

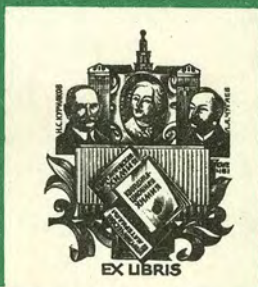
Ю.И. Соловьев



ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ
И
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ
ХИМИИ

им. Н.С.Курнакова

РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



Исторический очерк

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
АКАДЕМИИ НАУК СССР
(1934–1990 гг.)**

Глава третья

**СОЗДАНИЕ ИНСТИТУТА
И ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
В 1934–1941 гг.**

28 марта 1934 г. общее собрание Академии наук СССР приняло решение об объединении Института физико-химического анализа, Института по изучению платины и других благородных металлов и Лаборатории общей химии в один Институт общей и неорганической химии (ИОНХ). Директором института был избран академик Н.С. Курнаков. 14 июня 1934 г. Совет народных комиссаров СССР включил ИОНХ в число учреждений АН СССР, переводимых в Москву. В Москве новый институт получил помещение в двухэтажном здании на Большой Калужской улице, д. 71 (ныне Ленинский проспект, д. 31). Организация нового института была вызвана необходимостью создания в системе Академии наук высокоавторитетного центра по основным разделам неорганической химии.

Н.С. Курнаков, формулируя общие задачи, стоящие перед Институтом общей и неорганической химии, писал: "Три основных, главных направления должны сохраниться в нашей исследовательской работе. При больших изменениях нашего плана они оставались неизменными. Это — три области веществ, являющихся главными объектами изучения физико-химического анализа — "состав-свойство": 1) металлические равновесия; 2) соляные системы; 3) органические вещества. Трудно отдать которому-либо из них предпочтение в теоретическом или производственном отношении. Все они обещают дальнейшее развитие во многих направлениях. Я думаю, что эти области надолго и прочно утвердятся в нашей работе. На этих областях мы можем исследовать главнейшие соотношения между составом вещества и его свойствами"¹.

В 1935 г. окончательно оформились и начали успешную работу ряд важных отделов, на развитие которых институт обращал особое внимание. К ним относятся отделы: термохимии, неводных растворов, физико-химии высоких давлений, тензиметрии, соляных сплавов, лаборатория химии кремния, рентгеновская лаборатория, аналитическая лаборатория и отдел руд и минералов.

¹ Арх. РАН. Ф. 453. Оп. 1. № 50. Л. 7.



Старое здание ИОНХа (Ленинский просп., д. 31)

На схемах 1 и 2 представлено родословное древо ИОНХа и его структура в 1936 г.

В ИОНХе появились новые лаборатории. По инициативе Н.В. Агеева и В.Г. Кузнецова была создана лаборатория рентгенографии и кристаллохимии. Ее основная цель: исследование атомной структуры определенных соединений и твердых растворов, которые образуют определенные соединения с избытками своих компонентов; исследование различных

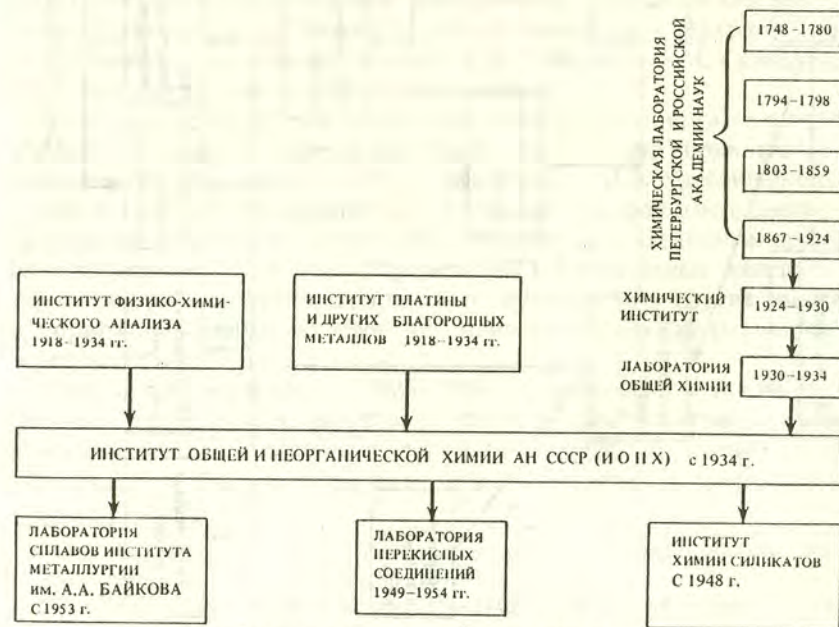


Схема 1. Родословное древо ИОНХа

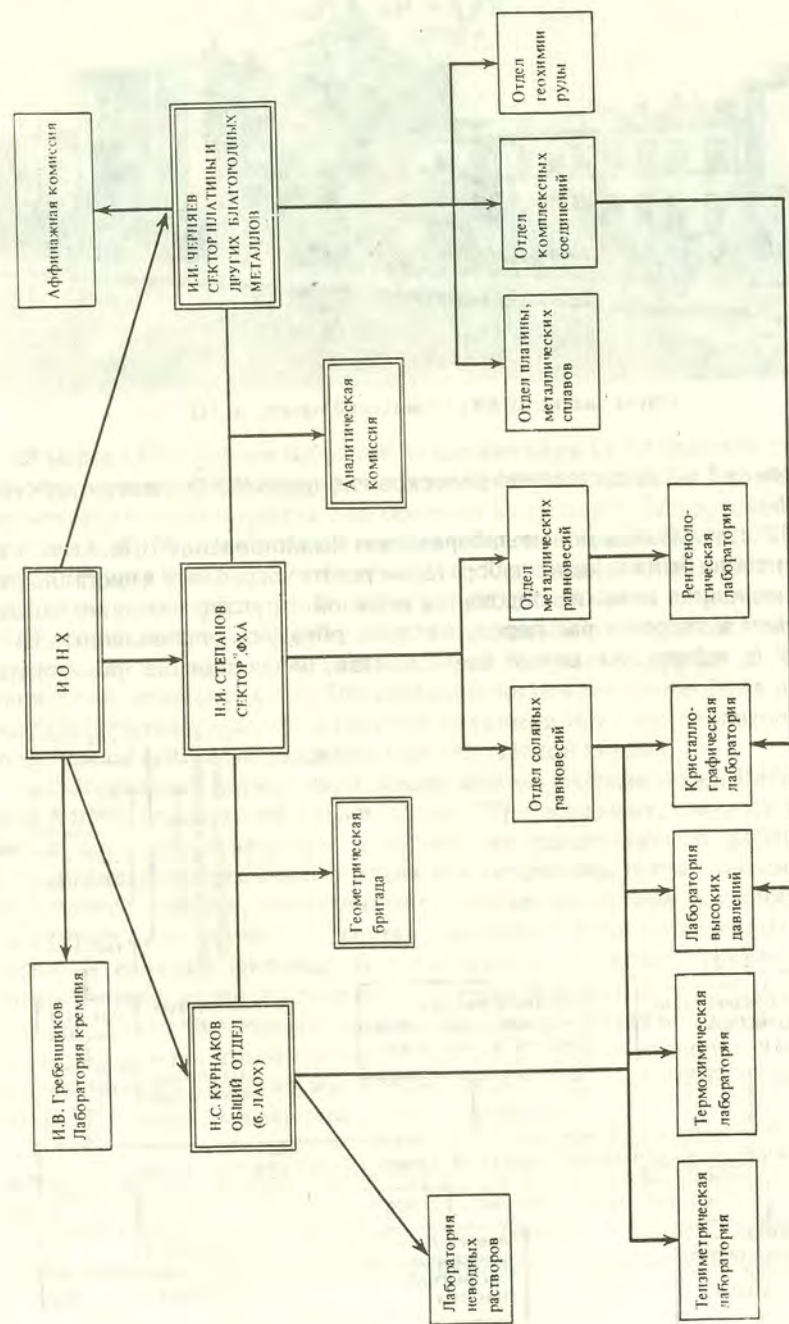
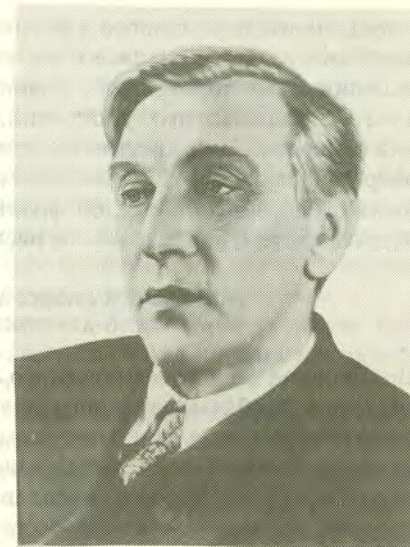


Схема 2. Структура ИОНХа в 1936 г.



Илья Васильевич Гребенщиков

структур индивидуальных кристаллических веществ. Главной задачей первого направления являлось установление природы и различий определенных соединений и твердых растворов на примерах различных сплавов и твердых фаз соляных систем. Задача второго направления – установление неизвестных атомных структур и разработка математических методов расшифровки рентгенограмм для сложных структур.

С целью изучения пластической деформации металлов, солей, магниевых и других металлических сплавов в 1934 г. в ИОНХе была организована лаборатория механических испытаний под руководством профессора Сергея Ивановича Губкина (1898–1955). В лаборатории проводились важные работы по изучению влияния различных факторов на пластичность магния и некоторых его сплавов. Постановка этих работ была вызвана необходимостью совершенствования технологии горячей обработки давлением магниевых сплавов на заводах авиационной промышленности. Под руководством С.И. Губкина было выполнено фундаментальное исследование "Пластическая деформация магниевых сплавов" (совместно с Е.М. Савицким). За работу "Новый способ прокатки магниевых сплавов" С.И. Губкину и Е.М. Савицкому в 1941 г. было выдано авторское свидетельство².

В 1935 г. в состав ИОНХа вошла лаборатория кремния (в дальнейшем лаборатория химии силикатов, а потом Институт химии силикатов), организованная в Ленинграде в 1933 г. академиком И.В. Гребенщиковым³. Основной задачей лаборатории было изучение глазурей высоковольтных фарфоровых изоляторов, выполнявшееся в связи с заданиями промышленности (заводы "Изолятор", "Пролетарий"). С этой целью исследовались состав глазурей, их вязкость, электросопротивление и другие свойства. Проводились обширные исследования влияния глазури на механические свойства изоляторов.

Деятельность института в 1934–1941 гг. развивалась в следующих основных направлениях: разработка общих вопросов методики физико-химического анализа, приложение физико-химического анализа к исследованию металлических сплавов и металлургических процессов, изуче-

² Более подробно см.: Губкин С.И. Пластическая деформация металлов: В 3-х т. М.: Металлургия, 1960. Т. 1. 376 с.; Т. 2. 416 с.; Т. 3. 360 с.

³ Илья Васильевич Гребенщиков (1887–1953) – выдающийся русский ученый-химик и технолог, академик с 1932 г. Автор многочисленных работ по химии силикатов.

ние соединений переменного и постоянного состава, приложение методов физико-химического анализа к изучению соляных равновесий и природных соляных месторождений, физико-химическое обоснование методов получения минеральных удобрений, исследование комплексных соединений с целью использования их при аффинаже и анализе, трансвлияние и направленный синтез комплексных соединений заданного состава и строения, разработка методов физико-химического изучения водных и неводных систем, аналитические исследования.

РАЗРАБОТКА ОБЩИХ ВОПРОСОВ МЕТОДИКИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Применение физико-химического анализа к исследованию природных объектов и проблем народного хозяйства поставило на повестку дня систематическое изучение многокомпонентных систем (шлаков, стекол, испарение морской воды и различных озерных рассолов, образование минералов, горных пород из расплавленных магм), получение минеральных солей из сырья сложного состава и т.п. Выявилась таким образом настоятельная необходимость внедрения в практику физико-химического анализа метода изображения равновесий с многими независимыми переменными, которые базируются в основном на многомерной геометрии. С этой целью в 1935 г. в институте была создана "геометрическая бригада", которая занялась систематической разработкой вопросов применения геометрии и топологии к изучению химических равновесий. Особое внимание было обращено на изучение метода изображения многокомпонентных систем.

Исследования в этом направлении уже вскоре позволили анализировать диаграммы, составленные из восьми и более солей в водных растворах и расплавах. Особое значение имело теоретическое и экспериментальное построение политерм четверных металлических сплавов и силикатных магм.

Разрабатывалось общее учение о диаграмме состав-свойство на основе приложения геометрического и математического анализа, в том числе изучалась топология и метрика химической диаграммы, находились способы геометрического изображения главных типов химических реакций (Н.С. Курнаков); изучалась метрика химической диаграммы, причем полученная теоретическая форма изотермы реакции проверялась экспериментально (Н.С. Степанов); разрабатывались новые методы изображения многокомпонентных систем, начал применяться метод рефрактометрии для изучения жидких растворов (В.Я. Аносов)⁴.

⁴ Виктор Яковлевич Аносов (1891–1980) окончил Петербургский горный институт и Саратовский университет; в 1929–1932 гг. — профессор Пермского университета; с 1933 г. — сотрудник Лаборатории общей химии АН СССР, а с 1934 г. до конца жизни работал в ИОНХе. В 1947 г. совместно с профессором С.А. Погодиным издал фундаментальную монографию "Основные начала физико-химического анализа" — настольную книгу каждого ученого, работающего в этой области. Авторы были удостоены премии им. академика Н.С. Курнакова. О жизни и деятельности ученого см.: Ревич Г.Б. Виктор Яковлевич Аносов // Изв. Сектора ФХА. 1952. Т. 21. С. 10–13.

На юбилейном Менделеевском съезде, состоявшемся в Ленинграде 10–13 сентября 1934 г., Н.С. Курнаков выступил с докладом "Особые точки учения о растворах Д.И. Менделеева и топология химической диаграммы", а Н.И. Степанов развил эту тему в докладе "Особые точки учения о растворах Д.И. Менделеева и метрика химической диаграммы".

"Основной чертой современного развития физико-химического анализа, — говорил Н.И. Степанов, — является геометрический метод изучения химической природы системы. Исследователь в результате эксперимента строит равновесную диаграмму "состав-свойство" и в ее геометрических признаках ищет ответ на поставленные им химические вопросы.

Диаграмма представляет собой, таким образом, наше орудие производства, наше оружие, с которым мы идем в бой за познание вещества, а следовательно, за овладение веществом.

Постигнуть смысл диаграммы — значит овладеть методом физико-химического анализа во всей его полноте. . .

Общее учение о равновесной диаграмме "состав-свойство" развивается в двух направлениях.

Во-первых, в области качественного изучения общих геометрических свойств диаграммы, неизменных при ее преобразовании — *топология химической диаграммы*. Эти работы ведутся акад. Н.С. Курнаковым.

Во-вторых, это учение ставит себе задачей построить теоретически диаграмму во всем ее многообразии исходя из основных законов, управляющих химическим превращением. Эти исследования устанавливают количественную алгебраическую связь между величинами, характеризующими химический процесс, протекающий в системе, и геометрическими свойствами диаграммы. Этот отдел общего учения о диаграмме разрабатывается Н.И. Степановым и получил название *метрики химической диаграммы*⁵.

ПРИЛОЖЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА К ИССЛЕДОВАНИЮ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ

В 1934–1941 гг. сотрудники ИОНХа традиционно продолжали изучать один из основных объектов физико-химического анализа — металлические сплавы различного назначения.

Эти работы имели целью: а) дать авиастроению новые легкие сплавы на основе магния, алюминия с более высокими механическими качествами по сравнению с известными, особенно при повышенных температурах; б) получить новые жароупорные и высокоомные стали без никеля, новые малолегированные конструкционные специальные стали; в) создать сплавы благородных металлов для химических производств, электротехники, зубоврачебного производства и пр.; г) получить новые подшипниковые сплавы, не содержащие дефицитного олова.

⁵ Степанов Н.И. Метрика равновесной химической диаграммы // Успехи химии. 1936. Т. 5, вып. 7/8. С. 972.

В этой области главное внимание было обращено на изучение диаграммы состояния сплавов железа с другими металлами, являющимися основными добавками при получении всевозможных сортов стали; на выяснение природы систем железа с редкими металлами (танталом, ниобием, цирконием). Шло усиленное изучение природы систем, которые наиболее близко подходят к составам технически применяемых сплавов (например, тройной системы железо-углерод-ниобий) с целью выяснения влияния редкого элемента ниобия на физико-химическую природу сплавов железо-углерод. Большое практическое значение имели работы, связанные с изучением диаграммы состояния системы железо-хром-марганец, являющейся основой специальных высоколегированных сталей (А.Т. Григорьев, Н.И. Корнев, Н.Н. Курнаков, Д.Л. Кудрявцев, Н.М. Груздева).

В 1938 г. в ИОНХе была создана лаборатория железных сплавов под руководством И.И. Корнилова. Здесь на основе изучения тройной системы железо-хром-алюминий И.И. Корнилов и В.С. Михеев разработали новые высокоомные и жароупорные сплавы, выдерживающие температуру нагревания до 1200–1300°. Сплавы нашли широкое применение в лабораторных и промышленных печах. В 1939 г. Наркомчерметом эти сплавы были приняты для внедрения с целью получения сплавов высокого электросопротивления, заменяющих нихром, платину в электронагревательных приборах.

Разработкой способов производства важнейших сплавов высокого электрического сопротивления (константана, манганина, нихрома) занимался С.А. Погодин. Им была разработана технология производства проводниковых сплавов высокой прочности (кадмиевой бронзы, альдрея и др.). Благодаря этим работам наша промышленность получила научную основу для создания собственного производства указанных сплавов, которые до того были предметом импорта. Свои работы по электротехническим сплавам Погодин обобщил в монографии "Проводниковые и реостатные сплавы" (1936 г.). Эта книга – первая в мировой литературе монография по данному вопросу.

Работы С.А. Погодина по сплавам свинца также возникли на почве потребностей практики, а именно необходимости изучения подшипниковых сплавов, не содержащих олова⁶. Установление С.А. Погодиным диаграмм состояния систем свинец-натрий, свинец-натрий-литий разъяснило физико-химическую природу свинцово-натриевых баббитов и привело к открытию в системе свинец-натрий новой фазы бертоллидного типа.

⁶ Постановлением Президиума АН СССР от 5 июня 1940 г. С.А. Погодин был премирован за успешное выполнение работ по исследованию подшипниковых сплавов, не содержащих олова.

Исследования природы легких металлов и их сплавов поставили в повестку дня детальное изучение интерметаллических фаз, определяющих собой свойства технических легких сплавов типа дюралюминия.

Как мы уже знаем, исследования по сплавам, содержащим магний, алюминий, цинк и другие легкие металлы, были начаты в Институте ФХА еще в 1919 г. В 1930-е годы эти исследования систематически продолжались.

Н.С. Курнаков и В.И. Михеева изучали влияние цинка на свойства β - и γ -фаз алюминиево-магниевых сплавов методами термического анализа, микроструктуры, электропроводности и твердости. Были установлены границы изменения составов чистых β - и γ -фаз, а также смещение этих границ под влиянием добавленного цинка, способного образовывать с этими фазами твердые растворы⁷.

П.Я. Сальдау с сотрудниками исследовал электропроводность сплавов алюминия с медью при высоких температурах, что позволило точнее выяснить природу фазы, играющей важную роль при старении целого ряда легких сплавов. Ученый продолжал также изучать процессы старения сплавов Al с MgZn₂ с целью выяснения условий получения легких сплавов с высокими механическими свойствами⁸. Исследовалась X-фаза, ее микроструктура и электропроводность в системе, образованной магнием и цинком. Г.Г. Уразовым установлены границы существования X-фазы при обыкновенной температуре и отсутствие на кривой электропроводности этой фазы каких-либо особенных точек.

При изучении сплавов платины с медью и платины с никелем (Н.С. Курнаков, В.А. Немилов) было установлено образование непрерывных рядов твердых растворов металлов друг в друге. В системе платина-медь при отжиге сплавов наблюдался распад твердого раствора с образованием интерметаллического соединения CuPt. Образование соединений в твердой фазе из твердых растворов было установлено В.А. Немиловым⁹ и его сотрудниками в системах платина-хром (1933 г.), золото-марганец (1936 г.), платина-марганец (1937 г.) и др. Применение метода прецизионного определения параметров кристаллической решетки с помощью рентгеновских лучей позволило точно устанавливать границы растворимости одного вещества (металла или соли) в другом веществе в твердом состоянии.

Большая заслуга в развитии этого направления принадлежит Н.В. Аге-

⁷ Данные исследования были обобщены в монографии: *Михеева В.И.* Химическая природа высокопрочных сплавов алюминия с магнием и цинком. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 134 с.

⁸ *Сальдау П.Я., Замоторин М.И.* Растворимость соединения MgZn₂ в алюминии в твердом состоянии при различных температурах // Изв. ИФХА. 1935. Т. 7. С. 31–38.

⁹ См.: *Звягинцев О.Е.* Владимир Александрович Немилов // Изв. Сектора платины и других благородных металлов. 1951. Вып. 26. С. 7–15.

еву¹⁰. Основная тема его исследований – изучение влияния природы химической связи на свойства и строение металлических фаз. Развивая и углубляя учение Н.С. Курнакова в области химии металлических сплавов, Агеев создал новое направление – электронную химию металлических сплавов, основанную на экспериментальном изучении природы химической связи в металлических фазах и установлении общих закономерностей в зависимости от положения компонентов фаз в периодической системе элементов. Исследования в этом направлении позволили детальнее выяснить вопрос о природе дальтони́дов и бертолли́дов в соответствии с учением Курнакова о сингулярной точке. Изучение ряда фаз в системах золото–цинк, железо–никель–сурьма и др. привело к установлению непрерывных переходов между фазами дальтони́дного и бертолли́дного типов в тройных системах. Такого рода фазы получили название “фазы Курнакова”. Наряду с развитием классических методов физико-химического анализа особая заслуга Агеева состоит в том, что он одним из первых применил рентгенографию для изучения металлических сплавов в ее химическом аспекте. Результаты теоретических работ по исследованию механизма кристаллохимических превращений в сплавах оказались важными и полезными для разработки высокопрочных сплавов (особенно титановых), сочетающих высокие показатели технологической пластичности и прочности.

Обобщенные результаты своих исследований Н.В. Агеев изложил в монографиях “Рентгенография металлов и сплавов” (1932), “Термический анализ металлов и сплавов” (1936), “Химия металлических сплавов” (1941), “Природа химической связи в металлических сплавах” (1947).

Исследования металлических сплавов платиновой группы позволили детально изучить образование определенных химических соединений при термических превращениях твердых растворов. Аналогично тому, что наблюдалось для жидких систем, твердые растворы платиновых металлов выделяют при охлаждении определенные соединения постоянного состава: PtCu, PtFe, Pd₃Fe, PtCr, которые характеризуются появлением резких разрывов сплошности на свойствах равновесной диаграммы. При дальнейшем исследовании эти фактические данные были перенесены с платиновых металлов на обширную группу родственных металлов группы железа – Fe, Cr, Mn, имеющих громадное практическое применение.

¹⁰ Николай Владимирович Агеев (1903–1983) начал вести научно-исследовательскую работу с 1925 г., когда был еще студентом Ленинградского политехнического института. Здесь под руководством Н.С. Курнакова он выполнил работу “Аномальные свойства металлических эвтектик высокой дисперсности”, которую защитил в 1925 г. После окончания аспирантуры в лаборатории Курнакова в 1929 г. командирован Наркомпросом в Германию для научной работы. Под руководством профессора Г. Закса в Берлине ознакомился с методами рентгенографии, которые с успехом применил для исследования диаграмм состояния сплавов меди с серебром. В 1936 г. защитил докторскую диссертацию “Физико-химическое исследование интерметаллических молекулярных твердых растворов”. В 1938–1940 и в 1942–1951 гг. был заведующим лабораторией рентгенографии ИОНХа, затем работал в Институте металлургии АН СССР. В 1968 г. избран действительным членом АН СССР.

ние. Превращения в твердом состоянии (например, в системе железо–хром) наблюдались очень ясно на продуктах феррохрома, получаемых на Днепропетровском и Челябинском заводах в громадных количествах для приготовления специальных сталей.

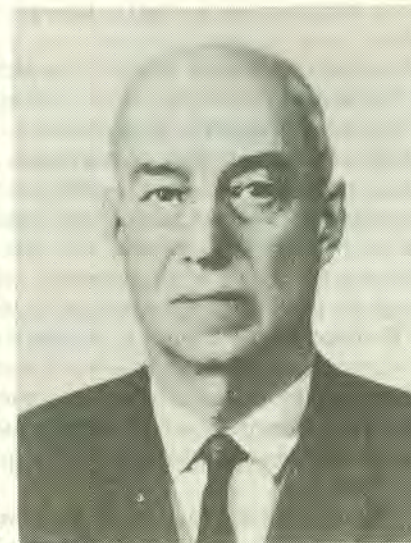
Аналогичные свойства наблюдались также у некоторых сортов ферромарганца, выплавляемого в электротермических печах Зестафонского завода в Грузии. В 1934–1935 гг. ИОНХ организовал поездки сотрудников института на заводы ферросплавов (в Днепропетровск, Челябинск, Зестафон), где были получены великолепные образцы, которые доставили богатый материал для кристаллографических и физико-химических исследований.

Профессор И.И. Корнилов вспоминал: “Н.С. Курнаков проявлял большой интерес к производству высоколегированных сталей и сплавов. У него душа лежала к заводским продуктам сталелитейных заводов. Я сам участвовал несколько раз в экспедициях по его приглашению. Мы ездили в Запорожье, в Зестафони, привозили ему большое количество образцов ферросплавного производства, которые лежали у него в кабинете. Он интересовался ферросплавами, проявлял большой интерес к условиям равновесия на базе железа, исследовал тройной сплав железо–хром–алюминий, разработал первую в СССР сталь, которую нам удалось внедрить и изготовить большое количество электронагревательных печей”¹¹.

ПРИЛОЖЕНИЕ МЕТОДОВ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА К ИЗУЧЕНИЮ СОЛЯНЫХ РАВНОВЕСИЙ И ПРИРОДНЫХ СОЛЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В 1932 г. Н.С. Курнаков высказал предположение о продолжении соляных отложений Северного Приуралья к югу до Каспийского моря. Это предположение уже в ближайшие годы было полностью подтверждено. Экспедиции, в которых приняли участие ученые ИОНХа, обнаружили новые калийные месторождения, расположенные на территории южной части бывшего Пермского моря и образовавшиеся в результате усыхания его рассолов. Имеющиеся здесь соли представляли некоторую аналогию со стассфуртскими калийными отложениями, так как наряду с хлоридами (сильвинит, карналлит) содержали и сульфаты: полигалит

¹¹ Стенограмма встречи учеников Н.С. Курнакова 19 декабря 1967 г. С. 71 (Архив ИОНХа).



Николай Владимирович Агеев

($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$), каинит ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$), кизерит ($MgSO_4 \cdot H_2O$).

В соляном отделе института разрабатывался ряд тем, связанных с проблемой изучения физико-химических равновесий в лабораторных и природных условиях. Здесь была сосредоточена и лабораторная обработка материалов соляных экспедиций.

Сравнительное исследование равновесных систем в лабораторных и природных условиях дало любопытные и в некоторых случаях неожиданные результаты. Оказалось, что химические процессы в природе направляются в сторону так называемых метастабильных равновесий, отличающихся от устойчивых систем, образование которых не зависит от времени. В природных условиях, так же как и при воспроизведении реакций в заводском масштабе, надо учитывать значительное влияние "химической природной аппаратуры" на течение процесса — озерную котловину нельзя отождествлять с фарфоровыми и стеклянными сосудами, в которых обыкновенно производятся исследования в лаборатории.

Физико-химическое изучение калийных месторождений Волго-Эмбы

Рассмотрим основные вехи физико-химического обоснования путей промышленного использования калийных солей Волго-Эмбы.

В ноябре 1935 г. на общем собрании Академии наук СССР специально обсуждалась проблема минеральных солей Урало-Эмбинского района. Общее собрание поручило Институту общей и неорганической химии в двухлетний срок закончить и опубликовать работы по физико-химическому изучению соляных водоемов Урало-Эмбинской области и поискам в озерах района бора, калия и брома. Институт это поручение выполнил¹².

1936 год. Совместно с Советом по изучению производительных сил страны (СОПС) ИОНХ организовал большую физико-химическую экспедицию в Западный Казахстан и смежные с ним районы для изучения этой обширнейшей территории как возможно второй калийной базы, интересной совместным нахождением калийных солей и сульфатов. Были организованы буровые работы для определения промышленных запасов этих месторождений и начались исследовательские работы, направленные на решение задачи получения сульфата калия (как удобрения) из открытых месторождений.

Осенью 1936 г. партийные и советские руководители Казахской ССР направили в Правительство письмо следующего содержания:

"ЦК ВКП(б) — тов. Сталину И.В., Совнарком СССР — тов. Молотову В.М., Наркомтяжпром СССР — тов. Орджоникидзе Г.К.

Произведенные в 1936 году Институтом общей и неорганической химии разведывательные работы в районах Западного Казахстана (Аше-

¹²В 1937 г. была опубликована монография: Курнаков Н.С., Лепешков И.Н., Кузнецов Д.И. Минеральные соли и соляные озера Урало-Эмбинской области // Большая Эмба: Нефть, бор и другие ископаемые ресурсы урало-эмбинской нефтеносной области. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. Т. 1.

Булак, Сагиз, Озинки, Ак-Джар) обнаружили богатые месторождения калия. Эти месторождения настолько значительны, что на них может быть создана вторая калийная база Союза, которая по своему значению превзойдет Соликамские месторождения.

Особая ценность комплекса солей Зап. Казахстана заключается в том, что они содержат сульфаты, отсутствующие в Соликамске. Наличие сульфата дает возможность непосредственного получения, без дальних перевозок, сульфата калия, наиболее ценного удобрения для хлопка, свеклы, подсолнуха и др. культур.

Это обстоятельство ставит вопрос о необходимости проведения ряда срочных мероприятий по изучению калийных месторождений и осуществлению плана их промышленного освоения. . .

Ввиду исключительно важного значения этого дела мы просим Вас:

1. Дать немедленно задание тресту "Союзкалий" широко развернуть в 1937 году исследовательские и геологоразведывательные работы для определения промышленных запасов сырья, оконтуривания месторождений и т.д.

2. Поручить Госплану СССР совместно с Главками НКТП наметить в третьей пятилетке конкретные мероприятия по промышленному освоению этих месторождений.

3. Поручить Академии наук СССР произвести необходимые исследования соляных куполов и соляных систем в Западно-Казахстанской области, а равно и разработку технологического процесса по получению калийных солей.

Секретарь Казкрайкома ВКП(б) Л. Мирзоян
Председатель Совнаркома КазССР У. Исаев"¹³.

1937 год. Экспедиционное изучение и лабораторная обработка материала по месторождениям солей Западного Казахстана подтвердили наличие калиевых солей в кернах буровых скважин, что позволило определить этот район как новую калийную базу. Направлена докладная записка в Госплан.

1938 год. Выявлены отложения полигалита и глауберита в Урало-Эмбинском районе. Природный полигалит испытан как удобрение и показал хороший эффект.

1939 год. Установлено, что наибольший интерес представляют калийные месторождения в районах Озинки (Саратовская обл.), Индер (Западный Казахстан), Аше-Булак, Жиланка (Актюбинская обл.), где кроме хлоридов найдены и сульфаты¹⁴. В соответствии с положительными

¹³Арх. РАН. Ф. 429. Оп. 1. № 42. Л. 75.

¹⁴Систематическое исследование Урало-Эмбинского района началось в 1933 г. Среди многочисленных озер этого района особый интерес вызвало Индерское озеро, представляющее собой редкий тип хлоркалиевых озер. См.: Курнаков Н.С., Лепешков И.Н. Индерское озеро как представитель нового типа хлоркалиевых соляных озер // Бор и калий в Западном Казахстане. М.: Изд-во АН СССР, 1935; Макаров С.З. Материалы к физико-химическому изучению соляных озер Кулундинской степи. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1935. 236 с.; Лепешков И.Н. Калийные соли Волга-Эмбы и Прикарпатья. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946. 152 с.

результатами экспедиции 1939 г. на оз. Эбейты, выявившей промышленные запасы мирабилита, исчисляющиеся количеством около 35 млн т, Наркомхимом совместно с ИОНХом на озере организована научно-исследовательская станция для изучения использования сульфата натрия и по изучению режима озера.

1940 г. Обнаружены новые залежи калийно-магниевых солей. В районе Озинок найдены кизерит, бишофит, полигалит, каинит и шенит, что подтвердило ранее высказанное предположение об аналогии калийных отложений Волго-Эмбы со стассфуртскими (Германия). Президиум АН СССР на основании материалов ИОНХа подал докладную записку в СНК СССР о форсировании работ по освоению Индера и Озинок.

В лабораторных условиях разработан метод обезвоживания мирабилита при пониженных температурах, на основании чего Наркомхиммаш принял решение о полужаводском испытании в 1940 г. этого метода.

По инициативе ИОНХа организована агрохимическая лаборатория при Наркомпищепроме, где была испытана эффективность перечисленных сульфатов на эфиромасличных культурах (базилике, мяте). Применение сульфатов калия-магния не только повысило урожайность, но и улучшило качество продукции (повышался процент масла у базилика, крахмала в картофеле и т.д.). Сульфаты незаменимы в качестве удобрений для засоленных почв (пустынные и степные районы Союза).

В декабре 1940 г. ИОНХ подал в Президиум АН СССР докладную записку с характеристикой новых калийных месторождений и указанием необходимых мероприятий по их освоению. Материалы эти были направлены Президиумом АН в Экономсовет, наркому химической промышленности и Комитету по делам геологии при СНК СССР. На совещании при Экономсовете в присутствии представителей Наркомата химической промышленности, Комитета по делам геологии, Наркомзема СССР, ИОНХа было решено особое внимание в 1941 г. уделить калийным месторождениям Индера и Озинок¹⁵.

Работы по химии расплавленных солей

Исследования расплавов солей велись учениками и сотрудниками Н.С. Курнакова непрерывно с 1920 г.

Профессор А.Г. Бергман¹⁶ развернул широким фронтом изучение плавкости систем, преимущественно взаимных, причем он привлек к этим исследованиям не менее ста химиков — сотрудников различных ленинградских, московских и провинциальных научных учреждений и вузов. Применение так называемого визуально-политермического метода (т.е. определения температур начала кристаллизации по появлению первых кристаллов) взамен метода кривых нагревания и охлажде-

ния, до того являвшегося наиболее употребительным методом изучения плавкости, ускорило исследование в несколько раз.

Кардинальным вопросом, поставленным в исследованиях А.Г. Бергмана и его сотрудников, являлся вопрос о направлении реакции обмена между расплавленными солями, о чем судят по продуктам кристаллизации. Весь накопленный материал неизменно подтверждал положение, что кристаллизация расплавов взаимной системы идет в сторону образования солей, получающихся из противоположной пары с выделением тепла.

В результате длительной систематической и упорной работы школы Н.С. Курнакова был получен колоссальный экспериментальный материал по плавкости, охватывающий более 250 тройных взаимных систем и включающий также исследования более сложных комбинаций солей. Этот материал составляет, несомненно, большую часть тех данных, которыми в настоящее время располагает мировая литература по кристаллизации солевых расплавов. Большое значение имеют эти данные и для практики, так как позволяют ориентироваться в обширной области солевых систем при выборе солевой смеси для технических целей. Потребность же в таких солевых смесях непрерывно растет, так как соли все больше применяются в металлургии в качестве теплоносителей в различных отраслях промышленности. В связи с расширением используемых в технике металлов возникает необходимость изыскивать новые солевые составы для ванн и флюсов.

АФФИНАЖ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Отметим следующие основные вехи в разработке усовершенствованных методов аффинажа платиновых металлов.

1938 год. Разработан новый технологический метод получения платины, родия и других драгоценных металлов (более экономичный по сравнению с применявшимися ранее).

1939 год. Метод аффинажа платины принят Свердловским заводом для переработки всех сортов платины. Создан метод извлечения благородных металлов из нерастворимых отходов Свердловского аффинажного завода. В лабораторных условиях разработан метод полного извлечения металлов платиновой группы из растворимых заводских отходов. Метод переработки бедных отходов был применен для переработки отходов завода, накопившихся за многие годы.

В 1939 г. сотрудники ИОНХа приняли участие в разработке технологической схемы получения металлов платиновой группы из нового вида сырья — никелевых шламов. Была дана новая технологическая схема, послужившая основой для проектирования и постройки Красноярского аффинажного завода.

1940 г. Бригадой сотрудников платинового отдела ИОНХа составлены технологические карты главнейших операций получения чистой платины и ее спутников для аффинажного завода. Карты служили руководством

¹⁵ Николаев А.В. Приложение физико-химического анализа к исследованию и использованию соляных месторождений СССР (1917—1947) // Изв. Сектора ФХА. 1949. Т. 18. С. 259—273.

¹⁶ Андрей Георгиевич Бергман (1898—1972) — крупный специалист в области солевых расплавов. Работал в ИОНХе с 1920 г.

для работников производства, определяли технологический режим и порядок технологических операций.

Проведены полузаводские опыты получения рутения по методу, предложенному ИОНХом.

Разработана рациональная схема анализа продуктов и полупродуктов аффинажа благородных металлов.

Характеризуя исследования ИОНХа в области аффинажа платины и ее спутников, И.И. Черняев отметил, что "потребность научной работы для всестороннего изучения вопросов золото-платиновой промышленности все возрастает, и нужда в таком изучении ощущается и в отраслях химической технологии, потребляющих благородные металлы...

Несомненно, что без помощи Платинового института задача освобождения от иностранной зависимости вряд ли была разрешена так скоро и успешно. До Октябрьской революции большинство платиновых приисков находилось во владении иностранцев, которые, понятно, не были заинтересованы в создании русской аффинажной промышленности; возникло совершенно нетерпимое положение вещей: сырая платина (платиновая руда, содержащая от 60 до 80% платины) вывозилась за границу, там из нее получались чистые платиновые металлы, которые затем по очень высоким ценам продавались обратно в России. Ясно, что нужно было создать собственную промышленность получения чистых металлов. Сильное осложнение в создании этой промышленности вносил обычай, издавна укоренившийся в области очистки платиновых металлов, — ничего не публиковать и все держать в секрете. В конце концов удалось поставить аффинаж платиновых металлов в СССР своими силами, без всякой помощи иностранцев и без покупки единого патента. В настоящее время разработаны способы очистки всех платиновых металлов до любой степени чистоты"¹⁷.

В 1939 г. И.И. Черняев разработал комбинированный спиртово-сахарный метод получения чистой платины, который заменил на заводе № 170 старый метод Клауса. Метод был введен в производственную практику завода после многолетней напряженной работы автора. Он был всесторонне теоретически обоснован и имел большие преимущества по сравнению со старым методом. Важнейшие из этих преимуществ: лучшие выходы хлороплатината и их стабильность; постоянство качества выпускаемой платины, наряду с ее высокой чистотой; сокращение времени процесса аффинажа и упрощение ряда операций; легкость контроля процесса; применимость любого вида платиносодержащего сырья. Качество пла-

тины, выпускаемой по методу Черняева, значительно превосходило качество заграничной платины.

Кроме спиртово-сахарного метода получения чистой платины, И.И. Черняев предложил и другой метод получения особо чистой, или экстраплатины, основанный на выделении дихлородиамминового комплекса платины. Этот метод также в течение ряда лет с успехом использовался на Аффинажном заводе.

В 1941 г. И.И. Черняев разработал метод получения спектрально чистой платины, основанный на выделении сложного комплексного платинового соединения (*цис*-динитродихлородиамминоплатины), относящегося к категории неэлектролитов и поэтому менее адсорбирующего примеси.

Тогда же И.И. Черняев разработал оригинальный метод выделения палладия, особенно ценный в том отношении, что при работе с растворами благородных металлов, в которых преобладает палладий, он дает возможность практически полно выделять палладий в самой первой фазе аффинажного процесса. Этот метод оказался особенно важным для платиновой промышленности, поскольку в конце 1930-х годов осуществлялся перевод работы всей платиновой промышленности на новый вид сырья, в котором преобладала уже не платина, а палладий. Отметим, что Черняев разработал также и всю схему аффинажа драгоценных металлов из нового вида сырья. В 1941 г. эта схема проверялась на новом крупном заводе в Красноярске.

НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗАДАННОГО СОСТАВА И СТРОЕНИЯ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ

Химическая специфика рутения, родия, палладия, осмия и платины заключается в том, что все они практически встречаются лишь в виде комплексных соединений. Поэтому синтез новых комплексных соединений этих элементов представлял большой теоретический и практический интерес.

Руководствуясь закономерностью трансвлияния, И.И. Черняев получил три изомера из четырех теоретически возможных для соединения $[PtEtNH_3NO_2Cl]Cl$ и осуществил синтез изомерных тетраамминов четырехвалентной платины $[Pt(NH_3)_4NO_2Cl]X_2$, подтвердив тем самым предсказание, вытекающее из координационной теории. Черняев синтезировал три геометрических изомера соединения $[PtPyNH_3H_xNO_2]X$ и пять геометрических изомеров $[Pt(NH_3)_2(NO_2)_2Cl_2]$.

И.И. Черняев показал, что между комплексами платины(II) и платины(IV) существует генетическая связь. Она заключается в обратимом присоединении двух кислотных лигандов в *транс*-положении с переходом квадратного комплекса в октаэдрический. Реакции замещения в октаэдрических комплексах также управляются закономерностью трансвлияния¹⁸.

¹⁸Более подробно см.: Черняев И.И. Комплексные соединения платины: Избр. труды. М.: Наука, 1973. 663 с.

¹⁷Черняев И.И. Исследования ИОНХа в области комплексных соединений платины // Успехи химии. 1936. Т. 5, вып. 7/8. С. 1130—1140; Черняев И.И., Лебединский В.В., Пшеницын Н.К. Аффинаж металлов платиновой группы // Научно-исследовательские работы химических институтов и лабораторий Академии наук СССР за 1940 г. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. С. 50—72; Гринберг А.А. Важнейшие достижения химии комплексных соединений в СССР // Советская химия за двадцать пять лет. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1944. С. 38—48; Звягинцев О.Е., Бабаева А.В., Голова В.А., Склярченко Ю.С. Химия комплексных соединений // Развитие общей, неорганической и аналитической химии в СССР. М.: Наука, 1967. С. 137—158.

В 1939 г. И.И. Черняев получил *цис*-изомер платины(IV) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}]_2$. В последующих работах Черняева, выполненных совместно с Г.С. Муравейской, О.Н. Адриановой, закономерность трансвлияния служила руководящим принципом при выборе путей синтеза геометрических изомеров комплексных соединений платины(IV) самого различного типа.

А.Д. Гельман получила ряд соединений двухвалентной платины с ненасыщенными углеводородами (этиленом, пропиленом, бутиленом, стиролом, дивинилом)¹⁹. Все эти углеводороды, обладающие двойной связью между атомами углерода (например, $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$), присоединяются к платине и в молекуле комплексного соединения обладают очень большим трансвлиянием. Гельман выдвинула для объяснения такого повышенного трансвлияния ненасыщенных молекул положения об особом характере связи у исследованных соединений: отнимая у платины электроны, эти группы образуют электронное облако, смещенное к этим группам.

К 1941 г. было получено несколько сот новых комплексных соединений, что позволило систематически исследовать их физико-химические свойства (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, спектры поглощения, диэлектрическую постоянную, молекулярные веса, электропроводность, степень гидратации и т.д.). Исследованиями В.В. Лебединского было показано, что закономерность трансвлияния можно распространить на соединения родия, иридия и на многочисленные комплексные соединения металлов платиновой группы.

Ценные научные результаты были получены в работах Д.И. Рябчикова²⁰. В 1935 г. он закончил исследование "К вопросу о силе изомерных оснований комплексов двухвалентной платины", где дал физико-химическую характеристику изомерных оснований состава $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})_2]$, установил характерные различия этих оснований, определяемые геометрической конфигурацией, а также открыл резко выраженный своеобразный эффект действия нейтральных солей, который в дальнейшем дал возможность осуществить количественную характеристику различных координированных групп по их способности к комплексообразованию с платиной и ее ближайшими аналогами.

¹⁹ Черняев И.И., Гельман А.Д. Об этиленовых соединениях платины // Изв. Сектора платины и других благородных металлов. 1937. Вып. 14. С. 77–121; см. также: Гельман А.Д. Комплексные соединения платины с ненасыщенными молекулами. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1945. 274 с.

²⁰ Дмитрий Иванович Рябчиков (1904–1965) окончил промышленно-технологический факультет Института народного хозяйства им. Г.В. Плеханова в 1930 г. В 1933 г. был принят в аспирантуру ИОНХа, где под руководством А.А. Гринберга выполнил кандидатскую диссертацию, посвященную изучению комплексных соединений. В 1936–1938 гг. возглавлял экспедиционные исследования соляных месторождений в Западном Казахстане и Прикаспийской низменности в связи с поисками калийно-магниевых месторождений сульфатного типа (Анж-Булат в Кулундинской степи). На открытом сульфатном месторождении в Фергане в период Отечественной войны Рябчиковым было организовано производство соды. В 1943 г. перешел работать в Институт геохимии и аналитической химии АН СССР, где выполнил серию важных исследований в области химии редкоземельных элементов и аналитической химии. В 1964 г. избран членом-корреспондентом АН СССР.

В докторской диссертации "Тиосульфатные комплексные соединения платины и некоторых других тяжелых металлов" (1942) Д.И. Рябчиков впервые получил и описал множество тиосульфатных соединений двухвалентной платины, а также палладия и меди. Установленная им закономерность при комплексообразовании тиосульфата с платиной дала возможность правильно понять обширный экспериментальный материал по тиосульфатным соединениям. По словам И.И. Черняева, "тиосульфатная реакция Рябчикова", наряду с тиомочевинной "реакцией Курнакова", является надежным средством определения характера изомерии у комплексных соединений"²¹.

Большая часть работ по химии комплексных соединений сопровождалась кристаллохимическими исследованиями в лаборатории кристаллохимии, возглавляемой профессором Г.Б. Бокием. Велись кристаллооптические измерения, в результате которых многочисленные новые соединения были точно охарактеризованы с помощью оптических констант. Особо важное значение имели рентгеноструктурные работы лаборатории. Были изучены кристаллические решетки ряда соединений и построены модели взаимного расположения центральных атомов, окружающих их лигандов, внешних ионов и воды. Исследования некоторых комплексных соединений платины и никеля позволили подойти к теоретическому обоснованию закономерности трансвлияния в кристаллах.

Для координации работ, обмена информацией в области химии комплексных соединений платиновых металлов важную роль сыграли Всесоюзные совещания по химии комплексных соединений, организацию которых взяли на себя сотрудники ИОНХа, и прежде всего И.И. Черняев²². Первое совещание состоялось 25–28 марта 1937 г. в Москве, второе – 2–4 декабря 1940 г. в Москве, третье – 13–17 ноября 1944 г. в Москве, четвертое – 21–25 апреля в Ленинграде, пятое – 23–26 мая 1950 г. в Киеве, шестое – 1–4 декабря 1953 г. в Москве, седьмое – 9–14 октября 1956 г. в Ленинграде и др. Совещания всегда привлекали большое число участников. Заслушивались научные доклады специалистов из различных городов, что содействовало дальнейшему развитию научной работы в этой области.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ВОДНЫХ И НЕВОДНЫХ СИСТЕМ

В это направление входили те темы, которые имели значение как для развития самого физико-химического анализа, так и для выяснения многих вопросов, связанных с изучением природы водных и неводных растворов. Большое внимание было обращено на разработку тензиметри-

²¹ Арх. РАН. Ф. 411. Оп. 4а. № 209. Л. 89–90.

²² Черняев И.И. Совещание по комплексным соединениям при химической группе Академии наук СССР // Успехи химии, 1937. Т. 6, вып. 5. С. 741–752; Черняев И.И. Второе Всесоюзное совещание по химии комплексных соединений // Изв. АН СССР. ОХН. 1941. № 2. С. 340–345.

ческого и термотензиметрического анализа, имеющих значение в изучении упругости паров, в выяснении природы гидратов и оксидов ряда природных соединений (Е.Я. Роде, Б.А. Муромцев и др.). Объекты исследования при разработке тензиметрического анализа важны потому, что они связаны с изучением оксидов железа, марганца и фосфорно-аммиачных солей, применяемых для удобрения. Работы Е.Я. Роде по изучению, например, оксидов марганца представляли интерес для Закавказского марганцевого треста и ГИПХа.

В ИОНХе методами физико-химического анализа проводились исследования органических соединений жирных кислот, которые имели не только теоретическое, но и практическое значение, в частности, для научного обоснования технологии жиров и жирных кислот. Развитие этого направления связано с плодотворной деятельностью Н.Н. Ефремова.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа аналитической лаборатории характеризовалась изучением и разработкой новых методов определения металлов платиновой группы. Н.К. Пшеницын и руководимая им группа сотрудников разработали ряд весовых и объемных методов определения платины, палладия и других металлов. Для осаждения этих металлов применялись новые органические осадители. Разработаны потенциометрические и полярографические методы определения платиновых металлов, а также некоторых благородных примесей в аффинированных металлах – серебре, золоте и платине. Эти методы анализа послужили основой для контроля производства чистых металлов платиновой группы на заводах СССР.

Большое внимание уделялось нахождению методов отделения и определения редких металлов, которые имели значение не только для научной работы института, но для заводских лабораторий, остро нуждающихся в новых, точных методах определения указанных металлов.

На основе подробного исследования химических равновесий в растворах плавиковой кислоты И.В. Тананаев²³ предложил новый метод химического анализа – фторометрию, получивший большое распространение в аналитической химии.

²³Иван Владимирович Тананаев (1904–1993) окончил химический факультет Киевского политехнического института в 1925 г. В 1925–1934 гг. – ассистент, преподаватель, доцент Киевского политехнического института; в 1935–1939 гг. – докторант ИОНХа. В сентябре 1939 г. защитил докторскую диссертацию “Физико-химический анализ фтористых соединений и применение их в аналитической химии”. В том же году был назначен заместителем заведующего лабораторией аналитической химии ИОНХа. В 1941 г. возглавил эту лабораторию (с 1948 г. – лаборатория синтеза простых и комплексных соединений редких элементов). В 1949–1954 гг. – заместитель директора ИОНХа. В 1946 г. избран членом-корреспондентом, а в 1958 г. – действительным членом АН СССР. Герой Социалистического Труда. Лауреат Государственных премий (1949, 1951, 1971 гг.). О жизни и деятельности ученого см.: Иван Владимирович Тананаев. М.: Наука, 1979. 110 с. (Материалы к биобиблиогр. ученых СССР; Вып. 66).

В 1940 г. в аналитической лаборатории под руководством И.В. Тананаева был разработан новый метод прямого определения алюминия в сплавах, содержащих хром, железо, титан и кремний. Метод, основанный на применении фтористых соединений, позволил значительно ускорить определение алюминия, так как не требует предварительного удаления других элементов. Этот метод представлял большой интерес для контроля производства в металлургической промышленности.

В аналитической лаборатории института наряду с большой контрольно-аналитической работой были проведены исследования растворимости в системах фторотанталат калия–фтористый водород–вода и фторониобат калия–фтористый водород–вода при 25° С. Были также разработаны методы с применением фтористого натрия для определения кобальта и никеля в железных рудах, ванадия в железных рудах, сухого остатка в соляных рассолах.



Иван Владимирович Тананаев

ВНЕДРЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Если обобщить основные результаты исследований ИОНХа, полученные к концу 1930-х годов, то надо отметить следующие достижения. В 1938–1940 гг. в институте была разработана новая технология производства железо-хром-алюминиевых сплавов, на основе которых были получены новые марки сталей, обладающих высокой жаростойкостью, электросопротивлением и лучшей обрабатываемостью, чем сплавы хромаль и дюраль. После заводских испытаний два огнеупорных и высокоомных сплава приказом наркома черной металлургии СССР были приняты к производству взамен плохо обрабатываемого хромалю. Новые огнеупорные железо-хром-алюминиевые сплавы нашли применение в лабораторных печах электросопротивления взамен платины. Испытания опытных печей в течение 6–8 месяцев в институте показали техническую возможность замены платиновых сопротивлений во многих электронагревательных печах с рабочей температурой до 1250°С.

В 1940 г. на заводе “Платиноприбор” бригадой работников института и завода под руководством И.И. Корнилова была закончена работа по замене платиновых сопротивлений в печах новым сплавом.

Это позволяло экономить свыше 1 млн руб. и 800 тыс. кВтч электроэнергии в год.

В области изучения легких и ультралегких сплавов подробно исследована система магний-алюминий-церий, определена граница тройного твердого раствора и старения сплавов. Выяснено, что небольшие добавки церия улучшают антикоррозионные свойства.

При изучении системы алюминий-магний-литий найдены эффекты естественного и искусственного старения. Изучена диаграмма "состав-коррозия" сплавов алюминия с литием, показавшая, что при некоторых добавках лития получают коррозионно-устойчивые сплавы. Полученные результаты представляли практический интерес для получения ультралегких сплавов. Проведено также исследование антифрикционных сплавов на основе системы алюминий-медь-сурьма. Выявлен ряд сплавов с высокими антифрикционными свойствами, приближающимися к свойствам оловянного баббита В-83, содержащего 83% дефицитного олова.

Индустриализация страны во многом зависела от развития металлургии, основанной на комплексном использовании железных, маргацевых руд и руд цветных и благородных металлов. С целью рационального использования марганцевых руд Кавказа бригада ученых ИОНХа (Е.Я. Роде, Г.Г. Пуринов, В.Г. Кузнецов, Т.В. Роде и др.) провела подробное физико-химическое исследование марганцевых руд Чиатурского и других месторождений. Была показана большая эффективность применения этих руд в качественной металлургии.

В 1938 г. институт начал большую работу по изучению железных руд Урала с целью применения их для получения различного рода легированных сталей.

Большую работу сотрудники института (О.Е. Звягинцев, В.В. Лебединский и др.) провели в области изучения руд благородных металлов. Для получения цветных и редких металлов был использован новый метод - хлорирования руд. Особое внимание было уделено реакциям, лежащим в основе переработки ниобо-тантало-титановых руд Кольского полуострова методом хлорирования. На основе начатых в ИОНХе с 1937 г. под руководством Г.Г. Уразова работ по изучению хлоридов олова, ниобия, тантала, циркония, титана и других металлов разработаны технологические схемы и даны научные основы хлорного метода переработки лопаритового концентрата и достигнуто извлечение из него 95% ниобия, тантала, титана, редких земель по отношению к количеству их в исходном сырье.

После детального ознакомления с различными методами извлечения олова из бедных концентратов был выбран более рациональный метод извлечения олова путем хлорирующего обжига с хлоридом железа. Параллельно проводилось исследование хлорирования бедных оловянных концентратов газообразным хлором. Были найдены оптимальные условия извлечения олова. При температуре хлорирования 700°C извлечение олова из концентратов достигало 98% (Г.Г. Уразов, И.С. Морозов). Разработанный метод давал возможность получать олово из бедных концентратов, которые до этого не перерабатывались, а также позволял нашей оловянной промышленности расширить сырьевую базу для получения олова.

Проблема применения хлора для переработки руд редких и цветных металлов приобрела в последующие годы исключительное значение для новой металлургии. В промышленность был внедрен способ получения четыреххлористого и металлического титана.

Работы В.В. Ипатьева и В.Г. Тронева над явлениями вытеснения металлов из растворов их солей водородом привели к утверждению, что благородные металлы могут быть вытеснены водородом под давлением из растворов их солей в присутствии ряда ионов неблагородных металлов. Была установлена последовательность реакций восстановления. Троневым эти результаты были развиты и в 1940 г. применены на практике.

Изучение окислительно-восстановительных процессов при высоких давлениях привело к физико-химическому обоснованию новых методов переработки руд цветных металлов. В серии работ В.Г. Тронева с сотрудниками экспериментально была доказана возможность полного восстановления водородом под давлением золота и серебра из растворов цианидов, серебра из азотнокислых и аммиачных растворов, меди, никеля и кобальта из аммиачных комплексов. Был получен большой экспериментальный материал по окислению сульфидов цветных металлов кислородом воздуха при высоком давлении. Найдены оптимальные температурные условия быстрого и полного растворения сульфидов меди, никеля и кобальта с одновременным превращением всей сульфидной серы в сульфатную.

Для изыскания новых видов сырья и создания рациональных методов его переработки и использования в ИОНХе в 1936 г. была организована лаборатория физико-химического анализа и обоснования методов переработки минералов и руд.

Работы в лаборатории велись по следующим направлениям:

- 1) физико-химическое изучение искусственных и природных (руд) оксидов, гидроксидов, сульфидов, хлоридов и других соединений различных элементов;
- 2) применение физико-химического анализа к изучению гетерогенных систем, образованных указанными соединениями, для обоснования методов переработки руд различных металлов.

Исследование растворимости молибдатов и вольфрамов кальция, аммония и железа в присутствии солей других металлов позволило выяснить условия перевода вольфрама в раствор или выделения его в осадок, что дало возможность предложить новый (окислительно-восстановительный) метод извлечения молибдена и вольфрама из не вполне окисленных руд (Е.Я. Роде, А.Я. Зворыкин, Ф.М. Перельман). Метод использовался для извлечения названных металлов на одном из заводов.

В области получения концентрированных удобрений ИОНХ в 1936-1938 гг. вел исследования фосфатов калия и аммония. Н.С. Курнаков выдвинул идею применения твердых растворов солей для изготовления туков. Институт предложил несколько типов удобрений - твердых растворов (глазерит, твердые растворы фосфатов магния и аммония), - которые в 1938 г. были испытаны на опытном поле и дали более эффек-

тивные результаты, чем удобрения, составленные из механических смесей тех же солей.

В связи с выполнением заданий Наркомата боеприпасов и Главного артиллерийского управления Красной Армии в 1937 г. в ИОНХе была организована специальная лаборатория под руководством Н.Н. Ефремова. Вскоре (1940 г.) лаборатория была переименована в лабораторию физико-химического анализа органических систем и стала научным центром исследований равновесий и превращений конденсированных органических фаз (преимущественно нитропроизводных бензола, толуола, систем, образованных пикриновой кислотой и др.), а также фаз, образованных алифатическими соединениями (высшие жирные кислоты, их калиевые и натриевые соли, глицериновые эфиры и др.).

Совместно с техническим советом Народного комиссариата пищевой промышленности СССР лаборатория физико-химического анализа органических систем провела ряд совещаний (1939, 1943, 1946 гг.), на которых обсуждались важные проблемы, связанные с изучением жиров, высших жирных кислот и триглицеридов (соединений, из которых состоят жировые сплавы) методами физико-химического анализа.

Продолжая работы, начатые Н.С. Курнаковым и Н.Н. Ефремовым, Г.Б. Равич с сотрудниками привлекли новую методику физического эксперимента, связанного с изучением превращений, протекающих в твердой фазе органических веществ. Особенно удачным оказался метод ускоренной и замедленной микрокиносъемки процессов плавления и кристаллизации жировых сплавов. Удалось фиксировать параметры кристаллизации и изучить количественно процессы превращения в многофазной, неравновесной системе²⁴. Существенный вклад лаборатории внесла в изучение одно- и многокомпонентных систем, образованных энергоемкими соединениями, что имело большое оборонное значение.

ПОДВЕДЕНИЕ ПЕРВЫХ ИТОГОВ

15 мая 1936 г. на заседании Президиума Академии наук СССР обсуждался вопрос о работе ИОНХа. С отчетным докладом выступил директор института академик Н.С. Курнаков. Заседание шло под председательством вице-президента академии академика Г.М. Кржижановского. Ряд ведущих научных сотрудников института (Н.И. Степанов, Г.Г. Уразов, С.З. Макаров, И.И. Черняев, А.Г. Бергман, А.А. Гринберг, В.А. Немиллов, П.Я. Сальдау, В.И. Николаев, В.В. Лебединский) выступили с докладами, в которых охарактеризовали различные направления научной деятельности ИОНХа. С оценкой научной и организационной деятельности института выступили академики Г.М. Кржижановский и Э.В. Брицке. Мы приводим отрывок из выступления Э.В. Брицке, ярко характеризующий научную и организационную деятельность ИОНХа.

²⁴ Более подробно см.: Равич Г.Б. Значение фактора времени в физико-химическом анализе систем из органических веществ // Успехи химии. 1952. Т. 21, вып. 9. С. 1117–1135.

”Та исключительная разносторонняя работа, которую развернул институт за время его существования, которая выражена здесь только частично хотя бы теми немногими примерами, которые Н.С. Курнаков и его сотрудники считали нужным сегодня выделить, говорят о том, что основной принцип, который был положен Н.С. — глубокая научность и теоретическое углубление, которые даны работам, позволили расширить и дать такой объем работ институту и в то же время добиваться такого исключительного успеха, который мы здесь сегодня с большим удовольствием констатируем... Берем самые практические вопросы, — как проблема Карабугаза или проблема какого-нибудь сплава — они разрешены целиком и глубоко исчерпывающе. Если мы делаем анализ этого, то всегда видим, что всякая задача обосновывается именно глубиной и теоретичностью того метода, который здесь применяется. В этом в основном и лежит успех.

Николай Семенович лично, а также все его сотрудники сумели, наряду со своей большой исследовательской работой и теоретической работой, всегда держать связь с техникой и с потребностями промышленности. Н.С. Курнаков, образно выражаясь, всегда держал свою руку на пульсе технической жизни нашей страны. Он всегда интересовался самыми разнообразными отраслями нашего народного хозяйства и там, где его метод, его способ работы были применены, он прилагал их убежденно, шел до конца в этом направлении и помог действительно целому ряду отраслей нашего народного хозяйства, доводил дело до практического значения его в хозяйстве. Это его громадная заслуга.

Я уже не говорю о той связи, которую поддерживал всегда этот институт, который считался по праву у нас наиболее теоретически подкованным, имеющим наиболее сильные кадры, о той связи, которую этот институт всегда поддерживал с отраслевыми институтами. Отдельными примерами могут служить здесь и Институт металлов и Институт прикладной химии в Ленинграде и институт, возглавляемый мною лично здесь в Москве, — Институт удобрений. Мы всегда пользовались не только этой методикой, не только посылали своих сотрудников в школу Николая Семеновича, но, больше того, мы видели и обратное: Н.С. лично к нам приезжал и сам первый закладывал те пути общения, которые давали положительные результаты не только в самом ИОНХе, но именно в отраслевых институтах и больше того — на самом производстве. Я считаю, что это исключительная заслуга этого института и думаю, что с гордостью Академия наук может говорить о том, что это один из самых лучших, самых сильных институтов Академии наук...”²⁵

В своем ответном слове Н.С. Курнаков сказал: ”...деятельность нашего института представляет собою редкое явление. Это институт монолитного характера, где все сотрудники подбирались в течение многих лет. Надо сказать прямо: им предлагались весьма жесткие условия, для того чтобы вступить в нашу среду. Только искренняя преданность науке являлась необходимым условием такого вступления. Мы здесь представ-

²⁵ Арх. РАН. Ф. 461. Оп. 1. № 22. Л. 104–108.

ляем действительно одну семью, одно общество небольшое, одну, если хотите, даже армию, которая вся устремлена на несколько определенных целей...

Физико-химический анализ есть основа нашей методологии. Думаю, что мы не ошибаемся, что мы идем по правильному пути в изучении природных явлений и отсюда черпаем материал для того, чтобы быть сильными. Думаю, что физико-химический анализ никогда нас не обманет, а наоборот, поведет к дальнейшему углублению...²⁶

13 июля 1936 г. было принято следующее постановление Президиума Академии наук СССР:

"О работе Института общей и неорганической химии"

I.

Заслушав отчетный доклад директора Института общей и неорганической химии (ИОНХ) АН СССР акад. Н.С. Курнакова о работе института и о перспективах его развития, Президиум АН констатирует:

1. ИОНХ, организованный в 1934 году, после перевода АН в Москву, на базе Института платины, Института физико-химического анализа и Лаборатории общей химии, является одним из самых значительных научных учреждений в системе АН СССР.

2. ИОНХ собрал коллектив научных работников высокой квалификации²⁷, принадлежащих, за немногими исключениями, двум крупным советским школам: школе акад. Н.С. Курнакова и школе проф. Л.А. Чугаева.

Обе эти школы, равно как и ряд отдельных работников ИОНХа, в особенности акад. Н.С. Курнакова, завоевали своими работами авторитет как в СССР²⁸, так и за границей.

3. Работы ИОНХа имеют серьезное значение для разрешения ряда актуальных проблем советского народного хозяйства, в частности в деле поисков и освоения природных богатств СССР <...>

II.

2. Предложить ИОНХу сосредоточить свою работу на проблемах, имевших крупное народнохозяйственное значение, намеченных мартовской сессией Академии наук СССР, использовав при разрешении этих проблем методику института.

В соответствии с этим институтом должны быть усилены работы в области: изучения сплавов легких и тяжелых металлов, проблем замены олова и других дефицитных металлов металлами, имеющими широкую сырьевую базу, изучения редких металлов (в первую очередь циркония) и возможностей их переработки <...>

²⁶ Там же. Л. 111.

²⁷ В 1936 г. научные кадры института составляли 130 человек, в том числе два академика, два члена-корреспондента, 18 докторов и 45 кандидатов наук.

²⁸ В 1936 г. Н.С. Курнакову присуждена первая Менделеевская премия первой степени за создание и развитие физико-химического анализа.

3. Предложить ИОНХу одновременно с пересмотром тематики института обеспечить такую организацию его работы, которая максимально содействовала бы быстрейшему окончанию работ, имеющих народнохозяйственное значение, и внедрению их результатов в промышленность.

4. Предложить ИОНХу установить более широкую и тесную кооперацию с отраслевыми институтами в деле решения узловых теоретических и практических проблем²⁹.

В 1937 г. Н.С. Курнаков опубликовал в Вестнике АН СССР статью "Институт общей и неорганической химии", в которой сформулировал перспективы развития института следующим образом:

"В дальнейшем свою научную деятельность институт должен более тесно увязать с нуждами народного хозяйства. Природные богатства и промышленность должны быть все время в поле нашего внимания. Изучение явлений непосредственно в природе поможет правильному пониманию и объяснению тех или других явлений, встречаемых в лабораторной практике, особенно при изучении соляных равновесий.

Связь же с промышленностью даст возможность лучше уяснить нужды последней и соответственно отобразить их разрешение в своей повседневной работе.

На этом пути встанет ряд сложных задач, требующих много сил и времени. Но это тот путь, по которому мы должны идти"³⁰.

11 мая 1939 г. состоялось торжественное заседание Отделения химических наук совместно с Институтом общей и неорганической химии, посвященное 20-летию юбилею института³¹. После вступительного слова Н.С. Курнакова с докладами выступили: Г.Г. Уразов о физико-химическом методе исследования и об итогах и перспективах работы института по металлам и сплавам; С.З. Макаров – о работах института по исследованию соляных равновесий и соляных месторождений СССР; И.И. Черняев – об исследованиях комплексных соединений и создании платиновой промышленности СССР.

25 декабря 1940 г. исполнялось 80 лет со дня рождения академика Н.С. Курнакова и 60 лет его научной деятельности. В связи с этим юбилеем Отделение химических наук АН СССР 19 ноября 1940 г. приняло следующее постановление: "1) Организовать в декабре 1940 г. торжественное заседание Отделения химических наук АН СССР и Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева, посвященное юбилею акад. Н.С. Курнакова; 2) Возбудить в Президиуме АН СССР ходатайство о присвоении Институту общей и неорганической химии АН СССР имени академика Н.С. Курнакова; 3) Просить Президиум АН СССР войти в Пра-

²⁹ Арх. РАН. Ф. 429. Оп. 1. № 23. Л. 1, 4.

³⁰ Курнаков Н.С. Институт общей и неорганической химии // Вестн. АН СССР. 1937. № 10/11. С. 311.

³¹ К двадцатилетию со дня основания института была приурочена статья: Кузнецов Д.И., Звягинцев О.Е., Кузнецов В.Г. Институт общей и неорганической химии АН СССР // Вестн. АН СССР. 1939. № 4/5. С. 102–112. В ней авторы отразили историю создания института, его структуру на 1939 г., основные направления научной деятельности.

вительство с ходатайством о присвоении Н.С. Курнакову звания заслуженного деятеля науки РСФСР; 4) Просить издательство АН СССР обеспечить к юбилею акад. Н.С. Курнакова выпуск юбилейных номеров: "Известия Отделения химических наук" № 5 и "Известия Сектора физико-химического анализа ИОНХа" № 14³²; 5) Для разработки программы торжественного заседания и проведения юбилея академика Н.С. Курнакова образовать юбилейный комитет"³³.

25 декабря Большой зал Московского Дома ученых АН СССР едва смог вместить всех желающих приветствовать главу крупнейшей школы химиков-неоргаников. Среди присутствующих академики, профессора, многочисленные ученики юбиляра, представители высших учебных заведений, исследовательских институтов, промышленных наркоматов и заводов.

Открывая торжественное собрание, президент Академии наук СССР В.Л. Комаров указал на огромное значение работ академика Н.С. Курнакова. Несмотря на свой возраст, юбиляр полон энергии и продолжает руководить крупнейшим химическим институтом Академии наук СССР. Председатель Оргкомитета по чествованию Н.С. Курнакова академик А.Н. Бах сказал: "Благодаря своим знаниям и крупным творческим способностям Вы создали школу, которая действительно известна всему миру... Ваше дело останется навсегда. Ваша работа дала такие результаты, которых страна наша никогда не забудет". Вице-президент Академии наук СССР О.Ю. Шмидт приветствовал юбиляра от имени Президиума Академии и поднес ему адрес. Затем выступили представители научных, советских и партийных организаций столицы и Красной Армии, которые тепло приветствовали Н.С. Курнакова.

С большим докладом о жизни и деятельности Н.С. Курнакова выступил один из многочисленных его учеников профессор Н.Н. Ефремов. Сообщения о работах Н.С. Курнакова сделали член-корреспондент АН СССР Г.Г. Уразов и профессор С.З. Макаров.

На собрании было оглашено множество приветствий, полученных юбиляром с разных концов СССР.

14 марта 1941 г. Н.С. Курнакову присуждена Государственная премия

³²14-й том "Известий Сектора физико-химического анализа" вышел в свет в 1940 г. В этом томе были опубликованы следующие статьи: Уразов Г.Г. Академик Н.С. Курнаков — основатель физико-химического анализа и глава научной школы (с. 9—35); Аносов В.Я. Работы Н.С. Курнакова по топологии равновесной химической диаграммы (с. 37—45); Погодин С.А. Работы Н.С. Курнакова по металлическим сплавам (с. 47—61); Ефремов Н.Н. О работах Н.С. Курнакова и его школы в области физико-химического анализа органических веществ (с. 63—94); Бергман А.Г. Работы Н.С. Курнакова и его школы по химии твердых и расплавленных солей (с. 95—110); Равич М.И. Работы Н.С. Курнакова в области водных растворов солей (с. 113—124); Роде Е.Я. Работы Н.С. Курнакова и его школы по физико-химическому анализу минералов и руд (с. 125—140); Черняев И.И. О работах Н.С. Курнакова по комплексным соединениям (с. 141—144).

³³Арх. РАН. Ф. 411. Оп. 3. № 32. Л. 316.

Акад. Н. С. КУРНАКОВ

ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

ИЗДАНИЕ ЧЕТВЕРТОЕ ДОПОЛНЕННОЕ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
В. Я. АНОСОВА и М. А. КЛОЧКО

ПРИ УЧАСТИИ
Н. В. АГЕЕВА, В. Я. АНОСОВА,
Н. К. ВОСКРЕСЕНСКОЙ, М. А. КЛОЧКО, И. Н. ЛЕПЕШКОВА,
В. А. НЕМИЛОВА, А. В. НИКОЛАЕВА, М. И. РАВИЧА,
В. П. РАДИЩЕВА

Утверждено Высшим комитетом по делам высшей школы
при СНК СССР в качестве учебного пособия для химических
факультетов государственных университетов

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1940 ЛЕНИНГРАД

Титульный лист книги Н.С. Курнакова "Введение в физико-химический анализ" (1940 г.)

второй степени за научные работы по физической химии и за труд "Введение в физико-химический анализ" (4-е изд., 1940).

"Работы, которые мы сейчас ведем в Академии наук, — отмечал ученый, — получают непосредственное одобрение самой жизнью... При посредстве моих дорогих учеников, сотрудников и друзей мы будем продолжать и развивать дальше эту работу". Но продолжать свое любимое дело ученому не удалось... Вскоре он заболел³⁴ и 12 марта 1941 г. направил в Президиум Академии наук СССР следующее письмо: "Ввиду

³⁴19 марта 1941 г. академик Н.С. Курнаков скончался.

моей болезни прошу назначить временно исполняющего обязанности директора Ин-та общей и неорганической химии АН СССР академика И.В. Гребенщикова с 12 марта 1941 г.

Директор ИОНХа
Академик Н. Курнаков³⁵.

Согласно просьбе Н.С. Курнакова, исполняющим обязанности директора ИОНХа 12 марта 1941 г. назначается академик Илья Васильевич Гребенщиков – заведующий лабораторией химии силикатов института. Но уже 24 июня 1941 г. И.В. Гребенщиков направил вице-президенту АН СССР академику О.Ю. Шмидту письмо следующего содержания:

”В связи с расширением и срочностью выполнения работ по Государственному Оптическому институту Нар. Ком. Вооруж. для меня в настоящее время становится весьма затруднительным приезжать в Москву по делам А.Н. Извещая Вас об этом, прошу возможно скорее освободить меня от должности исполняющего обязанности директора Института общей и неорганической химии АН³⁶.

24 июня 1941 г. приказом Президиума АН СССР он был освобожден от временного исполнения обязанностей директора института. С 25 июня 1941 г. Институт общей и неорганической химии АН СССР возглавил член-корреспондент АН СССР (академик с 1943 г.) Илья Ильич Черняев.

Глава четвертая ГОДЫ ВОЙНЫ

22 июня 1941 г. Началась Великая Отечественная война, которая потребовала от института решения новых задач¹. В тяжелейших условиях эвакуации ученые ИОНХа многое сделали для укрепления обороны страны.

ПОМОЩЬ ИНСТИТУТА ОБОРОННЫМ ПРЕДПРИЯТИЯМ

Приведем краткую сводку работ ИОНХа, внедренных в промышленность и оборонную технику уже в конце 1941 г.

1. В области железных сплавов разработана новая технология безуглеродистого феррохрома, внедренная в 1942 г. на заводах Урала.

2. Найден оптимальный режим термической обработки 152-миллиметровых корпусов снарядов из углеродистой стали, проверенный в усло-

³⁵ Арх. РАН. Ф. 411. Оп. 3. № 164. Л. 29.

³⁶ Там же. Л. 28.

¹ В июле 1941 г. ИОНХ был эвакуирован в Казань, где находился до 1943 г. В апреле 1943 г. институт возвратился в Москву.

виях завода и полигона. По решению Артуправления этот метод был передан для внедрения в производство.

3. На основе исследования системы алюминий–медь–сурьма предложены новые подшипниковые сплавы, которые могли в ряде случаев заменить оловянистые бронзы и баббиты.

4. Разработан новый сплав – катализатор при производстве азотной кислоты, не содержащий дефицитного родия; сетки из этого сплава прошли заводское опробование, получили положительную оценку Главзота и были запущены в массовое производство.

5. Начато изготовление нового сплава для аппаратов высокого давления, содержащего пониженное количество родия. Сплав при лабораторных испытаниях показал хорошие результаты.

Осенью 1941 г. Аффинажный завод на Урале получил специальное правительственное задание – выпустить дополнительное количество остродефицитного, имеющего большое оборонное значение металла – родия. В.В. Лебединский приехал на завод и совместно с его работниками в короткий срок разработал метод выделения благородных металлов из растворимых натриевых солей, используя для этого ”бедные” соли, накопленные заводом в течение ряда лет. В результате завод не только выполнил задание, но и значительно перевыполнил план по выпуску родия. Метод Лебединского и ныне применяется на этом заводе.

В течение 1942–1943 гг. ИОНХ продолжал выполнять ряд специальных тем, а также сверхплановые тематические задания оборонных организаций. Эти работы развивались в следующих основных направлениях:

1. Изыскание сталей – заменителей для деталей авиамоторов.

2. Изыскания новых твердых сплавов, получаемых металлокерамическим путем.

3. Брикетирование основных солей гипохлорита кальция в условиях безтарного хранения.

4. Изыскания дегазаторов жидкого типа для применения в условиях зимнего и летнего времени.

5. Получение воспламенителей для наполнения ампул к противотанковым бутылкам.

6. Физико-химическое изучение органических систем, имеющих оборонное значение, и создание специальных лаков для артснарядов.

7. Разработка метода получения фармокопейной поверенной соли для внутривенного вливания раненым бойцам.

Найденный в институте новый метод химического закрепления грунтов нашел применение при строительстве земляных специальных сооружений и при сооружении бассейнов для хранения горючих жидкостей.

Широкое развитие получили в институте исследования сплавов железа. На основе изучения тройных сплавов железо–хром–алюминий были получены новые марки специальных высоколегированных жароупорных сплавов № 1 и 2.

В 1942–1943 гг. на Урале был построен специальный цех для производства нержавеющей и жаростойких сталей по способу И.И. Корнилова. По решению правительства эти марки стали были приняты к производству