} \right]$  чрезвычайно велика и приближается к

подвижности хлора внешней сферы. Реакция с этилендиамином показывает, что подвижность нитрогруппы гораздо больше в trans-соединении

нию Л.А. Чугаева начал работать в Институте по изучению платины и других благородных металлов, где прошел путь от младшего научного сотрудника до старшего ученого специалиста и заведующего лабораторией. В 1934–1937 гг. работал в Институте общей и неорганической химии АН СССР. Решением Президиума АН СССР в 1935 г. присуждена ученая степень доктора химических наук. С 1936 г. – профессор Ленинградского технологического института, в 1947–1949 гг. – профессор Ленинградского университета. Автор многочисленных работ по химии комплексных соединений. В 1946 г. присуждена Государственная премия второй степени за монографию "Введение в химию комплексных соединений", вскоре переведенную на ряд иностранных языков.

О жизни и деятельности ученого см.: Варшавский Ю.С., Гельфман М.И. Александр Абрамович Гринберг. Л.: Наука, 1974. 120 с.; см. также: Выдающиеся советские химики академики А.А. Гринберг и И.И. Черняев. М.: Наука, 1971.



15 февраля 1924 г. на заседании Совета института было заслушано сообщение И.И. Черняева "О строении комплексов", в котором сделана попытка, исходя из представления действия через атом (транслействия), прояснить вопрос о геометрических условиях, необходимых для возникновения химической связи между атомами<sup>11</sup>. Он считал, что существует различная способность атомов различных элементов погашать кинетическую энергию при столкновении атомов друг с другом, и таким образом происходит ослабление связи с платиной радикалов, находящихся в комплексных соединениях против кислых групп.

Эти идеи нашли дальнейшее развитие в докладе И.И. Черняева "К теории комплексных соединений", с которым он выступил 24 февраля 1926 г. на объединенном заседании Советов Института по изучению платины и Института физико-химического анализа. Главное содержание своего научного сообщения о транслействии Черняев изложил так: "Автор дает обзор случаев повышенной активности групп, находящихся во внутренней сфере. Во всех без исключения случаях такое повышение наблюдается только тогда, когда в *транс*-положении к активной группе находятся кислотные остатки NO<sub>2</sub>, SCN, Cl, Br, I, OH и некоторые другие молекулы. Те же остатки в *цис*-положении никакого повышения активности не дают. Это явление наблюдается у комплексов Pt, Co, Cr, т.е. не зависит от природы центрального атома. Ряд разнообразных эмпирических правильностей, известных в химии комплексов, можно свести к способности уменьшать пассивное сопротивление на противоположной стороне центрального атома, иначе говоря катализировать заместитель, находящийся на одной и той же координате с кислой группой. Такое каталитическое действие автор считает общим свойством всякой молекулы или атома, предлагая для него термин — *транслействие*. Величина транслействия приблизительно обратно пропорциональна металличности атома. Показана невозможность вывести транслействие из законов взаимодействия электрических зарядов, находящихся на кислых заместителях. Возможную причину транслействия автор видит в способе обмена живой силой при столкновении молекул и атомов"<sup>12</sup>.

Здесь же И.И. Черняев делает приписку следующего содержания: "Александр Тарасович [Григорьев — секретарь заседаний Института

<sup>10</sup> Арх. РАН. Ф. 426. Оп. 1. № 8. Л. 1 (протокол заседания).

<sup>11</sup> Там же. Л. 2 (протоколы заседаний).

<sup>12</sup> Арх. РАН. Ф. 427. Оп. 1. № 16. Л. 123 (протокол заседания). Более подробно см.: Черняев И.И. К теории комплексных соединений // Изв. Ин-та по изучению платины и других благородных металлов. 1927. Вып. 7. С. 118—156. Позже (в 1954 г.) И.И. Черняев сформулировал *транс*-эффект следующим образом: "У молекул, имеющих форму квадрата или октаэдра, в центре которых находится атом металла, скорость реакции замещения всякого атома (или молекулы), связанного с этим атомом металла, определяется природой заместителя, занимающего противоположный конец диагонали".

платины и ИФХА. — Ю.С.]. Я еще не успел переговорить с Ник. Сем. Курнаковым, но на всякий случай посылаю Вам заглавие доклада на следующее заседание Института. И.И. Черняев. О нитритах платины. Ваш И. Черняев".

С этим докладом И.И. Черняев выступил 22 марта 1926 г.

Он сообщил о новом способе получения *цис*-нитрохлоридов двухвалентной платины, основанном на действии аминов на комплексную соль K<sub>2</sub>[Pt(NO<sub>2</sub>)Cl<sub>3</sub>]. Изучены реакции соединения [EnPtClNO<sub>2</sub>], замещением хлора на аммиак получен хлорид основания Клеве [EnNH<sub>3</sub>Pt(NO<sub>2</sub>)Cl], окислением последнего — триамин [EnNH<sub>3</sub>PtCl<sub>2</sub>NO<sub>2</sub>]Cl с атомами хлора в положениях 1,6 (*транс*). Действием крепкой соляной кислотой хлорид Клеве гладко переводится в триамин [EnNH<sub>3</sub>PtCl<sub>3</sub>]Cl, замещением одного хлора нитрогруппой получается триамин [EnNH<sub>3</sub>Pt(NO<sub>2</sub>)Cl<sub>2</sub>]Cl, изомерный с предыдущим, но имеющий нитрогруппы и хлор в положениях 1,6 (*транс*). Окислением [EnPtClNO<sub>2</sub>] получается неэлектролит [EnPtCl<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>], который при взаимодействии с аммиаком дает третий изомер [EnNH<sub>3</sub>PtCl<sub>2</sub>NO<sub>2</sub>]Cl, в котором в *транс*-положении к хлору находится аммиак. Два первых изомера имеют один подвижный хлор согласно правилу транслействия<sup>13</sup>.

20 декабря 1926 г. И.И. Черняев сделал новый доклад на тему "Об оптической деятельности платины". Он сообщил, что разделены на оптические антиподы геометрически изомерные триамины состава [EnNH<sub>3</sub>Pt(NO<sub>2</sub>)Cl<sub>2</sub>]Cl, причем выяснено, что геометрическая изомерия очень сильно влияет на величину и знак вращения нерастворимого тартрата, а также и на коэффициент дисперсии. Далее было установлено, что амидо-реакция сопровождается переменной знака вращения и повышением абсолютной величины вращения. Перемена знака вращения (*инверсия*) протекает с заметной скоростью и вполне обратима; *инверсия* у триаминов и тетраминов происходит одинаковым способом, оказалось также, что *инверсия* не наблюдается у комплексов, не имеющих внутрисферного аммиака.

Председатель заседания Н.С. Курнаков отметил, что наблюдавшееся И.И. Черняевым различие в цветах изомеров представляет собою чрезвычайно интересное явление. Далее Курнаков сказал, что в связи с накоплением большого количества материала перед докладчиком в ближайшее время должен встать вопрос о необходимости введения специальной терминологии для классификации ребер комплексного октаэдра. На это замечание Черняев ответил, что он предполагает на одном из ближайших заседаний Совета института сделать сообщение "О рациональной номенклатуре комплексных соединений".

О.Е. Звягинцев<sup>14</sup> отметил, что "особенно ценным в докладе И.И. Чер-

<sup>13</sup> Арх. РАН. Ф. 427. Оп. 1. № 16 (протокол заседания).

<sup>14</sup> Орест Евгеньевич Звягинцев (1894—1967) окончил технологический факультет Московского института народного хозяйства им. Г.В. Плеханова в 1920 г. Свою научную деятельность начал в 1922 г. работами по анализу руд и продуктов аффинажа благородных металлов. С 1922 по 1926 г. — инженер треста "Уралплатина". Принимал активное участие в организации Института химии Уральского филиала АН СССР и был его первым директором (1932—1934). Автор учебника "Аффинаж благородных



Орест Евгеньевич Звягинцев



Александр Абрамович Гринберг

няева является то обстоятельство, что им были получены оптически деятельные изомеры платины путем приложения своих теоретических выводов. Самый факт получения этих изомеров является лучшим доказательством справедливости выдвинутой И.И. Черняевым теории<sup>15</sup>.

В 1927–1930 гг. И.И. Черняев разработал широкую программу изучения различных аспектов проявления закономерностей трансвляния. Предстояло выяснить: 1) характерна ли эта закономерность только для комплексных соединений платины или она проявляется и в комплексах других металлов, 2) в каком порядке расположены лиганды по своей способности оказывать трансвляние, 3) каково соотношение закономерности трансвляния с правилами Пейроне, Иергенсена и Курнакова<sup>16</sup>.

Последующие работы И.И. Черняева и его сотрудников показали, что закономерность трансвляния проявляется в комплексных соединениях не только платины, но и других металлов, имеющих плоскостное или октаэдрическое соединения. Было показано, что эмпирические правила Пейроне, Иергенсена и Курнакова являются частными случаями закономерности трансвляния<sup>17</sup>.

металлов” (М.: ОНТИ, 1934) и двух пособий по этому курсу. В 1935 г. получил ученую степень доктора химических наук за работы по химии и геохимии платиновых металлов.

<sup>15</sup> Арх. РАН. Ф. 427. Оп. 1. № 16. Л. 185.

<sup>16</sup> Тиомочевинная реакция Курнакова, открытая в 1893 г., широко применяется для выяснения геометрической конфигурации диаминовых комплексов платины (II). Использование тиомочевинны в качестве реактива основано на ее высокой транс-активности и сильно выраженной тенденции к комплексообразованию с платиной.

<sup>17</sup> Более подробно об истории открытия и изучения трансвляния лигандов см.:

## Изучение физико-химических свойств комплексных соединений

С осени 1920 г. в Платиновом институте начал работать А.А. Гринберг. С этого момента определяется направление всей его будущей научной деятельности. Почти все многочисленные работы Гринберга и его учеников посвящены изучению физико-химических свойств комплексных соединений металлов платиновой группы. Однако выбор и ясность в постановке вопросов, широта охвата, законченность экспериментальной и теоретической отделки и глубина выводов придают работам Гринберга интерес и значение не только для химии комплексных соединений, но и для развития основных понятий и идей органической и физической химии.

Все работы А.А. Гринберга в области комплексных соединений можно по их направлению подразделить на три основные группы.

**Стереохимия комплексных соединений.** Наиболее важным моментом, характеризующим деятельность А.А. Гринберга в области стереохимии комплексных соединений, является экспериментальное подтверждение теории Вернера в части, касающейся стереохимии комплексных соединений с координационным числом 4. Плоскостная модель принята Вернером для комплексных соединений солей типа Пейроне и основания Рейзе II. Эта изомерия была известна с 40-х годов прошлого столетия, но до работ Гринберга природа ее не могла считаться окончательно установленной, ибо не было экспериментального доказательства наличия изомерии в соединениях типа  $MAtX_2$ .

Определяя молекулярный вес изомерных соединений типа  $PtA_2X_2$ , ученый нашел при збуллиоскопии изомерных солей  $[Pt(NH_3)_2(SCN)_2]$  в ацетоне, что обе соли имеют одинаковый молекулярный вес, соответствующий мономерной форме. Тем самым была восстановлена плоскостная модель, принятая Вернером для данного типа соединений.

А.А. Гринберг разработал новые методы определения конфигураций, основанных на взаимодействии изомеров с заместителями, способными давать цикл. Этот метод вошел в мировую химическую литературу под названием ”метода Гринберга”. Сущность метода заключается в том, что *цис*-изомеры с гликоколем и щавелевой кислотой дают замкнутые циклы, а *транс*-изомеры – соединения типа  $[Pt(NH_2CH_2COOH)_2(NH_3)_2]Cl_2$  или  $[Pt(HC_2O_4)_2(NH_3)_2]$ . Получение соединений, содержащих координированную молекулу гликоколя, привело к экспериментальному доказательству теории аминокислот Бьеррума. Исследование, произведенное совместно с Б.В. Птицыным, привело к открытию спирановой изомерии у гликоколятов двухвалентной платины.

**Кислотно-основные свойства комплексных соединений.** Л.А. Чугаев, открывший остававшиеся долгое время неизвестными пентамины четы-

Кукушкин Ю.Н., Бобоходжаев Р.И. Закономерность трансвляния И.И. Черняева. М.: Наука, 1977. 183 с. В этой книге опубликован ”Очерк жизни и деятельности И.И. Черняева” (с. 10–20).

рехвалентной платины, показал, что при действии щелочей эти пентамины могут превращаться в амидотетраминны, т.е. соединения, заключающие в своем составе координированную амидогруппу. Эти соединения, число которых было впоследствии увеличено И.И. Черняевым, представляли новый интересный класс оснований. А.А. Гринберг изучил спектрографически реакцию превращения аммиаков в амиды и показал, что она сопровождается резким и обратимым изменением спектра поглощения. Это обстоятельство позволило рассматривать данные соединения как модели неорганических индикаторов. В той же работе была установлена полная аналогия между аквогидроксопревращением Вернера и Пфейфера и амидореакцией Л.А. Чугаева. Работа была отмечена присуждением автору Русским физико-химическим обществом премии им. А.М. Бутлерова в 1925 г.

В 1929 г. А.А. Гринберг совместно с Г.П. Фаерманом предпринял большое исследование, имевшее целью дать количественную характеристику основных свойств амидов платины. При выполнении этой работы были открыты кислотные свойства аммиаков четырехвалентной платины и трехвалентного родия и установлены основные закономерности, определяющие наличие и интенсивность кислотных и основных свойств комплексных соединений. Общее значение этой работы заключается в том, что она позволила распространить идеи Косселя, высказанные им для комплексных гидратов, на любые протонсодержащие координированные молекулы. Благодаря этому оказалось возможным высказать основные положения обобщенной электростатической теории кислот и оснований, а именно: влияние на кислотные и основные свойства силы поля центрального иона, заряда комплексного иона, степени диссоциации протонсодержащей молекулы и влияние группы, стоящей в *транс*-положении к протонсодержащей молекуле.

**Изучение окислительно-восстановительных процессов.** Этот большой цикл работ начался с открытия возможности количественного определения двухвалентной платины посредством титрования перманганатом. Далее последовала разработка (совместно с Б.В. Птицыным) титрометрических методов определения четырехвалентной платины, трех- и четырехвалентного иридия. Эти методы имеют как теоретическое, так и практическое значение; они позволили упростить, а в некоторых случаях заново разрешить многие трудные задачи аналитической химии платиновых металлов.

Естественным развитием работ по потенциметрическому титрованию явились систематические измерения окислительно-восстановительных потенциалов комплексных соединений платиновых металлов. Эти исследования обнаружили резко выраженную зависимость окислительно-восстановительных потенциалов производных одного и того же металла от природы координированных групп.

Работы А.А. Гринберга по кислотно-основным и окислительно-восстановительным свойствам комплексных соединений и полученные при этом результаты позволили углубить существовавшие ранее представления о состоянии комплексных ионов в растворе. Они дали возмож-

ность шире поставить вопрос о природе равновесий в растворах комплексных соединений и о факторах, определяющих эти равновесия (ионные, сольватационные, кислотно-основные и окислительно-восстановительные равновесия)<sup>18</sup>.

### Аффинаж платины и ее спутников

В 1915 г. члены КЕПС академики Н.С. Курнаков и В.И. Вернадский и профессор Л.А. Чугаев внесли ряд предложений о коренном улучшении платинового дела в России. Для их рассмотрения была образована специальная подкомиссия по платине под председательством академика В.И. Вернадского<sup>19</sup>. Подкомиссия по платине признала, что аффинаж платины и получение ее спутников в химически чистом виде являются для русских химиков вполне разрешимой проблемой. Было указано, что соответствующие исследовательские работы уже проводятся в лабораториях профессора Л.А. Чугаева и академика Н.С. Курнакова<sup>20</sup>. Подкомиссия пришла к единодушному мнению, что производство чистых платиновых металлов "может и должно быть поставлено в России".

4 апреля 1916 г. состоялось общее собрание КЕПС, на котором Л.А. Чугаев выступил с докладом "О мерах, которые необходимо принять для обеспечения рационального использования отечественной платиновой руды в промышленном и научном отношении".

Чугаев с чувством глубокого сожаления отметил, что "до последнего времени лишь малая доля платины выделялась и очищалась на русских

<sup>18</sup> В 1932 г. на июньской сессии АН СССР, посвященной проблемам Урало-Кузбасского комбината, с докладом "Физико-химические исследования в области комплексных соединений" выступил А.А. Гринберг (см.: Проблемы Урало-Кузбасского комбината. Л.: Изд-во АН СССР, 1932. С. 232-249). См. также: Гринберг А.А. О работах Платинового института по изучению комплексных соединений // Тр. VI Всесоюз. Менделеевского съезда по теоретической и прикладной химии. Харьков; Киев: ГНТИ, 1935. Т. 2, вып. 1. С. 43-59.

<sup>19</sup> Выступая на заседании КЕПС с докладом "Срочные задачи изучения руд редких металлов платиновой группы", В.И. Вернадский говорил, что "вопрос об использовании сырой платины и примешанных к ней минералов, богатых платиновыми металлами, стал сейчас на очередь дня. Яркое почувствовалась недопустимость современного состояния платиновой промышленности в России. В то самое время, как платиновые руды доставляются на мировой рынок почти исключительно Россией, обработка их производится почти только на Западе — в Англии, Франции и Германии. От нас вывозится сырая руда, а к нам привозится платина и другие продукты обработки платиновых руд в готовом виде. Только небольшая часть платины добывается из русских платиновых руд в России.

Такое положение дел не только неправильно с чисто хозяйственной государственной точки зрения, оно неправильно и с точки зрения интересов научного знания, роста научной мысли и научной работы в России. . . . Сохранение платиновых остатков в возможной мере в России, их разделение силами русских химиков и вывоз их из России за границу в обработанном виде должно являться задачей ближайшей государственной политики". Вернадский В.И. Срочные задачи изучения руд редких металлов платиновой группы // Отчет о деятельности КЕПС. Пг., 1916. № 5. С. 88-89.

<sup>20</sup> Курнаков Н.С. К вопросу о русской платине // Там же. 1919. № 5. С. 97-98.

заводах, главная же масса руды направлялась для этой цели за границу. То же самое целиком относится к спутникам платины, заводской добычи которых в России не существует. Едва ли нужно говорить о крайней ненормальности такого положения вещей<sup>21</sup>. Чугаев предложил создать государственный платиновоочистительный завод<sup>22</sup>. Вместе с тем он считал необходимым подчеркнуть, что предлагаемые мероприятия могли бы оказать надлежащую пользу делу лишь при "условии соответственных мероприятий со стороны государства, которое бы обеспечивало невозможность вывоза за границу платиновой руды, осмистого иридия и платиновых остатков — материала, служащего для извлечения спутников платины"<sup>23</sup>.

Л.А. Чугаев считал необходимым организовать при Платиновом институте опытный завод, который занимался бы проверкой в заводском масштабе технологических приемов и методов, разрабатываемых в лабораториях института и рекомендуемых для применения в промышленности. По его замыслу Платиновый институт должен быть научным центром общегосударственного масштаба. В его задачу входит оказание помощи всем русским лабораториям, в которых будет поставлено изучение платиновых металлов. Чугаев предложил включить в программу деятельности института изучение, наряду с платиной и ее спутниками, других благородных металлов — золота и серебра.

Видимо, зная выступления Л.А. Чугаева о назначении и задачах Института по изучению платины и других благородных металлов, Н.П. Горбунов (тогда управляющий делами Совета народных комиссаров РСФСР) обратил внимание ученого на государственное значение научных иссле-

<sup>21</sup>Чугаев Л.А. О мерах, которые необходимо принять для обеспечения рационального использования отечественной платиновой руды в промышленном и научном отношениях // Там же. Пг., 1916. № 5. С. 98.

<sup>22</sup>Первый аффинажный завод в России был построен в Екатеринбурге в 1916 г. Его первым директором стал горный инженер Николай Николаевич Барабошкин (1880—1935). Он окончил Петербургский горный институт в 1914 г. В 1915 г. переехал в Екатеринбург, где приступил к постройке, оборудованию и организации производства платиноаффинажного завода. В 1916—1918 гг. организовал работу на этом заводе и добился выпуска первых изделий из высокопроцентных сплавов платины с иридием. В последующие (до 1927 г.) годы организовал на аффинажном заводе производство палладия, иридия, родия и осмия и обеспечил выпуск экспортной продукции, а также организовал в 1920—1921 гг. работу отделений по электрографинированию золота и серебра с ежегодной производительностью до 3000 пудов.

В ноябре 1919 г. избран Советом Уральского горного института (УГИ) профессором по кафедре цветных металлов. При последующих реорганизациях УГИ состоял руководителем этой кафедры последовательно в Уральском университете, Уральском политехническом институте и Уральском институте цветных металлов. Вел курс теории металлургических процессов.

О жизни и деятельности Н.Н. Барабошкина см.: Звягинцев О.Е. [Некролог Н.Н. Барабошкина] // Изв. Сектора платины и других благородных металлов. 1936. Вып. 13. С. 5—7.

<sup>23</sup>Чугаев Л.А. О назначении и задачах Института по изучению платины и других благородных металлов // Изв. Ин-та платины и других благородных металлов. 1920. Т. 1. С. 1—11.

дований Платинового института. 22 марта 1922 г. он писал Льву Александровичу, что "работы Платинового института по методике разделения платиновых металлов, по методике извлечения платины из бедных ею пород и отбросов имеют громадное государственное значение в связи с возрождением платиновой промышленности и в первую очередь, конечно, для торгового международного баланса"<sup>24</sup>.

В 1922 г. было организовано Государственное объединение платиновых заводов "Уралплатина" ВСНХ, в ведение которого перешло управление всей платиновой промышленностью. Платиновый институт вошел в соглашение с "Уралплатиной" о ведении ряда работ по аффинажу и анализу платиновых металлов.

С этого времени началась тесная связь между институтом и платиноаффинажным заводом.

С целью изыскания методов выделения платиновых металлов из природных продуктов, а также из материалов, получаемых при заводском аффинаже сырой платины, и для разработки относящейся сюда аналитической методики в 1922 г. в Платиновом институте были созданы две комиссии в следующем составе:

Аффинажная комиссия: Н.С. Курнаков (председатель), А.Т. Григорьев, С.Ф. Жемчужный, О.Е. Звягинцев, С.Е. Красиков, В.В. Лебединский, Н.И. Подкопаев, Н.К. Пшеницын, Э.Х. Фрицман, И.И. Черняев.

Аналитическая комиссия: Б.Г. Карпов (председатель), А.Г. Григорьев, С.Ф. Жемчужный, О.Е. Звягинцев, Н.С. Курнаков, В.В. Лебединский, Н.И. Подкопаев.

Один из главных пунктов научной программы института касался изучения аффинажа платиновых металлов. "Аффинаж платиновых металлов и получение их в наиболее чистом состоянии, — отмечал Н.С. Курнаков, — представляет для СССР сравнительно новую задачу, важность окончательного решения которой не может быть недооценена в вопросе полного освобождения Советского Союза от иностранной зависимости"<sup>25</sup>.

В конце 1922 г. между государственным трестом "Уралплатина" и научным Институтом по изучению платины и других благородных метал-



Николай Николаевич Барабошкин

<sup>24</sup>Горбунов Н.П. Воспоминания. Статьи. Документы. М.: Наука, 1986. С. 223.

<sup>25</sup>Арх. РАН. Ф. 426. Оп. 1. № 7. Л. 2.



лов был заключен договор о разработке институтом методики анализа и аффинажа платиновых металлов с целью организации выпуска всех металлов платиновой группы в чистом виде. На основе данных научных исследований оказалось возможным выработать целый ряд методов и приемов аффинажа платины и ее спутников, которые нашли практическое применение на Государственном аффинажном заводе в Свердловске, которому Платиновый институт передавал все результаты работ технического характера. 10 октября 1923 г. директор Государственного аффинажного завода в Свердловске Н.Н. Барабошкин направил Н.С. Курнакову письмо следующего содержания:

”Директору Платинового института Российской Академии наук Академику Н.С. Курнакову.

Глубокоуважаемый Николай Семенович.

В самом конце сентября по возвращении своем с Минеральных Вод я получил в накопившейся почте сообщения от Платинового института об избрании меня на заседании 15 июня сотрудником Института.

С глубокой признательностью принимаю оказанную мне честь.

При современном переплетении разветвлений науки и техники работа Аффинажного завода, хотя и преследующего задачи узко утилитарного характера, несомненно, злобами своих дней стимулирует деятельность научной мысли.

В намеченной нами еще в 1915 году программе работ предполагалось за пять лет установить на заводе полный круг обработки самородной платины, чтобы России не было необходимости вывозить полупродукты аффинажа за границу.

Первый этап – организация аффинажа сырой платины в масштабе всей возможной добычи наших приисков был успешно достигнут уже в 1916 году. Бурные события революции приостановили правильное развитие деятельности завода, и лишь только с прошлого года удалось возобновить исследовательскую работу. В систематическом разрешении вопросов обработки полупродуктов после выработки методики заводского получения палладия нам удалось добиться к весне настоящего года получения в массовом масштабе чистого иридия. По сложности химических отношений и ценности получаемого металла последнее достижение было самым трудным и самым важным в жизни завода.

Связанные заводской дисциплиной, мы не можем войти здесь в детали нашей работы, однако считаем нужным отметить, что широкое развитие научных знаний в области комплексных соединений дало нам ключи к разрешению технической задачи заводского получения и палладия, и иридия.

Это еще раз ярко подчеркивает неразрывную связь науки и организующей техники.

Надеемся, что при проявляемом Платиновым институтом живом интересе к работе аффинажного завода для сотрудников завода облегчится возможность осветить и углубить полученную ими в высшей школе научную подготовку, что, в свою очередь, укрепит взаимные усилия

деятелей Института и работников завода по разрешению дальнейших задач намеченного цикла. – Н. Барабошкин”<sup>26</sup>.

Основными задачами Платинового института и Аффинажного завода в те годы были следующие:

- 1) выработка способов испытания и анализа сырой платины и ее спутников;
- 2) разработка технических норм для выпускаемых продуктов;
- 3) изобретение новых, более дешевых и совершенных, способов переработки сырых материалов, разделение платиновых металлов и изучение физико-химических свойств как чистых металлов, так и их сплавов.

На IV Менделеевском съезде по чистой и прикладной химии в Москве (17–24 сентября 1925 г.) с докладом о работах Платинового института в связи с заданиями объединения ”Уралплатина” выступил Н.С. Курнаков (совместно с Н.И. Подкопаевым). В докладе они отметили, что, кроме чисто научных работ по изучению платины, других благородных металлов и их многочисленных комплексных соединений, Платиновый институт в контакте с ”Уралплатиной” провел многочисленные работы научно-производственного характера.

Среди многочисленных результатов, полученных по анализу и аффинажу платиновых металлов, в докладе было отмечено следующее:

1. Разработан метод получения осмиевого ангидрида из нерастворимых (первых) остатков аффинажа сырой платины и получения из хлоросмиата калия и тетраминосмийхлорида металлического осмия (И.И. Черняев).
2. Разработан метод выделения технического и химически чистого иридия и его солей (Н.К. Пшеницын, С.К. Красиков).
3. Предложен метод извлечения родия из нерастворимой черни и получен как технический, так и химически чистый родий при помощи хлорпентаминовородиевых хлоридов (В.В. Лебединский)<sup>27</sup>.

<sup>26</sup>Арх. РАН. Ф. 426. Оп. 1. № 1. Л. 12 (с об.).

<sup>27</sup>Вячеслав Васильевич Лебединский (1888–1956) окончил отделение химии физико-математического факультета Петербургского университета в 1912 г. Ученик Л.А. Чугаева. Сотрудник Платинового института с момента его основания. В своей автобиографии В.В. Лебединский писал: ”С 1922 года работаю в тесной связи с платиновой промышленностью СССР. Разработал и передал промышленности ряд методов аффинажа платиновых металлов. Начиная с 1926 г. и по настоящее время (1952 г.) весь добываемый в СССР родий, имеющий важное оборонное значение, получается по разработанному мною методу” (Арх. РАН. Ф. 411. Оп. 4а. № 118. Л. 9).



Вячеслав Васильевич Лебединский

4. Разработан метод переведения в растворимое состояние иридий платины третьего сорта, выжженного осмистого иридия и нерастворимой черни сплавлением с азотнобариевой солью.

5. Поставлены работы по определению физико-химических и механических свойств чистой платины и сплавов ее с родием и иридием, по определению электропроводности, твердости и сопротивлению на разрыв.

6. Предложен метод грубого разделения платиновых металлов из маточных растворов после выделения главной массы платины. Этот метод был в крупном масштабе поставлен на Аффинажном заводе в Свердловске и оказался вполне пригодным для заводской практики.

7. Ведутся параллельно с контрольно-испытательной лабораторией "Уралплатины" работы по переведению родия из нерастворимой черни и иридий платины в растворимое состояние путем сплавления со свинцом, цинком и серебром.

8. Выработан метод быстрого анализа шлиховой платины, который в некоторых частях является оригинальным: отделение родия от иридия предложено вести путем сплавления с цинком с последующим растворением избытка цинка в соляной кислоте, а оставшегося нерастворимым сплава – в царской водке; отделение рутения от иридия предложено производить сплавлением с содой, причем рутений переходит в растворимый рутенат натрия и выщелачивается водой.

9. Предложен новый способ отделения иридия от платины нагреванием смеси хлорометаллатов с металлической ртутью (Б.Г. Карпов).

10. Разработан колориметрический метод определения малых количеств палладия в платине при помощи иодистого калия, по которому удастся точно установить содержание палладия (О.Е. Звягинцев).

11. Разработан способ электролитического переведения платины в раствор непосредственно из бедных черных шлихов, из которых платина обычными приемами не может быть извлечена (С.Ф. Жемчужный).

12. Членами Аналитической комиссии произведен целый ряд сложных анализов как сырой платины, так и всех промежуточных полупродуктов, чистых металлов и их солей, полученных как в институте, так и на Государственном свердловском аффинажном заводе, применяя известные до сих пор методы анализа и ряд новых методов, разработанных комиссией.

13. Работы по стандартизации велись с целью выработки норм для выпускаемых на рынок продуктов аффинажа. Были приготовлены и изучены различные образцы платины, как совершенно чистой, так и технической, а также произведены измерения физико-химических констант: твердости, электросопротивления и его температурного коэффициента платины, полученной институтом различными методами, и платины Аффинажного завода.

Чистые платина, родий и иридий нашли широкое применение для изготовления платиново-родиевых термоэлементов<sup>28</sup>.

<sup>28</sup>Образцовые термометры были изготовлены для Украинской Палаты мер и весов и для нужд некоторых заводов (Ленинградский завод оптического стекла, Изюмский приборостроительный завод и Фарфоровый завод под Ленинградом).

8 февраля 1926 г. на заседании Аффинажной комиссии Платинового института Н.С. Курнаков обратил внимание на то, что в настоящее время среди очередных заданий института одним из наиболее важных является изыскание новых способов применения платиновых металлов. Особое внимание, по его мнению, должно быть уделено возможности использования осмия и иридия в химической технике в качестве контактных "деятелей". По предложению Курнакова было постановлено созвать специальное совещание, посвященное рассмотрению вопроса о возможном расширении области применения платиновых металлов и выработке программ деятельности института в указанном направлении. Было решено поручить получение образцов химически чистой платины С.Ф. Жемчужному и Н.И. Подкопаеву, изготовление химически чистых иридия – С.Е. Красикову и Н.К. Пшеницыну, родия – В.В. Лебединскому и О.Е. Звягинцеву, осмия – И.И. Черняеву, изучение физико-химических отношений сплавов платины с цинком – А.Т. Григорьеву, платины с иридием и иридия со свинцом – В.А. Немилову, изыскание методов выделения платины из шлихов – С.Ф. Жемчужному, выяснение наиболее целесообразной методики выделения платиновых металлов из разных побочных продуктов платинового производства – В.В. Лебединскому.

В 1932 г. на базе своих теоретических работ над комплексными аминами родия В.В. Лебединский предложил новый оригинальный метод получения чистого родия, отличающийся повышенными выходами родия и высоким его качеством. Метод получил название "триаминовый", так как в основу его положено выделение родия в виде триамин-нитрата родия с последующим переводом его в триаминохлорид. При последней операции оказалось возможным очистить родий от весьма малых примесей иридия и таким образом разрешить самую трудную задачу аффинажа платиновых металлов – разделения иридия и родия.

#### Участие сотрудников института в изучении истории платинового дела в России

В 1926–1928 гг. группа сотрудников Платинового института по инициативе Н.С. Курнакова занималась изучением истории развития платинового дела в России за 100 лет. Основная цель этих работ – выявить "степень участия русских химических сил в деле аффинажа и анализа платиновых металлов за указанный период времени".

19 апреля 1926 г. состоялось объединенное заседание Институтов физико-химического анализа и Платинового, на котором присутствовал президент АН СССР академик А.Л. Карпинский. Собрание было посвящено столетнему юбилею русской платины.

Открывая заседание, Н.С. Курнаков сказал, что еще задолго до начала промышленной добычи платины в России в 1825 г. русские химики обратили свое внимание на изучение свойств этого металла.

Среди работ, относящихся к самому раннему периоду, выделяются труды вице-президента Берг-коллегии графа А. Мусина-Пушкина (1760–1805) – первого из русских химиков, изучавшего платину и открывшего некоторые ее соединения. Ко времени начала добычи платины в России

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
КОМИССИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ РОССИИ.

ИЗВЕСТИЯ ИНСТИТУТА  
**ПО ИЗУЧЕНИЮ ПЛАТИНЫ**  
и других благородных металлов.

ПОД РЕДАКЦИЕЙ  
Л. А. Чугаева  
при содействии Н. К. Пшеницына и И. И. Черняева.

Том I.  
Выпуск I.

ПЕТРОГРАД  
1920.

Титульный лист журнала "Известия Института по изучению платины и других благородных металлов"

относится значительное число исследований, сильно способствовавших укреплению и быстрому развитию молодой отрасли отечественной промышленности. Здесь следует отметить работы П. Соболевского, который самостоятельно разработал способ получения чистой платины, В. Любарского, И. Варвинского, К. Клауса, открывшего в 1844 г. рутений и произведшего свои классические исследования над уральским осмистым иридием, К. Раевского и др. Начиная с 1867 г. вместе с прекращением аффинажа платины в России количество русских работ по исследованию платины сильно сократилось.

К концу прошлого столетия относятся первые попытки возрождения платиновой промышленности. К этому времени Российским правительством создаются особые комиссии, стремившиеся воссоздать аффинаж платины. Эти попытки закончились неудачей, комиссии были распущены. Лишь в 1916 г. начал работать Аффинажный завод в Екатеринбурге. В

1918 г. по инициативе Л.А. Чугаева при Академии наук учреждается Платиновый институт, и с этого времени число исследований в области металлов платиновой группы вновь значительно повышается. Свое вступительное слово Н.С. Курнаков закончил словами, что "настоящий момент может быть отмечен как момент подъема платинового дела в России и позволяет с уверенностью относиться к его дальнейшему успешному развитию"<sup>29</sup>.

На заседании были заслушаны доклады Н.И. Степанова "Биографические сведения о некоторых деятелях в области платинового дела", Э.Х. Фрицмана "Первый период в истории русской платины", О.Е. Звягинцева "Обзор платиновой промышленности за 100 лет". Все эти доклады были опубликованы в 1927 г. в 5-м выпуске Известий Института по изучению платины и других благородных металлов, посвященном 100-летию платиновой промышленности России<sup>30</sup>.

Редакция "Известий" предпослала этот выпуск предисловием, в котором отмечалось, что "на примере русской платины еще раз с совершенной ясностью выступает огромное значение научно-исследовательской работы для развития промышленности. Вместе с тем становится очевидной тесная связь между состоянием наших знаний о данном предмете и той пользой, которую человечество может из него извлечь. Платиновые металлы, не находившие применения вскоре после их открытия и рассматривавшиеся лишь как любопытная редкость, теперь, после того как свойства их подверглись научному исследованию, все более и более приобретают мировое значение и становятся необходимыми для культурных потребностей человечества.

Мы видим новое доказательство бессмертного положения, что научная работа представляет собой один из крупнейших факторов экономического развития страны и ее благосостояния"<sup>31</sup>.

Обсуждение итогов работы института за 1918–1928 гг.  
на V Менделеевском съезде

В июне 1928 г. сотрудники Платинового института приняли активное участие в работе V Менделеевского съезда по чистой и прикладной химии в Казани. 18 июня с докладом "О работах Платинового института по изучению металлов платиновой группы" выступили Н.С. Курнаков и Н.И. Подкопаев. В докладе был дан развернутый анализ научной деятельности института. Докладчики отметили, что в области научного изучения платины и ее спутников за последние годы обращают на себя внимание следующие работы.

<sup>29</sup>Изв. Ин-та по изучению платины и других благородных металлов. 1927. Вып. 5. С. 3.

<sup>30</sup>Там же. С. 5–84; см. также: Федоренко Н.В. Развитие исследований платиновых металлов в России. М.: Наука, 1985. 264 с.

<sup>31</sup>Изв. Ин-та по изучению платины и других благородных металлов. 1927. Вып. 5. С. 3.

1. Систематические исследования, посвященные изучению различных химических соединений металлов платиновой группы: а) получение и изучение ряда комплексных соединений, происходящих от роданистой платины; б) изучение комплексных соединений платины и тройных солей родия по методу электропроводности; в) исследование геометрической изомерии нитросоединений платины в связи с оптической деятельностью; г) определение теплот горения геометрических изомеров комплексных соединений платины; д) получение моноаминов родия и пр.

2. В области изучения сплавов металлов платиновой группы между собой и с другими металлами следует отметить: а) изучение системы платина-железо по твердости, микроструктуре, электропроводности и температурному коэффициенту; причем установлено наличие твердого раствора, распадающегося при охлаждении в твердом состоянии при образовании химического соединения; б) исследование системы платина-иридий; причем, несмотря на большую трудность плавления и травления полученных сплавов, удалось установить, что платина с иридием дает непрерывный ряд твердых растворов; в) термическое и металлографическое исследование системы родий-висмут, которое установило наличие определенных соединений; г) изучение систем платина-медь, иридий-висмут, платина-иридий; д) изучение свойств систем платина-золото и палладий-сурьма; е) работы по изучению свойств двойных и тройных сплавов с целью введения в технику новых лигировок<sup>32</sup>.

3. Кроме чисто научных работ по изучению платины и других благородных металлов, Платиновый институт производил и производит большие работы научно-исследовательского характера, связанные с производством, в тесном контакте с Государственным объединением платиновых предприятий Урала "Уралплатина", Отделом денежного обращения и международных расчетов Валютного управления Наркомфина, а также с обществом "Руссплатина" по вопросам аналитических изысканий, выработке новых, более совершенных методов отделения и разделения платиновых металлов и изучения физико-химических свойств как чистых металлов платиновой группы, так и их многочисленных сплавов.

В ряде этих работ по анализу, стандартизации и изучению физико-химических свойств считаем необходимым отметить: а) разработку легкого и весьма удобного метода аналитического разделения иридия и родия сплавлением с висмутом; б) выработку метода анализа сплавленного и губчатого иридия; в) разработку удобного нового метода определения осмия в его соединениях, состоящего в окислении осмия хромовой смесью в четырехокись осмия, которая затем осаждается сернистым натрием; г) разработку метода анализа сернистых осмиевых концентратов с определением как благородных, так и неблагородных металлов; д) производство исследования степени чистоты как чистых металлов: платины, иридия, родия, так и хлорометаллатов их русского производства; е) выяснение возможности применения метода определения родия

<sup>32</sup>Более подробно см.: Немилев В.А. Работы Платинового института в области металлических сплавов // Там же. 1932. Вып. 10. С. 1-13.

в растворе при помощи иодистого калия; ж) производство членами Аналитической комиссии целого ряда анализов и аналитических исследований продуктов и полупродуктов аффинажа платиновых металлов, причем получены весьма ценные результаты, дающие возможность унифицировать методы анализа указанных продуктов.

4. В области аффинажа обращают на себя внимание вопросы, связанные с усовершенствованием методики выделения чистых металлов и изучения физико-химических свойств, из числа которых можно указать: а) выработку нового метода, весьма простого и удобного с практической стороны выделения четырехоксида осмия мокрым путем; б) разработку метода регенерации осмия из остатков различного происхождения, причем установлено, что окисление таких остатков идет легче всего при употреблении хромовой смеси обычного состава; в) изучение выделения рутения из нерастворимого остатка, из которого ранее был удален осмий; г) усовершенствование способа очистки родия переводением его в пентаминовый хлорид, применяя вместо водного аммиака углеаммиачную соль; д) разработку метода получения хлористого иридия, являющегося удобным материалом для получения различных соединений иридия; е) дальнейшее изучение свойств иридия, имеющего большой интерес в вопросах аффинажа и анализа платиновых металлов; ж) производство значительного числа операций аффинажа платины с целью получения платины наивысшей чистоты. . . з) приготовление платино-платинородиевых термопар, причем за период с 1924 г. по настоящее время в этой области достигнуты значительные результаты: платиновая проволока термопары, оказывается, по чистоте превосходит таковую стандартных термопар, изготовляемых фирмой Гереус, и изменение свойств термопары при продолжительной их работе колеблется в пределах 0,03 до 0,17 мВ при 1500°; и) всестороннее изучение значительного количества образцов заграничных сплавов платины, имеющих применение в ювелирном деле и зубоврачебной технике, которое дает возможность судить о чистоте материалов, о химическом составе и соответствии его с маркировкой, о влиянии меди и палладия на твердость и окисляемость платиновых сплавов.

"Залогом дальнейшего успеха развития платиновой промышленности и связи ее с производством, — отмечали докладчики, — является совместная работа Платинового института, лабораторий Государственного аффинажного завода в Свердловске, а также Валютного управления Наркомфина и общества "Руссплатина". Можно быть уверенным, что платиновая промышленность в недалеком будущем освободится от заграничной зависимости и займет соответствующее нашим ресурсам положение на мировом рынке"<sup>33</sup>.

Заслушав доклады Н.С. Курнакова и других сотрудников Платинового института и обменявшись мнениями, Секция общей химии V Менделеевского съезда приняла следующую резолюцию:

"Заслушав целый ряд докладов по химии платины и ее спутников,

<sup>33</sup>Там же. 1929. Вып. 7. С. 317.

указывающих на тесную связь работы Института по изучению платины и других благородных металлов, Свердловского аффинажного завода и других правительственных и производственных организаций, и имея в виду громадное научное и техническое значение платиновых металлов, V Менделеевский съезд постановляет обратиться в Наркомфин СССР с просьбой принять соответствующие меры для того, чтобы платина и ее спутники: иридий, палладий, осмий, рутений, сделались более доступными для научных исследований в различных областях"<sup>34</sup>.

### Союз науки и практики

11 ноября 1929 г. на заседании Института платины Н.С. Курнаков выступил с докладом, в котором отметил, что "ближайшей задачей Института в настоящее время является поддержание должной степени чистоты платиновых металлов, поступающих на внешний рынок, что заставляет Институт всеми возможными средствами заботиться о дальнейшем развитии работ как по аналитическому испытанию чистых металлов, так и по приготовлению их, а также ближайшему изучению разнообразных сплавов этих металлов, могущих иметь то или иное техническое применение. Что же касается продажи платиновых металлов и изделий из них внутри Республики, то дело это находится далеко не на должной высоте. Так, например, заводы и различные государственные учреждения Союза, испытывающие нужду в платинородиевых термopарах, до сих пор еще часто обращаются к Платиновому институту с просьбой их изготовления. Такое положение следует признать совершенно ненормальным. Производство платино-родиевых термopар должно быть в окончательной форме организовано на Свердловском аффинажном заводе; кроме того, надлежащими государственными учреждениями должны быть в самом ближайшем времени приняты срочные мероприятия с целью устранения трудностей, возникающих перед... учреждениями Союза в деле приобретения платиновых металлов и изделий из них"<sup>35</sup>. Заслушав и обсудив сообщение Курнакова, Аффинажная комиссия института постановила обратиться с подробной докладной запиской по этому вопросу в Научно-технический совет ВСНХ.

Платиновая промышленность СССР поставила перед Платиновым институтом ряд первоочередных задач. Постепенное обеднение коренных месторождений платины вызывало необходимость нахождения новых ресурсов для получения сырья. Полиметаллические сульфидные руды Казахстана, Кавказа и Кольского полуострова могли явиться источниками металлов платиновой группы, попутно при переработке этих руд можно было извлекать из них другие металлы – свинец, цинк и пр. С этой целью институт в 1930–1932 гг. провел химические экспедиции на Урал, в Казахстан и на Кавказ.

22 октября 1930 г. на заседании Аффинажной комиссии Платинового

<sup>34</sup> Там же. С. 328–332.

<sup>35</sup> Арх. РАН. Ф. 426. Оп. 1. № 9. Л. 37 (об.).

института Н.С. Курнаков отметил чрезвычайную важность химических экспедиций, при которых "наблюдаемые объекты рассматриваются с совершенно иной точки зрения, чем это делается геологами, минералогами и даже геохимиками. Посещение химиками месторождений полезных ископаемых, наблюдение над добычей сырья, обогащением и технологическими процессами дает им возможность со своей точки зрения рассматривать вопрос об использовании и рациональной переработке ископаемых"<sup>36</sup>. Исследование привезенных с Урала, Кавказа и Казахстана образцов дало обнадеживающие результаты, указав на наличие платиновых металлов и присутствие весьма ценного и редкого элемента – галлия (в Казахстанских рудах).

В 1933 г. Институт организовал экспедиции для отобрания проб природных минералов на Кольский полуостров (Монча-тундра, Хибинь), в Казахстан (Риддер) и Кавказ (Ала-верды, Зангезуры, Орджоникидзе, Усть-Лабинский район).

Планомерное исследование металлических сплавов платиновой группы началось после постройки в 1929 г. Н.И. Подкопаевым, при содействии Ленинградской радиевой лаборатории, специальной высокочастотной печи, в которой можно было с успехом воспроизводить необходимые высокие температуры. В 1932 г. проводились работы по исследованию сплавов платины с родием и вольфрамом. Изучалась также система платина–железо–медь, являющаяся природным соединением платиновых самородков.

Чтобы конкретно представить тот круг научно-технических проблем, который решался институтом в начале 1930-х годов, мы приведем выдержки из отчета о работах Платинового института, выполнявшихся в 1933 г. по заданию и на средства Наркомтяжпрома.

"В истекшем отчетном году Платиновый институт продолжал начатую в 1932 г. работу по изучению сульфидных руд и продуктов их переработки на содержание в них металлов платиновой группы, галлия и индия.

Объектами изучения были руды и продукты их обработки из Риддерского месторождения (Алтай), руды Аплаввердского комбината (Армения) и Буронского месторождения (Сев. Кавказ), привезенные платиновой экспедицией в 1932 году, руда Карабашского рудника (Урал), доставленная платиновой экспедицией 1929 года, свинцовая руда о. Вайгач, полученная от проф. А.Н. Лабунцова, полученная от него же хибинская свинцовая руда и руда Мелентьевского месторождения (Урал), привезенная в 1933 году непосредственно из копей О.Е. Звягинцевым.

За истекший год было проанализировано более 30 образчиков различных сульфидных руд и значительное количество их переработки. Главнейшие результаты этих работ были опубликованы в статье О.Е. Звягинцева, В.В. Лебединского и А.Н. Филиппова "О нахождении платины в сульфидных рудах" (См. Доклады Акад. наук – Новая серия, 1933, № 4, а также журнал "Советская золотопромышленность", № 8)"<sup>37</sup>.

<sup>36</sup> Арх. РАН. Ф. 426. Оп. 1. № 9. Л. 63.

<sup>37</sup> Там же. № 37. Л. 1, 2 (Отчеты Платинового института... о работах по изучению руд на содержание платины и других благородных и редких элементов за 1933 г.).

15 декабря 1933 г. директор института академик Н.С. Курнаков направил Наркомтяжпрому т. С. Орджоникидзе и Наркомвнешторгу т. А.П. Розенгольцу письмо следующего содержания:

«Промышленность СССР, ежедневно осваивающая вне новые и новые производства, не только освобождает нашу страну от импорта, но и непрерывно увеличивает вывоз своих изделий за границу.

Однако еще есть область промышленности, достаточно мощно развитая за границей, но которая до сих пор в СССР находится в зачаточном состоянии; это — производство сплавов драгоценных металлов: золота, платины и ее спутников.

В Германии, не имеющей в своем распоряжении месторождений платины и пользующейся исключительно металлами иностранного происхождения, много лет назад создались и все время расширяются предприятия, изготовляющие сплавы платиновых металлов, потребителями которых являются производства научных приборов, ювелирных изделий, зуботехнических изделий и другие. . . Они не только удовлетворяют полностью потребность в сплавах самой Германии, но имеют свои отделения в других странах, в частности в Америке, которую снабжают своими полуфабрикатами в виде слитков сплавов, проволоки, листов и т.д.

Эти же фирмы, а также специально химические предприятия готовят из иностранного сырья целый ряд химических препаратов платиновых металлов, как, например, химически чистые соли платиновых металлов, осмиевый ангидрид и др., имеющие обширное применение внутри Германии и вывозящиеся за границу.

Советский Союз, обладающий имеющими мировое значение месторождениями платины и ее спутников, достиг значительных успехов в области аффинажа платиновых металлов, причем экспорт этих металлов осуществляется в виде чистейших металлов, по чистоте не только не уступающих, но даже превышающих металлы, выпускаемые лучшими зарубежными фирмами.

Однако нельзя удовлетвориться достигнутыми успехами; применение металлов платиновой группы в чистом виде имеет сравнительно ограниченное применение, главная же масса экспортируемых СССР чистых металлов идет на те же германские заводы, где и перерабатываются в сплавы и изделия из них.

В 1928–29 гг. Платиновый институт, по инициативе Валютного управления НКФ СССР и Руссплатины, произвел целый ряд исследований сплавов платиновых металлов, изготовленных германскими фирмами. Были исследованы сплавы платины с иридием, медью, палладием и родием.

Исследование имело целью дать теоретическую основу для изготовления этих сплавов в СССР, выяснив физико-химические свойства сплавов, потребляемых иностранным рынком.

Однако в 1930 г. эти работы были прекращены и, насколько нам известно, производство сплавов платиновых металлов в СССР в настоящее время ограничивается только производством сплава платины с 10% родия, применяющегося для термопар Ле Шателье, и платино-иридиевого сплава для медицинских шприцов. Производство платиновых химических

реактивов ограничивается изготовлением хлорной платины, применяющейся в аналитической химии.

Не считая себя компетентным в выяснении экономических условий, являющихся важнейшим фактором всякого производства, Платиновый институт полагает, однако, что современное изолированное положение Германии в ряду других стран создает благоприятные условия для создания молодой советской промышленности платиновых сплавов и химических реактивов.

Платиновый институт Академии наук СССР, обладая кадрами высококвалифицированных научных работников, ведущих в течение ряда лет работы по исследованию методами физико-химического анализа сплавов металлов платиновой группы, а также работы по исследованию комплексных соединений платины и ее спутников, готов оказать промышленным организациям существенную помощь, производя теоретические исследования сплавов и химических препаратов, могущих быть изготовленными на советских заводах.

Директор Академик Н.С. Курнаков  
Зам. Директора В.А. Немилев<sup>38</sup>.

\* \* \*

Изложенный нами материал показывает, что к 1934 г. Институт по изучению платины и других благородных металлов стал крупным научным центром, где плодотворно сотрудничали научные школы Л.А. Чугаева и Н.С. Курнакова. Каждый из сотрудников этого института представлял из себя специалиста высокого научного ранга, каждый из них был автором оригинальных исследований, без которых трудно представить современную химию платины и ее спутников.

<sup>38</sup> Там же. № 15. Л. 39 (с об.)—40.