

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ СЕРИЯ

Основана в 1961 г.

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ  
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ РАН  
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

*А.Т. Григорьян, В.И. Кузнецов, Б.В. Левшин,  
З.К. Соколовская (ученый секретарь), В.Н. Сокольский,  
Ю.И. Соловьев, А.С. Федоров (зам. председателя),  
И.А. Федосеев (зам. председателя),  
А.П. Юшкевич, А.Л. Янин (председатель). М.Г. Ярошевский*

*В.И.Кузнецов*  
*А.М.Максименко*

**Владимир Николаевич**  
**ИПАТЬЕВ**

**1867-1952**

Ответственный редактор  
академик **О.М. НЕФЕДОВ**



---

**МОСКВА**

**«НАУКА»**

**1992**

ББК 24  
К 89  
УДК 92 В.Н. Ипатьев

Рецензенты:  
доктор химических наук, профессор А.П. РУДЕНКО  
кандидат исторических наук В.А. ВОЛКОВ

**Кузнецов В.И., Максименко А.М.**

К 89 Владимир Николаевич Ипатьев: 1867–1952 / Отв. ред. О.М. Нефедов. – М.: Наука, 1992. – 190 с., 17 ил. – (Научно-биографическая серия).  
ISBN 5-02-001614-4

Эта книга — научная биография Владимира Николаевича Ипатьева — человека необычной судьбы, генерала царской армии, ставшего членом Советского правительства; академика АН СССР, лишённого академического звания; основоположника одного из магистральных направлений в развитии науки, чьим делом было долгое время под запретом; "иностранца", жизнь и деятельность которого были неотделимы от России. Прочтя эту книгу, читатель познакомится не только с биографией выдающегося ученого. Он узнает еще о том крутом повороте в истории науки, который произошел на грани двух последних столетий в связи с открытиями в области химии и предопределил успехи этой науки вплоть до сегодняшнего дня, о первых шагах советской химической промышленности, о том, почему именно в СССР была впервые решена проблема синтетического каучука, и о других интересных моментах, связанных с именем В.Н. Ипатьева.

Книга предназначена для широкого круга читателей, интересующихся историей науки.

К  $\frac{1401020000-117}{054(02)-92}$  24 – 92ПП

ББК 24

**Kusnetsov V.I., Maksimenko A.M.**

Vladimir Nikolaevich Ipatieff: 1867–1952 / Ed. O.M. Nefedoff. – М.: Nauka, 1992. – 190 p.

The book is devoted to a man of unusual destiny whose name was forgotten for a long time, to a "foreigner" whose life and activity could not be separated from Russia. He was an army general in Tzarist Russia and later became a member of Soviet government. He was a scientist deprived of his high membership in the Academy of Science who initiated one of the main branches in chemical science.

Having read the book a reader will get acquaintance not only with the biography of outstanding scientist, but also will know about a radical shift in the history of science which took place at the edge of the two recent centuries as a result of the discoveries in chemistry and which predetermined the progress in this field of science up to date.

The Hero of the book is V.N. Ipatieff, who will attract attention of the curious reader.

ISBN 5-02-001614-4

© В.И. Кузнецов, А.М. Максименко, 1992  
© Российская академия наук, 1992

## Предисловие

Подготовка этой книги оказалась растянутой почти на четверть столетия. Первоначальный вариант ее предназначался к изданию в 1967 г. — к 100-летию со дня рождения Владимира Николаевича Ипатьева. Главным инициатором и одним из авторов рукописи в ее первом варианте был Ю.С. Мусабеков (1910—1970 гг.), который изучал историю химии мономеров синтетического каучука и видел в работах Ипатьева истоки этого направления исследований.

Однако рукопись тогда не была издана. В печать не прошел даже небольшой текст о жизни и деятельности В.Н. Ипатьева, который мы поместили в книгу, посвященной успехам органической химии в СССР за 50 лет<sup>1</sup>. Нам предложили убрать портрет Ипатьева из верстки книги и заменить освободившееся место каким угодно текстом. Это было в июне 1967 г. Сейчас беспредметно искать источники строжайших указаний, данных по этому вопросу издательству "Наука". Нам известно только, что они находились где-то "наверху", — в "директивных органах" и в аппарате Президиума Академии наук. Во всяком случае, к ним не имеют никакого отношения члены редакционной коллегии названного издания (академики Н.М. Жаворонков, С.И. Вольфович, Б.М. Кедров в особенности), которые настаивали на правдивом освещении основополагающих работ Ипатьева в химии.

Надо отдать должное самостоятельности в этом вопросе журнала "Химия и жизнь". В ту пору он оказался единственным среди других научных журналов, отметившим специальной статьей<sup>2</sup> не только дату организации первых советских химических институтов-гигантов, таких, как Государственный институт прикладной химии, Институт химических удобрений, Институт силикатов, Институт высоких давлений, а также Научно-технического издательства, но и 100-летию со дня рождения В.Н. Ипатьева, по инициативе и мощной поддержке которого они были созданы.

В 1968 г. мы подготовили новый вариант рукописи научной биографии В.Н. Ипатьева, который почти всецело был посвящен характеристике научных трудов ученого. Этот вариант прошел все стадии рецензирования, обсуждался на заседании редколлегии серии "Научно-биографическая литература" Академии наук СССР и после утверждения ею к печати был представлен в издательство "Наука". Но и эта рукопись не увидела свет. После того как она пробыла без движения в издательстве (и, как нам ска-

<sup>1</sup> Кузнецов В.И., Лукина М.Ю., Мусабеков Ю.С. и др. Химия углеводородов // Развитие органической химии в СССР, 1917—1967. М.: Наука, 1967. С. 15—100 (Советская наука и техника за 50 лет).

<sup>2</sup> Максименко А.М., Мусабеков Ю.С., Кузнецов В.И. Страницы истории: В.Н. Ипатьев // Химия и жизнь. 1968. № 1. С. 76—77.

зали, — в "директивных органах") почти два года, она была возвращена нам без единого слова о причинах возврата.

Ю.С. Мусабекова, одним из первых взявшегося за восстановление имени Ипатьева в научной литературе нашей страны, уже нет в живых. Ему принадлежит не только инициатива подготовки биографии ученого, но и труд по подбору материала и части текста. Настоящий — третий — вариант книги мы готовили уже без Юсуфа Сулеймановича, используя, однако, его заготовки, мысли, пожелания.

Происходящие в стране с апреля 1985 г. революционные изменения в политике, экономике и мышлении открывают широкий простор для правды. И хотя основой нашей книги по-прежнему является описание исследовательской деятельности и научных трудов В.Н. Ипатьева, в ней мы не избегаем политических и идеологических сюжетов, фальсификация которых до 1985 г. выталкивала фигуру этого ученого в лагерь отверженных или, того более, стирала его имя с лица Земли.

При подготовке этой книги мы использовали воспоминания В.Н. Ипатьева, изданные в США на русском и английском языках в двух томах<sup>3</sup>. Это откровенное изложение мыслей о прожитом человека, который незадолго до своей кончины нуждался лишь в исповеди перед самим собою, перед своей совестью. Для нас воспоминания Ипатьева служили прежде всего источником, из которого можно было черпать сведения о его личном отношении к событиям и людям, о его собственных суждениях и мотивах действий. Мы меньше всего использовали эти воспоминания для нашей оценки его поступков. В этом отношении особую ценность представляют описываемые им встречи с представителями высшего генералитета царской армии, с Николаем II и великими князьями, с вербовщиками в белую гвардию и в антисоветское подполье в 1918—1921 гг., с руководителями СНК и ВСНХ СССР, в частности с В.И. Лениным, Л.Д. Троцким, А.И. Рыковым, Ф.Э. Дзержинским, многими крупнейшими учеными мира, писателями, композиторами и деятелями искусства.

Двухтомник воспоминаний Ипатьева, а также некоторые другие биографические материалы, в том числе полную библиографию трудов ученого, нам подарил профессор Герман Пайнс — директор Лаборатории высоких давлений имени В.Н. Ипатьева Нортвэстернского университета в Эванстоне, США. Г. Пайнс любезно предоставил возможность одному из нас (В.К.) познакомиться с ипатьевской лабораторией, с обстановкой, в которой жил и работал В.Н. Ипатьев в Эванстоне (40 км от Чикаго) и в самом Чикаго, взяв на себя обязанности гида. За все это мы выражаем ему свою сердечную признательность.

Мы благодарны также тем, кто лично хорошо знал В.Н. Ипатьева и оставил нам свои воспоминания или печатные материалы о нем: это дочь Владимира Николаевича Анна Владимировна Ипатьева, академик Г.А. Разуваев, член-корреспондент АН СССР А.Д. Петров, академик И.П. Бардин, профессор П.М. Лукьянова, академик С.И. Вольфович. С материалами семейного архива нас познакомила Нина Владимировна

---

<sup>3</sup> *Ипатьев В.Н. Жизнь одного химика: Воспоминания.* Нью-Йорк, 1945. Т. 1. 562 с.; Т. 2. 638 с.

Ипатьева, внучка Владимира Николаевича. К сожалению, многих из них уже нет в живых.

Большую благодарность мы выражаем ответственному редактору книги — вице-президенту Российской академии наук академику О.М. Нефедову, который взял на себя труд вникнуть в каждый абзац рукописи и сделал много ценных замечаний.

*В.И. Кузнецов, А.М. Максименко*

## Введение

Говорят, что в жизни может случиться всякое. Однако трудно представить себе случай, когда не только из истории, но и из памяти безжалостно, с корнем вытравлялось имя человека, который все-таки был, жил, а главное, оставил далеко недюжинные результаты своего труда и таланта.

Перед нами относительно небольшая, в коленкоровом переплете, книга, изданная в 1929 г. в связи с только что прошедшими юбилейными торжествами в честь академика Владимира Николаевича Ипатьева. Сегодня эту книгу невозможно найти ни в одной библиотеке. Ее предали аутодафе вместе с другими запрещенными изданиями в 1937 г. Нам же она особенно дорога, потому что мы получили ее в 1958 г. от А.В. Ипатьевой буквально за несколько дней до кончины этой многострадальной женщины. Анна Владимировна выразила тогда надежду, что нам, историкам науки, рано или поздно удастся восстановить доброе имя ее отца.

Из этой книги можно узнать, что В.Н. Ипатьев отметил в 1927 г. свое 60-летие и 35-летие научной деятельности. "Оценивая значение работ академика В.Н. Ипатьева, — говорится на ее первой странице, — ту выдающуюся роль, которую сыграли эти работы в новейших достижениях химической технологии XX в., а также выдающуюся деятельность В.Н. в области организации химической промышленности нашей страны, научные и научно-технические учреждения, общественные и промышленные организации СССР публично чествовали юбиляра в Москве 15 мая 1927 года"<sup>1</sup>. В президиуме торжественного заседания в этот день находились руководители ВСНХ СССР, Академии наук СССР и Наркомата просвещения, нарком здравоохранения Н.А. Семашко, представители Наркомата военно-морских дел, в частности И.С. Уншлихт, который зачитал приветствие от К.Е. Ворошилова, управляющий делами СНК СССР Н.П. Горбунов, ученые — А.Е. Ферсман, Н.Д. Зелинский, И.А. Каблуков, Е.И. Шпитальский и др. В адрес юбиляра поступили 29 приветствий от правительственных организаций, 28 — от заводов и трестов, 56 — от научных учреждений, 31 — от вузов и 130 — от научных обществ и академий восемнадцати стран мира. Уже такое внимание к юбиляру характеризует его как совершенно незаурядного ученого.

"Начиная с первых послеоктябрьских дней 1917 года, — сказал на торжественном заседании заместитель председателя Президиума ВСНХ СССР А.Н. Серебровский, — В.Н. Ипатьев был первым начальником химической промышленности. Все, что было сделано потом, было сделано им ... Мы прекрасно знаем, какую огромную роль имеет Владимир Нико-

---

<sup>1</sup> К 35-летию научной деятельности академика В.Н. Ипатьева. М.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1929. 171 с.



лаевич для нашего народного хозяйства, и если когда-либо мы поставим химическую промышленность на уровень с западноевропейской, то мы можем тогда смело сказать от лица Президиума (ВСНХ СССР): это было сделано благодаря трудам Владимира Николаевича" (там же, с. 88).

Из этой же небольшой книги можно узнать, что имя В.Н. Ипатьева как одного из основоположников нового направления в химии стало широко известно ученым многих стран мира еще на грани двух последних столетий. Это он в конце прошлого века, только еще входя в химическую науку, впервые осуществил синтез изопрена — основного мономерного звена природного каучука. Это он в начале текущего столетия проложил первые пути каталитической химии с применением высоких давлений и температур, которая затем легла в основу всей нефтехимической промышленности. Это он одним из первых русских ученых перешел на сторону родившейся в октябре 1917 г. советской власти и возглавил дело восстановления и строительства химической промышленности в республике Советов.

Необычность жизненного пути В.Н. Ипатьева заключалась в том, что он по-особенному любил свою науку, никогда и ни при каких условиях не хотел ей изменять, что его собственный труд и упорство на научном поприще могли служить примером, достойным подражания.

В.Н. Ипатьев был необыкновенен даже среди наиболее известных химиков. В его творчестве удивительным образом сочетались таланты исследователя-теоретика и промышленного химика-технолога, организатора науки и производства, прекрасного лектора и педагога, энергичного общественного деятеля и популяризатора научных знаний. Благодаря столь необычному комплексу выдающихся способностей он сделал в химии выдающиеся открытия и изобретения, основал ряд новых отраслей химического производства и новых научных учреждений, а также научную школу химиков. В.Н. Ипатьев оставил нам в качестве наследия множество статей, брошюр и книг, среди которых и фундаментальные монографии с изложением итогов научных исследований, и популярные издания, и неоднократно переиздававшиеся учебники. Результатом его инициативы была и крупнейшая общественная организация — Доброхим, преобразованная в дальнейшем в Осоавиахим.

Как это не раз бывало в науке, химик, избранный действительным членом Российской академии наук, членом Парижской и Берлинской академий, почетным доктором нескольких университетов мира, химик, удостоенный за свою научную деятельность многих наград и почестей, не имел высшего химического образования. Ипатьев окончил Артиллерийское училище и затем Артиллерийскую академию в Петербурге. Он стал офицером, военным специалистом. А к своей любимой науке, химии, он вынужден был идти самостоятельно, трудными, можно сказать, тернистыми путями. По своему интеллектуальному складу он был ученым-естествоиспытателем, исследователем. В возрасте тридцати двух лет он уже стал профессором химии. В 1914 г. Российская академия наук избрала его членом-корреспондентом, а в 1916 г. — своим действительным членом.

После Октябрьской революции В.Н. Ипатьев, бывший генерал царской армии, как специалист, облеченный доверием Советского правительства, стал одним из организаторов первых советских исследовательских центров и одним из ответственных руководителей химической промышленности. В

сложной обстановке того времени поддержка нового строя деятелями науки имела большое значение. Как не вспомнить в связи с этим слова А.М. Горького, который в одном из своих выступлений говорил тогда: "Русский ученый — активный и влиятельный сотрудник (советской. — *Примеч. авт.*) власти, как о том говорят почтенные имена Осадчего, Ольденбурга, Ферсмана, Ипатьева, Лазарева, Кольцова, Рождественского, Иоффе и длинного ряда других крупных ученых"<sup>2</sup>.

Не только с доверием, но и с большим уважением относились к В.Н. Ипатьеву В.И. Ленин, называвший его "главой нашей химической промышленности"<sup>3</sup>, Ф.Э. Дзержинский, Г.М. Кржижановский, А.В. Луначарский, Е.М. Ярославский и другие партийные и общественные деятели советского государства.

Зарубежные биографы Ипатьева писали, что Россия за три столетия выдвинула трех гениальных химиков: в XVIII в. Ломоносова, в XIX — Менделеева, а в XX — Ипатьева. Оставляя на совести авторов полноту этого перечня (в нем не упомянут даже Бутлеров), нельзя вместе с тем отрицать высокую и объективную оценку вклада Ипатьева в мировую науку, которая звучит в этой характеристике. Владимира Николаевича больше всего в научном мире прославили его основополагающие труды в области катализа и каталитического органического синтеза. Он автор более 400 работ и свыше 300 патентов. Ему удавалось встречаться и обсуждать научные проблемы с Д.И. Менделеевым, В.В. Марковниковым, И.П. Павловым, М. Берглю, У. Рамзаем, Р. Вильштеттером, В. Нернстом и другими корифеями науки.

Вероятно, можно утверждать, что ни один наш отечественный химик XX столетия за свою жизнь не удостоился стольких почетных титулов и наград, как В.Н. Ипатьев. Он еще молодым ученым был награжден малой, а затем и большой премией им. А.М. Бутлерова. В советское время он стал лауреатом премии им. В.И. Ленина, получил звание заслуженного деятеля науки и техники. Наряду с тем, что он был избран действительным членом Российской академии наук и затем стал членом Академии наук СССР, он был избран еще членом Парижской академии, Национальной академии наук США, почетным членом университетов Петербурга, Геттингена, Мюнхена, Страсбурга, Софии, Немецкого химического общества, Югославского химического общества, Нортүэстернского университета, награжден медалями Лавуазье, Берглю, Гиббса, отмечен государственными орденами и наградами целого ряда стран.

Однако жизненный путь В.Н. Ипатьева оказался далеко не ординарным. Так же как и у многих выдающихся деятелей культуры нашей страны, он был исковеркан сталинщиной. Нет, В.Н. Ипатьев не был арестован. Он остался жив и продолжал свою научную деятельность. Случилось это чудо сохранения потому, что приготовленный для него в конце 1920-х годов "капкан", так же как, например, для Ф.Ф. Раскольниковца, оказался пустым: зная об этом капкане, он решил временно воздержаться от возвращения из очередной заграничной командировки на родину. Кстати, Рас-

<sup>2</sup> А.М. Горький. Десять лет // Горький и наука. М.: Наука, 1964. С. 32.

<sup>3</sup> В.И. Ленин. Полн. собр. соч. Т. 53. С. 226.

кольников в своем обвинительном письме Сталину пишет именно об этой причине невозвращения также и Ипатьева.

В 1937 г. в СССР были изъяты все печатные издания Ипатьева. Были арестованы, за исключением трех человек, все оставшиеся еще не репрессированными его ученики. Научным работникам было запрещено ссылаться на работы В.Н. Ипатьева. Даже в перечне использованной литературы полагалось опускать фамилию автора.

Еще и поныне в справочниках, словарях, в Большой Советской Энциклопедии имя В.Н. Ипатьева отсутствует. Да что там говорить, в фундаментальной книге, изданной к 70-летию Октября, "Наука и техника СССР. 1917 — 1987. Хроника" имя Ипатьева не упоминается не только в перечне достижений, но и в списке "Персональный состав Академии наук на 25 октября (7 ноября) 1917 г." Не было такого! А ведь он был избран академиком в 1916 г.

С апреля 1985 г. наступили новые времена в оценке событий прошлого: вместо исковерканной истории восстановлена правда жизни. Снова увидели свет славные имена ученых, литераторов, деятелей искусства, которые варварски вытравлялись из справочников, библиотечных каталогов, энциклопедий. Появилась возможность в этой связи восстановить в истории также и имя Владимира Николаевича Ипатьева, на котором с 1937 г. лежала тень забвения. Полная научная реабилитация этого человека, отдавшего все свои силы созданию научно-технического потенциала и прогрессу своей родины, необходима и справедлива.

В 1990 г. на Общем собрании Академии наук СССР В.Н. Ипатьев был восстановлен в качестве действительного члена академии.

## Глава первая

---

### Путь в науку

Владимир Николаевич Ипатьев родился 9 (21) ноября 1867 г. в Москве, в одном из ее наиболее старых районов — на Пресне.

Родители его были дворянского происхождения, из тех незаурядных кругов российской интеллигенции, которые прославились на поприще служения искусству и просвещения. Отец Николай Александрович Ипатьев окончил Московское архитектурное дворцовое училище<sup>1</sup> и получил звание помощника архитектора. В его дипломе указывалось, что за хорошие познания в архитектуре и строительном искусстве Императорская академия художеств удостоила его звания неклассного художника архитектуры [1]. Правда, Николай Александрович не создал ничего значительного в архитектуре; из его работ как зодчего можно отметить лишь реставрацию московского Новодевичьего монастыря и постройку церквей в подмосковных селах Черкизове и Богородском. Причина этого кроется в том, что по характеру своей службы он не был непосредственно связан со строительством.

Мать Владимира Николаевича Анна Дмитриевна — гречанка по происхождению (дочь грека Дмитрия Лазаревича Глики, в раннем возрасте приехавшего в Россию) — получила образование в частном пансионе Кноль. Это учебное заведение отличалось хорошей постановкой преподавания: достаточно указать, что выпускники его для получения диплома держали экзамен при Московском университете. Высокообразованная и начитанная женщина, Анна Дмитриевна отлично владела иностранными языками. Ее высокая культура вместе с живым и веселым характером покоряли окружающих; в гостеприимном доме Ипатьевых она всегда была интересной и приятной собеседницей. Влияние матери, обладавшей природным умом и придерживавшейся передовых взглядов, благотворно отразилось не только на воспитании сына, но и на его дальнейшей судьбе. Недаром он посвятил ей свой основной научный труд "Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях" [2].

Владимир был первым из трех детей в семье Ипатьевых. Любовь добрых и отзывчивых родителей не мешала им относиться с необходимой строгостью одинаково ко всем детям, которых никогда не баловали и систематически приучали к аккуратности, бережливости, умению держаться

---

<sup>1</sup> Дворцовое архитектурное училище в 1865 г. было присоединено к Училищу живописи, ваяния и зодчества в Москве. После Октябрьской революции на его основе возникли Московский художественный институт им. Сурикова и Московский архитектурный институт.

в обществе. Детей нередко наказывали за излишние шалости, неприлежание в учении и особенно за дерзость, прежде всего по отношению к прислуге.

Глава семьи являл собой отличный пример трудолюбия: он ни минуты не сидел без дела, поддерживая в доме уют и исключительный порядок. Мастер на все руки, Николай Александрович по торжественным дням удивлял многочисленных гостей красивыми иллюминациями и транспарантами собственного изготовления. В летние месяцы он все свободное время проводил в саду около дома, и дети работали вместе с ним, помогая ухаживать за цветами. Владимир, уже в детстве отличавшийся большой наблюдательностью, с увлечением и жадностью трудился в саду и постигал премудрости постройки игрушечных дворцов, организации детского кукольного театра, изготовления иллюминаций и т. д. Отец терпеливо передавал свое мастерство детям и прививал им любовь и уважение к труду. Эти качества сопровождали Владимира Николаевича Ипатьева всю жизнь, и он всегда с благодарностью вспоминал отца.

Владимир рано познакомился с основами грамоты. В возрасте пяти лет начались занятия с матерью, научившей его писать и читать и таким образом явившейся его первым учителем. Анна Дмитриевна, вопреки традициям многих дворянских семей и желанию отца, не хотела готовить детей исключительно к военной карьере. Поэтому, когда Владимиру исполнилось восемь лет, она устроила его в подготовительный класс классической московской гимназии.

Однако случилось так, что вскоре Владимир заболел в самый разгар занятий и продолжительное время не мог посещать гимназию. На помощь пришел брат матери Дмитрий Дмитриевич ("дядя Митя"), который был прекрасным педагогом. Заниматься с ним, по воспоминаниям Владимира Николаевича, представляло большое удовольствие, и дядя Митя являлся главным советчиком и наставником детей. Дмитрий Дмитриевич всегда считался с характером учеников, умел их заинтересовать и сдерживал излишнюю резвость на уроках. Он старался не замечать шалостей изобретательного Владимира и никогда не предавал их гласности. Однажды Анна Дмитриевна явилась случайной свидетельницей "новаторства" своего сына: зайдя в кабинет, где проходили занятия, она увидела, что Владимир отвечает урок, лежа на диване вниз головой с поднятыми ногами. Наказание, кажется, было неотвратимо, но Дмитрий Дмитриевич спас молодого друга, успокоив и выпроводив сестру из комнаты со словами: "Мальчик отвечает толково, а остальное придет в свое время". Занятия с дядей Митей никогда не были ни скучными, ни горькими, и Владимир постепенно избавился от недостатков, мешавших нормальному течению домашних уроков. Он успешно выдержал экзамен в первый класс гимназии, минуя подготовительные.

Однако Владимир недолго посещал классическую гимназию. Его мать заболела туберкулезом легких и весной 1878 г. по совету врачей уехала лечиться в Крым. Через два года она скончалась. После же отъезда Анны Дмитриевны Владимира стали готовить для поступления во второй класс, но все же, по настоянию отца, военной гимназии.

С утратой матери в доме стало неуютно и холодно. Мачеха Анна Васильевна Мазанова по характеру полная противоположность Анне Дмит-

риевне, вызывала отвращение к себе, а не любовь. Она совершенно не заботилась о детях и не интересовалась их воспитанием и образованием. Дом, ранее полный гостей, перестали посещать даже близкие родные. Единственным человеком, с которым можно было поделиться детскими переживаниями, была сестра Анны Дмитриевны — "тетя Катя", заменившая Владимиру родную мать. Ее правдивые не лишённые юмора рассказы о событиях и людях, несомненно, имели воспитательное значение, и Владимир Николаевич впоследствии писал, что тетя Катя "оказывала на меня нравственное влияние как своим примером, так и теми беседами, которые она вела с самого раннего моего детства" [1, л. 21]. Постоянное присутствие рядом тети Кати, которая не имела своего угла и поэтому жила у Ипатьевых, скрашивало Владимира после смерти матери.

В младших классах гимназии Владимир не отличался особым прилежанием к учению. Он не проявлял интереса ни к одному предмету и готовил уроки только для того, чтобы не иметь плохих отметок. Такое отношение, несомненно, способного Владимира к гимназическим обязанностям в значительной степени объяснялось ненормальной обстановкой в доме и равнодушием старших к успехам мальчика.

Перелом в отношении Владимира к учению произошел весной 1882 г., когда он был уже в шестом классе. Сам В.Н. Ипатьев связывал появление интереса к наукам и стремление к знаниям с тем громадным впечатлением, которое призвело на него знакомство с химическими явлениями, описанными в курсе физики. Какие поразительные явления, какую стройность мира мельчайших частиц увидел Владимир! Несколько раз перечитывал он краткую и в сущности сухую главу по химии в учебнике физики Краевича, стараясь проникнуть в законы, определяющие поведение молекул. Особенно его заинтересовали атомистическая теория строения вещества, законы постоянства состава и простых кратных отношений. "Мне казалось, — вспоминал он, — что я впервые посмотрел на мир открытыми глазами, и мне захотелось учиться, чтобы полнее и лучше его понять" [3, т. 1, с. 21].

Именно с этого момента химия стала его душевным увлечением и заняла основное место во всей интеллектуальной жизни. Большое влияние на молодого Ипатьева оказал дядя Митя, к которому Владимир иногда обращался за помощью, сталкиваясь с трудными вопросами математики и физики. Исчерпывающие разъяснения всегда сопровождалось продолжительными, но неутомительными беседами о науке и ее задачах.

В результате уже в гимназические годы Владимир пришел к твердому убеждению: посвятить свою жизнь и все силы изучению химии, научным изысканиям в той области микромира, которая определяет вообще весь мир.

Внутреннее преобразование Владимира отразилось и на успехах в учебе: шестой класс, а затем и гимназию он окончил одним из первых учеников. Его мечтой стало продолжение образования. Он знал от товарищей, что физика и химия подробно преподаются в Михайловском артиллерийском училище (Петербург), но ввиду слишком высокого конкурса там Владимир вынужден был отказаться от этого учебного заведения и поступить в Третье Александровское военное училище в Москве.

31 августа 1884 г. Ипатьев в возрасте шестнадцати лет навсегда поки-

нул родной дом, сопровождаемый словами отца: "В жизни будь правдив и честен". Так началась самостоятельная жизнь будущего ученого, до конца своих дней оставшегося верным родительскому напутствию.

Александровское двухгодичное училище готовило младших офицеров пехотных войск, поэтому на первом месте стояла строевая подготовка. Семнадцати-восемнадцатилетние юноши — юнкера с громоздкими (4,8 кг) берданками в руках по 2 часа в день маршировали под бой барабана. Летом, во время лагерных сборов, юнкера, кроме того, в полной боевой амуниции участвовали в батальонных учениях, продолжавшихся в любую погоду не менее 2,5 часов. И хотя в учебной программе имелись два невоенных предмета: механика и химия, они оставались где-то позади, в "тыловой каптерке училища". Если преподаватель механики Е.М. Пржевальский — брат знаменитого путешественника и географа — был требовательным педагогом и умел привлечь внимание курсантов к предмету, то преподаванию химии уделялось крайне мало времени и внимания. Однако интерес к химии от этого у Ипатьева не исчез. Поистине влюбленный в эту науку Владимир стал самостоятельно изучать "Начальный курс химии" А.Л. Потылицына и "Курс неорганической химии" А.В.Г. Кольбе (в переводе А.П. Сабанеева), рекомендованный в то время в качестве основного учебника для высших учебных заведений.

Свободного времени было крайне мало, и Ипатьев начал читать химические книги на уроках, особенно на уроках богословия. Товарищи-юнкера, видя такое увлечение химией, пророчили Владимиру славу открывателя новых элементов.

Сам же Ипатьев понимал, что одних самостоятельных занятий для серьезного изучения такой науки, как химия, недостаточно и мечтал о продолжении образования в Михайловском артиллерийском училище, где химии уделялось значительно больше внимания и ее преподавание было поставлено на высокий уровень еще Г.И. Гессом (1838—1848 гг.).

Перед получением назначения после окончания Александровского училища Владимир Николаевич решительно отказался от производства в офицеры и подал прошение о переводе на третий курс Михайловского артиллерийского училища. Трудно было надеяться на удовлетворение просьбы, но, учитывая высокие оценки по таким предметам, как механика, артиллерия и химия, его просьбу удовлетворили, и первого сентября 1886 г. он предстал перед начальством нового училища.

Михайловское артиллерийское училище, созданное в 1820 г., являлось единственным учебным заведением для подготовки артиллерийских офицеров. Юнкерские классы давали первоначальное образование, а офицерские классы — высшее; последние в 1855 г. были реорганизованы в Михайловскую артиллерийскую академию.

Ипатьеву не удалось уделить много времени химии и в артиллерийском училище. На третьем курсе преподавалась органическая химия и проводился практикум по неорганической химии, но занятия не способствовали развитию интереса к этому предмету и могли лишь, по выражению Ипатьева, "убить всякий интерес к химии". Самостоятельно же изучать химию в этот период Ипатьеву не позволяла солидная нагрузка по математике: необходимо было за один год усвоить трехгодичную программу по высшей математике. Оставалось лишь одно — надеяться на лучшие вре-

мена. Именно в этот период он решил при первой же возможности создать домашнюю лабораторию для практического изучения химии.

В 1887 г. Ипатьев успешно окончил училище. День 7 августа этого года, когда он получил первое офицерское звание и назначение на службу в подмосковный город Серпухов, запомнился Ипатьеву надолго. Перед отъездом к месту военной службы в Серпухов Ипатьев воспользовался случаем и вместо зимнего обмундирования купил для себя небольшую химическую лабораторию (предназначенную для качественного анализа).

В сентябре 1887 г. молодой офицер приступил к исполнению обязанностей руководителя батареейной школы во второй резервной артиллерийской бригаде. Занятия начинались с восьми утра и продолжались до двенадцати часов дня; дав задание солдатам и своему помощнику, Ипатьев торопился домой в "царство химии". В своих занятиях химией он продвигался буквально на ощупь, так как в Александровском и Михайловском училищах больше учили, как не надо работать в области химического эксперимента. На его счастье в то время уже существовали такие классические книги, как "Основы химии" Д.И. Менделеева и "Аналитическая химия" Н.А. Меншуткина, приучавшие химически мыслить и самостоятельно работать. Эти значительные руководства, на которых было воспитано не одно поколение русских и зарубежных химиков, явились действительными учителями химии и для В.Н. Ипатьева, который жадно читал и перечитывал увлекательные страницы.

Однако нельзя считать, что дело самообразования проходило гладко. Самостоятельные занятия протекали с исключительными трудностями, они требовали много времени, а его не хватало; они требовали выдержки и громадного умственного напряжения. Иногда трудности наводили на мысль о собственной непригодности к научной деятельности. Этот период для Ипатьева был, пожалуй, самым напряженным. Нужна была большая сила воли, чтобы "перейти Рубикон" и окончательно остаться верным избранной науке. Особенно сильны были сомнения в собственных способностях при изучении периодического закона Д.И. Менделеева, закона валентности и закона Авогадро, дававшиеся крайне трудно. Частичное успокоение принесло знакомство с историко-научной литературой. В частности, из биографии известного голландского химика Я.Г. Вант-Гоффа Ипатьев узнал, что и для этого замечательного ученого усвоение закона Авогадро представило значительные трудности.

За 12 месяцев в Серпухове Ипатьев не просто изучил классические произведения русских химиков, но тщательно продумал и проверил экспериментально многие их выводы. Здесь он познакомился с произведениями Ч. Дарвина, К.А. Тимирязева и других естествоиспытателей, здесь же прочитал первые лекции, проходившие в офицерском клубе. Одновременно Ипатьев, мечтая о поступлении в Михайловскую артиллерийскую академию, тщательно повторил курсы математики и артиллерии и в августе 1889 г. отправился в Петербург. Конкурсные экзамены он выдержал успешно и был принят в академию, считая себя самым счастливым человеком в мире.

В 1889 г. Ипатьев уже знал, что он хочет в жизни лишь одного: куда бы он ни попал, кем бы ни пришлось ему оказаться в будущем в связи с уготованной для него военной карьерой, он всегда будет заниматься наун-



ными исследованиями в области любимой химии. Именно в этом состояла его основная цель жизни и, может быть, с поступлением в академию ему впервые повезло.

### **Михайловская артиллерийская академия и первые шаги в химии**

Михайловская артиллерийская академия имела репутацию одного из лучших учебных заведений дореволюционной России. В ее стенах вели преподавательскую и исследовательскую работу многие русские ученые с мировым именем: академик М.В. Остроградский — один из основателей Петербургской математической школы; член-корреспондент Петербургской академии наук Н.В. Маевский — крупнейший специалист в области баллистики; почетный член Петербургской академии наук И.А. Вышнеградский — основоположник теории автоматического регулирования; академик А.В. Гадолин, известный своими трудами в области артиллерии, изготовления пороха, обработки металлов, кристаллографии и минералогии; "отец металлургии" профессор Д.К. Чернов; член-корреспондент Парижской академии наук баллистик Н.А. Забудский и др.

После Крымской войны (1853—1856 гг.), выявившей явно недостаточную подготовку офицеров, программы многих военных учебных заведений подверглись пересмотру. Значительно было улучшено преподавание физики, химии, механики и математики и в Михайловской артиллерийской академии, где физико-математическим и естественным наукам всегда придавалось первостепенное значение. С 60-х годов прошлого столетия в академии была принята усовершенствованная система обучения, введенная благодаря усилиям бывшего в то время инспектором классов Гадолина: в течение 2—3 месяцев читались лекции по основным естественнонаучным и техническим предметам и параллельно проходили практические занятия, а затем следовали испытания (репетиции), предшествовавшие окончательным экзаменам. Введение лабораторных практикумов по всем основным предметам программы значительно улучшило подготовку офицерских кадров для русской артиллерии. Каждое лето по окончании теоретических занятий слушатели академии проходили производственную практику на военных и металлургических заводах. Это единство теоретической и практической подготовки быстро сказалось на уровне знаний офицерских кадров.

Ипатьев уже на вступительных экзаменах привел экзаменаторов в изумление своими познаниями по химии. Вскоре после начала лабораторных занятий руководитель работ Г.А. Забудский, узнав, что Ипатьев самостоятельно прошел весь качественный анализ, дал ему для проверки две задачи, которые были успешно решены. Тогда Забудский предложил ему выполнить анализ образца туркестанской земли; предполагалось, что она содержит достаточное количество азотных солей и пригодна в качестве сырья для получения селитры. Аналогичное задание было дано и штатному лаборанту химической лаборатории. Осуществленное Ипатьевым исследование, подтвержденное данными другого аналитика, показало непригодность присланной земли для производства селитры. После этого случая знания Ипатьева в области химического анализа не вызывали сомнений, и

ему было разрешено приступить к количественному, а затем и к органическому анализу.

Занятия в академии Ипатьев сочетал с работой в домашней лаборатории. Летом, будучи на практике на Колпинском и Обуховском заводах, он основательно познакомился с технологией металлургических процессов и химическими анализами чугуна и стали, что пригодилось ему в дальнейшем.

1890 год явился знаменательным для Ипатьева: его приняли в члены Русского физико-химического общества. По уставу в общество принимались лица с законченным высшим образованием, но Ипатьев преодолел это препятствие, заручившись двумя рекомендациями и написав прошение с указанием, что программа по математике, физике и химии в Михайловском артиллерийском училище далеко превосходит программу средних учебных заведений.

В то время во главе Русского физико-химического общества стояли его основатели — Д.И. Менделеев, Н.А. Меншуткин, а также Н.Н. Бекетов, В.В. Марковников и другие прославленные русские химики. Председательствовали поочередно Д.И. Менделеев и Н.Н. Бекетов. Ипатьев аккуратно посещал каждое заседание общества, вникал в научные доклады. Заседания, на которые выносилось три-четыре доклада, заканчивались в 10—11 часов вечера информацией секретаря о наиболее интересных заграничных работах. Иногда присутствующие химики шли в ближайший ресторан выпить чаю, продолжая обсуждать насущные вопросы своей науки. Для Ипатьева, начинающего химика, дни заседаний были большим счастьем. Они открывали ему новые горизонты и знакомили с новыми явлениями. Одновременно общество учило серьезно относиться к выполнению исследований и быть осторожным в выводах. Все, что Ипатьев слышал на заседаниях, прочно врезалось в его память и способствовало укреплению веры в правильность избранного научного пути. Сам Ипатьев называл Русское физико-химическое общество первым своим учителем по химии. На заседаниях этого общества Ипатьев впервые познакомился с А.Е. Фаворским, А.Е. Чичибабиным, Н.С. Курнаковым и другими выдвигавшимися в то время химиками.

Другим важным событием 1890 г. явилось для Ипатьева знакомство с известным металлургом Дмитрием Константиновичем Черновым, начавшим с 1889 г. преподавать в академии. Под руководством этого ученого Ипатьев выполнил свое первое научное исследование. Чернов обратился с просьбой к Ипатьеву провести несколько анализов, связанных с его собственной работой. Ипатьев с радостью согласился, решив испытать свои силы. Необходимо было проанализировать кристаллическое вещество, похожее на графит, образовавшееся в раковине экспериментального высококремнистого чугуна. Оказалось, что кристаллическое образование является не графитом, как предполагал Чернов, а кремнием. С большим волнением Ипатьев переступил порог квартиры знаменитого металлурга. Чернов радушно встретил молодого помощника, представил его своей семье, а уже затем познакомился с полученными результатами и остался ими крайне доволен.

Вскоре Чернов предложил Ипатьеву новую работу: анализ кристаллов стали, обнаруженных в одной из отливок, подвергнутых медленному ок-

лаждению. Он предполагал, что эта работа позволит проверить правильность клеточной (целлюлярной) теории структуры стали, разработанной в 1885 г. французскими учеными. Чернов одним из первых применил микроскопический метод исследования стали, который позволил получить данные о ее кристаллическом строении. Ипатьев с увлечением принялся выполнять новое задание. Несмотря на то что с помощью химического анализа не удалось окончательно опровергнуть целлюлярную теорию, он получил интересные результаты, которые изложил в виде статьи "Опыт химического исследования структуры стали". В ходе работы Ипатьев тщательно разобрал различные теории строения стали, глубоко проник в идею своего талантливого руководителя, научился просто выражать свои мысли. Постоянное общение с влюбленным в науку Черновым и беседы с ним способствовали формированию научного мировоззрения будущего ученого. Именно в этот период В.Н. Ипатьев познакомился с Д.И. Менделеевым и Д.П. Коноваловым.

На заседании Технического общества, проходившем 13 февраля 1892 г. под председательством Д.П. Коновалова, В.Н. Ипатьев при многолюдной аудитории сделал свой первый научный доклад. Раскритиковав теорию французских ученых, он противопоставил ей концепцию Чернова, стараясь подтвердить ее экспериментальными данными. На заседании после продолжительных прений было принято постановление в виде исключения (поскольку Ипатьев не был членом Технического общества) напечатать доложенную работу в своих "Записках". Через несколько дней Ипатьев повторил свой доклад на заседании Русского физико-химического общества. Председательствовавший Д.И. Менделеев одобрительно отнесся и к докладу и к докладчику, отметив практическое значение выполненного исследования. Молодой адъюнкт Горного института Н.С. Курнаков, интересовавшийся вопросами структуры стали, также лестно отозвался о работе. А после заседания Курнаков посетил скромную домашнюю лабораторию Ипатьева, и между ними состоялась теплая продолжительная беседа.

В академии Ипатьев основательно изучал все предметы, связанные с химией, привлекая многочисленные оригинальные и классические сочинения. Он познакомился с произведениями М. Бергто и др.

30 мая 1892 г. состоялся последний выпускной экзамен, и Ипатьев блестяще окончил академию (третьим по сумме баллов). Учитывая его отличные успехи по химии и химической технологии, изданные им литографированные записки по аналитической химии, но главное, его научную работу по структуре стали, он был оставлен при академии в качестве репетитора для подготовки к преподавательской деятельности. По уставу ему давалось три года для выполнения диссертации на звание штатного преподавателя. Используя отпуск для устройства своих личных дел (в июле 1892 г. он женился на Варваре Дмитриевне Ермаковой, которую знал в течение 10 лет), Ипатьев с 12 августа 1892 г. приступил к исполнению служебных обязанностей.

В ноябре того же года Ипатьева назначили помощником заведующего химической лабораторией академии, которой придавалось особое значение, ибо она сыграла выдающуюся роль в истории химического образования России.

Предназначенная для проведения практических занятий и решения раз-

личных химико-аналитических вопросов (анализ сплавов, пороха и его составляющих) лаборатория эта была построена в 1838 г., когда во главе кафедры химии стоял академик Г.И. Гесс, а его помощником был горный инженер П.И. Евреинов. Первым же ее начальником стал известный русский химик XIX в. А.А. Фадеев, превративший лабораторию в центр всех отечественных химических исследований в области артиллерии. Научная работа, широко проводимая Фадеевым, включала получение чистого и стойкого пироксилина, исследование и анализ селитры, изучение свойств и усовершенствование методов приготовления гремучечислой закиси ртути, стабилизацию и хранение порохов и т. д. Только в 1845—1848 гг. из лаборатории вышло 14 оригинальных работ, не включая исследований, выполненных по особому заданию Артиллерийского управления и оставшихся неопубликованными.

В 1844 г. Фадеева по ходатайству Гесса командировали за границу. Ознакомившись с полутора десятками известных лабораторий Западной Европы, Фадеев пришел к выводу, что условия химической подготовки артиллерийских офицеров в России являются наилучшими. Научная работа Фадеева сочеталась с интенсивной педагогической деятельностью. Он постоянно читал лекции по химии, которые представляли собой яркие, образные беседы ученого с аудиторией. Фадеев одним из первых в России вводит в лекционную практику наглядные пособия: чертежи, схемы, модели химических производств и т. д. В 1848 г. он опубликовал первое в России "Руководство к изучению химического разложения органических тел или элементарного анализа", сыгравшее большую роль в улучшении преподавания химии.

В 1844—1845 гг. он составил подробную докладную записку об улучшении химической лаборатории и организации химического музея. Собранный им в Сибири коллекция минералов в течение продолжительного ряда лет служила прекрасным наглядным пособием при изучении химии и металлургии. После Гесса Фадеев возглавил кафедру химии и, так как именно тогда была создана академия, он стал первым заведующим кафедрой химии в академии.

Преемником А.А. Фадеева стал Л.Н. Шишков, продолжавший следовать хорошим традициям в научно-исследовательской и преподавательской деятельности. В 1860—1861 гг. профессор академии и почетный доктор химии Петербургского университета Л.Н. Шишков при активной помощи Н.П. Федорова построил новую лабораторию. Она была рассчитана на 110 человек и имела химическую аудиторию на 500 мест. Д.И. Менделеев и А.М. Бутлеров, посетившие лабораторию в 1861 г., нашли ее превосходной и лучшей из виденных ими; именно здесь началось личное знакомство этих двух русских химиков. Д.И. Менделеев, П.П. Алексеев и другие выдающиеся химики выполняли в этой лаборатории отдельные химические исследования, а Бутлеров использовал опыт Шишкова при перестройке лаборатории в Казанском университете.

Шишков много усилий приложил и для правильной постановки преподавания химии в академии: он составил новую программу, ввел практикум по аналитической химии и взрывчатым веществам, начал читать органическую химию и т. д. Академия лишилась крупного ученого и организатора, когда в 1865 г. Шишков в 35-летнем возрасте ушел в отставку, не вос-

пользовавшись в своей научной работе новой лабораторией. В знак уважения к его преподавательской деятельности начальство академии выступило с ходатайством об увольнении Шишкова в чине генерал-майора.

После Шишкова химическая жизнь в академии стала застывать: произошло сокращение программ по химии, и в лаборатории научная работа совершенно не велась. Когда Ипатьева назначили помощником заведующего лабораторией, в ней невозможно было найти ни термометра для дробной перегонки веществ, ни либиховского холодильника или дефлегматора, ни других приборов, необходимых для работы с органическими соединениями. К столам не была подведена даже вода. В инвентаре лаборатории имелись лишь один водяной насос и один барометр, а из химических препаратов — винная кислота, глицерин, карболовая и уксусная кислоты. На вопрос о причинах плохого снабжения начальство резонно ответило, что лаборатория, из которой в течение последних лет не вышло ни одного исследования, большего и не заслуживает.

Ипатьев энергично принялся за наведение порядка в лаборатории, постоянно напоминая начальству о ее существовании. В результате этого систематически стали отпускаться дополнительные средства и начиная с 1893 г. в ней можно было уже вести научные работы. Когда в 1903 г. Шишков посетил лабораторию, за работами которой он постоянно следил, то остался доволен ее состоянием и своими последователями.

В конце 1893 г. Ипатьев присутствовал на 25-летнем юбилее Русского физико-химического общества, где Шишков по предложению отделения химии произнес яркую речь, в которой отметил успехи химической науки в России за время существования общества, в частности и результаты, полученные в стенах химической лаборатории Артиллерийской академии, и указал на множество проблем, требующих неотложной разработки силами различных специалистов. Закончил он речь словами надежды на то, что научная нива беспредельна и есть все основания впредь бодро и неустанно идти по избранному пути, пользуясь силами молодых ученых (не был ли это намек и на энтузиазм Ипатьева) и черпая нравственную поддержку в среде дружной семьи химического общества. В честь этого события Шишков пожертвовал химическому отделению 10 000 руб., проценты от которых начиная с 1894 г. использовались для издания подробных протоколов заседаний, а в дальнейшем для премии им. Л.Н. Шишкова. После торжественного заседания состоялся обед, где Бекетов провозгласил тост в честь Менделеева, с энтузиазмом воспринятый всеми присутствующими (150 человек).

Во многом определяющее значение в жизни молодого Ипатьева имело знакомство с А.Е. Фаворским, приглашенным в Артиллерийскую академию в 1891 г. для чтения лекций по органической химии (он читал их до 1901 г.). Только что произведенный в приват-доценты Петербургского университета Фаворский прошел химическую школу у А.М. Бутлерова и М.Д. Львова, и Ипатьев высоко ценил его мнение и советы. При первой же встрече Фаворский сказал: "... если Вы хотите сделаться ученым-химиком, то должны, прежде всего, самообразоваться в области естествознания. Кроме того, после того, как Вы познакомились с качественным и количественным анализом, Вы должны взяться за изучение органической химии; приготовить несколько органических препаратов и сделать их ана-

лизы, а затем выполнить научную работу на известную тему в области органических соединений. Нигде Вы не научитесь так точно химически мыслить и рационально ставить опыты, как при изучении органической химии" [3, т. 1, с. 56]. Узнав, что Ипатьев хочет избрать в качестве объекта для исследований при подготовке первой диссертации карбида металлов, он добавил: "Вы не настолько сильны в научных методах, чтобы заниматься такими вопросами, а лучше приступите к изучению органической химии и ее методов" (там же).

Изучение органической химии Фаворский советовал начать с книги Бутлерова "Введение к полному изучению органической химии", лекций Бутлерова, прочитанных в университете в 1884/1885 г. и посещения университетских лекций Меншуткина. Одновременно он предложил Ипатьеву работать на одну из тем, вытекающих из бутлеровских исследований по изомеризации неопределенных углеводов.

Ипатьев с исключительной пунктуальностью выполнил советы старшего товарища: он стал слушателем лекций профессора Меншуткина, систематически посещал лабораторию Фаворского в Петербургском университете, а дома изучал лекции Бутлерова. Ему еще удалось слышать те лекции Меншуткина, в которых тот придерживался устаревшей теории замещения, призванной, по мнению Меншуткина, более точно, чем бутлеровская теория химического строения, объяснять механизм органических реакций. Невольное сравнение двух направлений в развитии теоретической органической химии все более убеждало Ипатьева в превосходстве идей Бутлерова в их далекой перспективе. В лаборатории Ипатьев приготовил свои первые органические соединения: иодистый метил, третичный бутиловый спирт Бутлерова, дихлорацетон и другие, познакомился с различными методами их получения, приборами, применяемыми в исследованиях по синтезу органических веществ.

Фаворский дал Ипатьеву свою диссертацию для ознакомления, сказав, что если изучаемая область понравится ему, то наиболее подходящей темой для первой работы является изомеризация алленовых углеводов, о которых в магистерской диссертации упоминается лишь вскользь. После тщательного изучения диссертации и обсуждения будущей работы Ипатьев приступил к исследованиям.

Было просто невозможно не увлечься работой в кругу молодых сотрудников А.Е. Фаворского, которому в то время тоже не было еще и тридцати пяти лет. Все были одержимы желанием проникнуть в глубь невероятно интересных явлений самопроизвольного изменения структуры активных молекул "высоконеопределенных" соединений, к которым подвела исследователей бутлеровская теория химического строения. По мемуарным записям одного из таких сотрудников, В.Г. Шапошникова, "дух лаборатории Фаворского будил воспоминания о школах древних эллинских философов. Наука здесь была наивысшей субстанцией; работающие сливались в одну семью, не было начальников, не было ничего казенного. Целью этой ячейки, где работали наряду со студентами и крупные химики, было непрерывное упражнение и развитие всех возможных способностей каждого в овладении сложными химическими знаниями. Все в этом друг друга поддерживали. Радостное и бодрое настроение, которое здесь господствовало, создавало особенно дружескую атмосферу" [4].

К сожалению, Ипатьеву недолго пришлось работать у Фаворского. Как помощник заведующего химической лабораторией Артиллерийской академии он обязан был присутствовать там на всех практических занятиях и не мог регулярно посещать университет. В связи с этим Фаворский не только разрешил перенести начатое исследование по изомеризации углеводородов в лабораторию академии, но часто навещал молодого химика и обсуждал с ним экспериментальные результаты. За сравнительно короткое время Ипатьев получил большое количество иодистого метила, подвергал его действию цинковых стружек и осуществлял реакцию между свежеприготовленным метилцинком и хлорангидридом масляной кислоты. Последний он получил из натриевой соли масляной кислоты (метод, предложенный Бутлеровым). Масляная кислота настолько пропитала его бороду и усы, что Ипатьев не мог позволить себе, как пишет в воспоминаниях, удовольствие поцеловать свою молодую жену, которую тошнило от резкого и отвратительного запаха.

Однако начинающий химик, уже на собственном опыте убедившийся, что "наука требует жертв", настойчиво продолжал работу. Он получил в достаточном количестве третичный спирт — диметилпропилкарбинол и приступил к крайне кропотливой и неприятной операции: замещению гидроксильной группы на галоген. Вспоминая то время, Ипатьев писал, что в одной из статей А.А. Альбицкого он нашел указание на возможность замещения гидроксила в третичном амиловом спирте бромом при его непосредственном воздействии на алкоголь. Без промедления Ипатьев приступил к изучению этой реакции. Начав с триметилкарбинола, он стал прибавлять к последнему бром, который в реакцию не вступал. Ипатьев продолжал вводить бром в спирт и после того, как была израсходована 1/3 часть от теоретически необходимого количества брома. Вдруг колба разлетелась на мелкие осколки. Повторение реакции при различных условиях вновь и вновь приводило к взрыву: достаточно было к спирту добавить хотя бы и небольшое количество брома. Ипатьев без устали продолжал искать мягкие условия несомненно имеющей место реакции. И наконец, (при 40—50°C и прибавлении брома по каплям) реакцию, оказавшуюся удобной для всех третичных спиртов и для получения дигалопроизводных предельных углеводородов, удалось обуздать. В скором времени, использовав реакцию дегидробромирования, открытую в 1861 г. В.И. Савичем, он впервые получил триметилаллен. Первые результаты работы Ипатьев доложил 20 октября 1894 г. на заседании Русского физико-химического общества, где бывший руководитель бутлеровской лаборатории профессор М.Д. Львов публично пожелал ему продолжать исследования с таким же успехом.

Следующая задача состояла в изомеризации полученного аллена в метилизопропилацетилен. Широкое варьирование условий не подтвердило предположения Фаворского: триметилаллен оставался без изменения. Тогда Ипатьев решил найти реакцию, характеризующую строение аллена, так как при взаимодействии с хлорноватистой кислотой различать алленовые и ацетиленовые углеводороды не удавалось. Поиски были длительными и трудными, но они увенчались успехом: при 0°C в концентрированной уксусной кислоте алленовые углеводороды присоединяли исключительно две молекулы бромистого водорода, давая дибромиды, а дизамещенные

ацетилены в тех же условиях приводили к образованию непредельного бромида с "мертвым" атомом брома. Ввиду различия свойств дибромидов и ненасыщенных  $\alpha$ -бромидов открытая реакция представляла значительный интерес как универсальный метод установления строения ненасыщенных углеводородов. Осуществление гидрогалогенирования в уксуснокислом растворе нашло широкое распространение при изучении свойств диеновых углеводородов и, в частности, оказало услугу при установлении строения изопрена. Исследование структуры полученного дибромидом триметилаллена показало, что присоединение бромистого водорода в данном случае идет против правила Марковникова.

День окончания этой работы — 24 декабря 1894 г. — был двойным праздником для Ипатьева: у него родилась дочь Анна. 13 апреля 1894 г. на заседании Русского физико-химического общества, на котором выступал Ипатьев, М.Д. Львов крепко пожал ему руку и поздравил с открытием столь интересной и важной реакции. Весной же диссертация "Действие брома на третичные спирты и присоединение бромистого водорода к алленам и двузамещенным ацетиленам" была напечатана и представлена в Конференцию (Ученый совет) академии. В дальнейшем она была опубликована в Германии в "Journal für praktische Chemie" (Журнал практической химии). В мае состоялась первая в истории академии защита диссертации по химии, прошедшая блестяще, и Ипатьев получил звание штатного преподавателя академии. В этот день Ипатьев услышал первый комплимент от своего строгого учителя Фаворского, который сказал, что "если он будет продолжать работать в том же духе, то из него выйдет хороший химик". И он действительно стал работать "в том же духе", а слова А.Е. Фаворского оказались пророческими.

Русское физико-химическое общество высоко оценило первую научную работу Ипатьева в области органической химии, присудив ему малую премию им. А.М. Бутлерова<sup>2</sup>.

После двухмесячной командировки на уральские химические и металлургические заводы (он обследовал более 20 заводов), во время которой он сблизился с изобретателем автогенной сварки Н.Г. Славяновым, Ипатьев приступил уже к самостоятельным научным исследованиям.

### Начало самостоятельного творческого пути (1895—1899 гг.)

Самостоятельная жизнь в науке началась для Ипатьева в 1895 г., т. е. в тот период, когда естествознание обогатилось крупнейшими открытиями. Цель открытий, подрывающих общепринятые понятия, росла: вслед за Г.Р. Герцем, открывшим и первым изучившим электромагнитные волны (1888 г.), А.Г. Столетов нашел удивительную связь между светом и

---

<sup>2</sup> В 1887 г. Русское физико-химическое общество учредило две бутлеровские премии: большую в 1000 руб. и малую в 150 руб. Малая премия выдавалась до 1899 г. раз в 2 года, а затем ежегодно за лучшие первые экспериментальные исследования, сделанные начинающими химиками в одной из русских лабораторий и напечатанные в течение двух лет, предшествующих присуждению премии (из процентов с капитала, полученного от продажи посмертного издания "Введения к полному изучению органической химии" А.М. Бутлерова).



электричеством — фотоэффект (1890 г.), его ученик П.Н. Лебедев экспериментально решил вопрос о световом давлении, В.К. Рентген, первый физик, удостоенный Нобелевской премии, обнаружил всепроникающие X-лучи, а Э. Резерфорд, П. Кюри и М. Складовская-Кюри уже закладывали фундамент ядерной физики.

В 1895 г. Ипатьев был свидетелем крупнейшего технического открытия: он присутствовал в физическом кабинете Петербургского университета, когда А.С. Попов демонстрировал беспроводную радиосвязь, и переполненная аудитория услышала передачу из другого университетского здания — химической лаборатории. В том же 1895 г. Ипатьев участвовал в работе съезда естествоиспытателей и врачей, состоявшегося в Москве. На этом съезде, названном председательствующим профессором К.А. Тимирязевым "праздником русской науки", выступали выдающиеся русские ученые И.М. Сеченов, С.Н. Виноградский, В.В. Марковников и др. В химической секции учитель Ипатьева А.Е. Фаворский сделал доклад о присоединении хлорноватистой кислоты к дизамещенным ацетиленам.

Эпоха смелых научных поисков и дерзаний наложила свою печать на творчество Ипатьева, которому суждено было стать революционером в науке о катализе. Однако в то время все мысли молодого химика сосредоточивались на реакции гидрогалогенирования ненасыщенных соединений и возможности ее распространения на диены, в особенности на изопрен. 7 марта 1896 г. Ипатьев сообщил Русскому физико-химическому обществу о первых результатах исследования присоединения бромистого водорода к изопрену, проведенного совместно с Н.М. Витторфом. Эта работа показала, что Ипатьев находится на правильном пути к установлению структуры изопрена.

До Ипатьева гидрогалогенирование изопрена осуществляли Г. Бушарда во Франции, У. Тильден в Англии и В.П. Гадзяцкий в России, которые наблюдали образование большого количества смолистых веществ. Ипатьеву впервые удалось, проводя процесс при низкой температуре в ледяной уксусной кислоте, получить бромиды с хорошим выходом и установить их строение. После этого методика гидрогалогенирования, введенная в лабораторную практику Ипатьевым, стала общепринятой. Ею пользовались все ученые, работавшие с изопреном и другими диенами (В.А. Мокиевский, С.В. Лебедев, И.И. Остромысленский и др.).

Научные достижения Ипатьева обратили на себя внимание Конференции академии, постановившей командировать его за границу для дальнейшего совершенствования в области химии. Живейшее участие в судьбе начинающего химика принял Фаворский. Он посоветовал Ипатьеву ехать в знаменитую либиховскую лабораторию в Мюнхене, возглавляемую А. Байером — преемником великого немецкого ученого, и написал рекомендательное письмо. После сорокалетней разлуки напомнил Байеру о себе и Шишков (они вместе работали в 1856 г. в лаборатории Р. Бунзена в Гейдельберге): он просил своего старого друга принять в число своих учеников Ипатьева — преподавателя химии в дорогой для него Артиллерийской академии. В середине апреля 1896 г. после ответа Байера, согласившегося предоставить Ипатьеву место и тему в своей лаборатории, ученый выехал в Мюнхен.

В Мюнхене Ипатьев немедленно явился в лабораторию. Он сразу же



В.Н.Ипатьев  
перед поездкой в Мюнхен  
(1897 г.)

увидел Байера и, когда профессор обратил на него свое внимание, представился. Сухо поздоровавшись и сказав, что только просьба старого друга и товарища – Шишкова – заставила его взять под свое руководство и дать тему Ипатьеву для научной работы, Байер пригласил его в рабочий кабинет, где работал его личный ассистент В. Виллигер. Глядя на Ипатьева, как бы рассуждая о том, что он может, Байер справился, известны ли Ипатьеву его последние работы по терпенам ...

Через несколько минут русский химик уже вышел из кабинета: ему предложили изучить строение терпена карона. "Я почувствовал, – вспоминал Ипатьев, – что брошен на произвол судьбы в безбрежное море с очень слабым умением плавать. Я был не в состоянии припомнить, что такое из себя

представляет карон и что с ним делать, чтобы доказать его строение" [3, т. 1, с. 78]. Уже на следующий день Ипатьев приступил к работе. В лаборатории, приспособленной для работы 18 студентов, с разрешения Байера работали Вильштеттер, Бесгорн, Гомберг, Пиккард, Кох на темы, предложенные Кенигсом и Эйнгорном. Особенно радостно было для Ипатьева встретить Гомберга, знающего русский язык. Рабочий день начинался в 8 ч утра, и Байер ежедневно справлялся у Ипатьева о ходе работы. В свои 63 года Байер выглядел бодро. Он всегда ходил по лаборатории в шляпе и легком пальто, и все должны были называть его "господин тайный советник". Его боялись, но и уважали, расценивая любое обращение как большое внимание.

Иногда Байер приглашал Ипатьева в свой рабочий кабинет и сам лично проделывал реакции. Он много расспрашивал о русских химиках и о лекциях профессора Н.А. Меншуткина, книгу которого имел. "Неужели, — говорил он, — студенты Петербургского университета должны знать этот курс органической химии, который содержит 700 печатных больших страниц? Я сам не был бы в состоянии удержать в голове весь этот материал" [3, т. 1, с. 78]. Байер очень интересовался работами Е.Е. Вагнера, и Ипатьев, приступивший к идентификации полученного карона и прочитавший все работы своего соотечественника, переводил Байеру наиболее интересные места. Познакомившись с работами Вагнера, Байер высоко оценил значение исследований русского ученого и сознался, что все его собст-

венные выполненные до этого времени работы по терпенам (около 15) не дали достаточного материала для выяснения строения циклических углеводородов этого класса.

Работа Ипатьева продвигалась. Он синтезировал в достаточном количестве карон и приступил к его окислению, сопровождавшемуся сильным осмолением. Продолжительные усилия завершились успехом: Ипатьев выделил два изомера циклической кислоты и доказал их строение. Байер не скрывал удовлетворения от работы своего русского ученика, опубликованной в том же году в "Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft." (Известия Немецкого химического общества).

Летние каникулы Ипатьев провел в путешествии по Франции, Швейцарии и Италии, причем ему посчастливилось с подножия Везувия наблюдать извержение этого легендарного вулкана.

В следующем семестре Ипатьев, после непродолжительной работы под руководством И. Тиле, приступил к исследованию, принесшему ему мировую известность: синтезу и установлению строения изопрена. В статье, опубликованной в "Journal für praktische Chemie" и "Журнале РФХО", он наряду с решением важной проблемы о структуре изопрена описал первый случай изомеризации диметилаллена в изопрен.

Пребывание в мюнхенской лаборатории было для Ипатьева плодотворным и полезным; он прослушал полный курс органической химии Байера, специальный курс по ароматическим углеводородам профессора Тиле, у молодого доцента университета А.В. Гофмана познакомился с методами газового анализа, а также другими методами и приемами изучения органических соединений. В Мюнхене же Ипатьев приступил к исследованию действия натриймалонового эфира на алленовые дибромиды и реакции хлористого нитрозила с ненасыщенными углеводородами, вошедшему в дальнейшем в его профессорскую диссертацию. Отдавая дань уважения таланту молодого Ипатьева, Байер настоял, чтобы вся группа докторов, работающая в его лаборатории, сфотографировалась, а затем пригласил его к себе на ужин, что делал крайне редко. Перед отъездом Ипатьева в Париж Байер нанес ему визит и был настолько любезен, что вручил рекомендательные письма к профессору Ш. Фриделю, работающему в Сорбонне, и к Р. Фиттигу в Страсбурге, посоветовав обязательно познакомиться с этими выдающимися химиками.

1 марта 1897 г. Ипатьев покинул Мюнхен и после остановки в Страсбурге, где прослушал лекцию Фиттига об алюминии и его соединениях, прибыл в Париж. В Центральной лаборатории порохов, где пришлось работать Ипатьеву, директором был профессор А. Сарро, а его помощником изобретатель бездымного пороха М. Виель. Ипатьеву предложили исследовать горение нитроглицеринового пороха (баллистита) при различных плотностях заряжения в "бомбе" Сарро и Виеля и одновременно проверить правильность теории горения порохов параллельными слоями, развиваемой французскими учеными. Эта работа, опубликованная в 1898 г. в России в виде отдельной монографии "Определение элементарных скоростей горения и показателя давления для порохов, горящих параллельными слоями", содержала интересные и опасные опыты по горению баллистита при высокой плотности заряжения, когда максимальное давление в бомбе достигало 4500 атм.

В Париже Ипатьев встречался с 70-летним, но по-юношески влюбленным в науку профессором Ш. Фриделем, лично показавшим ему свою лабораторию в Сорбонне, и молодым инженером Х. Патаром, познакомившим его с производством пикриновой кислоты (местечко Эскерд в Нормандии). Впоследствии Патар прославился работами в области каталитического синтеза метанола из водяного газа под высоким давлением. Ипатьев, проводивший в лаборатории целые дни, однажды был представлен великому ученому Марселену Бертло, прибывшему на заседание особой комиссии по взрывчатым веществам, председателем которой он состоял. Пребывание в Париже, в течение которого Ипатьев изучил работы французов по взрывчатым веществам, а также освоил методы и приборы, используемые в Центральной лаборатории порохов, завершилось осмотром завода бездымного пороха в Мулен-Блан (Бретань).

По возвращении из-за границы Ипатьеву как постоянному члену Комиссии по заготовке взрывчатых веществ, поручили исследовать эскердит — новое взрывчатое вещество, полученное на основе нафталина. Ипатьев успешно справился с поставленной задачей: он разобрался в составе эскердита и показал, что это соединение вследствие недостаточной нитрации нафталина не имеет технического значения.

Однако основные научные интересы молодого химика концентрировались на малоизученных алленовых углеводородах. В этом направлении он работал особенно упорно, систематически неоднократно проверяя каждое свое новое открытие. По существу, это было классическое бутлеровское направление, и надо было работать особенно тщательно и искусно, чтобы не уронить честь русской классической школы.

В 1898 г. Ипатьев был участником Второго международного конгресса по чистой и прикладной химии, состоявшегося летом в Вене и собравшего более 1000 химиков, а также Киевского съезда естествоиспытателей и врачей. На конгрессе Ипатьев прослушал два крайне интересных доклада: профессора А. Муассана ("О получении кристаллического кальция") и будущего лауреата Нобелевской премии А. Бюхнера ("О внеклеточном брожении"). Однако в Киеве он уже и сам сделал доклад об итогах своих работ по синтезу алленовых углеводородов. Это был своего рода экзамен, причем очень серьезный экзамен. В обсуждении доклада на секции, возглавляемой Е.Е. Вагнером, приняли участие В.В. Марковников, Н.А. Меншуткин, В.Е. Тищенко, А.Е. Фаворский, С.Н. Реформатский и др. Выступавшие высоко оценили как саму работу, так и методы ее исполнения. Воспоминания о времени, проведенном на Днепре в компании ведущих русских химиков, Ипатьев сохранил в своей памяти до конца жизни.

В феврале 1899 г. в Михайловской артиллерийской академии состоялась публичная защита В.Н. Ипатьевым диссертации на звание профессора. За решение труднейших вопросов по теме "Алленовые углеводороды, реакция хлористого нитрозила и двуокиси азота на органические соединения, содержащие двойную связь, и синтез изопрена" соискатель был единогласно избран профессором химии.

## Годы расцвета дарования

1900 год явился переломным в творчестве Ипатьева: он начинает исследования в области катализа. После первого сообщения на январском заседании Русского физико-химического общества в 1901 г. Ипатьев делает обстоятельный доклад о каталитическом разложении спиртов с теоретической интерпретацией происходящих процессов. В том же году работа Ипатьева "О двойном каталитическом разложении алкоголей" обсуждалась Немецким химическим обществом и была в центре внимания химиков X съезда русских естествоиспытателей и врачей. Съезд закончился торжественным обедом в честь участников, на котором Г.Г. Густавсон, ученик А.М. Бутлерова и старейшина русской каталитической школы, сказал крайне приятную для Ипатьева речь: "Мы всегда интересуемся всем загадочным, что совершается вокруг нас; мы стараемся понять причины, порождающие эти таинственные явления, и прославляем тех, кто приближает к их пониманию. Каталитические реакции принадлежат ныне к числу таких загадочных явлений, и потому я предлагаю поднять бокал за здоровье двух химиков, которые направили свои научные исследования в эту интересную область химии — катализ: за здоровье профессоров Д.П. Коновалова и В.Н. Ипатьева"<sup>3</sup>

За 1901 г. Ипатьев опубликовал примерно столько же оригинальных исследований, сколько им было выполнено работ с начала научной деятельности. Русские ученые проявляли интерес к молодому химику из Артиллерийской академии. Из Казани к нему приезжал известный исследователь терпенов Ф.М. Флавицкий. Профессор Московского университета В.В. Марковников в первую же встречу сдружился с Ипатьевым и посещал его в лаборатории и дома в каждый свой приезд в Петербург. Незадолго до кончины Марковников делал на заседании РФХО свой последний доклад о взаимном влиянии атомов в молекуле, на которое приехал вместе с Ипатьевым после обсуждения с ним в течение нескольких часов выдвигаемой научной проблемы. В лаборатории у Ипатьева бывали Ф.Ф. Бейльштейн, подробно знакомившийся с проводимыми им исследованиями, а также другие ученые. Он переписывался и встречался с Б.Н. Меншуткиным, Б.Б. Голицыным, В.А. Стекловым и др. [5].

В 1904 г. Ипатьев вводит в исследования каталитических процессов новый фактор — высокое давление. Ему пришлось преодолеть колоссальные трудности при конструировании аппарата для проведения опытов под высоким давлением; помогло знание артиллерийской техники, откуда он взял принцип герметизации затвора. Высокое давление быстро вошло в практику многих химических лабораторий и получило промышленное применение.

На работы Ипатьева обратила внимание Петербургская академия наук, присудившая ему в 1906 г. премию имени профессора С.А. Иванова<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Цит. по [3, т. 1, с. 255].

<sup>4</sup> С.А. Иванов (брат известного художника А.А. Иванова, создателя монументального полотна "Явление Христа народу") пожертвовал значительный капитал на премии по химии, физике, физиологии, минералогии и биологии, присуждавшиеся поочередно русским и немецким ученым.



Полковник В.Н. Ипатьев  
(1905 г.)

в 4200 руб. Комиссия по при-  
суждению премии состояла из  
академиков Н.Н. Бекетова,  
Ф.Ф. Бейльштейна и Б.Б. Го-  
лицына. Отзыв поручили под-  
готовить Бейльштейну. Этот  
отзыв был опубликован вместе  
с отзывом Н.Н. Бекетова, от-  
метившего, что еще не было  
до того времени произведено  
столь тщательного и всесто-  
роннего исследования с по-  
мощью многочисленных (более  
200) и остроумных опытов, ка-  
ковы исследования профессора  
Ипатьева. Это уже не первая  
премия, полученная Ипатье-  
вым. Кроме малой бутлеров-  
ской премии, он в 1904 г. по-  
лучил премию в 1000 марок от  
немецкого химического завода  
"Шеринг" за способ добывания  
этилена из этанола путем раз-  
ложения в присутствии глино-  
зема. Присуждение упомяну-  
тых премий еще более повыси-

ло авторитет Ипатьева среди химиков. Его, не имевшего степени доктора химии, пригласили в качестве официального оппонента на защиту докторской диссертации В.Е. Тищенко, а бывший учитель Ипатьева А.Е. Фаворский обещал оказать содействие в представлении его к степени почетного доктора химии Казанского университета. Предложение выглядело крайне привлекательным. Достаточно указать, что почетными докторами Казанского университета состояли такие выдающиеся ученые, как Д.И. Менделеев и С. Канницаро. Однако Ипатьев, посоветовавшись с Д.П. Коноваловым, решил защищать диссертацию в Петербургском уни-  
верситете и подал заявление с просьбой допустить его к защите док-  
торской диссертации без защиты магистерской диссертации.

23 августа 1907 г. попечитель Петербургского округа направил управ-  
ляющему Министерством народного просвещения письмо следующего со-  
держания:

"Физико-математический факультет С.-Петербургского университета, ввиду лестного отзыва профессоров Коновалова и Фаворского о трудах ординарного профессора Михайловской артиллерийской академии и приват-доцента названного университета полковника Владимира Николаевича Ипатьева, постановил ходатайствовать в порядке 85-й статьи общего Устава российских университетов 1884 года об удовлетворении просьбы Ипатьева о допущении его к испытанию прямо на степень доктора.

Советом университета в заседании 21 мая с. г. было заслушано пред-  
ставление факультета об этом постановлении, причем проф. Фаворский

сообщил Совету, что В.Н. Ипатьев уже более пятнадцати лет работает в области органической химии и в это время напечатал длинный ряд работ, имеющих выдающийся интерес и значение...

Из этих работ первая по времени была увенчана Русским физико-химическим обществом малой премией А.М. Бутлерова, а за работы, напечатанные ныне за последние пять лет, Академия Наук присудила ему премию Иванова. По своим научным трудам г. Ипатьев стоит выше многих, имеющих степень доктора химии" [6].

Просьба Ипатьева была удовлетворена и 20 марта 1908 г. в Большой Соловьевской аудитории университета состоялась публичная защита диссертации "Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях", отличный отзыв о которой прислал Д.П. Коновалов. На следующий день во всех петербургских газетах освещалось это редкое для военных профессоров событие, и Ипатьев получил большое число поздравительных телеграмм со всех концов России.

Нельзя не заметить только, что для Ипатьева радость получения степени доктора была омрачена смертью большого друга — Г.Г. Густавсона, сохранившего до конца дней своих энергию и ясный ум. Кончина наступила "от разрыва сердца", как называли тогда инфаркт. Все свое состояние (около 60 тыс. руб.) Густавсон завещал Русскому физико-химическому обществу, причем душеприказчиком был назначен Ипатьев. Кончина Густавсона переживалась им остро еще и потому, что химики еще не успели привыкнуть к тяжелой утрате великого Д.И. Менделеева и Н.А. Меншуткина, скончавшихся почти одновременно за год до этого.

Возвращаясь к деятельности Ипатьева в Артиллерийской академии, следует отметить, что он стремился привлечь своих слушателей к выполнению экспериментальных исследовательских работ. Так, в 1905 г. он выдвинул следующие темы на соискание премии им. Н.П. Федорова.

1. Теория пирогенетических и электрических разложений органических соединений.

2. Каталитические реакции с органическими соединениями: а) катализ кислот и эфиров; б) катализ простых эфиров; в) катализ предельных и замкнутых углеводов; г) катализ алкогелей, альдегидов и кетонов.

3. Диссоциация галоидопроизводных углеводов под влиянием различных катализаторов.

4. Влияние нагревания на изменение угла вращения оптически действующих веществ.

Несмотря на то что из 20—25 офицеров, обучавшихся на последнем (дополнительном) курсе академии, трудно было найти учеников, некоторые из них не только взялись за выполнение предложенных тем, но и достигли немалых успехов. Так, например, в 1910 г. поручику Яковлеву выдана была премия им. Н.П. Федорова за работу "Каталитическая гидрогенизация антрацена с помощью катализатора окиси никеля". Тогда же была премирована работа штабс-капитана Филипова "Гидрогенизация ароматических эфиров и кислот" и штабс-капитана Драшусовича "Гидрогенизация пинена" [7 (1911), с. 129]. В 1911 г. поручика Ждановича премировали за работу, выполненную им еще в 1904 г., "К вопросу о разложении спиртов под влиянием катализатора алюминия"; в 1911 г. на соискание премии поручик Баланчинский представил работу "Каталитическая гидрогениза-

ция терпена", а штабс-капитан Довгелевич — "Каталитическая изомеризация гексаметилен". Обе последние работы, выполненные под руководством Ипатьева, были премированы [7 (1902), с. 122—124]. С 1909 г. Ипатьев приступил к работам по вытеснению металлов из растворов их солей при высоком давлении и привлек к ним своих слушателей из Артиллерийской академии. И уже в 1912 г. штабс-капитаном Звягиным были получены первые обнадеживающие результаты в этом направлении. Тогда же поручиком Матовым выполнена работа "Применение каталитических реакций к исследованию производных камфоры".

В 1907 г. Ипатьев сблизился с крупным химиком Л.А. Чуаевым и узнал, что Чугаев является его братом<sup>5</sup>. Они были похожи друг на друга преданностью науке и с большим удовольствием проводили вместе время, делая всеми идеями и помыслами. Чугаев был первым русским ученым, начавшим применять в своих исследованиях, вслед за Ипатьевым, высокое давление.

В 1909 г. в Лондоне состоялся VII Международный конгресс по чистой и прикладной химии, на котором Ипатьев выступил с двумя докладами: "Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях; гидрогенизация ароматических кислот, непредельных соединений и углеводородов: ретена, флуорена и аценафтена" и "Вытеснение металлов водородом под большим давлением из растворов их солей", а Л.А. Чугаев доложил о своих работах по дисперсии света. Братья выехали в Лондон 9 мая 1909 г. вместе, встретив по дороге ряд других русских химиков, в частности П.И. Вальдена. Остановившись попутно в Берлине, химики осмотрели самую большую в мире химическую лабораторию Э. Фишера в университете (260 комнат). Конгресс в Лондоне был представительным: председательствовали Г. Роско и президент конгресса У. Рамзай, от России приехали Д.П. Коновалов, А.Е. Фаворский, А.А. Яковкин, В.Н. Ипатьев, Н.С. Курнаков, Б.Н. Меншуткин, Э. Нобель, А.В. Сапожников, Д.К. Чернов, Л.А. Чугаев, П.И. Вальден, Г.А. Забудский, Н.Д. Зелинский и др. Заседания проходили по секциям: аналитической химии, неорганической химии и технологии, технологии питательных и красящих веществ, электрохимии и общей химии и др. При этом на секции электрохимии и общей химии, где выступал Ипатьев, председательствовал С. Аррениус. Оба доклада Ипатьева прошли с большим успехом. У русских химиков наибольший интерес вызвали доклады генерального директора Баденской содовой и анилиновой фабрики профессора А. Бертсена "О добычании азотной кислоты из воздуха" и Л. Франка и Н. Каро<sup>6</sup> о новом способе получения цианмида кальция, посвященные проблеме связанного азота.

---

<sup>5</sup> Мать Ипатьева Анна Дмитриевна в молодости была влюблена в молодого физика А. Чугаева и пользовалась взаимностью, однако не решилась выйти замуж за него против воли своих родителей, которые и слышать не хотели об этом "вольнодумце". В 1873 г. в семье Ипатьевых произошел разлад, и мать переехала с детьми (кроме Владимира, которого отец не отпустил) к своему двоюродному брату В.Е. Глики — доценту Московского университета и доктору медицины. В этот период она опять встретила Чугаева. У них родился сын, будущий известный химик Лев Александрович Чугаев.

<sup>6</sup> За исследования по цианмиду кальция Н. Каро был избран в 1925 г. членом-корреспондентом Российской академии наук.



Участникам конгресса предоставили возможность посетить и подробно осмотреть Кенсингтонский музей (особенно Технический отдел), а Ипатьев и Чугаев посетили Химическое общество, Королевское общество Фарадея и едва ли не все химические лаборатории высших учебных заведений, в том числе лабораторию Г. Дэви и М. Фарадея, где когда-то Д.И. Менделеев делал свой знаменитый доклад (Фарадеевское чтение) о периодическом законе<sup>7</sup>. Кроме того, они посетили в Лондоне известного русского революционера П.А. Кропоткина.

На обратном пути Ипатьев и Чугаев остановились на несколько дней в Париже, где были почетными гостями на заседании Академии наук и также побывали в ряде лабораторий: А.Л. Ле-Шателье и А. Галлера в Сорбонне; Центральной лаборатории К. Матиньона в Коллеж де Франс, где раньше работал М. Берглю. Профессор Матиньон настолько заинтересовался работами Ипатьева по катализу под высоким давлением, что заказал в Петербурге "бомбу" для проведения аналогичных опытов.

Вернувшись в Петербург, Ипатьев, по предложению своего брата, познакомился и стал поддерживать дружескую связь с известным революционером-народовольцем Н.А. Морозовым, который после 29-летнего заключения в царских тюрьмах преподавал химию на Женских курсах Лесгафта. Ипатьева крайне заинтересовало то обстоятельство, что застенки не сломали этого интереснейшего человека, написавшего сразу же после освобождения оригинальную книгу о развитии химических воззрений с алхимического периода до наших дней — "В поисках философского камня", а также большую и оригинальную монографию "Периодические системы строения вещества". В ней Морозов высказал свою теорию химической связи.

В 1909 г. Ипатьева назначили заведующим химической лабораторией Артиллерийской академии, а в помощники себе он пригласил Н.М. Витторфа. К этому времени относится его крупнейшее открытие — совместное действие катализаторов, по технической ценности и скорости распространения в научном мире не имеющее себе равных. Именно в этот период, по воспоминаниям современников, С.В. Лебедев, труды которого как-то сравнили с трудами Ипатьева, после некоторого смущения заметил: "Он самородок, крупный самородок ... я же лабораторный труженик и больше ничего" [8].

В последующие годы Русское физико-химическое общество было свидетелем новых важных открытий Ипатьева: избирательное вытеснение металлов и их окислов из растворов их солей, полимеризация олефинов (этилена, изобутилена и др.), циклизация олефиновых углеводородов, интермолекулярная гидрогенизация, синтез метана из углерода и водорода и др. Всего за период с 1900 г. до начала первой мировой войны Ипатьевым было выполнено около ста оригинальных исследований, опубликовано три монографии, два учебника, несколько брошюр и более ста статей в русских и иностранных научных журналах.

В 1912 г. Ипатьев за достижения в науке и технике, а также за безупречную педагогическую работу в Михайловской артиллерийской акаде-

---

<sup>7</sup> В память об этом событии в лаборатории имеется портрет великого русского ученого.

мии получил звание заслуженного профессора, а Московский университет присудил ему премию им. В.И. Шукина.

В 1914 г. Петербургская академия наук избрала Ипатьева членом-корреспондентом, а в 1916 г. он уже стал академиком. В записке об ученых трудах профессора В.Н. Ипатьева, составленной академиками П.И. Вальденом, Б.Б. Голицыным и Н.С. Курнаковым в ноябре 1915 г., отмечалась чрезвычайная важность его исследований и указывалось, что они "отличаются большим разнообразием, нежели работы П. Сабатье<sup>8</sup>, удостоившегося в 1912 г. Нобелевской премии". Благодаря В.Н. Ипатьеву "Россия заняла в области изучения контактного катализа новую более твердую и бесспорно совершенно самостоятельную позицию" [9, с. 16].

### **Ориентация на союз химии с технологией и организацией производства**

Конечно, вполне справедливым является замечание лауреата Нобелевской премии Р. Вильштеттера о том, что истоки научных трудов Ипатьева находятся "в великих традициях русских химиков" [10, с. 65]. Для исследований русских химиков характерна та черта, которая ныне получила название "фундаментальность" и привела к так называемым фундаментальным исследованиям, характеризующимся революционными научными открытиями. В отличие от химиков стран Запада, в особенности немецких ученых, для которых практическая химия была и основной магистралью исследований и их главной целью, русские химики — за редким исключением — меньше всего заботились о том, какие практические результаты принесут их открытия для производства новых материалов. Для них высший интерес состоял в постижении глубинной сущности природных явлений, в открытии законов природы или новых типов химических превращений, в поиске теоретических обобщений, обладающих эвристической ценностью. Именно такими и были Н.Н. Зинин, А.М. Бутлеров, Д.И. Менделеев, В.В. Марковников, Е.Е. Вагнер, А.М. Зайцев и другие выдающиеся русские химики.

Для творчества В.Н. Ипатьева также характерно сочетание опыта и теоретического осмысления экспериментальных результатов. Его поиск нового был необычайно смелым, и об этом читатель составит четкое представление при знакомстве с конкретными трудами Ипатьева в области гетерогенного катализа. Его теории были оригинальны и отличались высокой предсказательной силой. Успехи его во многом определялись тем, что он постоянно следил за достижениями физико-математических, химических и технических наук, прекрасно владел методом логического мышления; его натренированная память долго удерживала массу фактического материала. Знатор истории науки и техники, Ипатьев никогда не забывал ссылаться в своих работах на предшественников. Он постоянно вдохновлялся новыми идеями, спешил и торопил других, никогда не унывал от не-

---

<sup>8</sup> В 1912 г. Поль Сабатье за открытую им реакцию каталитической гидрогенизации получил премию Нобеля совместно с В. Гриньяром, которому она была присуждена за открытие магнийорганических синтезов.

удач на тернистом пути ученого. Казалось, что для него нет преград при осуществлении опыта, а научная интуиция в большинстве случаев выводила его на верный путь. Все это связывает труды Ипатьева с творчеством его именитых учителей.

Однако в отличие от многих из них Ипатьев не ограничивался традиционным русским академизмом. Ни на один день не прекращая своих фундаментальных исследований в области катализа, он с течением времени все больше внимания уделял также и химической технологии. По крайней мере с 1913 г. он стал активно участвовать в промышленном воплощении своих научных достижений. Его все чаще стали приглашать для консультаций различные промышленные компании и заводы. Он стал принимать активное участие в международных конференциях по общей и прикладной химии, обращая внимание на то обстоятельство, что большинство западных химиков заинтересовано в промышленном освоении результатов не только своего труда, но и исследований русских ученых. В 1913 г. его пригласили быть постоянным консультантом на Невский стеариновый завод (о-ва "Салолин"), где впервые в России была осуществлена гидрогенизация жиров. Затем последовали приглашения в нефтяную фирму братьев Нобель (Роберт и Людвиг — сыновья Альфреда Нобеля — основателя премии) и ряд других иностранных фирм. У него в лаборатории работал финский химик-технолог, ученик Г. Коппа и К. Энглера, О. Рутала, направленный специально для изучения возможностей применения метода высоких давлений в заводской практике. К Ипатьеву приезжал А. Хибберт, представитель американской фирмы "Дюпон".

В работах Ипатьева соединялись химия, химическая технология и организация производства, поскольку по своему служебному положению в Артиллерийской академии он должен был заниматься вопросами организации химического производства. Еще в 1903 г. Конференция Михайловской артиллерийской академии вынесла по этому вопросу постановление, в котором, в частности, говорилось о том, что "ординарный профессор Академии капитан Ипатьев не имел еще случая ознакомиться на месте с производством на Шостенском и Казанском пороховых заводах, между тем подробное ознакомление с фабрикацией различных типов порохов непосредственно на заводах представляется для профессора Академии совершенно необходимым, так как профессору химии приходится постоянно принимать участие в решении разнообразных вопросов пороходелия, выдвигаемых жизнью и требованиями артиллерийской техники; сюда относятся вопросы правильности ведения разнообразных типов приготовления бездымных порохов, введение, взамен старых, новых операций производства, производство сравнительных испытаний пирокolloидных<sup>9</sup> и пироксилиновых поро-

<sup>9</sup> Подчеркнуто нами. Из сказанного мы видим, что Ипатьев весьма интересовался пирокolloидным бездымным порошком, изобретенным Менделеевым в самом начале 90-х годов (подробнее см.: *Лукьянов П. М.* История химических промыслов и химической промышленности России. 1961. Т. 5. С. 367—376). Следует отметить, что Менделеев был хорошо знаком с Ипатьевым. Будучи редактором химико-технического и фабрично-заводского отделов Энциклопедического словаря Брокгауза-Эфрона (словарь стал издаваться с 1891 г.) Менделеев в 1902 г. пригласил Ипатьева быть сотрудником редакции "Словаря". Ипатьев в семи полугодах "Словаря" под редакцией Менделеева поместил 35 статей, все по органической химии.

хов и пр". Конференция постановила командировать Ипатьева на означенные заводы [11]. За этим постановлением последовало ходатайство перед Главным артиллерийским управлением: "Ординарного профессора Гв(ардии)-капитана Ипатьева командировать на Шостенский и Казанский пороховые заводы с целью ознакомления с современным состоянием порохового производства на названных заводах. Подробное ознакомление с фабрикой различных типов порохов непосредственно на заводах представляется в настоящее время даже необходимым, так как теперь приходится решать вопрос и о преимуществах пирокolloидных и пироксилиновых порохов и, кроме того, ныне постоянно возбуждаются разнообразные вопросы как относительно правильности ведения разных операций приготовления бездымных порохов, так и о введении взамен старых операций — новых. Правильное решение этих вопросов требует обстоятельного знакомства с фабрикой порохов на всех наших пороховых заводах" [12]. Кроме того, начальник Михайловской артиллерийской академии предложил Ипатьеву испытать снаряды, начиненные порохом "ПКО" (так назывался пирокolloидный порох).

На заводах Ипатьев пробыл с 3.VI по 18.VII 1903 г. До 1913 г. связи Ипатьева с химическим производством ограничивались главным образом посещением именно этих заводов.

Ипатьев отчетливо представлял себе то положение, что Россия во многих случаях является невольным экспортером основополагающих научных идей, происхождение которых на Западе нередко сначала замалчивается. Эти идеи затем превращаются в технологические способы производства и в виде промышленных установок, а чаще всего в форме готовых товаров импортируются на родину. Он понимал также, что к этому существует несколько причин, среди которых нельзя отрицать и некоторую пассивность ученых, ограничивающих себя рамками академизма и не обращающих должного внимания на практическую реализацию своих идей у себя на родине.

Годы первой мировой войны вынужденно оказались для Ипатьева этапом наиболее тесного сближения с химическим производством. Об этом читатель узнает из следующей главы. Но именно в эти годы и в последующий за ними период восстановления экономики нашей страны, т. е. в 1917—1927 гг., В.Н. Ипатьев становится особенно активным сторонником союза науки и практики.

"Просматривая заграничную литературу, — говорит он в 1927 г., — мы часто убеждаемся, что многие идеи, многие опыты наших ученых замалчиваются иностранной прессой... Необходимо отметить при этом, что за границей, в особенности в Германии, почти каждая научная работа, имеющая даже отдаленную связь с промышленностью, уже патентуется. Научный работник в Германии без патентования своих работ — это не химик, а философ. А так как мы до сих пор были такими философами, то, несмотря на то, что наши работы появлялись гораздо раньше иностранных, очень часто инициатива их использования приписывается не русскому ученому, а иностранцу, взявшему патент" [10, с. 6]. И далее: "Важнейшая моя просьба (к ВСНХ СССР) будет заключаться в том, чтобы я остаток моих дней мог бы использовать главным образом для научной работы в лабораториях, дабы я мог свой опыт и все знания передать моим учени-

кам, сотрудникам и командированным с заводов инженерам и совместно с ними внедрить полученные результаты в нашу химическую промышленность, в которой так нуждается наш Союз. Что такие полезные для промышленности результаты ... будут достигнуты, тому доказательством может служить моя тридцатилетняя исследовательская научная работа, плодами которой воспользовалась наша, а также и заграничная промышленность" [10, с. 21].

## Литература

1. Арх. АН СССР. Ленингр. отд.-ние. (ААНЛО). Ф. 941. Оп. 1. № 6. Л. 3.
2. *Ипатьев В.Н.* Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1936. 774 с.
3. *Ипатьев В.Н.* Жизнь одного химика: Воспоминания. Нью-Йорк, 1945. Т. 1. 562 с.; Т. 2. 638 с.
4. ААНЛО. Ф. 788. Оп. 4. № 43. Л. 2.
5. ААНЛО. Ф. 162. Оп. 2. № 167.
6. Центр. гос. ист. арх. Ленинграда (ЦГИАЛ). Ф. 733. 1907. Оп. 153. № 428. Л. 35.
7. Михайловская артиллерийская академия и Михайловское и Константиновское артиллерийское училище. СПб., 1902—1911. 62 с.
8. ААНЛО. Ф. 788. Оп. 4. № 34. Л. 33—34.
9. *Челищев В.В.* Контактно-каталитические процессы в области органических соединений и их приложение в технике. Л.: Науч.-хим.-техн. изд-во, 1927. 244 с.
10. К 35-летию научной деятельности академика В.Н. Ипатьева. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во. 1929. 171 с.
11. Центр. гос. воен.-ист. арх. (ЦГВИА). Ф. 310. Оп. 1. Д. 6232. Л. 8.
12. ЦГВИА. Ф. 310. Оп. 1. Д. 6232. Л. 6—7.

## Глава вторая

### В годы первой мировой войны

То обстоятельство, что В.Н. Ипатьев окончил Артиллерийскую академию, т.е. военное, а не гражданское учебное заведение, и свои научные исследования, какой бы гуманный характер они ни носили, осуществлял в стенах, принадлежащих военному ведомству, не могло не повлиять на его жизнь и деятельность. Об этом частично уже сказано выше. Да, он был прежде всего ученым и по складу ума, и по интересам, и по значению результатов научных работ. Но вместе с тем он был и военнотружеником. В 1887 г. он получил первый офицерский чин; в 1904 г. был произведен в полковники, а в 1910 г., когда ему было 43 года, — в генерал-майоры. Вступление России в 1914 г. в войну с Германией, резко оборвавшее мирные будни всей страны, естественно отразилось и на судьбе В.Н. Ипатьева. Он должен был с педагогической и научной работы переключиться на выполнение заданий военного командования.

Случилось, правда, так, что он смог не расставаться со своей научной специальностью — химией. Наоборот, он использовал ее для организации новых химических производств и разработки новых химических техноло-

гий. И для этого нужен был именно Ипатьев — человек, способный сочетать в себе качества незаурядного исследователя и технолога, ученого и администратора, широкой натуры и до известной степени педанта, волевого командира и безотказного исполнителя.

Война послужила лишь причиной того, что в Ипатьеве проявились совершенно незаурядные качества организатора целой отрасли производства в масштабе всей страны. В этой связи здесь нельзя не выделить два обстоятельства, характеризующие отношение самого Владимира Николаевича к войне.

Во-первых, он рассматривал ее как гигантское бедствие, как безмерное и бессмысленное жертвоприношение неизвестно во имя чего. Характеризуя в своих воспоминаниях [1, т. 1] Россию накануне войны, Ипатьев обращает внимание на довольно быстрый рост материального производства в стране начиная с 1907 г. Он приводит цифры, указывающие на активизацию торгового баланса России с другими странами, на увеличение производства зерна, сахара, хлопка, чугуна, приписывая эти успехи главным образом "настоящему государственному деятелю" П.А. Столыпину (1862—1911 гг.) и частично "народным представителям" третьего и четвертого созывов Государственной думы. Вместе с тем он отмечает, что общий уровень материального производства в России в те годы был еще крайне низок, и царскому правительству надо было полностью лишиться рассудка, чтобы начинать войну. "История показывает, — говорит Ипатьев, — что люди, призванные решать судьбу нашей родины, как в рядах правительства, так и в Думе и Совете, не поняли или не хотели понять, как надо вести государственный корабль... И правители и народные представители с самого начала их совместной деятельности только и думали, что обманывали друг друга, и при решении государственных вопросов считались более всего со своими самолюбиями и партийной дисциплиной, чем с пользой для дела... Необходимым следствием такого положения должно было явиться недоверие к правительству во всех слоях русского народа... Русский народ более, чем какой-либо другой, не хотел войны... и не понимал, зачем Россия вступила в войну. За что и против кого надо воевать" [1, т. 1, с. 403–420].

Второе обстоятельство, характеризующее отношение В.Н. Ипатьева к войне, состоит в оценке его собственной роли в войне. Конечно, он понимал, что, являясь военным человеком, генералом, он должен был занимать в действующей армии какой-то определенный командный пост. Однако внутренне он был категорически против занятия каких бы то ни было руководящих постов. Он всегда имел твердое намерение заниматься только исследовательской деятельностью. Незадолго до начала войны он отказался от высокой и престижной административной должности ректора одного из высших учебных заведений, настойчиво предлагавшейся ему Великим князем Константином и профессором С.Ф. Платоновым, в прошлом наставником молодого Николая II.

На эти два обстоятельства мы здесь обращаем внимание только потому, чтобы у читателя не сложилось ложное впечатление, что война оказалась для Ипатьева счастливой или благоприятной оказией, выдвинувшей его в высшие командные эшелоны государственной иерархии. Нет, в действительности дело обстояло так, что категорически не приняв

войну в идейном плане, он должен был в ней участвовать как солдат. Не имея намерений чем-то или кем-то командовать, он оказался едва ли не единственным, кто мог осуществлять командование определенным, причем исключительно важным, участком военно-хозяйственной машины. Взявшись за порученное ему дело, он выполнял его на совесть, нисколько не отступая от принятого им на всю жизнь правила — быть независимым в мыслях. Он понимал, что работает для своей страны, для своего народа, ибо выполнение порученного ему дела по производству взрывчатых веществ, горюче-смазочных материалов, фармацевтических препаратов и средств химической защиты было направлено в первую очередь на облегчение участи огромной массы воинов-фронтовиков, тружеников тыла, раненых солдат, а затем в конечном итоге на создание одной из важнейших отраслей индустрии страны.

### **Председатель Комиссии по заготовке взрывчатых веществ**

Вступление России в войну выдвинуло в качестве одной из самых первых и неотложных задач обеспечение армии всеми видами взрывчатых веществ. Однако уже сразу после объявления войны выяснилось, что русские заводы взрывчатых веществ не обеспечены основным сырьем — толуолом. В связи с этим правительством было решено создать специально комиссию под руководством профессора А.В. Сапожникова, которая выехала в Донецкий бассейн для решения вопроса о возможности организации соответствующих производств. Как выяснилось позднее, эта комиссия была недостаточно компетентной и потому поверхностно отнеслась к выполнению возложенной на нее задачи: она пришла к заключению о неразрешимости проблемы толуола внутренними силами. На основании этого заключения военное ведомство отказалось от организации отечественного производства химических полупродуктов и решило закупать взрывчатые вещества в США, для чего направить туда того же Сапожникова.

Под влиянием большого внешнего спроса в США начала бурно развиваться коксобензолная промышленность. Однако ее продукция в Россию поступала с перебоями, обходилась втридорога, а в самый разгар военных действий вообще перестала поставляться. Поскольку проблема сырья для взрывчатых веществ оставалась нерешенной, Главное артиллерийское управление вошло с представлением к военному министру о командировании в Донецкий бассейн новой комиссии с целью всестороннего изучения ресурсов бензола и толуола. В ее состав вошли В.Н. Ипатьев (председатель), Л.Ф. Фокин, В.Ю. Шуман и О.Г. Филипов. Здесь с полной силой сказались и научный и организаторский талант Ипатьева: в течение месяца комиссия провела тщательное исследование всех коксобензолных заводов Донецкого района и пришла к заключению, что уже через 2–3 месяца можно начать производство ароматических углеводородов, а через 7–8 месяцев ликвидировать сырьевой голод [2].

Несмотря на убедительность доклада, представленного военному ведомству, царские чиновники, преклоняясь перед германской техникой, не поверили комиссии. Помощник военного министра генерал К. Вернан-

дер спросил Ипатьева: "Чем Вы, генерал, можете гарантировать осуществление Вашей программы и постройку заводов в течение такого краткого времени?" На это В.Н. Ипатьев ему ответил: "Я — не капиталист, Ваше Превосходительство, и гарантировать его денежной неустойкой не могу. Единственное, что могу я предложить в залог, это мою голову" [1, т. 1, с. 439]. После продолжительных обсуждений в феврале 1915 г. Военное ведомство организовало постоянно действующую Комиссию по заготовке взрывчатых веществ с ничтожными средствами и весьма ограниченными правами. Комиссию возглавлял В.Н. Ипатьев; в ее состав вошли Л.Ф. Фокин, А.А. Солонина, В.Ю. Шуман, О.Г. Филипов, С.П. Вуколов, И.И. Андреев и др. Комиссия, собиравшаяся ежедневно на квартире у Ипатьева, развернула энергичную деятельность, и первый бензольный завод был пущен менее чем через полгода после утверждения плана его строительства (в августе 1915 г.). В конце 1915 г. началось строительство 20 новых небольших бензольных заводов. Одновременно на действующих заводах развивалось производство синтетической карболовой кислоты, селитры, тринитропроизводных ксилола, пикриновой кислоты, динитро-нафталина, а также диметиланилина и др.

В высшей степени интересным в научном плане было решение Комиссии по заготовке взрывчатых веществ развивать производство бензола и толуола пиролизом на базе нефтяного сырья. Опыт получения ароматических углеводородов из нефти уже имелся: с начала 1900-х годов в волжском городе Кинешме работал завод термического крекинга нефтепродуктов при повышенном давлении, построенный А. Никифоровым. Этот русский инженер в 1895 г. запатентовал оригинальный процесс переработки нефти и, сконструировав специальный аппарат, довел его до практического осуществления. В 1899 г. изобретением Никифорова заинтересовался Н.Д. Зелинский, предоставивший талантливому инженеру место в своей лаборатории и осуществлявший систематические исследования в этой области. Результаты работ с использованием опытной лабораторной и заводской установок Зелинский доложил 21 декабря 1901 г. Русскому физико-химическому обществу. В начале 1900-х годов около Кинешмы начал действовать небольшой завод по производству ароматических углеводородов по методу Никифорова. Успешно начатое дело не получило в те годы поддержки со стороны промышленных кругов. Второе рождение ароматизации нефти произошло в годы первой мировой войны, когда крайне остро встал вопрос о сырье для взрывчатых веществ.

В 1915 г. данных для организации производства ароматических углеводородов было уже вполне достаточно, и они были реализованы на заводе в Казани. Бензольно-толуольную установку газового завода в Казани В.Н. Ипатьев назвал школой по химии пиролиза, которая затем способствовала разработке научных основ создания соответствующих заводов в Баку.

К работе по организации производства бензола и толуола из нефти были привлечены высококвалифицированные химики, ставшие впоследствии ведущими специалистами, а некоторые из них академиками. Так, например, С.В. Лебедев приступил к исследованиям химической переработки нефти еще в 1912 г. на заводе "Нефтегаз" (Блаугаз), где он заведовал химической частью. В 1915 г. он стал работать в этом



направлении особенно интенсивно. О том, с каким интересом он отнесся к предложению Ипатьева, свидетельствуют его письма жене: 17 мая — "работал на смолоперегонном заводе... С заседания Комиссии Ипатьева возвратился в 3 часа ночи... Ипатьев заинтересовался моими работами. В конце этой недели начнем заводские опыты. Это гораздо важнее лабораторных", 25 июля — "Благодаря помощи Ипатьева мне позволено перегнать 600 пудов бензина на Тутуевском спирто-очистном заводе" [3].

К проектированию бензольно-толуольных производств были приглашены Ипатьевым профессор А.Е. Порай-Кошиц и К.И. Смоленский. В результате дружной работы этих ученых и инженеров осенью 1916 г. был пущен первый пиролизный завод в Баку, директором которого стал способный инженер С.А. Задохлин, известный своими изобретениями по усовершенствованию процесса термического разложения нефти с целью получения ароматических углеводородов.

Другая важная задача, вставшая перед Комиссией Ипатьева, состояла в организации получения серной и азотной кислот, требующихся в громадных количествах при производстве бризантных взрывчатых веществ и порохов. Довоенное производство серной и азотной кислот основывалось на привозном сырье — серном колчедане и чилийской селитре. Поэтому первоочередная задача заключалась опять-таки в изыскании и разработке аналогичного сырья внутри страны. Ипатьев сам и при помощи своих коллег из числа преподавателей петроградских высших учебных заведений провел огромную по своим масштабам поисковую работу, которая потребовала знаний и химии, и геологии, и, главное, наличных сырьевых ресурсов химического производства. Серноокислотная проблема была решена благодаря использованию отечественных месторождений серного колчедана, цинковой обманки, свинцового блеска и серы (главным образом на Урале). Уже в 1915 г. началось строительство двадцати серноокислотных заводов; некоторые из них дали продукцию в том же году. Неоценимая услуга в этом, как и во многих других вопросах, была оказана Русским физико-химическим обществом, при котором в 1915 г. был организован Военно-химический комитет<sup>1</sup>. Так, профессор Л.А. Чугаев провел важные исследования по рафинации платины и приготовлению платинового катализатора для производства олеума.

Получение азотной кислоты по инициативе Ипатьева было налажено путем использования аммиака коксобензольных заводов, так как поиски залежей селитры в России не привели к ожидаемым результатам. Большая заслуга в разработке способа окисления аммиака в азотную кислоту принадлежит русскому физикохимику И.И. Андрееву, который, по предложению Ипатьева, в 1915 г. был переведен на работу в Центральную научно-техническую лабораторию военного ведомства в Петрограде. Под его руководством в том же году начали работать А.К. Колосов и В.Н. Васильев. Эти опытные химики в кратчайшие сроки получили данные, позволившие приступить к строительству завода на 600 пудов азотной кислоты в сутки. Для организации строительства завода

---

<sup>1</sup> В дальнейшем Военно-химический комитет при Русском физико-химическом обществе был реорганизован в Институт прикладной химии.

была создана особая комиссия под руководством В.Н. Ипатьева в составе Л.Ф. Фокина, И.И. Андреева, А.А. Яковкина (с 1925 г. член-корреспондент АН СССР), Н.М. Кулепетова; последнему принадлежит проектирование нового завода. Кулепетов совместно с А.К. Колосовым и И.В. Гервасиевым блестяще справился с проектированием, о чем свидетельствует тот факт, что иностранные инженеры одной англо-норвежской фирмы, предлагавшие во время войны свои услуги в организации производства азотной кислоты из аммиака, познакомившись с русским проектом, были удивлены его совершенством и прекратили переговоры<sup>2</sup>. В дальнейшем получении азотной кислоты по методу Андреева заинтересовались английские и французские специалисты и использовали русский опыт при организации аналогичных предприятий в своих странах. Пуск завода азотной кислоты освободил Россию от иностранной зависимости в этом важном и в мирное, и военное время производстве.

### **Руководитель Химического комитета Главного артиллерийского управления**

Русские войска 31 мая 1915 г. понесли большие потери на Варшавском фронте. Немцы предприняли там химическую атаку, после опыта проведения аналогичной атаки против французов. В результате отравления было выведено из строя более 8 тыс. человек. В связи с этим бедствием Ипатьеву поручается весь комплекс мер по химической защите русской армии. Без освобождения от других обязанностей он назначается председателем Комиссии по удушливым газам. Уже в этой новой роли он в начале июня выехал для обследования состояния дел в Варшаву. Изучив вопросы, связанные с применением химических средств в военном деле, новая комиссия Ипатьева приступила к организации химической защиты и к созданию производства отравляющих веществ; в ней приняли активное участие многие русские ученые, в том числе С.В. Лебедев, В.А. Солоница, А.Е. Маковецкий и др.

В связи с тем что появился целый ряд различных комиссий, каждая из которых так или иначе была связана с организацией новых химических производств, да плюс к этому был создан еще независимый Противогазовый отдел под руководством принца Ольденбургского, военный министр генерал Шуваев решил сосредоточить решение всех химических вопросов в одном месте. При Главном артиллерийском управлении в апреле 1916 г. был создан Химический комитет. Его председателем был назначен генерал-лейтенант В.Н. Ипатьев, в том же году избранный действительным членом Российской академии наук. В состав комитета<sup>3</sup> вошли

---

<sup>2</sup> Подробнее о способе получения азотной кислоты по методу И.И. Андреева и его преимуществах перед иностранными см. [4].

<sup>3</sup> Химический комитет состоял из 5 отделов: взрывчатых веществ, удушающих средств, зажигательных средств и огнеметов, кислотного и противогазового. Он имел региональные бюро: Московское, Петроградское, Верхне-Волжское (Кинешемское), Южное в Харькове и Кавказское в Баку. Химическому комитету был подчинен специальный химический батальон, предназначенный для подготовки солдат-химиков.

виднейшие русские химики — академик Н.С. Курнаков, профессора А.Е. Фаворский, А.Е. Чичибабин, Л.А. Чугаев, А.А. Яковкин, Г.В. Хлопин, А.А. Лихачев, В.Е. Тищенко, А.П. Поспелов, Е.И. Орлов и члены французской миссии — А. Пио, К. Тафанел, Л. Гравье, И. Фроссар, Л. Фроссар и другие, прибывшие в Россию для оказания помощи в оснащении снарядов.

Первое крупное поручение Химическому комитету состояло в обеспечении русских войск сравнительно надежными противогазами. Непосредственно после утверждения положения о Химическом комитете Ипатьев созвал совещание, посвященное созданию войскового противогаза, на котором Н.Д. Зелинскому, предложившему в качестве универсального поглотителя древесный уголь, поручили немедленно приступить к организации производства активированного угля. В то же время Ипатьев создал специальную совещательную комиссию по вопросам, связанным с разработкой противогаза, под председательством профессора Клинического института В.Г. Хлопина, в состав которой вошли Н.С. Курнаков, А.Е. Фаворский, Л.А. Чугаев и др. В результате привлечения к этой проблеме всех лучших научно-технических сил России были созданы отличные мокрый и сухой противогазы<sup>4</sup>, удобный конский противогаз, и газовые атаки немцев сделались не столь грозными для русских войск. Ипатьев, выезжая на фронт и бывая в окопах во время газовых атак, убедился лично в эффективности созданного противогаза. В испытании противогаза принимали участие А.Е. Фаворский и Л.А. Чугаев, проводившие дополнительные исследования в своих лабораториях в университете. На фронте же действовало несколько подвижных химических лабораторий для контроля службы противогазов и предварительного анализа удушающих средств; ими руководили Н.А. Шилов и другие химики.

Деятельность Химического комитета была исключительно многоаспектна. Помимо организации производства порохов, взрывчатых веществ типа тротила, нитроглицерина, тетрила и т.д., средств противохимической защиты, было налажено производство фармацевтических препаратов — уротропина, фенаcetина, салициловой кислоты, опиума, морфина, формалина, иода, сахарина. Велась подготовка мастеров для новых производств. Все проблемы, которые возникали перед Химическим комитетом, решались оперативно в кратчайшие сроки. Успехи деятельности Химического комитета Ипатьев связывал с великолепной химической подготовкой его членов, с традициями русской химической школы и в конечном счете с именами Д.И. Менделеева и А.М. Бутлерова. "В России была школа химиков, созданная гениальными нашими учеными Д.И. Менделеевым и А.М. Бутлеровым, — писал он, — Эта школа породила целую плеяду знаменитых химиков и их учеников: Коновалов, Вагнер, Фаворский, Зелинский, Чичибабин, Чугаев, и их учеников, которые продолжали дело своих учителей и создали кадры химиков, учеников, научили их точным методам, влили в них любовь к науке. Таким образом,

---

<sup>4</sup> История создания противогаза, в которой, несомненно, выдающееся место принадлежало Н.Д. Зелинскому, Н.А. Шилеву, Н.Т. Прокофьеву и др., описана в статье М.М. Дубинина [5] и в монографии Н.А. Фигуровского [6].

к началу войны у нас были в запасе научные химические знания и кадры химиков и инженеров-химиков, которые могли начать дело воссоздания химической промышленности... Благодаря запасу химических знаний... дело это увенчалось успехом" [7, с. 21].

По своим масштабам, структуре и внешним связям Химический комитет можно было сравнить с отдельным, совершенно самостоятельным ведомством, которое лишь формально подчинялось Главному артиллерийскому управлению. Еженедельно комитет проводил пленарные заседания, которые напоминали и оперативные совещания штаба по руководству всеми отраслями химической и фармацевтической промышленности, и одновременно научные коллоквиумы. Каждый из членов комитета отвечал за определенную отрасль промышленности и на пленумах докладывал как о выпуске ею соответствующей продукции, так и о своих идеях по ее развитию. Сам В.Н. Ипатьев непосредственно осуществлял контроль за производством продуктов пиролиза и их каталитическим преобразованием в нитропродукты, т.е. взрывчатые вещества. В его ведении были также заводы по переработке нефти в горюче-смазочные материалы. А.Е. Чичибабин в соответствии со своей специальностью ведал производством алкалоидов и аминосоединений, совершенствуя при этом и самого себя как химика и избранную им область исследований. Е.И. Орлов именно в те годы осуществил свою мечту — приступил к организации массового производства формальдегида из древесного спирта по разработанному им способу. В.Е. Тищенко занимался интенсификацией производства иода. А.А. Яковкину было поручено руководство предприятиями неорганической химии, но он по своей инициативе занимался также и разработкой способов получения сахараина.

Комитет обладал хорошо слаженным "организационным аппаратом", как называл его Ипатьев. В него входили четыре отраслевых отдела, включавшие в себя, помимо административно-производственных подразделений, еще и ячейки по профессионально-техническому образованию, а также Общий отдел, или канцелярия. Это был исполнительный орган комитета.

В общем же можно сказать, что Химический комитет проводил огромную по своим масштабам и крайне разностороннюю работу в научном плане — по поиску новых источников сырья и созданию оригинальных способов получения самых различных химикатов и материалов, а в производственном плане — по строительству предприятий, совершенствованию имевшихся производств, по координации их деятельности со всеми службами фронта и тыла. От Химического комитета зависело очень многое не только в военных действиях, но и в жизни страны — обеспечение нужд госпиталей и всего здравоохранения, транспорта, энергетики, машиностроения.

В.Н. Ипатьев поэтому был наделен широкими полномочиями. Он имел постоянные контакты и оперативно решал все сложные вопросы с начальником штаба Верховного Главнокомандующего генералом Алексеевым, с военным министром Шуваловым, с великими князьями — кураторами отдельных служб армии и — время от времени — с Николаем II. Более того, Ипатьев неоднократно бывал не только на приемах, но и на завтраках у Николая II, на которых присутствовало всего несколько

самых приближенных к императорскому двору лиц и во время которых шел разговор о самых различных вопросах, иногда далеко уходящих от дел Химического комитета.

Какие чувства питал В.Н. Ипатьев к русскому самодержцу? Ясно, что этот вопрос не относится к теме о деятельности председателя Химического комитета, но он важен в связи с характеристикой самого Владимира Николаевича. И он тем более интересен, что уже в следующей главе нам придется говорить об отношении Ипатьева к советскому правительству, в состав которого он войдет всего лишь через пару лет после приемов у Николая II.

Ответ на этот вопрос дает сам Ипатьев, и он не вполне однозначен. Как и следовало предполагать, с одной стороны, к Николаю II как к Государю Ипатьев относился в высшей степени почтительно. Может быть, это отношение и нельзя назвать обожанием, но если бы не некоторые обстоятельства, то оно было бы близко к тому. И причины такого отношения коренились в традициях той среды, в которой формировался Ипатьев, в своеобразной идеализации монарха, в глубоко укоренившемся представлении о помазаннике божием. Однако, с другой стороны, как к человеку и политику к Николаю II Ипатьев относился иначе, скорее критически или даже негативно. И на это были свои причины: будучи человеком слова, чести и совести, Ипатьев не мог относиться позитивно к людям, которые не держат своего слова, потворствуют одним и обижают других и в конечном счете изменяют совести. Николай II, по мнению Ипатьева, принадлежал именно к таким людям.

Как-то после одного из визитов к Николаю II в 1916 г. Ипатьев записал свои мысли, вызванные этой встречей: "Вообще разговор мой с царем отличался большой простотой, и со стороны, наверное, нельзя было заключить, что это повелитель громадной страны беседует со своим подчиненным. Как и ранее, Николай II произвел на меня в высшей степени располагающее к себе впечатление своей обходительностью и простотой. Но в моей душе после этого разговора осталось чувство не то сожаления, не то боязни, что он, не понимая обстановки, создавшейся в тылу и на театре военных действий, не в состоянии вывести страну из того тяжелого положения, в которое она попала вследствие неудачной политики всего его царствования..." [1, т. 1, с. 524].

Неудачная политика царствования Николая II? Из чего она складывалась? И на эти вопросы Ипатьев дает ответ не вполне однозначно. Он утверждает, что, вообще говоря, "царь был преисполнен самых хороших намерений и имел в своей натуре честные начала" (там же, с. 406), что Николай II "несомненно любил русский народ и хотел сделать со своей стороны все, чтобы народ был счастлив" (там же). Но...он не сумел этого добиться. "Каждый русский человек сознавал, — пишет Ипатьев, — что царское слово — свято и что царь не может его нарушить. На этом веровании зиждилось все уважение к личности царя. Так думал и крестьянин, и всякий образованный человек... К сожалению, можно привести много фактов, из которых будет ясно, что Николай II и по слабости своего характера, и по наветам других людей, в особенности царицы, нарушал свое слово... Отрицательное отношение к народному

представительству... покровительство черносотенным организациям вроде "Союза русского народа" или "Михаила Архангела" и т.п. ... постоянное знакомство с идеями позорного журнала "Гражданин" князя Мещерского — все это шло вразрез с дарованным им. манифестом 17 октября и не могло не внушать недоверия к его царскому слову" [1, т. 1, с. 405–406].

Ипатьев хорошо осознавал, что существуют и другие причины "непопулярности" Николая II, в частности его неприязнь к тем министрам, которые подходили ответственно к государственным делам и говорили царю только правду, какой бы горькой она ни была, в частности к П.А. Столыпину и В.Н. Коковцеву, и, наоборот, особое расположение к министрам, лишенным совести и способностей, например к Сухомлинову. Особым пороком Николая II Ипатьев считал его терпимость к капризам царицы, вокруг которой вращались темные силы во главе с Распутиным — своего рода второе и, может быть, более сильное правительство. Все это лишь усугубляло "непопулярность" Николая II, прежде всего среди интеллигенции. Были, по мнению Ипатьева, причины, обуславливающие недовольство своим монархом и у "многомиллионного народа", главным образом у крестьянства.

"Спрашивается: да и за что было русскому крестьянину особенно любить царя, когда он видел, что не принималось никаких мер, чтобы увеличить его благосостояние, — пишет Ипатьев. — Хотя царь и говорил, что он любит народ, что он готов все для него сделать, а между тем самый важный вопрос для крестьянства, земельный вопрос, не получил благоприятного для земледельцев разрешения. Царь не захотел отделить за деньги значительную часть земли от помещиков, монастырей и уделов и отдать ее крестьянам в вечное пользование. Когда первая Государственная дума стала рассматривать этот проект, то она была распущена; царь стал на сторону помещиков, а не на сторону народа, и тем показал, кого он более любит и кому он более верит" (там же, с. 414–415).

Несмотря на неоднозначность оценки Ипатьевым личности царя, *из только что приведенных его высказываний можно сделать вполне определенное заключение: генерал царской армии Ипатьев служил и был верноподданым не царю, а отечеству.* Отечество, народ — и крестьянство, и интеллигенцию — он отделял от царя и царского правительства. И если он хорошо справлялся со своими служебными обязанностями, проявлял инициативу в строительстве химических предприятий и противохимической защите во время войны, то делал это он во имя отечества, на благо его народа, не изменяя ни военной присяге, ни самому себе.

К его наградам, полученным до войны "за выслугу лет", во время войны вполне заслуженно прибавились еще ордена Св. Анны и Св. Владимира, французский орден Почетного легиона. Но самым приятным признанием своих заслуг Ипатьев считал избрание его в январе 1916 г. действительным членом Российской академии наук. Предложение об избрании исходило от академиков П.И. Вальдена и Н.С. Курнакова, которые готовили на нового кандидата соответствующие отзывы.

## Подготовка к демобилизации и мирному развитию химической промышленности России

Уже во второй половине 1916 г., когда почувствовалось приближение конца войны, члены Химического комитета стали задумываться над вопросами о будущих путях развития химической промышленности России, продукция которой в десятки раз возросла по сравнению с довоенным временем. Было решено готовить ее к переходу на мирные рельсы. С этой целью на периферии при так называемых региональных бюро Комитета были созданы подготовительные комиссии, управляемые из Москвы.

В состав Центральной подготовительной комиссии, председателем которой стал Ипатьев, а товарищем (т.е. заместителем) председателем П.И. Вальден, вошли такие крупные ученые, как Н.С. Курнаков, В.М. Родионов, Е.И. Орлов, А.Е. Ферсман и др. На заседаниях комиссии обсуждались вопросы о том, что могут дать химические заводы каждого региона для нужд России, что необходимо сделать в каждом регионе страны для развития мирной промышленности, какое сырье можно добывать в России и в каком сырье при переходе на мирные рельсы возникнет острая необходимость и т.п.

К обсуждению этих вопросов Ипатьев привлек представителей едва ли не всех химических предприятий страны — владельцев заводов, ведущих технических руководителей, заводских химиков. Многие из них высказывали мысль, что решение такого сложного вопроса, как перевод химической промышленности на мирные рельсы, не под силу Химическому комитету, потому что он состоит из университетских профессоров, у которых не может быть должного интереса к чисто хозяйственным задачам. "Но какое же другое учреждение, — говорил Ипатьев, — могло бы помочь в этом сложном вопросе, как не Химический комитет, имевший почти на всех химических заводах и приемщиках, и техников-контролеров, которые могли дать вполне достоверные и полные данные относительно вопросов, поднимаемых подготовительными районными комиссиями?" [1, т. 1, с. 550]. Кроме того, именно такие компетентные специалисты в области химии, как входящие в состав Химического комитета университетские профессора, были способны, по мнению Ипатьева, подсказать не только пути демобилизации химической промышленности, но и наметить стратегические планы ее дальнейшего развития на ближайшие годы.

Проблемой № 1 Ипатьев считал тогда подготовку химической промышленности России к освоению естественных производительных сил нашей необъятной территории. В этом отношении он выступал не только как административное лицо, но еще и как представитель Российской академии наук, которая всегда проявляла особый интерес к проблеме сырьевых запасов в стране и путей их практического использования. Действия Химического комитета в этом направлении Ипатьев координировал с научными работами, проводимыми Комиссией по изучению естественных производительных сил (КЕПС), созданной при Академии наук.

Февральская революция 1917 г. не внесла каких-либо существенных изменений в планы Химического комитета по переориентации промышленности с военных на мирные нужды. Ипатьев эту неизменность объясняет тем, что никто из членов и аппаратных работников комитета "ни по роду

своей деятельности, ни по службе, никогда никакими политическими вопросами не занимался и был честно беспартиен, стремясь своей работой приносить только пользу родине и искренне сожалея, что при тех порядках, которые существовали ранее, многое шло ей во вред" [1, т. 1. с. 555].

Большая работа была проведена комитетом в августе-сентябре 1917 г. 31 августа, 1 и 2 сентября состоялось заседание Центральной подготовительной комиссии с участием представителей заводов, на котором были обсуждены доклады профессоров А.Е. Ферсмана "Химическая промышленность и русское сырье", А.В. Ситникова "Химическая промышленность Юга России до войны, во время войны и ее будущее", Я.В. Самойлова "О производстве суперфосфатов и других удобрений", Е.И. Орлова "О переустройстве заводов взрывчатых веществ для выделки продуктов мирного времени". Принятые после обсуждения этих докладов решения стали для комитета программой работ на 1917–1918 гг. Уже в 1917 г. на местах началась реализация этой программы. А Химический комитет Ипатьева оказался готовым органом по руководству химической промышленностью в системе ВСНХ Советской республики.

### Литература

1. *Ипатьев В.Н.* Жизнь одного химика: Воспоминания. Нью-Йорк, 1945. Т. 1. 562 с.; Т. 2. 638 с.
2. *Ипатьев В.Н.* Отчет о поездке в Донецкий бассейн. СПб., 1914. 26 с.
3. ААНЛО. Ф. 788. Оп. 4. № 40. Л. 2–3.
4. *Колосов А.К.* Производство азотной кислоты по способу И.И. Андреева // Материалы по истории отечественной химии. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 196–209.
5. *Дубинин М.М.* О развитии противогазного дела в Советском Союзе // Там же. С. 163–172.
6. *Фигуровский Н.А.* Очерк возникновения развития угольного противогаза Н.Д. Зелинского. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 86 с.
7. *Ипатьев В.Н.* Наука и промышленность на Западе и в России. М.: Науч. хим.-техн. изд-во. 1923. 56 с.

## Глава третья

### "Глава нашей химической промышленности"

Слова, вынесенные в заголовок этого раздела, принадлежат В.И. Ленину<sup>1</sup>, который именно так назвал В.Н. Ипатьева, сосредоточившего в своих руках после Октября 1917 г. и организацию научных работ в области химии, и управление химической промышленностью, и разработку новых проектов по созданию энергохимических комплексов в нашей стране.

С победой Октябрьской революции открылась новая страница в жизни

---

<sup>1</sup> *Ленин В.И.* Записка Н.П. Горбунову 29 сентября 1921 г. [1].



и деятельности В.Н. Ипатьева. В первые годы советской власти Ипатьева знали не только как профессора, академика, члена Русского физико-химического общества, преподавателя высших учебных заведений, но и как активного работника и члена Президиума ВСНХ, где он продолжительное время возглавлял Научно-технический отдел, как члена Госплана СССР, сотрудника Революционного Военного Совета, как активного участника многочисленных международных химических конгрессов и конференций от Советской России.

Как же получилось, что воспитанник царской военной академии, пропитанный духом преданности монарху, чиновник, занимавший ряд ответственных постов в главных военных ведомствах России, генерал царской армии превратился не только в помощника большевиков, но и в члена большевистского правительства? Что это: поворот на 180 градусов в идейных устремлениях? Или это выход из порочного круга самодержавного абсолютизма, к тому же проржавевшего изнутри? А может быть, это приспособленчество до поры до времени? Или, наконец, неожиданно появившиеся симпатии к большевикам — к их лозунгам и идеалам?

Нет, ни одно из этих предположений не отвечает действительности. Все было значительно проще. Ипатьев никогда не изменял своим идеалам, он оставался верен им и тогда, когда сменил генеральский мундир с погонами на гимнастерку с ромбами в петлицах. Через все бурные годы войны с Германией, сквозь все перипетии революционного времени 1917–1921 гг. пронес он как священные свои принципы служения Родине, активного противоборства насилию, широких демократических свобод.

"Я с самых моих юных лет, по складу своего характера, ненавидевший всякое насилие, никогда не был приверженцем самодержавия. Мне всегда представлялось, что монархия для России являлась бы наилучшим образом правления", — писал Ипатьев, характеризуя свое отношение к царскому режиму [2, т. 2, с. 15]. Ясно, что под словосочетанием "всякое насилие" он понимал подавление прав человека, социальных свобод, притеснение личности, злоупотребление властью. По той же самой причине ненависти к насилию не был он и идейным приверженцем большевиков. "Для меня, — открыто признавался он, — всегда была неприемлема вся программа коммунистической партии уже по одному тому, что я не терплю никакого насилия" (там же, с. 149–150).

Ипатьев отчетливо видел всеобщее недовольство в русском обществе, вызванное губительной войной 1914–1918 гг. и бедственным положением народа. Он писал, что уже к началу 1917 г., по существу, все слои населения России находились в крайнем раздражении от неисчислимых бед, принесенных войной и политикой царского самодержавия, что "революционное настроение было у всех, начиная с верхов интеллигенции и до последнего мужика" [2, т. 2, с. 12]. И, конечно же, он не считал себя каким-то исключением: в смысле идейных устремлений он тоже по-своему был настроен революционно. Как и многие интеллигенты — писатели, художники, ученые, врачи, он хотел бы услышать в революции зов к обновлению, надеялся увидеть путь к подлинной свободе. Ожидание революции и ее приход рождали у интеллигенции вполне обоснованные иллюзии: если интеллигенция принимает участие в подготовке революционных перемен во имя народа, то последний должен быть довольным,

чинным, мирным, благостным и преисполненным благодарности за дарованные свободы. Но Ипатьев умел отличать реальность от благих желаний. Он понимал, что жизнь разбивает иллюзии и народ предстает вовсе не таким, каким рисовался в добрых мечтаниях. Народ сам берет власть, сам пользуется ею и сам по-своему и, как правило, жестоко расправляется со своими врагами. Кроме того, Ипатьев давно усвоил, что народные массы действуют под влиянием самых различных партий, чуть ли не каждая из которых претендует на выражение воли всего народа, а в действительности навязывает насилие над большей или меньшей его частью. Скорее всего, именно по этой причине Ипатьев всегда твердо оставался, как он говорил, "честно беспартийным".

Ипатьев отчетливо понимал и то, что его либерализм — всего лишь идеал, что его противоборство всякому насилию — это только его сугубо личный атрибут. Несомненно, что этот либерализм находился в органичной связи с его религиозными и нравственными убеждениями. Но это вовсе не означало полнейшей оторванности Ипатьева от политических реалий. Заявляя постоянно о том, что он не политик, что ему чужды перипетии политической борьбы, что он только ученый, Ипатьев мог, однако, ради служения Родине, сотрудничать лишь с теми властями, которые не только создают для этого соответствующие материальные условия, но и максимально отражают его собственные идеи, взгляды, интересы. А их он никогда не отделял от интересов своего народа.

Наблюдая бурные, часто неуправляемые проявления недовольства прибывших с фронта солдат и матросов, рабочих Петрограда, видя угрозу разгула анархии и гибели материальных и духовных ценностей, Ипатьев проникся уверенностью, что лишь твердая власть с опорой на широкие народные массы способна предотвратить непредсказуемые бедствия. Поэтому он без особых колебаний выбрал для себя путь сотрудничества с большевиками, поскольку увидел в них единственную силу, способную предотвратить развал страны и, как он надеялся, создать условия, при которых он бы смог продолжить творческую деятельность на благо России. Его критический ум отчетливо разглядел/за кем, за какими партиями и вождями пойдет народ, кто даст народу долгожданный мир, землю и свободу. "Временное правительство, не использовав своей победы, сыграло как нельзя лучше в руку большевикам. Оно выказало полную несостоятельность к управлению массами и свою слабость ... — говорит Ипатьев. — Наоборот, большевики, руководимые Лениным, который своим лейтмотивом взял требования окончания войны и реальной помощи беднейшим крестьянам и рабочим за счет буржуазии, завоевывали все большие и большие круги пролетариата...

Можно было совершенно не соглашаться с многими идеями большевиков. Можно было считать их лозунги за утопию (как это и подтвердил впоследствии жизненный опыт), но надо быть беспристрастным и признать, что переход власти в руки пролетариата в октябре 1917 года, проведенный Лениным и Троцким, обусловил собою спасение страны, избавив ее от анархии и сохранив в то время в живых интеллигенцию и материальные богатства страны" [2, т. 2, с. 36].

Оставшись в России, В.Н. Ипатьев сделал этот решающий в своей жизни шаг в полном согласии со своей совестью и вопреки советам ряда

близких для него людей и даже некоторых членов семьи. Его средний сын Николай<sup>2</sup> не только отверг сотрудничество с советской властью, но и стал ее врагом; он вступил в белую гвардию, с остатками которой перебрался за границу. По свидетельству одного из старейших химиков нашей страны, П.М. Лукьянова, ездившего вместе с В.Н. Ипатьевым в заграничную командировку в 1920-х годах, Н.В. Ипатьев при встрече в Париже с отцом отказался подать ему руку как "прислужнику большевиков".

В высшей степени показательным в смысле независимости мысли является то обстоятельство, что В.Н. Ипатьев в первые годы советской власти не раз и за границей и у себя на родине получал настойчивые приглашения сотрудничать с антисоветскими формированиями, но всякий раз их решительно отвергал. "Я не создан для того, чтобы быть спасителем России, за кого вы хотели бы меня принять", — отвечал он посланцам с Запада [2, с. 142].

После октябрьских событий персонал многих государственных учреждений встал на путь забастовок и саботажа, направленных против нового правительства. Ипатьев, используя свою власть и авторитет, прежде всего, обеспечил бесперебойную работу Химического комитета. А когда на первом послереволюционном заседании в Академии наук, проходившем под председательством ее президента А.П. Карпинского, некоторые академики подняли вопрос о непризнании большевистского правительства, В.Н. Ипатьев выступил с призывом воздержаться от подобного акта. "Мы, интеллигенты, представляющие тонкую прослойку в толще масс, не имея за собой никакой опоры, не должны в настоящее время делать каких-либо выступлений и еще более усложнять и без того тяжелое положение, — в особенности, принимая во внимание, что мы находимся в состоянии войны. Что касается отношения каждого из нас к большевистскому правительству, взявшему ныне власть в свои руки, то это наше "святая святых", и никто не заставляет теперь высказать симпатию или антипатию к новой власти; и при царском режиме многие из нас не сочувствовали самодержавному правлению, но это не мешало нам честно выполнять наш долг перед страной и продуктивно работать" [2, т. 2, с. 48]. На своем примере показывая, как ученый должен исполнять свой долг, он увлекал других ученых России, способствуя объединению научно-технических сил страны для решения задач хозяйственного строительства и подъема культуры. Примеру Ипатьева последовал его друг М.А. Блох, который принял предложение возглавить Научное химико-техническое издательство при НТУ ВСНХ.

### Член Президиума ВСНХ

Уже в ноябре 1917 г. состоялась первая встреча Ипатьева с представителем Советского правительства Л.Я. Карповым, который ведал вопросами химической промышленности. После обстоятельного рассказа Ипатье-

<sup>2</sup> Старший сын Дмитрий, награжденный рядом русских орденов за отвагу, погиб в 1916 г. на германском фронте в первую мировую войну. Младший сын Владимир стал преемником отца по Институту высоких давлений в Ленинграде. Средний сын Николай погиб в Африке при испытании открытого им средства от желтой лихорадки.

ва об организации и деятельности Химического комитета Карпов<sup>3</sup> от имени правительства предложил ему сотрудничество в важнейшем деле демобилизации химической промышленности и ее дальнейшего мирного развития. Ипатьев согласился с предложением Карпова и обещал приложить все усилия, чтобы химики, работавшие во время войны совместно с Химическим комитетом, присоединились к нему. "Что касается меня, — сказал он, — то я готов сделать все от меня зависящее, чтобы спасти созданную нами во время войны химическую промышленность" [2, с. 50].

В январе 1918 г. Ипатьев собрал совещание Химического комитета, куда пригласил специалистов, участвовавших в решении проблем химической защиты во время войны, и воспроизвел свой разговор с Карповым. Ему пришлось приложить немало усилий, чтобы постепенно убедить представителей русской науки отдать свои силы, знания и опыт строительству новой России.

В начале марта 1918 г. к Ипатьеву обратился Н.И. Подвойский, занимавшийся в то время формированием Наркомата по военным делам. Заинтересовавшийся деятельностью Химического комитета Подвойский решил использовать его опыт для организации химической службы Красной Армии и укрепления ее связей с химической промышленностью. Подвойскому имя Ипатьева стало известно еще в царской тюрьме, где он, отбывая срок, изучал органическую химию и пользовался учебником Владимира Николаевича. Выслушав доклад о работе Химического комитета, Подвойский сообщил, что если Ипатьев не возражает, то, вероятно, в скором времени он будет привлечен к работе в Народном комиссариате по военным делам. Это приглашение означало выражение высокого доверия со стороны Советского правительства. И оно было принято. Через несколько дней после этого разговора Ипатьева назначили постоянным членом и председателем Технического управления Военно-хозяйственного совета Народного комиссариата по военным делам.

Это произошло 24 марта 1918 г., а в апреле Ипатьев получил письмо заведующего Отделом химической промышленности ВСНХ с сообщением об официальном назначении его на должность председателя Комиссии по демобилизации и организации химической промышленности при правительстве, в состав которой вошли Л.Я. Карпов, А.Е. Маковецкий, Л.Ф. Фокин, С.Д. Шеин и С.П. Ланговой. За короткий срок эта комиссия провела большую работу и помогла ВСНХ детально разобраться в состоянии и возможностях химических производств и наметить ближайшие перспективы развития химической промышленности. Ипатьев постоянно привлекал для планирования развития химической промышленности крупных специалистов-химиков, знакомых ему по совместной работе до революции.

Историческое значение имеет созванное им в сентябре 1918 г. заседание комиссии, на котором был рассмотрен вопрос исключительной

<sup>3</sup> Лев Яковлевич Карпов (1879–1921 гг.) — крупный инженер-технолог, ученик Л.А. Чугаева по Московскому техническому училищу, прошедший хорошую инженерно-химическую практику на камских Бондюжских заводах П.К. Ушакова. Член Коммунистической партии с 1897 г., он состоял секретарем Московского комитета партии (1906–1907 гг.), а после Октябрьской революции стал одним из первых организаторов советской химической промышленности. Его имя носит один из первых химических научно-исследовательских институтов в Москве.



Президиум торжественного заседания (ноябрь 1918 г.), посвященного 50-летию  
Русского физико-химического общества

Слева направо: А.И. Горбов, А.Е. Порай-Кошиц, В.Н. Ипатьев, Б.К. Климов, Н.С. Курнаков, А.А. Яковкин, В.Е. Тищенко, С.П. Вуколов, А.Е. Фаворский

стратегической важности. Речь шла о возможности производства синтетического каучука, в котором страна испытывала необыкновенную нужду. В обсуждении этого вопроса приняли участие А.Е. Фаворский, Л.А. Чугаев, С.В. Лебедев, Б.В. Бызов, И.И. Остромысленский, Н.Д. Зелинский и др., т.е. круг исключительно компетентных лиц, способных не только правильно рассмотреть, но и наметить пути решения поднятого вопроса [3]. Именно на этом заседании было вынесено постановление в ближайшем будущем объявить конкурс на экономически наиболее выгодное решение вопроса промышленного производства синтетического каучука. Научные основы для этого были созданы трудами учеников А.М. Бутлерова и А.Е. Фаворского, в том числе В.Н. Ипатьева и С.В. Лебедева, вплотную подошедших к синтезу таких мономеров синтетического каучука, как изопрен и дивинил. Из-за трудностей, связанных с гражданской войной, конкурс пришлось объявить только в 1926 г. И он, как известно, принес блестящие результаты: на основе работ Ипатьева по каталитическому синтезу дивинила из спирта С.В. Лебедев добился повышения выхода мономера с 5 до 28% и таким образом заложил основу для строительства заводов синтетического каучука.

Выполнив свои функции, Комиссия по демобилизации и организации химической промышленности в 1919 г. была преобразована в Технический совет химической промышленности при ВСНХ, и в дальнейшем Ипатьев стал бессменным председателем этого совета. Его неутомимая энергия восхищала людей, соприкасавшихся с ним. Он выполнял, причем всегда точно и с инициативой, самые разнообразные поручения: неоднократно

РОССИЙСКАЯ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКАЯ  
ФЕДЕРАТИВНАЯ  
СОВЕТСКАЯ РЕСПУБЛИКА

СОВЕТ  
НАРОДНЫХ КОМИССАРОВ.

Исполн. Кремль.

11/21 1921

№ 46792

У Д О С Т О В Е Р Е Н И Е .

Постановлением Всероссийского Центрального Исполнительного Комитета от 25-го Мая 1921 года тов.

И П А Т Ь Е В утвержден Членом Президиума Высшего Совета Народного Хозяйства. -

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА  
НАРОДНЫХ КОМИССАРОВ

СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА  
НАРОДНЫХ КОМИССАРОВ

Удостоверение члена Президиума ВСНХ

выезжал по делам химической промышленности в Харьков, Казань и другие города; выявлял резервы сырья и полупродуктов на военных складах; участвовал в работе Петроградского Совета народного хозяйства; консультировал строительство Кандалакшского алюминиевого завода; инструктировал инженерно-технический персонал химических заводов и т.п. Имя Ипатьева стало известно широким массам трудящихся, которые читали его многочисленные статьи, опубликованные в газетах, журналах, его научно-популярные книги.

В 1920 г. Ипатьев был приглашен на заседание Президиума ВСНХ, где обсуждался вопрос о развитии коксобензолной промышленности. Его широкая эрудиция в общих вопросах углехимии, знание конкретных задач, относящихся к работе коксохимических заводов, позволили найти те рациональные пути решения этих задач, которые стали программой реконструкции целой отрасли.

25 мая 1921 г. ВЦИК издал постановление, утвердившее Ипатьева членом Президиума ВСНХ, и с этого времени он стал постоянным участником его заседаний. Затем он был назначен начальником вновь созданного Главного химического управления ВСНХ (Главхима) и одновременно введен в состав Госплана.

Свою деятельность в качестве члена Советского правительства Ипатьев начал с докладной записки, содержавшей подробный анализ состояния химической промышленности и перспектив ее дальнейшего развития. Он предлагал в качестве экстренной и крайней меры восста-

новления экономики и создания мощной современной индустрии так называемую реституцию — временное восстановление права старого владельца на его предприятия и наряду с этим — привлечение иностранного капитала путем сдачи в концессию отдельных предприятий. Интересно, что аналогичное предложение поступило от известного государственного и партийного деятеля Л.Б. Красина, находившегося тогда на дипломатической работе. Бурное обсуждение записки Ипатьева на объединенном заседании Президиума ВСНХ и Госплана закончилось ее полным одобрением. Концессионные договоры с капиталистическими предпринимателями стали одной из форм новой экономической политики, провозглашенной X съездом Коммунистической партии, хотя потом и не получили широкого развития. В.И. Ленин выступил с обоснованием необходимости такого шага во внешней политике советского государства и убедительно доказал целесообразность сдачи ряда отечественных предприятий в концессию иностранцам. Конечно, Ипатьев, предлагая концессии, отлично понимал, что "великая страна Россия не может никогда пойти на такие условия, которые были бы унижительны ее достоинству и ставили бы ее в положение, недостойное среди других государств мира" [4, с. 25]. Этот принцип был взят за основу, когда Ипатьева командировали в 1921 г. в ряд стран Западной Европы с целью воплощения в жизнь упомянутых решений правительства.

Незадолго перед отъездом за границу В.Н. Ипатьев несколько раз встречался с В.И. Лениным.

В первый раз — это было ранней осенью 1921 г. — он посетил Владимира Ильича вместе с одним из руководящих работников Сибири, чтобы поставить вопрос о строительстве там большого содового завода. Встреча произошла в кабинете Ленина, который входил в состав его квартиры. Как вспоминает Ипатьев, он увидел тогда человека с простыми манерами, умного и наделенного недюжинными способностями. "Во всяком случае, первое же знакомство с ним вызвало симпатию к нему, а его простота в обращении располагала к спокойному деловому разговору. После того как я и мой спутник доложили все обстоятельства дела, Ленин согласился нам помочь... В конце доклада Ленин поинтересовался узнать от сибирского делегата о положении дела в Сибири, а мне сказал, чтобы я перед отъездом за границу непременно пришел к нему, так как он хочет дать мне некоторые директивы. Наше свидание продолжалось около 40–50 минут, и это первое знакомство с Лениным вселило в меня какую-то уверенность, что при дальнейших с ним деловых разговорах я буду в состоянии без всякой опаски высказывать свои убеждения и взгляды. Вопрос о добыче соды из Петуховских озер в Совнаркоме был решен положительно" [2, с. 181–182].

Первенец сибирской химии — Петуховский содовый завод вступил в строй уже в конце 1921 г.

Затем Ипатьев посетил В.И. Ленина за месяц до своего отъезда за границу. "Моя беседа с ним продолжалась более часа, — пишет Ипатьев, — и я с самого начала понял, что он знаком с моей запиской о реституции заводов... Мой доклад касался будущей моей деятельности за границей и тех разговоров, которые мне придется там вести с бывшими иностранными владельцами предприятий, находящихся главным образом в

Донецком бассейне... Во время моего разговора с В.И. он предложил мне присылать ему лично рапорты из-за границы по мере того, как я буду собирать надлежащий материал и знакомиться с мнениями иностранных капиталистов. Зная наперед, что за границей ко мне будут обращаться мои старые знакомые и приятели, находящиеся в эмигрантном положении и враждебно относящиеся к советской власти, я спросил Владимира Ильича, как мне поступать в подобных случаях. На это Владимир Ильич мне ответил, что, посылая меня за границу с таким ответственным и деликатным поручением, советская власть вполне мне доверяет и что он мне дает *carte blanche* принимать кого угодно и вести с ними разговоры на разные темы, конечно, соблюдая надлежащий такт... При прощании он сказал мне, чтобы во всех затруднительных случаях я незамедлительно обращался лично к нему, — если нужно даже телеграфировать" [2, с. 183–185].

В.И. Ленин настолько был заинтересован в успешной реализации предложений Ипатьева по научно-техническому и экономическому сотрудничеству с иностранными фирмами и научными учреждениями, что выражал желание встретиться с Ипатьевым еще и еще раз "запросто" и подробнее обсудить эти вопросы как-нибудь "вечерком и за чашкой чая". К сожалению, в 1923 г. такие встречи оказались уже невозможными из-за болезни Владимира Ильича.

Как было уже сказано, Ипатьев высоко ценил помощь во всех его начинаниях со стороны Ленина. Он крайне тяжело переживал его болезнь и тем более безвременную смерть. Оставаясь "главой химической промышленности", Владимир Николаевич всячески стремился оправдать это ленинское определение его деятельности, о котором он узнал, очевидно, от Н.П. Горбунова. Непрестанно заботясь о развитии химической индустрии, он постоянно входил в ВСНХ с различными предложениями, и его "беспристрастное и компетентное суждение по всем вопросам, внесенным в Совет, давало полную уверенность в том, что вопрос, поставленный на обсуждение, рассмотрен всесторонне, и вынесенная резолюция направлена на пользу дела" [5, с. 89].

Ипатьева очень обрадовало внимание В.И. Ленина к его, казалось бы, и не столь уж заметной работе "Необходимость постановки электродного производства из туруханского графита" [6]. Эта работа в сокращенном виде была опубликована в шестом выпуске "Трудов Научно-технического отдела ВСНХ", а впоследствии отдельным выпуском и в книге "Положение и задачи советской химической промышленности" [7]. Ленин, при всей его занятости, сумел познакомиться с этой работой и 29 ноября 1921 г. направил управляющему делами Совнаркома Н.П. Горбунову записку о форсировании работ по добыче и сбыту графита (см. также [8])<sup>4</sup>.

Но, несомненно, гораздо больше внимания в своей деятельности Ипатьев уделял стратегическим задачам по руководству химической промышленностью. Пожалуй, первым номером среди них была задача производства минеральных удобрений, и в частности связывания атмос-

---

<sup>4</sup> Эта работа В.Н. Ипатьева с пометками Владимира Ильича и до сих пор находится в мемориальной личной библиотеке Ленина в Кремле.



ферного азота. По его инициативе еще в 1921 г. была образована специальная Комиссия по связанному азоту, руководство которой он решил взять на себя. Эта комиссия впоследствии собрала и изучила огромный массив информации по данной проблеме.

В связи с проблемой связанного азота Ипатьев неоднократно выезжал за границу. С целью выбора наиболее рационального и приемлемого для условий СССР метода получения аммиака и цианамид кальция он в 1924 г. посетил заводы Германии, Франции и Италии, где вел переговоры о продаже лицензий с представителями разных фирм. В результате этой поездки был заключен контракт с итальянской фирмой "Casallet et Fauser", по которому в Дзержинске на Чернореченском химическом заводе был построен первый азотный цех. В ходе следующей заграничной командировки в 1926 г. Ипатьев провел переговоры в Берлине и Стокгольме о возможности приобретения лицензии на производство цианамид кальция. Ввиду более выгодных для СССР условий договора со шведской фирмой первое цианамидное производство, организованное также в Дзержинске, было лицензировано в Швеции. Цианамид кальция, не потерявший значения и в настоящее время, на заре отечественной химической промышленности представлял громадную ценность для нашей страны. Сырьем для его производства служит карбид кальция, используемый и для получения ацетилена. Цианамид кальция, превосходящий как удобрение сернокислый аммоний, при необходимости можно превращать в дициандиамид, меламина и мочевины, аммиак и другие продукты, имеющие оборонное значение. Когда в 1927 г. Ипатьев создал Институт высоких давлений, то в тематике исследовательских работ было предусмотрено изучение способов получения катализаторов для синтеза аммиака и их стойкости к различным ядам, усовершенствование аппаратуры для этого процесса, а также ряд вопросов, связанных с производством цианамид кальция. Все результаты немедленно передавались на Чернореченский химический завод для внедрения в производство. Таким образом, организацией производства связанного азота в СССР мы в значительной степени обязаны Ипатьеву.

В 1924 г. было учреждено Главное химическое управление в Реввоенсовете, важнейшей задачей которого являлось также создание производств по связанному азоту. Одним из руководителей вновь рожденного управления, дававшего заключения на все проекты новых химических заводов<sup>5</sup>, стал В.Н. Ипатьев, а его помощником был назначен П.Г. Сергеев, впоследствии крупный химик-органик и создатель ряда важнейших производств, в том числе получения фенола и ацетона через гидроперекись изопропилбензола (в соавторстве с Р.Ю. Урдисом и Б.Д. Кружаловым).

В 1926 г., будучи за границей, Ипатьев познакомился с опытом работы французских анилокарасочных заводов, получением азотной кислоты, производством кауперовского огнеупорного кирпича, коксовыми печами различных систем и т.д. Весь этот опыт стал предметом обсуждения на заседаниях соответствующих отраслевых комиссий при Научно-техническом отделе ВСНХ СССР.

<sup>5</sup> О масштабах этой работы можно судить по тому, что за 1927–1928 гг. было рассмотрено более 40 проектов новых заводов [9].

Важно указать также на участие Ипатьева в организации добычи калиевых солей из месторождений, открытых в 1925 г. П.И. Преображенским в верховьях Камы в Березниках, что способствовало освобождению СССР от иностранной зависимости и ввоза этого продукта из-за границы. Непреходящее значение имеет принятое в 1927 г. Главным химическим управлением решение о направлениях использования избыточных количеств бензола и толуола в коксохимическом производстве. По предложению Ипатьева, было решено добавлять до 2% ароматических углеводородов к бензину, что привело к значительному увеличению его октанового числа и, следовательно, повышению к.п.д. карбюраторных двигателей.

К концу 20-х годов страна подводила первые итоги выполнения ленинского плана ГОЭЛРО. Можно было смело говорить также и об успехах в восстановлении и развитии химической промышленности в рамках этого плана.

В 1928 г. В.Н. Ипатьев совместно с другими ведущими химиками, в частности с А.Н. Бэхом, А.Е. Чичибабиным, Э.В. Брицке, А.Е. Порай-Кошицем и др., образовал инициативную группу, подготовившую докладную записку в Совнарком по вопросу дальнейшего развития химической промышленности. Эти ученые, в сущности, разработали целую программу научно-технических работ, рассчитанную на ряд лет вперед. Эта инициатива получила одобрение правительства, и большинство содержащихся в записке предложений уже с 1929 г. начало претворяться в жизнь.

Очевидно, это обстоятельство послужило поводом к тому, что в том же 1928 г. Ипатьев был назначен членом Комитета по химизации народного хозяйства СССР [10]. Этот комитет, имевший характер совещательного органа, особенное внимание в своей работе уделял перспективным вопросам химизации страны, и Ипатьев внес немало ценных предложений при разработке как ближайших, так и перспективных планов развития народного хозяйства СССР. Он активно участвовал в обсуждении вопросов использования электроэнергии будущей Днепровской гидроэлектростанции, которое проходило в СНК СССР под председательством М.И. Калинина. Ипатьев принимал участие и в обсуждении первого пятилетнего плана развития народного хозяйства СССР.

В 1929 г. в Президиуме ВСНХ и в Совнаркоме были заслушаны доклады академика Ипатьева о научных работах в области катализа под высоким давлением. По одному из них Президиум ВСНХ СССР на заседании от 6 июня 1929 г. вынес важное развернутое постановление, которое представляет особенный интерес как документ, свидетельствующий о связи научных работ с производством в то время. В этом документе указывалось, в частности:

1) "что за истекший период времени с 18 октября 1928 г. (времени после последнего доклада Ипатьева Правительству) его работы в области получения фосфорных соединений из фосфоритов далеко продвинулись вперед и приблизили разрешение чрезвычайно важной проблемы производства фосфорных туков из отечественного сырья с одновременным использованием отбросного водорода для синтеза аммиачных соединений";

2) "что метод каталитических реакций с высокими давлениями и температурами, развиваемый Ипатьевым, привел уже к чрезвычайно важным открытиям в области мышьяковистых соединений, имеющих

весьма большое значение для борьбы с вредителями сельского хозяйства, для производства отравляющих веществ и в области взрывчатых соединений";

3) "что значительная часть новых химических производств как минеральных, так и органических, намечаемых пятилетним планом развития химпромышленности, связана с использованием метода акад. Ипатьева";

4) "что лаборатория высоких давлений становится уже в настоящее время школой химиков, работающих в области высоких давлений и температур, и должна будет сыграть громадную роль для подготовки навых работников в этой области".

В связи с этим Президиум ВСНХ поставил вопрос "о дальнейшем развертывании лаборатории высоких давлений в институт" и о подготовке кадров работников по высоким давлениям. С этой целью он предусмотрел выделение средств для соответствующего оснащения этого научного центра аппаратами, приборами, материалами и т.п. Президиум предложил Научно-техническому управлению ВСНХ "раз в два месяца письменно информировать Президиум о ходе работ лаборатории"<sup>6</sup>.

Внимание ВСНХ к деятельности Ипатьева отмечали все газеты ("Правда", "Известия", "Торгово-промышленная газета", "Экономическая жизнь" и др.), помещавшие статьи о его работах, и в частности об этом заседании Президиума ВСНХ СССР. Это способствовало популяризации задач химизации страны и роли научных работников в развитии промышленности. Когда Ипатьев прибыл во Владивосток, направляясь в ноябре 1929 г. в Японию на Международный инженерный конгресс, то местные власти пригласили его на заседание Совета народного хозяйства, по просьбе которого он обследовал завод по добыче иода и различных солей из золы морских водорослей.

Вернувшись с конгресса, Ипатьев принял меры к ускорению строительства нефтеперерабатывающего завода под Москвой (д. Капотня), возглавляемого его учеником Г.Г. Годжелло и инженером С.А. Задохлиным, имевшим опыт в создании производства ароматических углеводородов из бакинских нефтей.

Известно, что в первые годы советской власти уделялось большое внимание проблеме использования горючих сланцев и сапропеля в качестве сырья для химической промышленности.

Академик Ипатьев и в этом вопросе не остался в стороне. В начале 1930 г. по его инициативе было созвано совещание в ВСНХ, на котором он в своем докладе убедительно показал необходимость энергохимической переработки сланцев и, в частности, указал на возможности использования для этих целей разработанных им методов высокого давления. Решения, принятые на этом совещании, послужили одним из стимулов планового развития сланцевой промышленности СССР.

Наконец, нельзя не отметить инициативу В.Н. Ипатьева в постановке и решении очень важной проблемы обессеривания нефтей. Если нефти

---

<sup>6</sup> Выписка из протокола заседания Президиума ВСНХ СССР № 21 от 6 июня 1929 г., пункт № 573 [11].

кавказских месторождений практически не содержали серы, то нефти восточных, в частности пермских (прикамских), месторождений были сернистыми. Не только их химическая переработка, но и энергетическое использование требовали предварительного обессеривания. Эта задача Ипатьеву представлялась особенно ясно, и он высказал ряд ценных предложений. Это было последнее выступление Ипатьева на заседании в ВСНХ — 11 июня 1930 г., в день его отъезда на Второй Международный энергетический конгресс в Берлин.

Таким образом в течение 13 самых трудных первых лет существования советской власти Ипатьев вел обширную и плодотворную работу в качестве "главы нашей химической промышленности".

### Научная и научно-организационная деятельность Ипатьева (1917–1930 гг.)

«Когда-нибудь кто-то напишет потрясающую книгу: "Русские ученые в первые годы Великой революции", — писал А.М. Горький в 1927 г., — это будет удивительная книга о героизме, о мужестве, о непоколебимой преданности русских ученых своему делу — делу обновления, облагораживания мира и России» [12].

К числу таких деятелей науки, по мнению Горького, принадлежал и В.Н. Ипатьев. Несмотря на перегруженность государственными заданиями и по линии ВСНХ и Госплана, и по линии Реввоенсовета, Ипатьев ни на один час не забывал о научной работе. А.М. Горький поражался, в каких тяжелых условиях приходилось жить и трудиться русским ученым и высоко ценил их героизм. "Мне в течение трех лет пришлось непосредственно наблюдать ученых Петербурга, — писал он. — В эти годы я непосредственно убедился в обаянии и величии типа русского ученого. Никогда не забуду О.Д. Хвольсона, который работал... в маленькой тесной комнате при двух градуссах ниже нуля, одетый в зимнее пальто, в сапоги с калошами и нитяных перчатках. Работал, не жалуясь на эти ужасающие условия. Фактов, подобных этому, я знаю много" (там же). В аналогичных условиях приходилось работать и Ипатьеву, с которым Горький познакомился и сблизился в 1920 г. в Петрограде при выполнении функций председателя Комиссии по улучшению быта ученых.

В центре же событий, связанных с участием научных сил страны в решении задач восстановления и развития промышленности, стоял В.И. Ленин. От него исходила инициатива осуществления многих научно-технических работ, в частности и в области химической промышленности. Он опирался при этом на советы и помощь Н.П. Горбунова (химика по образованию, ученика Л.А. Чугаева), Л.Я. Карпова, а с 1921 г. главным образом В.Н. Ипатьева.

При поддержке Ленина в 1918–1919 гг. был создан Российский пищевой научно-технический институт и другие химические учреждения: Институт физико-химического анализа и Институт по изучению платины и других благородных металлов АН СССР (ныне ИОНХ им. Н.С. Курнакова), Центральная химическая лаборатория при химическом отделе ВСНХ (в марте 1921 г. преобразована в Химический институт им. Л.Я. Карпова,

существующий и поныне), Научный институт удобрений (ныне Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофугицидам им. Я.В. Самойлова, НИУИФ), Российский институт прикладной химии (ныне ГИПХ), Научный химико-фармацевтический институт и др. В создании почти всех этих учреждений принимал непосредственное участие В.Н. Ипатьев.

В 1920 г. был создан Государственный институт научно-технических исследований (ГОНТИ), директором которого, по предложению Л.Я. Карпова, был назначен В.Н. Ипатьев. Это было весьма своеобразное учреждение: в его функции входили и конкретные исследования фундаментального характера, и разработка новых технологий и даже технических проектов. Многопрофильность института объяснялась тем, что он был призван служить своеобразным координатором всех важнейших научно-технических работ в стране. И в этом отношении он мог рассматриваться как организационное звено Научно-технического отдела ВСНХ.

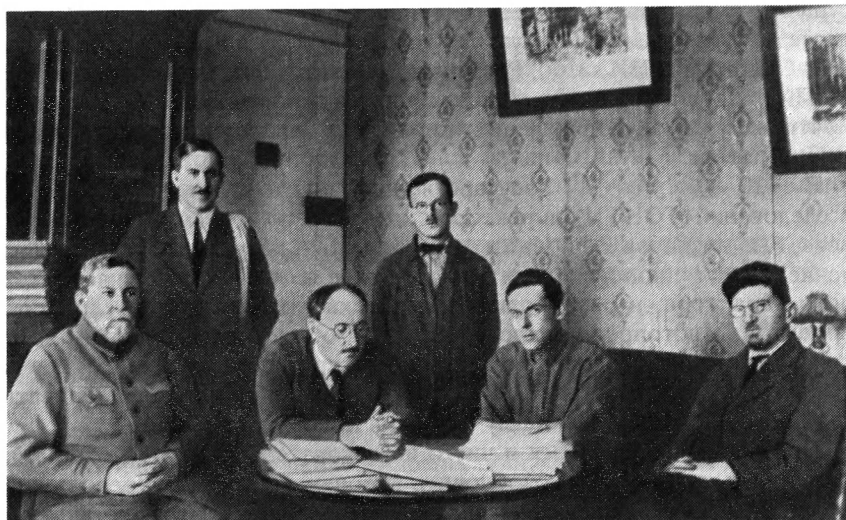
Ипатьев воспользовался и чисто исследовательскими возможностями этого института, чтобы возобновить прерванные войной и революционными событиями экспериментальные исследования в области каталитической химии. Ему удалось сколотить работоспособный коллектив энтузиастов, который, преодолевая все трудности (недостаток реактивов, оборудования, даже топлива), начал нормально работать. Главной темой исследований в этот период явилось изучение деструктивной гидрогенизации органических соединений, основным исполнителем которой был Н.А. Клюквин. Другой сотрудник и ученик Ипатьева — А.К. Андрущенко — занимался восстановлением угольной кислоты и ее солей. Один из отделов института приступил к работам по тематике далекого будущего — полимеризации олефинов и ацетиленов; эта тематика была начата Ипатьевым еще в лаборатории Женского педагогического института.

Однако все экспериментальные работы в ГОНТИ продвигались медленно, так как не хватало ни средств, ни оборудования, ни топлива. Поэтому Ипатьев решил восполнить пробел в экспериментальных результатах подготовкой научно-технических изданий на самые актуальные темы. Это был ответ на призыв Ленина — уделить внимание производственной пропаганде плана ГОЭЛРО.

В 1920–1921 гг. Ипатьев выпустил брошюры: "Производство аммиака", "Разложение пиронафта", "Работа химической промышленности на оборону во время войны", "Туруханский графит", "Химический комитет при ГАУ", "Нефть" и др. Эти ярко написанные работы привлекали внимание широкой советской общественности к вопросам химии и показывали ее значение для народного хозяйства и обороноспособности страны. Большая часть положений, высказанных Ипатьевым в этих работах, сохранила свою силу до настоящего времени.

В связи с переходом в мае 1921 г. на основную работу в ВСНХ Ипатьев должен был оставить ГОНТИ. Его преемником на посту директора ГОНТИ стал академик Н.С. Курнаков.

С именем Ипатьева связано создание крупного научно-исследовательского центра — Государственного института высоких давлений (ГИВД). В 1926 г. в Институте прикладной химии, с которым слился ГОНТИ, была организована Лаборатория высоких давлений, разместившаяся в трех



В.Н. Ипатьев с учениками в Лаборатории высоких давлений, устроенной на его квартире в Ленинграде (1928 г.)

Слева направо: В.Н. Ипатьев, В.В. Ипатьев, Н.А. Орлов, Б.Н. Долгов, А.Д. Петров, В.И. Николаев

небольших комнатах. Под руководством Ипатьева и при активном содействии Н.С. Курнакова, а также начальника опытного завода на Ватном острове Б.К. Климова лаборатория в короткое время выросла в крупную самостоятельную исследовательскую организацию.

Сотрудники ГИВДа активно участвовали в выполнении первого пятилетнего плана индустриализации страны, решая важные практические задачи в области производства топлива, удобрений, синтетических дубителей и др. Крекинг парафинистого мазута с получением моторного топлива, синтез метанола из водяного газа, синтез аммиака, получение синтетических дубящих веществ — вот некоторые вопросы тематики этого института. Одновременно велись работы и по вытеснению металлов из их солей, приведшие к эффективному методу извлечения металлов из отработанных и тощих руд; проводилось исследование различных катализаторов, изучалась работа оборудования в условиях высоких давлений и температур. Особенно много внимания уделялось изучению способа получения аммиака из азота и водорода: разрабатывалась технология приготовления катализаторов, совершенствовалась аппаратура процесса, изучалась устойчивость различных катализаторов к ядам и т.д. Все достижения лаборатории немедленно передавались на завод синтеза аммиака, с которым ученые поддерживали хороший контакт.

Многие проблемы, разрабатываемые в ГИВДе, были связаны с потреблением большого количества водорода, поэтому сотрудники института изучили и освоили оригинальный метод его получения электролизом воды под высоким давлением. Прикладные работы института сопровождалось глубокими теоретическими исследованиями. Аппараты высокого давления, необходимые для научных изысканий, изготовлялись в

мастерской института. Таким образом, ГИВД представлял собой совершенно уникальную исследовательскую организацию, вносящую громадный вклад в науку и технику.

Большинство работ, получивших развитие в ГИВДе, были начаты Ипатьевым еще в 1924 г. в Лаборатории высоких давлений, устроенной в квартире на Васильевском острове в доме № 17 по 8-й линии. Эту квартиру когда-то последовательно занимали А.М. Бутлеров (1876–1886 гг.), Н.Н. Бекетов (1892–1911 гг.), Ф.Ф. Бейльштейн (1912–1914 гг.). Здесь Ипатьев впервые начал изучать вытеснение металлов из растворов их солей. Его ближайшими помощниками были тогда А.И. Киселев и сотрудник Лесного института Н.В. Кондырев.

Собственно, именно эта лаборатория после ее объединения с лабораторией, находившейся в составе ГОНТИ, а затем в Государственном институте прикладной химии, и послужила зародышем Государственного института высоких давлений, фактически образовавшегося в 1927 г. Ядром его научного коллектива наряду с В.Н. Ипатьевым стали недавние выпускники Петроградского университета, впоследствии выдающиеся химики — Б.Н. Долгов, В.В. Ипатьев, Н.А. Орлов, А.Д. Петров, Г.А. Разуваев. Одни из них работали в области органического катализа, другие — в области синтеза аммиака, вытеснения металлов из солей и т.д. Работа молодых ученых продвигалась очень успешно. Все они затем стали работать в Государственном институте высоких давлений. Начиная с 1926 г. научные статьи Ипатьева и его учеников печатались в большом числе. В 1926 г. их было опубликовано более двадцати, в 1927 и 1928 гг. — около тридцати в год и т.д. Каждый год давал Ипатьеву новых учеников. В 1927–1928 гг. у него в ГИВДе начали работать Н.Д. Лихачев, М.С. Немцов, А.В. Фрост, Б.Л. Молдавский и др.

### Посланец Советской России за рубежом

Первый раз после установления советской власти за границу — в Германию, Францию, Бельгию и Англию Ипатьев отправился в декабре 1921 г., когда завершил свою часть работы в Госплане по созданию отечественной химической промышленности. Это был период, когда многие страны не признавали Страны Советов: дипломатические отношения существовали лишь с Англией, Германией, Афганистаном, Ираном и Турцией. Поэтому деятельность Ипатьева за границей была сопряжена с большими трудностями. Например, во время пребывания во Франции и Бельгии пресса организовала против советского гостя настоящую травлю.

В газете "L'Action Francais" Л. Додэ — сын известного писателя Альфонса Додэ — выступил со статьей, в которой писал, что Ипатьев — слуга и посланник Ленина, брат того Ипатьева, в доме которого в Екатеринбурге были убиты царь Николай II и его семья, и с издевкой обсуждал причины его появления во Франции. Русская белоэмигрантская газета "Общее дело", выходившая в Париже, называла Ипатьева человеком с продажной душой и троянским конем, одна из целей приезда которого состоит в большевистской пропаганде. Более того, его постоянно тревожили полиция и министерство иностранных дел, а также шпики, следовавшие за ним везде по пятам.

Не лучше было и в Бельгии, где в газетах появились запросы в адрес правительства по поводу того, на каком основании разрешается въезд в страну подобным господам, продавшимся большевикам, направленным для проповедования идей коммунизма. Бельгийское правительство сделало официальное заявление о целях посещения Ипатьевым их страны и в дальнейшем запретило ему въезд. По воспоминаниям Ипатьева, впоследствии, когда ему приходилось проезжать через Бельгию, пограничные чиновники всякий раз предупреждали, что если он задержится в стране хоть на один день, то будет арестован.

Несмотря на все неприятности, Ипатьев, действовавший под непосредственным руководством Красина, выполнил все поручения своего правительства. Он осмотрел ряд заводов Германии: производство карбида и цианамиды кальция, получение аммиачной селитры; азотной кислоты путем окисления аммиака и др., имел переговоры с представителем немецкой фирмы "Байерише Штикштоф Верке" Н. Каро, познакомился с химическими заводами и лабораториями в Леверкузене и Людвигсхафене, провел переговоры с промышленными кругами Бельгии, Франции и Шотландии; в последней стране ему показали заводы по переработке сланцев. Кроме того, в Германии Ипатьев встречался с Ф. Габером, В. Нернстом, К. Бошем и А. Митташем; в Англии он посетил лондонскую университетскую лабораторию, во Франции — лабораторию сотрудника П. Сабатье — Ж.Б. Сандерана.

В 1922 г. правительство включило В.Н. Ипатьева в качестве эксперта по научно-техническим вопросам в состав делегации на Генуэзскую конференцию. В.И. Ленин придавал большое значение подбору экспертов. В проекте директивы заместителю председателя и всем членам делегации он писал: "Ввиду многократно доказанного стремления наших спецов вообще и меньшевистствующих особенно надувать нас (и надувать очень часто успешно), превращая поездки в отдых и в орудие укрепления белогвардейских связей, ЦК предлагает ограничиться абсолютнейшим минимумом из наиболее надежных экспертов, с тем чтобы каждый имел письменное ручательство и от соответствующего наркома и от нескольких коммунистов" [13]. Однако Ипатьеву, дожидавшемуся в Германии вызова в Геную, не удалось на этот раз посетить Италию, так как предполагавшиеся переговоры по конкретным научно-техническим вопросам не состоялись.

По возвращении на Родину Ипатьев отчитался в ВСНХ и сделал ряд докладов о своей поездке на научных заседаниях.

Н.П. Горбунов сообщил ему рекомендацию Ленина опубликовать в газете "Правда" несколько статей по результатам заграничной командировки, что Ипатьев охотно выполнил. Кроме того, он написал статью в журнал "Наши достижения", созданный А.М. Горьким, и рассказал о своих заграничных впечатлениях в брошюре "Наука и промышленность на Западе и в России" [4].

Из встреч с учеными Германии наибольший интерес представляла встреча с президентом Немецкого химического общества К. Гарриесом. Свидание Ипатьева с немецким исследователем каучука началось с вопроса Гарриеса, тот ли это Ипатьев, который впервые синтезировал изопрен и доказал его строение. Получив утвердительный ответ, Гарриес



пригласил Ипатьева на очередное заседание Немецкого химического общества. Кроме Ипатьева, на заседании, состоявшемся 15 мая 1922 г., присутствовали русские ученые В.Н. Крестинский, А.Н. Маковецкий, Д.Н. Прянишников и др. На приветствие Гарриеса в адрес представителей русской советской науки Ипатьев ответил следующими словами:

"Тяжелый путь, пройденный нами, нас закалил. Мы многому научились, и я должен сказать, что во всех нас живет твердая вера, что великая Россия снова займет надлежащее место среди цивилизованных стран и что русский гений обогатит человечество великими идеями как в науке, так и в области искусства" [2, т. 2, с. 263].

Через две недели после заседания Немецкого химического общества Ипатьеву пришлось выступить на III Менделеевском съезде в Петрограде, состоявшемся после более чем десятилетнего перерыва (предыдущий съезд был в 1911 г.). Перед переполненной аудиторией на заключительном пленарном заседании Ипатьев рассказал о поездке в Европу. Его доклад "О новейших успехах химической науки и промышленности во Франции и Германии" был выслушан с огромным вниманием.

В начале 1923 г. Ипатьев снова поехал в Германию в трехмесячную научную командировку. На мартовском заседании Немецкого химического общества, состоявшемся в "Hoffman Haus" под председательством Ф. Габера, Ипатьев сделал доклад о своих последних работах на тему "Вытеснение металлов второй группы нечетных рядов периодической таблицы водородом под давлением из водных растворов солей". Присутствовавший В. Нернст пригласил затем докладчика к себе в Институт физической химии (Берлин) для обсуждения доклада. Эта поездка позволила Ипатьеву ознакомиться с новейшими физико-химическими методами управления процессами органического синтеза, которые были разработаны в Германии в 1918—1922 гг., и заказать ценное лабораторное оборудование для вновь создаваемых химических научных институтов СССР.

Небезынтересно отметить, что во время этой поездки Ипатьев встретился за границей с А.М. Горьким и А.Н. Толстым, с А.К. Глазуновым и другими представителями русской культуры. Научную командировку Ипатьев использовал еще и для посещения Минералогического института в Осло, где познакомился с его директором В.М. Гольдшмидтом, одним из основоположников геохимии. Между Ипатьевым и Гольдшмидтом установился затем оживленный обмен научной информацией. По инициативе Ипатьева Гольдшмидт в 1924 г. был избран иностранным членом-корреспондентом Академии наук СССР.

В конце 1926 г. Ипатьев получил предложение от немецкой фирмы "Байершце Штикштоф Верке" организовать в их центральной лаборатории в Берлине научные исследования по катализу под высоким давлением [14]. Советское правительство разрешило Ипатьеву выезжать в Германию три раза в год сроком на 1,5—2 мес. Ипатьев в феврале 1927 г. представил подробный доклад в Академию наук о планах научной работы в Германии [15]. В 1928 г. Академия наук также подтвердила свое согласие на проведение Ипатьевым работ в Германии [20]. Все расходы на разъезды фирма брала на себя. Интересно, что одним из пунктов договора оговаривалось право Ипатьева на изобретения, которые будут им разработаны в Берлине: все изобретения патентуются фирмой в

Германии с указанием авторства Ипатьева, а в СССР Ипатьев имеет право их запатентовать от своего имени, и они безвозмездно принадлежат Советскому государству. Кроме того, Ипатьев по договору принимал участие в прибылях от продажи лицензий. В Германии у Ипатьева был лишь один ученик — К.Ф. Фрайтаг, который родился и жил до 1914 г. в России. Место для работы им отвели в Центральной лаборатории фирмы, заведующим которой был доктор М. Франк. Уже в первую свою поездку в Германию (апрель 1927 г.), когда еще не были готовы аппараты высокого давления, Ипатьев с Фрайтагом провел интересную работу по превращению нерастворимой серноокислой соли бария в растворимый хлористый барий. Это достигалось пропусканием хлора через тяжелый шпат, нагретый до 600°C. В подобранных условиях целевой хлорид бария получался с выходом до 80%.

В начале июня 1927 г. Ипатьев снова посетил Германию. Для демонстрации своего метода высоких давлений он выбрал реакцию вытеснения меди из ее серноокислых растворов, а затем приступил к изучению действия окиси углерода на растворы медных солей. Было обнаружено, что при этом соли окисной меди восстанавливаются в соли закисной меди с одновременным образованием медной соли муравьиной кислоты. Заинтересовавшись механизмом этого процесса, Ипатьев впервые осуществил синтез муравьиной кислоты из окиси углерода и воды, модифицировав метод М. Бертло. Для этого на дистиллированную воду при 200°C действовали окисью углерода под давлением 160 атм.

В следующее пребывание в Берлине Ипатьев предложил исследовать окисление фосфора... водой (!) под давлением. Результаты были превосходными: фосфор при 300°C окислялся полностью в фосфорную кислоту, которая совершенно не содержала фосфористого водорода и других примесей. Одновременно непосредственно из фосфора получались соли фосфорной кислоты, если вместо воды брались щелочи.

В последующие свои посещения центральной лаборатории "Байерисхе Штикштоф Верке" Ипатьев исследовал окисление фосфора, осаждение металлической меди из растворов ее солей и закиси меди, гидрогенизацию ацетиленов. В отсутствие Ипатьева Фрайтаг работал в соответствии с программой, составленной Ипатьевым. Таким образом, возникновение немецкой школы катализаторов, освоивших метод высоких давлений и температур, связано с именем нашего соотечественника — Ипатьева.

Немецкие ученые вообще с большим уважением относились к представителям русской науки. Эти хорошие отношения получили особенное развитие в 1920—1930-е годы. В июне 1927 г. они организовали "Неделю русских естествоиспытателей" в Берлине, куда были приглашены 20 наиболее крупных русских ученых, которые выступали с докладами о своих работах. Среди приглашенных были В.Н. Ипатьев, А.Е. Чичибабин, А.Ф. Иоффе, П.П. Лазарев, физиолог А.Г. Гурвич, выдающийся советский хирург С.П. Федоров и др. Во главе советской делегации стоял первый нарком здравоохранения Н.А. Семашко. Профессор К. Фаянс писал, что "приглашая русских коллег, немецкие ученые хотели выразить им свою благодарность за то сердечное гостеприимство, с которым они их встретили в 1925 г. в Ленинграде и Москве по случаю юбилея Академии наук" [5, с. 77].

В.Н. Ипатьев на заседании Немецкого химического общества сделал доклад на излюбленную тему: гидрирование под высоким давлением и при высокой температуре. После выступления М. Боденштейна, восторженно отозвавшегося о результатах, полученных Ипатьевым, состоялся интересный доклад А.Е. Чичибабина о его последних исследованиях в области пиридиновых оснований. Ипатьев и Чичибабин, представлявшие советских химиков, присутствовали на обедах у профессора Берлинского университета В. Шленка, у директора Биохимического института в г. Далеме К. Нойберга и др. Ипатьев был в гостях и у автора третьего начала термодинамики В. Нернста.

Осенью 1927 г. Ипатьев вместе с А.Е. Чичибабиным, Н.С. Курнаковым, А.Е. Арбузовым, Н.Д. Зелинским, И.А. Каблуковым в составе делегации, возглавляемой наркомом просвещения А.В. Луначарским, в Париже участвовали в юбилейных торжествах в честь 100-летия со дня рождения М. Бергто. Это был праздник мировой науки: в столице Франции собрались ученые 60 стран. Среди гостей были друзья Ипатьева — Р. Вильштеттер, Ф. Габер, В. Нернст, В. Шленк, Г. Виланд и др. Здесь Ипатьев впервые встретился с семидесятилетним П. Сабатье. Встреча двух основоположников гетерогенно-каталитического органического синтеза прошла в самой теплой, сердечной обстановке.

Ипатьев тщательно осмотрел музей Бергто, созданный на фармацевтическом факультете Медицинской школы, где хранятся все труды великого французского ученого, коллекция его приборов и химической аппаратуры. Он присутствовал при открытии мемориальной доски на доме, где жил Бергто, и на закладке "Дома химии Бергто". Празднование 100-летия со дня рождения Бергто было обставлено торжественно и произвело на Ипатьева глубокое впечатление.

В 1928 г. Ипатьев принимал участие в работе еще двух научных форумов за рубежом: IX конгресс по чистой и прикладной химии в Гааге и VIII конгресс промышленной химии в Страсбурге. В Гааге он рассказал о работах по окислению фарфора и синтезу муравьиной кислоты из водяного газа, проводимых под высоким давлением; в Страсбурге доложил об исследованиях по деструктивной гидрогенизации. Во время конгресса он узнал приятную новость: Французское общество промышленной химии присудило ему медаль Бергто.

В 1929 г. Ипатьева командировали на Международный инженерный конгресс в Японию, где его избрали вице-президентом конгресса. В Токио Ипатьеву пришлось дважды выходить на трибуну: кроме научного доклада на секции по топливу, где он рассказал о работе Института высоких давлений, он по обязанности вице-президента конгресса выступил с приветственной речью, обращенной к японским коллегам. В Японии участникам конгресса показали ряд научно-исследовательских центров в Токио, Осаке, Киото и других городах. Особый интерес для Ипатьева представляла Лаборатория высоких давлений в Токио.

Вернувшись в Ленинград, Ипатьев узнал о присуждении ему степени почетного доктора химии Страсбургского университета.

В заключение этой краткой характеристики Ипатьева как посланца Советской России за рубежом нельзя не отметить того, что любая возложенная на него миссия, по свидетельству таких видных партийных и

советских деятелей, как Л.Б. Красин, Л.Д. Троцкий, Ф.Э. Дзержинский, Г.М. Кржижановский, Н.П. Горбунов, выполнялась честно, корректно, сполна и только возвышала авторитет Советской России.

### Организация Доброхима

То, что мы собираемся рассказать в настоящем разделе, нельзя считать уж очень важной вехой в жизни и деятельности В.Н. Ипатьева. Его инициатива по организации Добровольного общества помощи развитию химии и химической промышленности (Доброхим) в СССР хотя и явилась второстепенным делом, но в то же время весьма интересна. Эта инициатива является свидетельством неустанных забот В.Н. Ипатьева об успешном развитии в нашей стране химических знаний во всех его проявлениях и во всех сферах — образовании, науке, в химическом производстве, химизации сельского хозяйства, обороне страны.

В.Н. Ипатьев, по-видимому, не случайно избрал время постановки вопроса об организации Доброхима — вскоре после утраты В.И. Ленина. В феврале 1924 г. он подал обстоятельную записку в Президиум ВСНХ СССР на имя А.И. Рыкова, в которой изложил задачи этой организации. Ипатьеву хотелось привлечь внимание к проблемам химизации народного хозяйства не только специалистов-химиков, руководителей ведомств и партийных функционеров, но и самую широкую общественность. С одной стороны, ставились задачи широкого разъяснения важности химической науки и химической промышленности в производстве новых материалов, удобрений, фармацевтических препаратов. Указывались перспективы поднятия роли химии в экономии сырья, энергетике, обороне страны, с другой — обращалось внимание правительства на необходимость конкретной помощи химическим лабораториям высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов в их оснащении оборудованием и реактивами, средствами информации. Убедительным аргументом для создания Доброхима явился призыв к своеобразному всеобучу молодежи в деле овладения военно-химическими знаниями.

ВСНХ в принципе сразу же одобрил инициативу Ипатьева. Но на практические рельсы это дело было поставлено только в марте—апреле 1924 г. после возвращения Л.Д. Троцкого в Москву из Абхазии. Троцкий проявил большой интерес к предложению Ипатьева, немедленно выступил в поддержку его в печати и принял меры организационного характера для его реализации.

Первое организационное заседание общества состоялось 19 мая 1924 г. в Большом театре в Москве. По поручению Реввоенсовета его открыл И.С. Уншлихт. Затем с политическим докладом, обосновавшим создание Доброхима, выступил Л.Д. Троцкий, а за ним с докладом о конкретных задачах общества — В.Н. Ипатьев. Был избран президиум Центрального комитета общества, в который вошли Л.Д. Троцкий в качестве председателя, В.Н. Ипатьев и М.В. Фрунзе в качестве его заместителей.

Никакого индукционного периода в деятельности общества не было. Ипатьев поставил дело так, что оно уже в 1924 г. смогло дать важные результаты своей работы.

Организация Доброхима сумела объединить соответствующие научные и технические силы страны. Уже в том же 1924 г. она обратила внимание правительственных учреждений на необходимость осуществления ряда экстренных мер по химизации сельского хозяйства, в частности на важность переработки "бедных" фосфоритов в фосфорную кислоту, крайне необходимую для сельского хозяйства, и организовала ее проверку в лабораторных и полупромышленных масштабах, осуществленную под руководством профессора Э.В. Брицке. Одновременно Доброхим возбудил перед Президиумом ВСНХ вопрос о необходимости добычи мышьяковистых соединений из качконарских руд (под Челябинском) для борьбы с вредителями сельского хозяйства и о необходимости пуска бромного завода в Крыму на Сакском озере, бездействовавшего с 1916 г. Главная цель Доброхима на первых порах заключалась в содействии тем отраслям химической промышленности, которые могут оказаться полезными и в военное время. Работа этой организации осуществлялась в соответствии с планами, составленными с учетом наличия научных сил и химических производств в каждом отдельном районе страны.

В октябре 1924 г. Ипатьева пригласили выступить на учредительном собрании московского отделения Доброхима, где присутствовали И.С. Уншлихт, члены Реввоенсовета К.Е. Ворошилов и С.М. Буденный, другие военачальники. Ипатьев подробно остановился на задачах организации и подчеркнул важность развития научных исследований вообще и в области химии в частности [16]. "Вопрос этот об организации научных исследований в СССР в настоящее время, — сказал Ипатьев, относится, я считаю, к числу самых важных задач. Я не могу не вспомнить здесь Владимира Ильича Ленина, с которым по обязанности своей работы приходилось говорить о научных работах в Республике. Его государственный ум вполне оценивал все важное значение необходимости научных исследований, и в тяжелые годы революции он находил средства основывать новые научные институты, принимая меры к тому, чтобы не замерла у нас научная жизнь, и при всяком удобном случае интересовался, что у нас делается в научном мире.

Мы должны помнить завет Ленина, ибо без научной работы мы будем рабами других цивилизованных стран" [17, с. 13].

В дальнейшем организация Доброхим была реорганизована в Авиахим, а в 1927 г. — в Осоавиахим. В день 35-летия научной деятельности Ипатьев получил почетное звание активиста Осоавиахима с вручением почетного значка, а в теплом приветствии Союза Осоавиахима СССР и РСФСР указывалось: "Являясь одним из организаторов Доброхима в 1924 г., Вы своим участием в наших общественных организациях способствовали привлечению внимания рабоче-крестьянского населения к вопросам химической обороны и промышленности СССР" [5, с. 93].

Организация Доброхим послужила и идейным и организационным основанием создания тех массовых добровольных обществ, которые после ряда преобразований, обусловленных временем, составили наше современное общество ДОСААФ.

## Парадоксы второй половины 1920-х годов

До 1925 г. включительно в жизни и деятельности В.Н. Ипатьева как "главы нашей химической промышленности" можно было видеть сплошную линию удач. Один за другим появлялись новые исследовательские центры. Возрастал поток законченных научных работ, передаваемых в промышленность. Создавались не только новые заводы, но и новые отрасли химической промышленности. Крепло сотрудничество советских и зарубежных ученых в решении таких актуальных научно-технических проблем, как синтез аммиака, контактное производство серной кислоты, получение всевозможных красителей, лаков, олиф, моющих средств. Все это, естественно, радовало и создавало новые стимулы для дальнейшей активной работы.

При этом Владимир Николаевич вовсе не склонен был какие бы то ни было успехи приписывать только себе или даже возглавляемым им ведомствам в ВСНХ и Реввоенсовете. Отнюдь не из-за скромности, а в соответствии с истинным положением дел он постоянно подчеркивал, что строительство новых институтов и промышленных предприятий, а в особенности освоение новых сырьевых районов, — это в значительной степени инициатива руководства, чаще всего В.И. Ленина. Только при том повседневном внимании и той помощи, которые оказывались в свое время В.И. Лениным, Г.М. Кржижановским, А.И. Рыковым, Л.Д. Троцким, Ф.Э. Дзержинским, Л.Б. Красиным, Н.П. Горбуновым и другими руководящими деятелями в Совнаркоме, Госплане, ВСНХ и Реввоенсовете, можно было рассчитывать на успех в развитии химической промышленности. Одним из самых эффективных стимулов в своей работе он считал доверие к нему как "буржуазному специалисту". Этому доверия он ждал, принимая столь ответственные руководящие посты.

"То доверие, которое мне оказывали большевики, я очень ценил и по совести могу сказать, что никогда не позволял себе им злоупотреблять, — писал Ипатьев. — В этом отношении большевики не ошиблись в моем характере, и я честно перед своей Родиной исполнял все возлагаемые на меня обязанности. То же я завещал делать и моему сыну и дочери. Я не боялся высказывать смело мои взгляды по тому или другому вопросу; иногда мне приходилось даже стукнуть кулаком по столу, но большевики чувствовали, что я говорю правду" [2, с. 354]. Ипатьев, естественно, выделял среди большевиков разные типы руководителей: более опытных и менее опытных, высокообразованных и недостаточно образованных, лидеров партии и ведомых. Однако в общем он видел в подавляющем большинстве из них людей, глубоко заинтересованных в строительстве новой жизни и потому выражающих искреннее желание вместе со старыми специалистами налаживать хозяйственную жизнь.

"С большевиками можно работать, — говорит он, — и среди них находятся люди, которые в состоянии здраво смотреть на вещи и ценить работу людей, которые не за страх, а за совесть работают для своей страны" [2, с. 356].

Ипатьев, пожалуй, склонен был гордиться не только тем, что к нему хорошо относятся лидеры партии, члены Политбюро, но и партийные руководители более низких звеньев. Он высоко оценил, например, предло-

жение, исходившее от заместителя председателя ВСНХ Ю.Л. Пятакова, вступить в партию и дать за Ипатьева поручительство. Владимир Николаевич сердечно поблагодарил Ю.Л. Пятакова за это предложение, но указал, что "часть убеждений" его "не совпадает с коммунистическим учением" и что он и без принадлежности к партии будет приносить стране пользу.

Но все-таки не все шло так гладко в отношениях между Ипатьевым и руководящими деятелями государства даже и в первой половине 1920-х годов, как это можно себе представить, исходя из сказанного выше. Так, например, в 1922 г., во время командировки Ипатьева в Германию, без его ведома Президиум ВСНХ вынес постановление об упряднении Главхима, начальником которого был Владимир Николаевич. Ипатьев узнал об этой новости только из газет. Тогда же Президиум ВСНХ обсуждал вопрос о выводе Ипатьева из состава Президиума. И только после того, как В.И. Ленин, случайно узнавший об этом, дал указание тогдашнему председателю ВСНХ П.А. Богданову, чтобы "Ипатьев входил в состав Президиума при всяком числе его членов", Владимир Николаевич был оставлен членом Президиума ВСНХ. Были и другие попытки помешать Ипатьеву в выполнении им его сложных государственных обязанностей. В 1925 г. кто-то распространил слух о неправильных действиях возглавляемой Ипатьевым Комиссии по связанному азоту, граничащих с вредительством. По этому вопросу у Владимира Николаевича был специальный разговор с Ф.Э. Дзержинским, который тогда был председателем ВСНХ. Дзержинский, выслушав доклад Ипатьева, посоветовал не обращать внимания на сплетни и заявил о полной поддержке всех начинаний ученого и об оставлении его членом Президиума ВСНХ на новый срок.

Однако вскоре в связи с болезнью Ф.Э. Дзержинского и его кончиной (26 июля 1926 г.), а также в связи с давлением на Л.Д. Троцкого со стороны Политбюро обстоятельства резко изменились. В июле 1925 г. Троцкий без какого бы ты ни было желания работать в ВСНХ был назначен членом Президиума этого хозяйственного органа и куратором Научно-технического отдела. В начале 1926 г. он занял должность председателя Коллегии НТО, а Ипатьев стал его заместителем. После смерти Дзержинского Троцкий вообще покинул ВСНХ, а Ипатьев, как он сам узнал об этом только из газет, был отстранен от должности заместителя председателя Коллегии НТО и выведен из состава Президиума ВСНХ. Аналогичное отстранение Ипатьева от руководства химическими делами произошло и по линии Красной Армии. При реорганизации Химического комитета в Химическое управление вместо Ипатьева его начальником был назначен другой человек.

Ипатьеву трудно было понять, что означают все эти шаги: освобождение ученого от административных обязанностей с целью предоставления времени на исследовательскую деятельность или удар по очередному еще функционирующему буржуазному специалисту? Если верно первое предположение, то почему все эти шаги предприняты за спиной Ипатьева? Если же правильно второе предположение, то ничего не остается, как заняться всецело только научной работой и ждать. Во всяком случае, у Ипатьева тогда и мысли не было об эмиграции.

Собственно на научном поприще дела складывались совсем неплохо. Все шире разворачивались научные работы в Лаборатории высоких давлений Академии наук, которая вот-вот должна стать первым "блоком" в сооружении ГИВДа. Большие достижения были получены Ипатьевым в работах, проводимых в Германии. Эти работы приносили научные результаты и германским фирмам, и СССР, и хорошие гонорары, за счет которых покупалось оборудование для наших ученых.

В 1925 г. при самом активном участии Ипатьева как одного из организаторов торжества отмечалось 200-летие Академии наук. На чествовании заслуг русской научной мысли со всех концов мира съехались ученые; собралось более 200 иностранцев и было получено более 400 поздравлений. Празднование открыл М.И. Калинин, а затем, после исполнения "Интернационала" и юбилейной сонаты Глазунова, последовали приветственные речи ученых, были прочитаны поздравления иностранных академий наук. Проводились экскурсии по Ленинграду, состоялось торжественное заседание в Таврическом дворце, был проведен большой вечер с банкетом в Русском музее.

Из Ленинграда гости, среди которых были Г. Тамман (Геттинген), К. Фаянс (Мюнхен), В. Эйлер (Стокгольм), И. Христиансен (Копенгаген), М. Планк (Берлин), Ч.В. Раман (Калькутта) и другие видные ученые, направились в Москву. Им были показаны все достопримечательности столицы, а в заключение Советское правительство устроило прощальный банкет в Колонном зале Дома союзов, на котором нарком просвещения А.В. Луначарский сказал знаменитую речь на пяти языках, в том числе и на латинском. Торжественность обстановки, четкая организация празднеств, русское гостеприимство надолго запомнилось гостям.

Один из иностранцев, мюнхенский профессор К. Фаянс, писал: "Обилие впечатлений этих торжественных дней буквально ошеломило гостя, владеющего русским языком и впервые посетившего эти два города, во многих отношениях столь исключительные...

Среди всего изобилия впечатлений тогдашняя встреча с Владимиром Николаевичем принадлежит к числу моих наиболее приятных воспоминаний. Прежде всего большая сердечность, с которой он подходит к человеку, искренность и прямота всего его существа, которые сразу же привлекают и так способствуют сближению. Но чувствуется также, что вы имеете дело с человеком необычайной силы воли, и становится понятным, что именно ему, столь известному своими успешными научными изысканиями, поручена была тяжелая и ответственная задача — организации химической промышленности страны.

Очевидно, что человек с его большим научным авторитетом, обладающий такими личными достоинствами, был именно тем, кто в состоянии был вновь восстановить прерванные войною взаимоотношения. Его многократным путешествиям в Германию и его тесным взаимоотношениям с научными и промышленными кругами Германии мы, в большей степени, обязаны установлению совершенно нормального контакта между русскими и немецкими химиками" [5, с. 76—77].

После окончания торжеств гости-химики остались в Москве для участия в работе IV Менделеевского съезда по чистой и прикладной химии. Съезд открылся в Московской консерватории. В.Н. Ипатьев

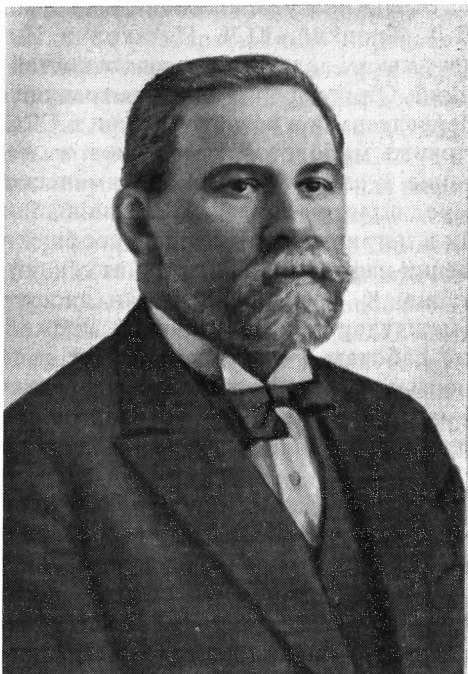


устроил дело таким образом, что на съезде присутствовали видные члены Советского правительства — Л.Д. Троцкий, Ю.Л. Пятаков и И.С. Уншлихт. В присутствии почти двух тысяч делегатов съезда и гостей с первым докладом выступил Троцкий. Он говорил о великих традициях русской химии, идущих от Д.И. Менделеева, и о развитии химии в СССР в условиях господства марксистского мировоззрения. Вслед за тем Ипатьев сделал доклад "Положение и задачи советской химической промышленности". Большой интерес вызвали доклад А.Е. Чичибабина "Новейшие исследования и теории в органической химии" и сообщение Н.Д. Зелинского "О дегидрогенизации нафтенов". На одной из секций в зале Химического института выступили К. Фаянс и Ч.В. Раман (впоследствии лауреат Нобелевской и международной Ленинской премий), рассказавшие о последних своих работах. IV Менделеевский съезд показал, что русские ученые с честью вышли из тяжелых испытаний военного времени и послевоенной разрухи. Было отмечено, что наиболее важные научные результаты за этот период были получены академиком Ипатьевым и его школой.

В 1926 г. друзья и почитатели В.Н. Ипатьева выдвинули предложение о том, чтобы в следующем году, когда должно было исполниться 60 лет со дня рождения Владимира Николаевича и 35 лет его научной деятельности, было устроено чествование академика. Ипатьев охотно согласился с этим предложением, имея в виду прежде всего возможность выяснения отношений к нему со стороны тех, кто был инициатором его отстранения от занимаемых постов в ВСНХ и РККА. Ему было ясно, что эти инициаторы, скорее всего, находятся вне названных ведомств и их инициатива является всего лишь еще одним шагом в установившейся после смерти В.И. Ленина тенденции — одного за другим убирать из государственного аппарата и РККА старых специалистов. Конечно, ему хотелось этого чествования еще потому, что оно должно было бы стать чествованием 25-летия русской каталитической химии.

Предложение это было поддержано Академией наук СССР, Коллегией НТО ВСНХ и Советским правительством. Из представителей этих органов был образован оргкомитет по проведению чествования.

"Это празднование должно явиться торжеством русской науки. Не подлежит никакому сомнению, что юбилей В.Н. Ипатьева явится и праздником мировой науки", — писал А.Е. Чичибабин [5, с. 41]. Подготовка к юбилею от Ипатьева сохранялась в секрете. Председатель оргкомитета М.Я. Лапиров-Скобло, друзья юбиляра А.П. Шахно, М.А. Блох и другие хотели сделать для Владимира Николаевича приятный сюрприз. Праздник для него начался рано утром 15 мая 1927 г., когда сначала особый курьер привез поздравление К.Е. Ворошилова из Реввоенсовета, а затем телефон стал захлебываться от многочисленных звонков друзей и знакомых, желавших лично выразить уважение выдающемуся русскому ученому. Многие центральные газеты в тот день поместили портреты В.Н. Ипатьева и обширные статьи о нем. Торжественное заседание состоялось в Москве в большой аудитории Политехнического музея. В президиуме места занимали заместитель председателя ВСНХ СССР А.П. Серебровский, заместители наркома по военным делам И.С. Уншлихт и С.С. Каменев, нарком здравоохранения



В.Н. Ипатьев в день присуждения ему премии им. В.И. Ленина и почетного звания заслуженного деятеля науки (1928 г.)

Н.А. Семашко, академики С.Ф. Ольденбург, Н.С. Курнаков и А.Е. Ферсман, профессора А.Н. Бах, Э.В. Брицке, Н.Д. Зелинский, И.А. Каблуков, В.Е. Тищенко, А.А. Яковкин, Е.И. Шпитальский, А.А. Солонина, Л.Г. Ландау, М.А. Блох и др. Первое слово было предоставлено Ипатьеву. Свою речь он посвятил достижениям в области катализа за последние 25 лет. Затем начались приветствия. Всего Ипатьев получил более 400 поздравительных телеграмм и адресов из 18 стран мира, в том числе 70 приветствий от государственных учреждений и заводов, 90 – от исследовательских институтов и вузов и 120 – от крупнейших университетов и академий 18 стран мира.

Возвратившись в Ленинград, Ипатьев на очередном майском заседании Русского физико-химического общества

сделал доклад о своих последних работах. На этом заседании, как и 35 лет назад во время первого научного выступления Ипатьева, председательствовал академик Д.П. Коновалов; он тепло приветствовал юбиляра. Заседание общества вылилось в чествование Ипатьева, а вечером состоялся юбилейный банкет, на который пришел президент Академии наук А.П. Карпинский. Немецкие ученые и инженеры прислали Ипатьеву в подарок 10 тыс. марок, на которые Ипатьев приобрел за границей оборудование для Института высоких давлений и других организаций.

История русской науки, пожалуй, не знала такого случая, чтобы чествование ученого, каким бы знаменитым он ни был, выливалось в столь крупное событие всей страны. Газеты, радио, собрания ученых и работников промышленности отмечали 15 мая 1927 г. как праздник — праздник науки.

В этот день В.Н. Ипатьев узнал, что правительство СССР присудило ему почетное звание заслуженного деятеля науки. В 1927 г. он был награжден премией им. В.И. Ленина.

Казалось бы, чего можно было ожидать еще, чтобы убедиться в полном доверии советского и партийного руководства к Ипатьеву, в полной безопасности его перед всеильными органами внутренних дел. Но к этому времени уже не было в живых Ленина, оказалась в опале Троцкий, умер Дзержинский, были сняты со своих прежних постов Н.И. Подвойский

и Н.П. Горбунов, отодвинут на задний план политической жизни Г.М. Кржижановский. Один за другим в 1926—1929 гг. начались аресты коллег, хороших знакомых и даже близких друзей Ипатьева. Неожиданно были арестованы академики С.Ф. Платонов и Н.П. Лихачев. Через несколько дней после того, как известный специалист в области горного дела инженер П.М. Пальчинский произнес блестящую речь на банкете в честь В.Н. Ипатьева в Ленинграде, он был арестован и вскоре расстрелян. Кстати, Пальчинский говорил Ипатьеву еще в 1922—1923 гг., что пока жив Ленин, он будет считать себя в полной безопасности, не будет Ленина, может статься, что не будет и Пальчинского, ибо уж очень высокий пост (товарищ министра и затем министр) занимал он в царском правительстве и в кабинете Керенского.

В феврале 1929 г. был арестован профессор Е.И. Шпитальский, близкий друг и сотрудник В.Н. Ипатьева по Химическому комитету. "Мое настроение стало особенно тревожным, — говорил Ипатьев, — потому что Е.И. ... знал все детали моей жизни и при допросе совершенно случайно мог сообщить некоторые факты, которые позволили бы привлечь и меня к допросу, а впоследствии и к аресту. Хотя я хорошо знал благородную натуру Е.И. и гнал от себя всякую мысль о возможности неблагоприятного поступка с его стороны, но все слышанное мною о допросах ГПУ ... невольно порождало в моей душе мысль о возможности и моего ареста" [2, с. 541]. В.Н. Ипатьев ходатайствовал об освобождении Е.И. Шпитальского перед А.И. Юлиным, Г.М. Кржижановским и другими крупными государственными деятелями, но безрезультатно. Более того, он получил угрозы в свой адрес. Вскоре стало известно, что Е.И. Шпитальский скончался в тюрьме. Есть все основания полагать, что он был расстрелян.

Может быть, на этой почве у Ипатьева начались серьезные столкновения с А.И. Юлиным и новым председателем ВСНХ В.В. Куйбышевым, которые всячески препятствовали выездам Владимира Николаевича в Германию для работ по договору с немецкими фирмами. Возможно, что и на самих руководителей ВСНХ было оказано давление извне. За второе предположение говорит то обстоятельство, что в 1929 г. начался настоящий поход карательных органов против специалистов, связанных с Ипатьевым.

В июне 1929 г. был арестован заведующий Отделом химической промышленности в Госплане СССР инженер В.П. Немзолкин, которому Ипатьев как член Госплана всегда давал хорошую официальную характеристику.

В ноябре того же года арестовали профессора В.П. Кравца — члена Коллегии Главхима, одного из наиболее близких к Ипатьеву людей, выступавшего с докладом о научных заслугах Ипатьева 15 мая 1927 г. на юбилейном заседании.

В.П. Кравца об аресте предупредил кто-то из его друзей, связанных с "органами". Поэтому он буквально накануне ареста заявил Ипатьеву как другу:

"Владимир Николаевич, Вы знаете, что я ни в чем не виноват, и если до Вас дойдут слухи или Вы прочтаете в газетах, что во время моего допроса в ГПУ я сознался в своей вредительской деятельности, то не верьте этому! То же самое я сказал еще и своей жене" [2, с. 584]. Впоследствии оказалось, что ради спасения жены и двоих детей он на

допросе что-то наговорил на себя, и его досрочно освободили. Нам ведь теперь известно, что подобным образом оговорили себя профессор Л.К. Рамзин и другие члены так называемой Промпартии.

В том же 1929 г. были арестованы Г.Г. Годжелло — любимый ученик Ипатьева, его помощник по руководству Анилтрестом и сосед по квартире в Москве, а также Н.И. Довгелевич, тоже ученик Ипатьева. В ноябре 1928 г. были арестованы и расстреляны коллеги Ипатьева, эксперты ВСНХ, инженеры В.С. Михайлов (в прошлом, так же как и Ипатьев, генерал), В.Н. Деханов, И.И. Дымман и А.И.Высочанский.

Эти аресты Ипатьев не мог рассматривать изолированно друг от друга и отделять от своего собственного положения. Поэтому он не был удивлен, слушая от многих своих компетентных друзей строго конфиденциальные, но заслуживающие полного доверия предупреждения о том, что является ближайшим кандидатом на арест.

Разве он не понимал, что карательные органы были давно и хорошо осведомлены о его связях с Троцким, который был выдворен из СССР в феврале 1929 г., с Пальчинским, Рамзиным и другими оппозиционерами, "вредителями", "врагами народа", обезвреженными ГПУ? К тому же Ипатьева уже не раз самого вызывали и в ГПУ и к новому руководству ВСНХ по поводу доносов на него, чаще всего связанных с его регулярными поездками за границу. Однажды даже в Постановление СНК СССР после его доклада о работах, проводимых им в ГИВДе и в немецких фирмах, попал по чьей-то инициативе пункт, запрещавший его работу в Германии.

Что он должен был предпринять в этих условиях? Ждать по ночам стука в дверь или — хотя бы временно — отказаться от принятого ранее решения — ничего не опасаться и работать, не жалея сил?

Нет, терпеть дальнейший нарастающий поток вымыслов и доносов, прятать куда-то вглубь человеческое достоинство он более уже не мог. Поэтому в 1930 г. он принимает твердое, хотя и крайне тяжелое для него решение выехать за границу и *до поры до времени* не возвращаться.

Можно прочесть его личные заметки, где он касается этой непростой темы. Находясь в 1927 г. в Германии в очередной командировке, он вместе с Альбертом Эйнштейном как-то оказался гостем В. Нернста. Там во время обеда произошел разговор, подробно описанный Ипатьевым: "Один из немецких профессоров спросил меня, почему я совсем не покину СССР и не переселюсь за границу, где я найду для продолжения своих научных работ, несомненно, гораздо больше удобств, чем у себя на Родине. *Я в то время не имел ни малейшей идеи покинуть свою страну и не замедлил ответить, что как патриот своей Родины я должен остаться в ней до конца жизни и посвятить ей все мои силы.* Профессор Эйнштейн слышал мой ответ и громко заявил: "Вот этот ответ я вполне разделяю; так и надо поступать". И вот прошло 4—5 лет после этого разговора, и мы оба нарушили наш принцип: мы теперь эмигранты... Конечно, каждый из нас постарался объяснить свое невозвращение известными мотивами, но факт остается фактом: мы изменили нашим убеждениям и покинули свою родину. Впоследствии я откровенно опишу все свои переживания относительно моего решения не возвращаться в течение известного времени в СССР, и, может быть, читатель найдет мои основания

заслуживающими оправдания. *Но у меня самого в душе до конца моей жизни останется горькое чувство: почему сложились так обстоятельства, что я все-таки принужден был остаться в чужой для меня стране, сделаться ее гражданином и работать на ее пользу в течение последних лет моей жизни*" [2, с. 483—484] (курсив наш.— Авт.).

## Литература

1. Ленин В.И. Полн. собр. соч. Т. 53. С. 225—226.
2. Ипатьев В.Н. Жизнь одного химика: Воспоминания. Нью-Йорк, 1945. Т. 2. 638 с.
3. ААНЛО. Ф. 788. Оп. 4. № 11. Л. 21; Ф. 788. Оп. 1. № 109. Л. 32.
4. Ипатьев В.Н. Наука и промышленность на Западе и в России. М.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1923. 56 с.
5. К 35-летию научной деятельности В.Н. Ипатьева. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1929. 171 с.
6. Ипатьев В.Н. Необходимость постановки электродного производства из туруханского графита // Тр. науч.-техн. отд. ВСНХ. 1921. Вып. 6. С. 3—9.
7. Ипатьев В.Н. Положение и задачи советской химической промышленности. М.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1925. 40 с.
8. Трошина А.П., Полякова Э.И., Вольфович С.И. О пометках В.И. Ленина на работе В.Н. Ипатьева "Необходимость постановки электродного производства из туруханского графита" // Вестн. АН СССР. 1965. № 7. С. 104—110; Черняк А.Я. Ленин и научно-техническая книга. М.: Книга, 1988. 255 с.
9. ГАОРСС. Ф. 4. № 17. Л. 24.
10. ААНЛО. Ф. 941. Оп. 1. № 21. Л. 2.
11. Там же. № 11. Л. 12.
12. Горький А.М. Соч. Т. 30. С. 40.
13. Ленин В.И. Там же. Т. 44. С. 376.
14. ААНЛО. Ф. 1. Оп. 1. № 175. Л. 123.
15. Там же. Оп. 1а. № 176. Л. 26.
16. Ипатьев В.Н. Задачи Добродима. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1924. 32 с.
17. Там же. № 177. § 140. Л. 21.

## Глава четвертая

---

### Вне Родины

Отъезд В.Н. Ипатьева из СССР не обошелся без неожиданностей. Владимир Николаевич предполагал выехать в Германию для встречи с руководителями фирмы "Байерише Штикшгоф Верке" в июне—июле 1930 г. При этом он получил разрешение органов внутренних дел взять с собой жену Варвару Дмитриевну, чтобы она могла пройти за границей курс лечения. Однако выдача выездных документов задерживалась, и трудно сказать, состоялся ли бы выезд вообще, если бы не одно привходящее обстоятельство.

20 июня 1930 г. в Берлине созывался Второй Международный энергетический конгресс, на который должна была выехать делегация от СССР в составе 10 человек. Оргкомитет конгресса прислал через полпредство СССР в Германии персональное приглашение на этот форум Ипатьеву. Однако он почему-то (в самом деле, почему?) не был включен в число делегатов. "Но, вероятно, от судьбы не уйдешь, — говорит Ипатьев. — Случилось событие, которого никто не мог предвидеть..." [1, с. 602]. Когда вся делегация должна была находиться в полной готовности, вдруг оказалось, что одного делегата — профессора А.И. Горева из Ленинградского политехнического института — послать в Германию невозможно: он был арестован. Место освободилось; неудобно, чтобы оно оставалось пустым при наличии особого приглашения Ипатьеву. И Владимир Николаевич получил документы на выезд. Более того, он вместе с Варварой Дмитриевной должен был выехать на 5—6 дней ранее других делегатов, чтобы принять участие в заседаниях оргкомитета конгресса.

Здесь важно отметить, что еще в день отъезда, 11 июня 1930 г., он принимал участие в заседании Технического совета химической промышленности НТО ВСНХ, где сделал сообщение о путях решения важнейшей для СССР проблемы обессеривания нефти и нефтепродуктов. Это обстоятельство представляет интерес в том отношении, что в советских средствах массовой информации из-за неточности, допущенной Академией наук, после 1936 г. появились сообщения о том, что Ипатьев уехал за границу и находился вне СССР с 1927 г.

После окончания энергетического конгресса Ипатьев вынужден был заняться в Берлине устройством некоторых своих личных дел. Его давно уже беспокоила болезнь горла. В связи с большой загруженностью работой он не обращал на это серьезного внимания. С течением времени, однако, болезнь прогрессировала, она стала сказываться на состоянии всего организма и принимала угрожающие формы<sup>1</sup>. Родившиеся ранее подозрения о необходимости хирургического вмешательства были подтверждены немецкими врачами, к которым он обратился в Берлине. Ввиду сложности предстоящей операции и специального послеоперационного курса лечения врачи настоятельно посоветовали Ипатьеву немедленно воспользоваться услугами французских или американских медиков, имевших в лечении такого рода болезней наибольший успех. Нуждалась в лечении в то время и жена Ипатьева. Все это и заставило его еще до отъезда из СССР обратиться к Советскому правительству и в Президиум Академии наук с просьбой о предоставлении отпуска для лечения за границей [2]. Получив разрешение на годичный отпуск, продленный затем до 1933 г., Ипатьев пустился "в далекое плавание" по неизведанным маршрутам [3].

С июня по август 1930 г. Владимир Николаевич побывал во Франции, затем в Англии, а в сентябре выехал в США, сначала в Нью-Йорк, потом в Чикаго. Он искал пристанища, временного, но такого, которое давало

---

<sup>1</sup> Об этом рассказала одному из авторов настоящей книги (В.К.) дочь В.Н. Мпатьева Анна Владимировна в 1957 г. Она сама тоже страдала такой болезнью, называя ее "фамильной". А.В. умерла в 1958 г. от рака горла.

бы возможность жить и работать, не теряя связей с сыном и дочерью, которые остались в СССР, со своим Институтом высоких давлений.

Во Франции он мог, конечно, найти все эти не столь уж притязательные условия. Однако он прибыл туда из Страны Советов, где занимал высокий пост в большевистском правительстве. Его не раз уже здесь встречали как нежелательного гостя. Французы, в конце концов, могли с течением времени забыть о его превращении из царского генерала в большевистского деятеля. Русские же эмигранты, хотя и в меньшинстве своем, этого забыть не хотели. В Париже они издавали тогда две газеты — очень правую "Возрождение" и более или менее либеральную "Последние новости". Но обе они имели явно антибольшевистскую направленность и не замедлили отреагировать на приезд Ипатьева. В них с именем Ипатьева связывалось, кроме всего прочего, еще и то обстоятельство, что большевики в доме брата Владимира Николаевича — Николая Николаевича — расстреляли семью Николая II. Словом, некоторые эмигрантские круги (нам хотелось бы подчеркнуть, что в общем-то они находились в меньшинстве) создали для Ипатьева такую обстановку, вынести которую он не мог даже в течение короткого времени. Обо всем этом он рассказал, приехав из Франции в Англию, Петру Леонидовичу Капице, бывшему в то время (1924—1932 гг.) заместителем директора Кавендишской лаборатории, и его жене Анне Алексеевне<sup>2</sup>.

В Англии Владимир Николаевич оставался совсем недолго; в сентябре он пересек Атлантику и прибыл туда, где ему суждено было оставаться до конца жизни.

### **"Невозвращенец"? Нет, человек сломанной судьбы**

О возможности найти временное пристанище в Соединенных Штатах Америки Ипатьев думал еще по дороге на Запад. Хотя и рассматривал эту возможность как менее вероятную по сравнению с жизнью в Париже. Какое-то препятствие к переселению в США он находил и в незнании английского языка. Но уже после прибытия в Берлин, приблизительно в июле—августе 1930 г., он получил от одного из знакомых американцев — совладельца химической фирмы — приглашение на работу в США и даже соответствующие документы, необходимые для получения разрешения на въезд в эту страну. Приглашение это во время пребывания Ипатьева в Европе оказалось не единственным. Разрешение посетить Соединенные Штаты он получил еще и другим путем.

В сентябре 1930 г. В.Н. Ипатьев прибыл в Чикаго и первым делом обратился к врачам. Оказалось, что лечение горла должно начинаться с хирургического вмешательства, что и было осуществлено опытными специалистами. Операция прошла успешно, и после соответствующих физиотерапевтических процедур Владимир Николаевич настолько хорошо себя чувствовал и владел голосом, что согласился прочесть в Чикагском университете небольшой курс лекций по катализу. Этот курс (из 23 лекций)

---

<sup>2</sup> Анна Алексеевна Капица — дочь академика А.Н. Крылова. Она и передала нам сведения об этом визите Ипатьева к Капице и о разговоре с ним.

отличался исключительной насыщенностью важными теоретическими и экспериментальными материалами и поэтому был литографирован в СССР в 1933 г. под редакцией Б.Л. Молдавского и А.В. Фроста. Наряду с этим Ипатьев решил заняться подготовкой большой книги, в которой можно было бы обобщить работы и исследования, осуществленные под его руководством учениками и сотрудниками в области катализа. Эта фундаментальная монография была написана в 1931—1935 гг. и издана в СССР в 1936 г. Академией наук [4]; кроме того, она вышла и в США на английском языке.

Одновременно Ипатьев приступил к экспериментальным работам по контракту с фирмой "Universal Oil Products Co.", где начал создавать лабораторию, оборудованную приборами, обеспечивающими проведение химических процессов при высоких температурах и давлениях.

Вплоть до 1936 г. В.Н. Ипатьев посылал результаты своих исследований, выполненных в США, в советские издания, направлял в научные учреждения СССР дефицитное оборудование и лабораторный инвентарь, принимал советских химиков и инженеров и обсуждал с ними пути решения научно-технических проблем, поддерживал связь с советскими людьми, командированными по линии ведомств внешней торговли и иностранных дел, оказывая им помощь в решении многих вопросов.

Не было дня, когда бы Владимир Николаевич не обсуждал с Варварой Дмитриевной волнующие их вопросы жизни на родине и прежде всего главный для них вопрос — смогут ли они возвратиться в СССР. "В душе моей часто возникало мрачное предчувствие, что, быть может, нам не суждено больше возвратиться обратно", — пишет Владимир Николаевич в своих воспоминаниях. На это Варвара Дмитриевна обычно отвечала более оптимистично: "Поживем — увидим; может быть, обстановка в СССР так изменится, что и нам улыбнется счастье, появится возможность возвратиться".

Однако сведения, приходившие из СССР, не только не были утешительными, но вызывали страшную тревогу. В результате процесса так называемой Промпартии, проходившего в 1930 г., были отправлены в тюрьмы лучшие представители научно-технической интеллигенции. В том же 1930 г. сталинская коса смерти начала уничтожать писателей; дело дошло до того, что в 1934 г. из шестисот делегатов Первого съезда писателей СССР погибло более трети. Постановлением коллегии ОГПУ в 1932—1933 гг. в несудебном порядке были привлечены к уголовной ответственности с назначением различных мер наказания вплоть до высшей меры члены так называемого "Союза марксистов-ленинцев" во главе с М.Н. Рютиным. А в декабре 1934 г. арестованы и 16 января 1935 г. осуждены к тюремному заключению 19 видных партийных и государственных деятелей, в том числе Л.Б. Каменев, Г.Е. Зиновьев и ответственные работники промышленных наркоматов, обвинявшиеся в создании "Московского центра" вредителей. В марте—апреле 1935 г. Особое совещание при НКВД СССР вынесло приговор по делу "Московской контрреволюционной организации — группы рабочей оппозиции"; аресту подверглось 18 человек. Однако наиболее массовые репрессии, как об этом узнал Ипатьев, последовали в конце 1934 — первой половине 1935 г. после убийства С.М. Кирова. В поисках виновников под видом лиц, якобы при-



частных к троцкистско-зиновьевской оппозиции и организованному ей террору, в Ленинграде подверглись аресту не только партийные, но также хозяйственные работники, ученые, писатели. В этой связи из Ленинграда был выслан в Саратов ученик Владимира Николаевича профессор Н.А. Орлов (который в 1936 г. был арестован и затем расстрелян).

С недоумением, тревогой и вместе с тем с явным осознанием нарастания сталинского террора наблюдал Ипатьев, как ученые, инженеры, специалисты в области сельскохозяйственного производства, писатели и художники, военачальники и, наконец, партийные и государственные деятели всех рангов были обвинены во вредительстве, терроризме, заговорах. Все они "оказались" членами или организаторами самых немых оппозиций и контрреволюционных союзов.

Поражала полнейшая беззащитность Сталина и его подручных, в частности Вышинского, в разыгрывавшемся ими фарсе суда: все обвиняемые — бывшие революционеры, прошедшие царские тюрьмы и каторгу, вдруг признавали себя виновными во всех грехах вплоть до связей с фашистами. Но Ипатьев-то знал, какими средствами достигаются такие признания на допросах. Страшную горечь доставляли эти сообщения; они вызывали невыносимую боль за многострадальный русский народ, за родную страну.

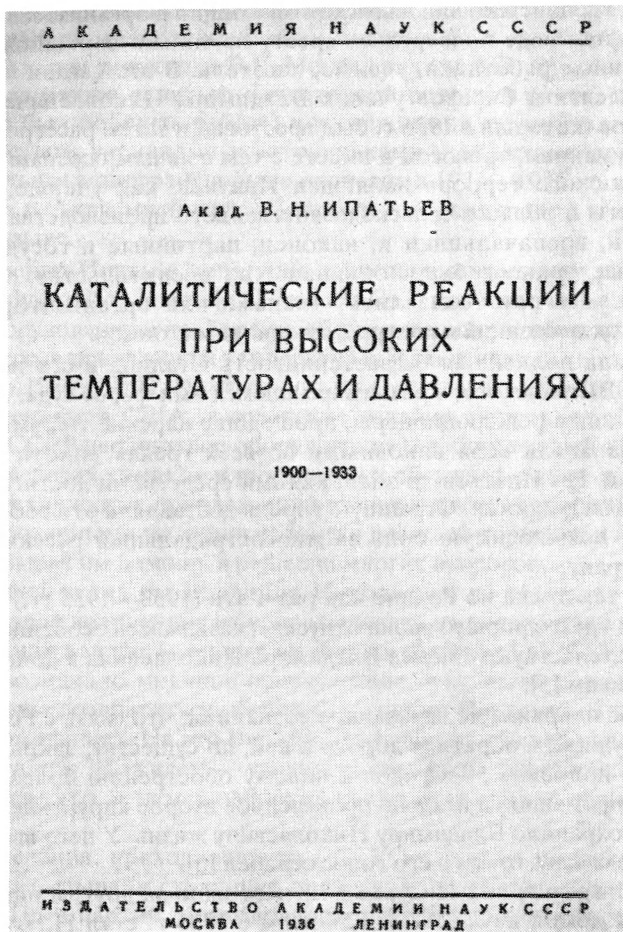
Между тем тоска по Родине как раз в эти (1933—1935 гг.) годы, после окончания трехгодичного срока отпуска, сказывалась особенно сильно. Об этом свидетельствуют письма Владимира Николаевича к дочери и другим родственникам [5].

Нервное напряжение, вызванное сознанием, что связь с Родиной стала крайне трудной, а обратная дорога к ней, по существу, закрыта, привело во второй половине 30-х годов к новому обострению болезни горла. И лишь своевременное и искусно проведенное второе хирургическое вмешательство сохранило Владимиру Николаевичу жизнь. У него вырезали одну голосовую связку, от чего его голос ослабел [6].

Именно в это время Ипатьев получает одно за другим письма от секретаря Академии наук СССР, каковым с 1935 г. стал Н.П. Горбунов, с требовательным вызовом на работу в Академию.

Бедный Николай Петрович! Знал ли он сам истинные причины настойчивых требований к Ипатьеву о срочном его возвращении, выдвигаемых будто бы Академией наук СССР? А ведь на самом-то деле эти требования исходили не от академии, а от неких "директивных органов", которыми по отношению к академии всегда являлись аппарат ЦК партии и НКВД. Нет, Н.П. Горбунов не мог об этих причинах знать наверняка, хотя как человек опытный и проницательный, вероятно, о них догадывался. Точно так же он не знал наверное, что ему оставалось быть на свободе всего только около полутора лет, что в 1937 г. его арестуют и... А вот далее его судьба долго оставалась неизвестной. Судя по Советскому энциклопедическому словарю [7, с. 327], в котором можно прочесть даты рождения и смерти Горбунова (1892—1937 гг.), он был в том же 1937 г. убит. Однако это совсем не так: в адских условиях ГУЛАГа он дожил до 30 октября 1944 г. Это было установлено известным историком В.А. Волковым (см. [8]).

Однако каким бы ни было настроение Н.П. Горбунова, в его письмах к



Титульный лист книги "Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях", в которой обобщены работы В.Н. Ипатьева за 1900–1933 гг.

В.Н. Ипатьеву звучали угрожающие официальные ноты: упреки за отрыв от научной работы в Академии наук СССР, за нежелание трудиться на благо социалистической родины и строгие указания от имени Президиума академии срочно возвратиться.

Ответное письмо Ипатьева Горбунову было выдержано в иных тонах и, казалось, должно было не только умерить претензии к человеку, давно уже перешагнувшему пенсионный возраст, но и вызвать к нему сочувствие в связи с тяжелым физическим и моральным состоянием. Вот что было сказано в этом письме:

"1 декабря 1936 г.

Многоуважаемый Николай Петрович!

Ваше письмо от 17 сентября я получил только 17 октября и спешу ответить Вам, дать вполне откровенный ответ. Я должен заметить, во-пер-

вых, что я никоим образом не могу согласиться с тем, что я не принимаю никакого участия в той научной работе, которая происходила в СССР за эти шесть лет. Достаточно сказать, что, несмотря на мой возраст и на болезнь, которая потребовала операции, я написал книгу, которая, кроме суммирования моих старых исследований, содержит очень ценный новый материал, который будет использован в СССР с большой пользой как для новых научных работ, так и для новых технических средств. Кроме того, я посылал в химические русские журналы все мои новые исследования одновременно с отсылкой в американские журналы их переводов.

За эти годы меня посетили многие инженеры и химики из СССР, которым я давал разъяснения по поводу моих последних работ, опубликованных в американских журналах. Эти мои научные исследования вносят новый (вклад) в область углеводородов и, безусловно, окажут большое влияние на дальнейшее развитие нефтяной промышленности.

Я прошу Вас также мне дать откровенный ответ, мог ли я в СССР за эти годы свершить ту работу, которую я сделал здесь, имея положительно все к моим услугам и не будучи стеснен никакими планами в своих научных исследованиях. В моем письме к Ю.Л. Пятакову от 23 октября 1932 г. (копия у меня сохранилась) я кратко напомнил ему, какую работу по организации химической промышленности в СССР я проделал по поручению В.И. Ленина и Ф.Э. Дзержинского, когда она находилась почти в кризисном состоянии. Я напомнил ему также о том положении, в каком я очутился в конце 1926 г. после ничем не объяснимого моего увольнения с поста председателя Научно-технического отдела (ВСНХ). В то время как другие ученые имели в своем распоряжении целые институты, мне приходилось создавать убогую лабораторию в своей квартире на 8-й линии Васильев(ского) острова, собирая деньги от ВСНХ, НТО и получая ничтожные средства от Академии наук.

По счастью для меня с разрешения правительства мне удалось начать с 1927 г. работать в Германии, куда меня пригласили установить мой метод высокого давления для каталитических реакций. Успех моих зарубежных исследований заставил обратить внимание Правительства на условия, при которых протекает моя работа в СССР. Желая скорее организовать научную работу над давлениями, я значительное количество заработанных денег истратил на закупку в Германии оборудования для моей лаборатории высоких давлений в Академии наук, а также на командирование моих сотрудников за мой счет за границу... Моя научная и техническая деятельность в течение 13 лет в СССР, как то признают многие, была настолько полезна, что я, безусловно, заслужил право в последние годы моей жизни, — мне идет 70-й год, производить только посильные работы в обстоятельствах, наиболее благоприятных, тем более что мое здоровье за последнее время находится в плохом состоянии.

Едва ли где-нибудь я мог бы найти столь льготные условия для моей работы, какие я имею здесь: я могу приходить на работу когда угодно, по неделям я могу отдыхать, и мне предоставляется право самому выбирать нужные проблемы. Результатами моих работ могут воспользоваться химики и инженеры СССР и применить их для промышленности.

Нельзя отрицать, что всякий ученый работает не только для своей страны, но и для всего человечества. Я люблю свою родину и, творя но-

вые открытия, всегда думал и думаю теперь, что все это принадлежит ей и она будет гордиться моей деятельностью. Разве имя Мечникова, который более полжизни работал в Пастеровском институте, не произносится с уважением в СССР? Разве не ценятся научные работы и деятельность П.И. Вальдена, который в более раннем возрасте, чем я, стал работать вне СССР, а именно в Германии. Академия наук после оставления им СССР сделала его почетным членом Академии наук и приветствовала его, когда он приезжал потом в СССР на Менделеевский съезд.

Я прошу заявить Президиуму Академии наук, что я не оставлял надежды приехать в СССР, но обстоятельства складывались так, что я фактически не могу это выполнить... (Далее Ипатьев уведомляет о том, что он сообщил дважды послу СССР в США А.А. Трояновскому о причинах, задерживающих его в США, — о невозможности нарушения ранее взятых обязательств перед фирмой и о болезни. — *Примеч. авт.*)

В заключение я смею по долгу совести уверить Вас, что если бы СССР обеспечил мне гораздо более благоприятные условия (работы), чем я имею здесь, то одно налаживание моего исследования потребовало бы от меня такого громадного напряжения, что в самом скором времени распатало бы мое последнее здоровье и я стал бы полным инвалидом. Весь строй моих идей, связанных с моими сотрудниками и выполняемый ныне в великолепно оборудованной годами лаборатории, будет нарушан и только принесет вред моей исследовательской работе, а следовательно, и науке и технике.

Я надеюсь, что все вышеизложенное должно убедить Президиум и Вас, что вся моя деятельность была направлена на пользу моей родины (в письме к моему сыну я даю еще тому доказательство) и те последние силы, которые имеются в моем распоряжении, должны быть использованы рациональным способом в наиболее благоприятных для моего здоровья условиях.

Всякие подозрения относительно моего некорректного отношения к моей родине не должны иметь места или только могут породить у меня тревожные мысли относительно причины моего немедленного возвращения.

Академик В. Ипатьев"<sup>3</sup>

Конечно же, В.Н. Ипатьев имел достаточно оснований не только подозревать, но быть уверенным в том, что причины его немедленного возвращения кроются совсем не в желании вовлечь результаты его научной деятельности в строительство нового общества. Эти результаты все сполна и так отдавались родине. Он отлично понимал, что присланный Н.П. Горбуновым вызов, содержащий, кстати говоря, уже и начала обвинительного заключения, являющийся повесткой на суд, приговор которого будет таким же, как и для брошенных за решетку или расстрелянных (как Н.А. Орлов) его учеников.

Ответ Ипатьева был в высшей степени корректным и убедительным.

---

<sup>3</sup> Арх. АН СССР. Мокв. отд.-ние. Ф. 518. Оп. 4. Д. 8. Л. 20—23.

Только логика тогда была подавлена сталинской жадной расправы с самостоятельно мыслящими людьми. Наказание за такой ответ последовало немедленно.

23 декабря 1936 г. открылось Общее собрание Академии наук СССР, посвященное развитию химии [9]. В начале собрания один из академиков предложил послать приветствие товарищу Сталину. Это приветствие (прямо скажем, вряд ли инициированное самим академиком-геологом, а лишь порученное ему) "было единодушно принято"<sup>4</sup>. "Дорогой и горячо любимый Иосиф Виссарионович, — так начиналось оно. — Сессия Академии наук, посвященная основным проблемам химии, шлет Вам свой горячий привет и выражение любви, преданности и глубочайшего уважения.

Мы советские ученые, счастливы работать и творить в нашей свободной, социалистической стране, под Вашим мудрым, гениальным руководством. Да здравствует великая родина социализма! Да здравствует великий вождь народов, *наш учитель и друг*, наш великий Сталин!" (чтобы оттенить выражение особых чувств преданности Сталину, мы дали свой курсив. — *Примеч. авт.*) [10].

На повестку дня последнего заседания были вынесены два вопроса: 1) О лишении А.Е. Чичибабина звания действительного члена Академии наук СССР и 2) О лишении В.Н. Ипатьева того же звания [11].

"Академик Ферсман А.Е., — говорится в протоколе собрания, — огласил переписку, которую Академия в течение долгого времени вела с академиками В.Н. Ипатьевым и А.Е. Чичибабиным по вопросу о возвращении их на работу в Академию наук. В.Н. Ипатьев и А.Е. Чичибабин по этому вопросу систематически уклонялись от определенного ответа. Только в самое последнее время, в ответ на письмо Непременного Секретаря Академии наук СССР Н.П. Горбунова В.Н. Ипатьев и А.Е. Чичибабин сообщили, что возвращаться на работу в Академию наук они не намерены. В.Н. Ипатьев мотивировал свой отказ тем, что он связан контрактом с частной коммерческой иностранной фирмой, директора которой категорически возражают против его поездки в СССР... (Далее следует текст, посвященный отказу от возвращения А.Н. Чичибабина. — *Примеч. авт.*)

Ответы В.Н. Ипатьева и А.Е. Чичибабина вызвали негодование у *целого ряда организаций* и у огромного числа научных работников. После сообщения академика А.Е. Ферсмана было предоставлено слово проф. В.В. Ипатьеву, который *от своего имени и от имени своей сестры выразил возмущение поступком своего отца В.И. Ипатьева и заявил, что он считает действия В.Н. Ипатьева и А.Е. Чичибабина совершенно недостойными звания действительного члена Академии наук СССР и несовместимыми с достоинством советского гражданина*".

---

<sup>4</sup> О том, как выдвигались подобные предложения и как они сочинялись в Академии наук, очень хорошо известно одному из нас, авторов этой книги (В.К.). Он готовил их к каждому академическому форуму на основе трех-пяти стандартов, в которых менялись местами слова и фразы или вставлялись синонимы и эквиваленты. Подбором тех академиков, кто должен выдвинуть предложение о посылке приветствия и зачитывать его, занимались члены партбюро (потом парткома) Президиума АН СССР. Отказов, конечно, не было: попробуй откажись!

Академик Ферсман А.Е. огласил проекты постановления об исключении В.Н. Ипатьева и А.Е. Чичибабина из числа действительных членов Академии наук СССР. Президент Академии наук СССР В.П. Комаров ставит зачитанные проекты на голосование. 63 голосами за, при шести воздержавшихся, принимается следующее постановление (только по Ипатьеву):

"С 1927 года действительный член Академии наук СССР В.Н. Ипатьев находился за границей. В.Н. Ипатьев сообщил Президиуму Академии наук СССР, что считает невозможным *в настоящее время* вернуться на родину и возобновить работу в Академии наук СССР, так как связан контрактом с иностранной коммерческой фирмой. Отказываясь возвратиться к работе в Академии наук, *решительно предпочитая* работать в иностранной коммерческой фирме, В.Н. Ипатьев грубо нарушает основной долг каждого гражданина Союза ССР — трудиться на благо своей родины.

Считая поведение В.Н. Ипатьева явно несовместимым с достоинством советского гражданина и тем более со званием действительного члена Академии наук СССР, Общее собрание Академии наук Союза ССР, в соответствии с § 24 Устава Академии, постановляет: лишить В.Н. Ипатьева звания действительного члена Академии наук СССР" (курсив наш. — Авт.) [11].

Ну что же: этот документ в смысле своей бесчеловечности многого стоит! Он вычеркнул имя Ипатьева не только из Академии наук, но и из научной литературы, из памяти ученых. Он послужил основанием для лишения Ипатьева прав гражданства СССР.

То, что мы выделили в этом документе курсивом, не требует особых пояснений, кроме строк, относящихся к выступлению В.В. Ипатьева. Во-первых, теперь установлено, что он выступил вовсе не так, как записано в протоколе. Он ничего не говорил от имени Анны Владимировны; об этом одному из нас заявила она сама. Он вовсе не оценивал действий отца, заявив лишь, что причины отказа приехать в СССР не совсем ясны, ибо и отец, и мать только и думают о возвращении. Об этом свидетельствует профессор М.С. Немцов, ученик В.Н. Ипатьева, который присутствовал на этом собрании. Тем более он, конечно же, не мог сказать и не сказал о "несовместимости" поведения отца с "достоинствами советского гражданина".

Документ отдает явной тенденциозностью, начиная с постановки вопроса "О лишении звания..." (а вдруг при обсуждении собрание не поддержит это его предрешиение) и кончая констатацией и выводами типа "вызвали негодование у целого ряда организаций", "решительно предпочел работать с иностранной фирмой" и т.д. Обращает на себя внимание отсутствие на собрании в этот день 29 декабря академиков И.П. Бардина, Н.И. Бухарина, А.В. Винтера, Г.О. Графтио, Н.П. Горбунова, Н.Я. Демьянова, Н.С. Курнакова, Л.В. Писаржевского и А.А. Богомольца. Как рассказывал в 1953—1955 гг. одному из нас (В.К.) И.П. Бардин, почти все эти академики, может быть, кроме А.А. Богомольца, не пошли на собрание, зная заранее текст его постановления, продиктованный "директивными органами" академии. Химики Демьянов, Курнаков и Писаржевский относились к Ипатьеву как высочайшему научному авторитету и

честнейшему человеку. Горбунову было просто неловко присутствовать: он лучше других знал Ипатьева, знал его поистине глубочайшее уважение к Ленину и Ленина к Ипатьеву. Такого же мнения придерживались об Ипатьеве те, кто решал коренные научно-технические вопросы плана ГОЭЛРО и первого пятилетнего плана — И.П. Бардин, А.В. Винтер и Г.О. Графтио. Иван Павлович не мог назвать имена академиков, воздержавшихся при голосовании за исключение Ипатьева из академии. Это, по-видимому, были Н.Д. Зелинский, А.Е. Фаворский, В.И. Вернадский и, вероятно, Н.И. и С.И. Вавиловы. Впрочем, незачем по этому поводу строить догадки. Достаточно прислушаться к самым лестным отзывам И.П. Бардина об Ипатьеве и к характеристике той "кухни", в которой готовилось предписание об исключении из академии двух ее достойнейших членов и которую так хорошо знал Иван Павлович<sup>5</sup>.

Естественно, что после исключения В.Н. Ипатьева из академии и лишения прав гражданства СССР его прежние связи с Родиной оборвались. Оставалась лишь крайне слабая и нерегулярная связь с сыном и дочерью.

С 1929 г. в СССР появились новый термин и новое понятие "невозвращенец". Первым, кто получил это прозвище, был дипломатический работник Беседовский, исчезнувший в 1929 г. из советского полпредства в Париже и получивший политическое убежище во Франции. Этот ярлык был "приклеен" и к Ипатьеву.

Так что же, он действительно "невозвращенец"? Нет, это страшная клевета, распространившаяся в нашей стране на почве сталинщины, как отвратительная инфекция. В.Н. Ипатьев, будучи великим ученым, всегда оставался великим патриотом нашей страны. И это понимали все, кто знал Ипатьева, прежде всего его коллеги-академики. Об этом свидетельствует не только И.П. Бардин, устно высказавший одному из нас свои суждения, но и смелое письмо П.Л. Капицы:

"6 июля 1936 г.

Товарищ Молотов,

Статья в "Правде"<sup>6</sup> о Лузине меня озадачила, поразила и возмутила, и, как советский ученый, я чувствую, что я должен сказать Вам, что я думаю по этому поводу... (Далее следует характеристика Лузина, реабилитирующая его как ученого и человека, и предложение беречь ученых. — *Примеч.авт.*) Но то, что Вы делаете, совсем не достигает цели. Когда-то арестовали Лазарева<sup>7</sup>, прогнали Сперанского<sup>8</sup>, а теперь обрушились на Лузина. Немудрено, что от такого "нежного" обращения ученые, как

---

<sup>5</sup> С И.П. Бардиным я находился в самых добрых и доверительных отношениях в 1951—1955 гг., когда был ученым секретарем Совета филиалов АН СССР, а Иван Павлович его председателем. Мне часто приходилось беседовать с Бардиным об Ипатьеве, так как я начал интересоваться биографией Ипатьева еще в 1938 г. — *Примеч. В.И. Кузнецова.*

<sup>6</sup> В редакционной статье "О врагах в советской маске", опубликованной "Правдой" 3 июля 1936 г., академик Н.Н. Лузин назван врагом народа.

<sup>7</sup> Академик П.П. Лазарев был арестован по ложному обвинению в 1931 г.

<sup>8</sup> Академик М.Н. Сперанский в 1934 г. был исключен из Академии наук "за участие в контр-революционной организации".

Успенский, Чичибабин, Ипатьев и другие, сбежали. Я по себе знаю, как бездушно Вы можете обращаться с людьми" [12, с. 86—88].

### В Соединенных Штатах

О жизни Ипатьева в США теперь стало известно многое<sup>9</sup>. Однако, по существу, кроме науки, для него не существовало в этой стране ничего. При этом он твердо был убежден, что все его открытия, где бы он их ни осуществил, так или иначе принадлежат России, которая рано или поздно будет гордиться его научной деятельностью.

В США Ипатьев продолжал развивать свои фундаментальные исследования, начатые в России. В соответствии с интересами фирмы "Universal Oil Products Co." он применил их в нефтеперерабатывающей промышленности, в частности в производстве высокооктановых бензинов и авиационного топлива. Работы в этом направлении им были начаты еще в Ленинградском институте высоких давлений. В США же Ипатьев продолжил изучение процесса циклизации олефинов, на который он обратил внимание еще в 1911 г. У него появились ученики, успешно осваивающие методы высоких давлений.

Одновременно он состоял профессором и директором лаборатории катализа и высоких давлений в Нортвэстернском университете, расположенном в Эванстоне, пригороде Чикаго.

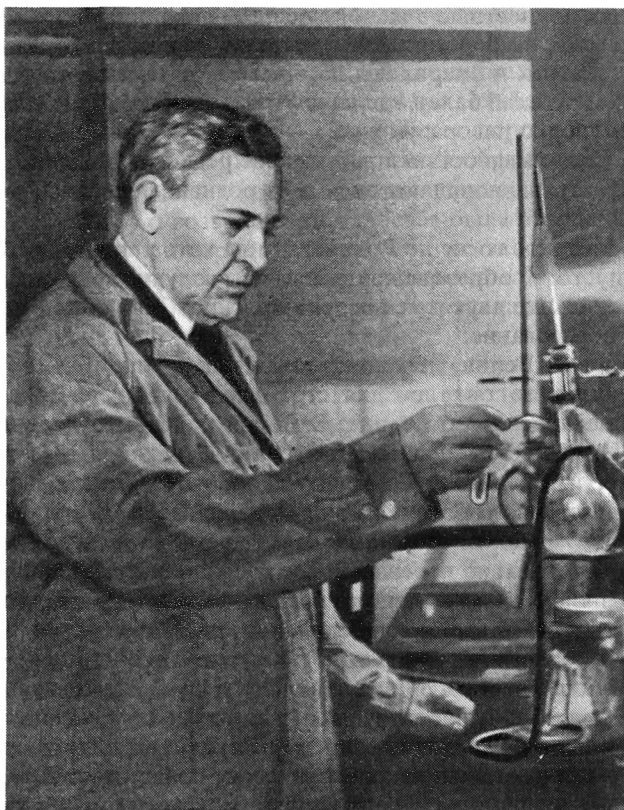
Деловитость и оперативность американцев импонировали Ипатьеву. Собственно, эти качества были присущи и ему всегда, начиная со студенческой скамьи. Руководители фирмы, имея дело с добросовестным и трудолюбивым ученым, старались всемерно использовать его знания и опыт. Были созданы все условия, необходимые для жизни и работы Ипатьева, чтобы он чувствовал себя как дома. Ипатьев был благодарен за это и не оставался в долгу, но он принимал далеко не все, что ему предлагали, даже из числа обычных жизненных благ. За 22 года жизни в США он ни на один день не забывал, что он все-таки не дома. Он категорически отказался приобрести для себя коттедж на берегу озера Мичиган, как это сделали другие ученые, в том числе эмигранты, или снять постоянную квартиру в Эванстоне, где работал. И дело не в том, что он не стремился к роскоши. Дело в принципе. Приехав из Нью-Йорка в Чикаго, он вместе с женой остановился в номере одной из гостиниц этого города. В этой гостинице он так и жил до своей кончины, как бы подчеркивая, что такого рода жилье соответствует его временному пребыванию в чужой стране. Более того, он отказался даже от приобретения собственного автомобиля, тогда как все его коллеги и ученики, конечно же, были владельцами автомашин.

Надо сказать, что этого принципа придерживались многие эмигранты, ставшие таковыми поневоле. Так, например, известный писатель Владимир Владимирович Набоков, для которого потеря родины была такой же

---

<sup>9</sup>Основные сведения о жизни Ипатьева в США почерпнуты из его писем к дочери и родным, его воспоминаний и публикаций в журналах. Однако главное в этот период его жизни — это научная работа. О ней см. ниже.





В.Н. Ипатьев в лаборатории фирмы "Universal Oil Products Co." (1933 г.)

трагедией, и во Франции, где он жил в 1930-е годы, и в США, находясь там с 1940 по 1959 г., и, наконец, в Швейцарии — даже в обеспеченной старости — предпочитал гостиничный номер постоянному жилищу.

Главное, что хотелось Ипатьеву в США, это скорее начать исследование по собственному плану, чтобы находиться вне зависимости от интересов какой бы то ни было фирмы. В связи с этим в 1938 г. Ипатьев все свои сбережения потратил на основание Лаборатории высоких давлений при Нортгуэстернском университете, где состоял профессором. Судя по мемуарам Ипатьева, он, выросший и прославившийся на русской земле, тяжело переживал разлуку с родными и коллегами по совместной деятельности и именно в работе пытался найти забвение. И химия, любимая наука его отрочества и юношеских лет жизни на Родине, стала для него едва ли не единственным утешением.

Из писем его жены Варвары Дмитриевны мы узнаем, что Ипатьев, бывший ранее исключительно общительным и жизнерадостным человеком, избегает даже на прогулках встречи с людьми, не посещает театров и кино. Когда Варвара Дмитриевна болела, а это бывало часто, он сам ухаживал за нею и справлялся по хозяйству. Наибольшим удовольствием

для него были совместные с женой воспоминания о далеких днях, проведенных в России, на берегах Невы, а также передачи по радио русской музыки. "В театрах и операх мы не бываем, это все не то, что у нас, а под названием русский балет, где пляшут под симфонию Чайковского, — это, по-моему, одно недоразумение", — писала на Родину Варвара Дмитриевна [13]. Они с жадностью ловят каждое редкое сообщение о России; а дни, когда Ипатьевы получают письма от родных, превращаются в праздники.

Чтобы облегчить тоску по Родине, чтобы хоть как-нибудь восполнить душевную пустоту, образовавшуюся из-за разлуки с детьми, Ипатьевы взяли на воспитание двух русских девочек-сирот, удочерили их, вырастили, дали им образование.

Когда началась Великая Отечественная война, Ипатьев особенно переживал, что в такое тяжелое для страны время он не может оказать посильную помощь своей родине. В Ленинградском отделении Архива АН СССР [14] имеется письмо Ипатьева от 2 декабря 1945 г. к дочери Анне, в котором он пишет: "Горжусь тобою, что ты стойко перенесла все невзгоды и неустанно работала на пользу нашей дорогой родины. Хотя мы и не испытали здесь голода и холода во время войны, но должен тебе сказать, что мучительно переживал все военные неудачи нашей Красной Армии, но одновременно верил, что потенциальная энергия русского народа возьмет свое и он выйдет победителем, несмотря на все лишения. С какой радостью узнавали мы о победах русской армии после блестящей защиты Сталинграда. Как приятно было слышать от американцев похвалу нашей армии и всему русскому народу, которые несомненно обеспечили победу союзников... Работая научно здесь, я, однако, никогда не забывал, что всякое новое достижение приносит также пользу и моей родине... Как хотел бы я вас повидать, но сейчас столько привходящих обстоятельств, а в особенности состояние здоровья мамыши, что выполнить это почти невозможно. Но пословица говорит: плох тот солдат, который не надеется быть генералом". В другом письме он пишет родным: "Очень хотелось увидеть Вас, но надо терпенье и чтобы окрепло здоровье мамыши... Радуюсь, что хорошо работаете для своей родины" [15].

Все его письма проникнуты грустью по Родине, патриотизмом и желанием вернуться в СССР. Поэтому понятно, как он был рад, когда гениальный русский композитор, пианист и дирижер С.В. Рахманинов в 1943 г. приехал к нему в гости на один день. Этот день, проведенный вместе с Рахманиновым и его женой, стал незабываемым для Ипатьевых. Они приготовили русский обед, вели бесконечные разговоры о России. На прощанье Рахманинов горячо поблагодарил за ласковый прием, приглашал к себе в гости в Калифорнию, сказав, что еще даст последние десять выступлений и затем прекратит свою концертную деятельность. Однако Ипатьеву не удалось больше увидеть великого композитора и артиста. Рахманинов после этого дал всего два концерта и затем вскоре скончался. Ипатьев оказался последним русским человеком, которого видел и с кем разговаривал Рахманинов.

В США Ипатьев встретился с известным русским химиком И.И. Остроумовским. Любые встречи с земляками доставляли Ипатьеву громадное удовольствие.

Несмотря на преклонный возраст и болезни, более того, несмотря на реальные возможности подвергнуться крайним жестокостям со стороны сталинских властей, Ипатьев трижды предпринимал попытки вернуться в СССР. Первая из них относилась к 1944 г., когда супруги Ипатьевы были уже просто не в силах далее переносить разлуку с детьми, внуками и Родиной. После многократных обращений в посольство СССР<sup>10</sup> в США Ипатьеву удалось посетить посла А.А. Громыко и изложить ему просьбу о возвращении. Просьба была передана в Москву, но ответ на нее получен отрицательный. Так же закончилась и вторая попытка, предпринятая уже после окончания войны. Наконец, в 1951 г. была третья попытка, реализации которой помешала тяжелая болезнь и смерть.

Нельзя не сказать, однако, о том пренебрежении к Ипатьеву, с которым встретил его в США Громыко: "Ипатьев повел себя антипатриотически", "Академия наук СССР и научная общественность нашей страны выразили законное возмущение действиями ученого, который имел все возможности для плодотворной работы на Родине", "стало ясно, что он погнался за "длинным долларом" и т.п. Что это? Разве Громыко не знал, каких успехов добился Ипатьев в развитии науки и химической промышленности в СССР в 1918—1930 гг.? Разве ему не было известно, что "длинные золотые марки", заработанные им в 1926—1930 гг. в Германии, Ипатьев передавал на строительство новых институтов, в том числе и в Академии наук? Из воспоминаний Громыко складывается впечатление, что он просто не захотел понять человека, душа которого была истерзана, но ум которого творил чудеса; ведь возвращение Ипатьева в СССР с его лабораторией позволило бы прекратить имеющее место еще и поныне сжигание миллионов тонн нефтяных газов в факелах, как это он осуществил в США. Однако, судя по воспоминаниям, посла больше беспокоило предложение Ипатьева привезти с собой лаборанта — гражданина США — в СССР, чем научные и экономические интересы страны.

Ученики и американские коллеги Ипатьева всячески старались скрасить жизнь ученого. Они не допускали никаких неудобств ни в быту его, ни в досуге; бывали у него, приглашали к себе, устраивали дни рыбной ловли, регулярно отмечали его юбилей. По праздникам и торжественным дням они присылали цветы и подарки. В дни болезни его или жены в номере гостиницы, который он занимал, появлялись дежурные, помогавшие по хозяйству и наблюдавшие за больными.

В день 70-летия Ипатьева (1937 г.) Чикагская секция Американского химического общества устроила торжественное заседание, на котором перед огромной аудиторией юбиляр выступил с докладом "Катализ — химия будущего". В этот день он получил многочисленные поздравления от ученых из 30 стран мира, в том числе от Ф. Бергиуса, М. Гомберга, Г. Таммана, С. Фрайтага, и теплое приветствие от своего соотечественника А.Е. Чичибабина из Франции. Газеты поместили обширные статьи о жизни и деятельности русского ученого.

---

<sup>10</sup> Об этой настойчивости Ипатьева пишет в своих воспоминаниях А.А. Громыко. См.: Памятное. М.: Госполитиздат, 1988. Кн. 1. С. 151—155.

Особый интерес вызвали торжества, состоявшиеся в связи с 75-летием Владимира Николаевича, 50-летием его научной деятельности и золотой свадьбой. Они проводились как бы в два тура — 14 и 20 ноября 1942 г. в Чикаго (напомним, что день рождения Ипатьева 21 ноября 1867 г.). На торжественных заседаниях выступали с приветствиями президент Американского института химии Густав Эглофф, представители научных химических учреждений разных штатов. Приветствия прислали крупнейшие ученые Америки и Европы, в том числе Л. Полинг, П. Эммет, К. Фаянс, Э. Гудри и, по существу, все самые крупные химические фирмы США. В память об этом юбилее издана книга [16], содержащая тексты приветственных речей, речь самого Ипатьева "Мои двенадцать лет в Соединенных Штатах" [16, с. 25—32] и полную библиографию трудов ученого с 1895 по 1945 г.

Присутствуя на торжествах, на которые Ипатьев согласился, только чтобы не обидеть своих друзей, он с грустью думал, что проходят они вдали от Родины, без близких и дорогих ему людей. В 1947 г., несмотря на протесты Ипатьева, Чикагская секция Американского химического общества снова устроила юбилейное чествование ученого. И хотя он добился, чтобы о юбилее заранее не извещали, от этого поток поздравительных писем и телеграмм не уменьшился. Самый дорогой подарок для Ипатьева состоял в открытии новой лаборатории и кафедры в университете и отличное юбилейное издание его трудов.

Юбилеи не меняли, однако, будничного образа жизни Ипатьева. Утешение от тоски приносили лишь занятия исследовательской работой. Ежедневно утром он появлялся в лаборатории, где и оставался до позднего вечера. Его физических и умственных сил еще хватало для научной работы. С годами не уменьшилась любовь к труду и науке. 12 декабря 1946 г. он писал на родину:

"Я продолжаю научную работу, пока голова еще кое-что может творить. Хочется не переутомлять себя в работе, но лаборатория как магнит притягивает, и тогда все забываешь" [17].

О том, как выручает Ипатьева занятие химией, о его увлечении работой, во время которой он только и может забыться, очень часто в своих письмах упоминает Варвара Дмитриевна. Даже в летние месяцы, которые он вместе со своими учениками иногда проводил на рыбной ловле, работа в лаборатории не прекращалась.

"Дед что-то к рыбе охладел, — сообщала родным его жена в 1948 г., — хотя и стоит моторная лодка, а все сидит и пишет свои работы, прямо удивляться надо, что в такие годы все его также интересует его любимая химия и все с таким увлечением он в ней работает" [18].

Или в другом письме: "Его из лаборатории не выгонишь" [19]. После же работы Ипатьев, как правило, никогда и никуда не заходил; лишь изредка он бывал в семье своего ученика Г. Пайнса. "Дома", в номере отеля, где он жил, его ждала Варвара Дмитриевна, ждали воспоминания о родной России, письма от близких.

"Живем мы очень тихо, — пишет в другом письме Варвара Дмитриевна, — нигде не бываем, уж дожили до того, что чем дальше от людей, тем лучше и спокойнее" [20].

Однако Ипатьев все же принимал участие в химических съездах и кон-



В.Н. Ипатьев в Чикаго (1951 г.)

ференциях. Известно, что он посетил съезды, проходившие в Американской академии наук в апреле 1948 г. и в марте 1950 г., где выступали его ученики и ассистенты.

До последних лет своей жизни Ипатьев продолжал собственноручно работать в лаборатории. Это дань традициям школы Бутлерова—Фаворского, которые даже при наличии большого числа учеников всегда работали в лаборатории сами. Правда, в 1950 г., когда ему было уже около 85 лет, он указывал, что "теперь, благодаря моим ассистентам и студентам, которые так сердечно и заботливо относятся к моей особе, я уже больше консультирую и направляю их исследования. Но я как военный старый конь, как услышит военную музыку, тотчас начинает проявлять особую живость, вспоминая прежнюю службу, так и я, пришедши в лабораторию, не могу удержаться от того, чтобы не взять пробирку в руки и не начать проверку опытных новых результатов" [21]. Часто Ипатьев позже обычного задерживался в лаборатории, объясняя это тем, что "увлекся, очень хорош получился опыт" [22].

Начиная с 1951 г. здоровье Владимира Николаевича стало заметно ухудшаться, и ему часто приходилось ложиться в постель. Он все чаще жаловался на боли в сердце. И все-таки, если бы не оторванность от родных мест и не тоска по Родине, он мог считать себя счастливейшим человеком в мире: его утешала мысль о том, что он много сделал для людей, в том числе для будущих поколений, для своей любимой Родины. Жизнь его была нелегкой, иногда трагичной, но ее итоги, ее результаты не могли не утешать. Хотелось только побольше знать о том, что творится на родной земле, в Москве, в Ленинграде, т.е. там, где можно было бы жить не в номере гостиницы, а поистине у себя дома.

Сведения о родной стране были крайне скудными. Из писем близких и родных трудно было что-либо узнать: они проходили цензуру. Ипатьев принимался читать книгу об И.П. Павлове, книгу, посвященную памяти С.В. Рахманинова, а также монографию о русских композиторах "Могучей кучки". Все это только усиливало боль разлуки. Частые болезни Ипатьева, и особенно Варвары Дмитриевны, отодвигали в неведомое мечту о возвращении на Родину.

Новый 1952 г. Ипатьев и его жена встретили больными, с высокой температурой. Однако болезнь отступила и на этот раз, и ученый опять начал посещать лабораторию, без которой не мог прожить ни одного дня. В университете в 1952 г. проводилась подготовка к 85-летию Ипатьева и предполагалось открыть новую лабораторию высоких давлений, дав ей имя Ипатьева. Однако от торжеств он категорически отказался.

Еще в письме от 9 ноября 1952 г. Варвара Дмитриевна писала: "Дед чувствует себя прилично для своих лет, работу свою он сильно любит, но все же без лаборатории он жить не может. Помогает он мне и по моим делам, особенно по утрам. Встаем мы рано, а в 9-м он уже идет в свою лабораторию..." [23].

Однако 30 ноября 1952 г. в Ленинград пришла телеграмма, что 29 ноября В.Н. Ипатьев скончался. В письме от 2 декабря [24] Варвара Дмитриевна описала последние дни жизни ученого: он был болен всего 10 дней, но не лежал, а ходил, сидел, разговаривал; пульс был слабый. Последний вечер перед смертью он читал письмо из СССР и радовался (точно так же, как тогда, когда старшая внучка, Нина Владимировна, поступила в университет), что его вторая внучка, Варя, хочет быть химиком. Затем спокойно и раньше обычного лег спать; в той же комнате гостиничного номера на диване устроилась и Варвара Дмитриевна. Ночью он несколько раз вставал, а в 6 часов утра сел на кровати и, когда к нему подошла жена, сказал что-то невнятное, что он "никак не поймет этого опыта". Потом перешел на диван и сел вместе с Варварой Дмитриевной, держа ее руку. Сидел тихо, тяжело дыша, а около 7 часов утра тихо скончался. На долю Варвары Дмитриевны выпала горькая участь похоронить своего мужа на чужбине после 60-летней совместной жизни. В ее адрес поступил поток писем и телеграмм от организаций и отдельных лиц о соболезновании, газеты и журналы поместили некрологи.

Варвара Дмитриевна пережила своего мужа всего на несколько дней, она скончалась 9 декабря 1952 г.

Так закончилась жизнь одного из крупнейших ученых современности Владимира Николаевича Ипатьева.

Научная деятельность Ипатьева продолжалась 60 лет. Наследие его составляют около 400 научных статей, десятки книг, не считая статей, опубликованных в газетах, энциклопедиях и научно-популярных журналах. Автор более 200 изобретений, он был избран членом Академии наук СССР, Американской, Берлинской, Парижской, Геттингенской академий, доктором Петербургского, Мюнхенского, Страсбургского университетов, кавалером французского ордена Почетного легиона, удостоен медалей Уилларда Гиббса и Марселена Бертло. Петербургская академия наук присудила ему премию им. Иванова, Московский университет — премию им. Щукина, Русское физико-химическое общество — премию им. Бутлерова. Советское правительство отметило его высшей почестью — премией им. Ленина. До настоящего времени во всем мире имя Ипатьева ассоциируется с крупнейшими достижениями в области химической науки и промышленности. Его труды продолжают "работать" и еще долго будут воздействовать на умы ученых и развитие химической индустрии.

### Литература

1. *Ипатьев В.Н.* Жизнь одного химика: Воспоминания. Нью-Йорк, 1945. Т. 2. 638 с.
2. ААНЛО. Ф. 2. Оп. 17. № 212. Л. 113.
3. Там же Л. 114—119.
4. *Ипатьев В.Н.* Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. 774 с.
5. ААНЛО. Ф. 941. Оп. 1. № 50.
6. Семейный архив Ипатьевых. Письмо от 20 мая 1945 г.
7. Советский энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1980. 1600 с.
8. *Волков В.А., Вонский Е.В., Кузнецова Г.И.* Химики: Биограф. справ. Киев: Наук. думка, 1984. С. 148.
9. Арх. АН СССР. Моск. отд-ние. Ф. 2. Оп. 7. № 6. Л. 4.
10. Там же. Л. 5—6.
11. Там же. Л. 152—153. Протокол № 24.
12. *Катица П.Л.* Письма о науке, 1930—1980. М.: Моск. рабочий, 1989. 400 с.
13. Семейный архив Ипатьевых. Письмо от 26 июня 1945 г.
14. ААНЛО. Ф. 941. Оп. 1. № 50.
15. Там же. № 49. Л. 2.
16. *Ipatieff V.N.* Testimonial in honor of three milestones in career. Chicago, 1942. 74 p.
17. ААНЛО. Ф. 941. Оп. 1. № 49. Л. 4.
18. Там же. № 50. Л. 16 (об.). Письмо от 26 июля 1948 г.
19. Семейный архив Ипатьевых. Письмо от 14 мая 1948 г.
20. ААНЛО. Ф. 941. Оп. 1. № 50. Л. 1.
21. Там же. № 49. Л. 7.
22. Там же. № 50. Л. 14 (об.).
23. Семейный архив Ипатьевых. Письмо от 9 ноября 1952 г.
24. ААНЛО. Ф. 941. Оп. 1. № 50. Л. 56.

### Педагогическая деятельность. Научная школа

Педагогическая деятельность Ипатьева была неразрывно связана с его научной деятельностью. И трудно сказать, какое качество в Ипатьеве превалировало: качество педагога или качество ученого. Скорее всего, здесь было органичное сочетание того и другого.

Но у кого из крупных ученых не было такого сочетания? Если мы возьмем лишь одну научную область — химию, то и здесь мы увидим, что практически каждый крупный химик был одновременно и педагогом. И все-таки у Ипатьева это "органичное сочетание" выглядит необычно.

Обычное явление — это перерастание ученого в педагога, это постепенный процесс передачи тех знаний, которые получены на университетской скамье, во-первых, и в результате собственных открытий в лаборатории, во-вторых, более молодому поколению людей, жаждущих получить новые знания. У Ипатьева же дело обстояло совсем не так. Его специфический путь в науку, путь совершенно самостоятельного изучения химии в своей домашней лаборатории, с очевидностью свидетельствует о том, что Ипатьев как ученый сформировался под влиянием Ипатьева-педагога.

Можно, конечно, сказать, что природа щедро наградила Ипатьева способностями и талантом. Так ведь обычно и говорят, когда характеризуют незаурядного человека. Но все-таки не один природный талант решает успех дела. По-видимому, значительная доля человеческих качеств, воплощенных в одном индивидууме и превративших этого индивидуума в крупного писателя или художника, ученого или изобретателя, чьи творения стали ценнейшим достоянием человечества, формируется в повседневном, будничном труде. Биография В.Н. Ипатьева, может быть, наиболее яркое тому свидетельство.

Несомненно, наряду с природным талантом как фактором наследственным и настойчивостью в повседневном труде как фактором приобретенным большую роль играет воспитание. На первых порах именно оно определяет формирование человеческих качеств, в частности любви к труду. И вот в этом отношении В.Н. Ипатьеву действительно посчастливилось: его родители и все те родственники, кто так или иначе имел отношение к его воспитанию, обладали педагогическим даром.

Мать Владимира Николаевича Анна Дмитриевна, рано приступившая к обучению сына грамоте, и ее сестра Екатерина умели просто и увлекательно говорить о самых абстрактных вещах. Их брат Дмитрий, о педагогических способностях которого уже упоминалось, всю жизнь отдал учительской практике.

Все родственники Ипатьева отличались душевностью по отношению к своим подопечным, умело сочетавшейся с необходимой строгостью. Это в основном и обеспечивало им успех на поприще педагогики и имело громадное значение и в деле воспитания молодого Ипатьева. Все это спо-



собствовало развитию в нем трудолюбия, выдержки, скромности, самостоятельности там, где она нужна, воли в достижении поставленных задач. Младший сын Анны Дмитриевны Л.А. Чугаев также был воспитан в духе строгой требовательности к себе и любви к труду, к людям [1].

Педагогическая деятельность самого В.Н. Ипатьева началась с преподавания младшим гимназистам по арифметике и русскому языку, когда он учился еще только в пятом классе Третьей московской военной гимназии. Его ученики, всегда успешно сдававшие экзамены (переэкзаменовки), были глубоко благодарны своему старшему товарищу. Репетиторская практика оказала благотворное влияние и на самого Ипатьева, начавшего с шестого класса значительно серьезнее относиться к гимназическим обязанностям. Постоянные занятия вывели его в лучшие ученики гимназии. Давая уроки, он одно время зарабатывал средства на жизнь для своей бабушки [2].

После окончания артиллерийского училища Ипатьев был назначен начальником батарейной школы. Теперь вместо неуспевающих товарищей его учениками стали кадровые солдаты-артиллеристы. Между молодым офицером-преподавателем и его подчиненными быстро установились хорошие отношения. Ипатьев увлеченно, в доступной форме излагал непростые основы артиллерийского дела. Его добросовестный труд и выдержка вознаграждались хорошей подготовкой подопечных.

В этот промежуток жизни, протекавший в небольшом подмосковном городе Серпухове, у Ипатьева появилось стремление к чтению публичных лекций. Он с удовольствием популярно излагал знания, полученные при знакомстве с обширной естественнонаучной литературой. Его лекции в офицерском клубе собирали много слушателей и сопровождались дружными аплодисментами. Этот опыт пригодился Ипатьеву в дальнейшем, когда он стал преподавателем Михайловской артиллерийской академии и ряда других петербургских и московских военных училищ.

Разносторонняя подготовка позволила Ипатьеву поступить в Михайловскую артиллерийскую академию. Непосредственный руководитель практических работ по качественному и количественному анализу Г.А. Забудский быстро убедился в превосходных познаниях Ипатьева в области химии и не возражал, когда слушатели со всеми вопросами и советами при выполнении лабораторного практикума стали обращаться к Ипатьеву. Таким образом, уже на первом курсе он стал, по сути дела, руководителем химического практикума. В конце первого учебного года Ипатьев составил записки по качественному анализу, а в следующем году — по количественному анализу.

Это были его первые литографированные печатные труды, служившие в течение ряда лет слушателям академии; они помогали химической подготовке не одного поколения русских артиллеристов.

Записки по аналитической химии вместе с отличной сдачей выпускных экзаменов послужили для Ипатьева путевкой в репетиторы академии. В его обязанности входило уже знакомое ему руководство качественным анализом на младшем курсе: три часа практических работ и полчаса вводных лекций в неделю. Несмотря на молодость, Ипатьев был глубоко убежден в важности теоретической подготовки, ее взаимосвязи с практическими занятиями и усвояемостью предмета в целом. Поэтому в первый

же год своей педагогической деятельности в академии он, находясь на хлопотливой должности помощника заведующего химической лабораторией, добровольно начинает чтение курса лекций по общей теоретической химии. Конспекты лекций послужили затем материалом для составления изданных литографически записок "Основные законы химии" и опубликования учебника "Неорганическая химия", выдержавшего восемь изданий.

Ипатьев неоднократно обращал внимание академического начальства на необходимость улучшения теоретической химической подготовки артиллеристов. Сравнительно более глубокие знания курсантов, прослушавших, по предложению Ипатьева, дополнительный курс по химии, были ярко продемонстрированы на экзаменах по специальным предметам, связанным с химией. Это обстоятельство, видимо, убедило начальство в правоте молодого преподавателя. В результате с 1893 г. в младших классах академии был введен обязательный курс общей химии с экзаменом в конце года. Одновременно, по инициативе Ипатьева, было начато чтение лекций по неорганической химии в Михайловском артиллерийском училище. Учебная программа этого курса была составлена также Владимиром Николаевичем.

Таким образом, появление в академии нового инициативного преподавателя благотворно сказывалось на подготовке всего корпуса офицеров-артиллеристов в России. Ипатьев, направлявший свою энергию и настойчивость на улучшение химического образования, постепенно стал одним из ведущих преподавателей академии: он читал лекции, руководил лабораторными практикумами, принимал экзамены, т.е. участвовал во всех этапах химической подготовки артиллеристов. Юнкера училища и слушатели академии с уважением и любовью относились к молодому преподавателю. Его ученики, по воспоминаниям самого Ипатьева, следующим образом выразили свое доброжелательное отношение к старшему товарищу:

"Ипатьев — "га" наш химик страстный,  
Весь погруженный в свой предмет,  
Был лектор он для нас прекрасный,  
Но строг на юнкерский ответ".

Лекторское матерство Ипатьева приводило в восхищение не только слушателей Артиллерийской академии, но и многочисленных представителей научной и военной общественности Петербурга. Широкий резонанс среди интеллигенции столицы вызвала яркая и содержательная лекция, посвященная 100-летию со дня смерти А.Л. Лавуазье, которую Ипатьев прочитал 9 мая 1894 г. На следующий день многие газеты Петербурга поместили отчеты о вечере, прошедшем в Артиллерийской академии, и выступлении Ипатьева. Особенность этого выступления Владимира Николаевича объяснялась, по-видимому, темой лекции. Фигура Антуана Лорана Лавуазье и как ученого-революционера, и как человека была для него в высшей степени привлекательной: бесконечная влюбленность в свою науку — химию, необыкновенный патриотизм, умение превратить теорию и научные достижения в экономические блага и направить их на развитие здравоохранения и образования, самостоятельность и независимость мысли, несмотря на угрозы, — все это составляло идеальный образ ученого. И не этот ли образ был для Ипатьева путеводной звездой? И не пред-

чувствовал ли Владимир Николаевич уже тогда, в XIX столетии, что его судьба во многих отношениях будет аналогичной судьбе Лавуазье?

В 1895 г. Ипатьев защитил диссертацию и на звание штатного преподавателя. К этому времени у него появились первые ученики: А.В. Сапожников и Н.М. Витторф, которые впоследствии стали крупными учеными. Следующая диссертация, защищенная Ипатьевым в 1899 г., принесла ему звание профессора Михайловской артиллерийской академии.

В 1901 г. Г.А. Забудский — непосредственный начальник Ипатьева — получил запрос от Департамента народного просвещения с просьбой указать возможных кандидатов на замещение вакантной должности заведующего кафедрой технической химии Харьковского университета. Несмотря на то что Ипатьев в то время еще не был доктором химии, Забудский начал перечисление кандидатур с имени своего лучшего помощника.

В 1902 г. Конференция Артиллерийской академии избрала Ипатьева ординарным профессором, а в 1912 г. — заслуженным профессором академии.

Однако педагогическая деятельность Ипатьева не ограничивалась стенами Артиллерийской академии. С 1897 по 1923 г. он читал лекции и вел практические занятия по химии в Институте гражданских инженеров, где с 1 сентября 1917 г. был избран профессором по кафедре химии [3]. Здесь он работал до момента привлечения его к работе в ВСНХ. Причем его пребывание в этом институте отмечено коренными преобразованиями в подготовке инженеров-строителей — введением в учебные программы элементов химического спецматериаловедения как одной из основ строительной специальности.

Большое удовлетворение Ипатьев получил от своей работы на физико-математическом факультете Петербургского университета в должности приват-доцента, где он читал лекции по термохимии и катализу будущим математикам. На вступительной лекции, состоявшейся в 1902 г., присутствовали О.Д. Хвольсон, И.И. Бергман и другие известные профессора самого прославленного высшего учебного заведения России, которые дали новому преподавателю высокую оценку. С 1906 г. Ипатьев начинает читать лекции по общей химии для студентов-математиков, физиков и астрономов. В 1907 г. физико-математический факультет выступил с ходатайством о допущении Ипатьева к защите докторской диссертации, минуя магистерские экзамены и диссертацию. Эта просьба была поддержана Советом университета и Министерством народного просвещения. В результате в марте 1908 г. стены большой Соловьевской аудитории университета были свидетелями редкой для военного офицера защиты докторской диссертации. Его официальными оппонентами были профессора А.Е. Фаворский и В.Е. Тищенко. (Любопытно, что Ипатьев, не имея степени доктора химии, выступал официальным оппонентом на защите докторской диссертации В.Е. Тищенко.)

Педагогическая деятельность Ипатьева в университете продолжалась до 1916 г. Начавшаяся война отвлекла его от выполнения любимой работы. Несомненно, Ипатьев оказал благотворное влияние на преподавание химии в университете. В 1912—1913 гг., в период пересмотра университетских программ, он составил заключение по учебным планам физико-математических факультетов российских университетов. Ипатьев уже тогда

понимал необходимость глубоких химических знаний для математиков, механиков, физиков и астрономов и, наоборот, соответствующих физико-математических знаний для химиков. Он писал: "В настоящее время химики нуждаются в подробном изучении физических методов исследования и их теоретических основ, которые, в свою очередь, для своего понимания требуют основательного знакомства с механикой и математикой... Что касается физики, то химики должны пройти ее в том же разрезе, как и лица, выбравшие отделение физики... Лица, избирающие отделение математики, астрономии и физики, обязаны пройти общий курс физики.

Для математиков необходимость прохождения курса химии обусловливается не только образовательной целью и знакомством с областью знаний, где математические обобщения находят себе обширное приложение, но также и тем, что математики изучают основательный курс физики, прохождение которого без химии немислимо.

В общем курсе химии статья об углеводородных соединениях должна быть развита для лиц, избравших отдел физики, так как органические соединения представляют богатый материал для изучения правильностей между физическими свойствами и их молекулярным строением... Для лица, выбравшего отдел физики, необходимо ввести обязательные практические занятия по химии, хотя бы в минимальном объеме" [4].

Под заключением Ипатьева мог бы подписаться каждый из педагогов высшей школы и сегодня, а многие его положения являются руководящими принципами при составлении учебных программ высших учебных заведений.

Ипатьев с увлечением читал лекции по органической химии в Женском педагогическом институте, куда он был приглашен в 1905 г. В лаборатории института он вместе с В.Н. Верховским возглавил научную работу будущих учителей-химиков. У него работали ассистентами выпускники института Р.Н. Николадзе-Полуевктова, В.Н. Крестинская (сестра известного советского партийного и государственного деятеля Н.Н. Крестинского) и др. Когда директор института С.Ф. Платонов — известный историк и академик с 1920 г. — решил уйти с занимаемой должности, то пост директора предложили Ипатьеву. Всегда избегавший административных должностей, нарушающих единство научной и педагогической работы, а иногда и совершенно отвлекающих от творческой деятельности, Ипатьев категорически отказался от этого предложения, несмотря на то что оно исходило от Великого князя Константина. Точно так же он поступил, когда в конце войны 1914—1918 гг. его кандидатуру выдвинули на высокую должность начальника Михайловской артиллерийской академии.

В разное время Ипатьев читал лекции по химии в Петербургском лесном институте (сначала замещал профессора Е.В. Бирона, а затем был избран ординарным профессором), Московском высшем техническом училище и ряде военных учебных заведений.

Лектор по призванию, Ипатьев умел заинтересовать и увлечь учеников своим предметом. "Большой популяризаторский талант, ясное и красивое изложение, мастерски поставленные опыты делали лекции В(ладимира) Н(иколаевича) очень привлекательными, заинтересовывали слушателей и дали лектору немало учеников и последователей" [5].

Владимир Николаевич считал совершенно невозможным отрыв педаго-

гической деятельности от научной даже в рамках средних специальных учебных заведений, а тем более университетов. Лицам, изъявлявшим большое желание стать преподавателями химии и читать курс лекций, он советовал начинать с... лабораторного стола. "Лекции надо читать, как работаешь: коли хорошо работаешь, и курс хороший получится, а коли плохо работаешь, и читать не должен" [6].

За сорок лет педагогической деятельности Ипатьев воспитал многочисленную плеяду крупных химиков. Из его первых учеников необходимо отметить будущих профессоров — А.В. Сапожникова, физикохимика Н.М. Витторфа, органиков А.А. Солонину и Г.Г. Годжело, удостоенных за свои первые самостоятельные исследования малой премии им. А.М. Бутлерова. Следующий ученик — О.Г. Филипов получил малую премию им. Д.И. Менделеева, Е.И. Шпитальский, который окончил Московский университет и потому не мог слушать лекций Ипатьева, но считал себя его учеником и единомышленником, за свои работы получил в 1910 г. премию им. Мошнина.

В.Н. Ипатьев создал одну из самых крупных школ ученых-катализаторов, использующих в своих исследованиях высокие давления и температуры; она занимает ведущие позиции в современной химии и химической технологии во многих странах. Начало этой многонациональной школе было положено в Советском Союзе нашими химиками-органиками.

К этой школе относятся следующие ученики Ипатьева: лауреат Государственной премии (1947 г), член-корреспондент Академии наук СССР А.Д. Петров; лауреат Ленинской премии (1958 г.) академик Г.А. Разуваев; профессора — Б.Н. Долгов, Н.А. Орлов, В.В. Ипатьев, А.В. Фрост, Б.Л. Молдавский, лауреат Ленинской премии М.С. Немцов, В.Н. Верховский, Н.А. Клюквин, В.И. Николаев, И.А. Андреевский, А.К. Андрюшенко, А.И. Киселев, Н.В. Кондырев, Б.А. Муромцев и др.

Г.А. Разуваев, А.Д. Петров, Б.Н. Долгов, В.В. Ипатьев и другие ученики Ипатьева известны не только как крупные ученые, но и как педагоги.

Многие из его учеников бок о бок со своим учителем трудились в Химическом комитете при Главном артиллерийском управлении в годы первой мировой войны и участвовали в развитии отечественной химической индустрии после Октябрьской революции. Впоследствии многие ответственные посты в химической промышленности занимали ученики Ипатьева. Этим можно объяснить большой успех его государственной и общественной деятельности на благо советской страны.

Воспитанию русских химиков Ипатьев всегда уделял много внимания. В этом отношении он наряду с А.Е. Фаворским, Н.Д. Зелинским, Л.А. Чугаевым, А.Е. Чичибабиным, А.Е. Арбузовым являлся преемником традиций А.М. Бутлерова и Д.И. Менделеева.

Эта преемственность деятелей русской науки помогла отечественной химической промышленности с честью выйти из двух мировых войн и сделать крупные рывки вперед в своем развитии в период индустриализации 1927—1940 гг. и после окончания Великой Отечественной войны. В настоящее время имеется ряд научных химических школ с центрами в Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Киеве, Баку, Нижнем Новгороде, Ереване, Ташкенте, Екатеринбурге, Новосибирске и других городах.

В мощном современном техническом прогрессе, немислимом без химии и химической технологии, имеется и крупный вклад Ипатьева, всю жизнь отдавшего науке и подготовке научных кадров химиков.

Многочисленная научная школа осталась после Ипатьева и в США. Среди ее представителей крупные специалисты в области гетерогенного катализа профессора Г.Пайнс и Р.Л. Барвелл (R.L. Burwell). Оба они возглавляли лаборатории, являвшиеся когда-то частью бывшей лаборатории Ипатьева. Г. Пайнс — непосредственный преемник Ипатьева по лаборатории и исследованиям в области катализа под высоким давлением, а Р. Барвелл продолжил работы по изучению структуры катализаторов на основе окиси хрома, механизма каталитических процессов и стереохимии в явлениях катализа. Из других зарубежных учеников Ипатьева особенно известны своими научными достижениями Л.Шмерлинг, внесший крупный вклад в химию ароматических углеводородов, и В. Хензел, посвятивший много своих работ проблеме получения моторного топлива из нефтяного сырья. К школе Ипатьева принадлежат также А.В. Гроссе, Л. Кассель, Р. Ольберг, К. Линн и многие другие.

В США у Ипатьева, как в свое время в России, работали химики из других стран, которые, возвращаясь к себе на Родину, увозили с собой идеи, часть знаний и опыта учителя. К таким наиболее видным ученикам Ипатьева принадлежит, например, известный французский химик-катализатор Ж. Жермен. Развитие методов высокого давления и каталитической химии вообще в различных странах мира в значительной степени связаны с именем Ипатьева.

## Литература

1. Звягинцев О.Е., Соловьев Ю.И., Старосельский П.И. Лев Александрович Чугаев. М.: Наука, 1965. 197 с.
2. ААНЛО. Ф. 941. Оп. 1. № 6. Л. 1—57.
3. ЦГВИА. Ф. 310. Оп. 1. Д. 5834. Л. 139.
4. Там же Ф. 733. Оп. 155. № 1115. Л. 88.
5. Орлов Н.А. Владимир Николаевич Ипатьев // Природа. 1927. № 5. С. 330.
6. ААНЛО. Ф. 788. Оп. 4. № 34. Л. 7—102.

## Глава шестая

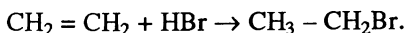
---

### Первые работы в области химии углеводов

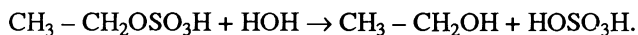
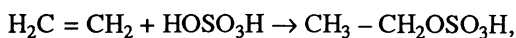
Исследования В.Н.Ипатьева охватывали самые различные классы органических соединений. Однако наиболее существенный вклад Владимир Николаевич внес в химию углеводов. В ней находятся истоки и самых первых и многих последующих его успехов, навечно связавших его имя с великими преобразованиями науки о материалах.

Как это ни парадоксально, но Ипатьев, один из основоположников учения о катализе, как исследователь сформировался в той научной школе, которая нарочито избегала самого слова "катализ". Глава этой школы

А.М.Бутлеров рекомендовал все химические превращения осуществлять, как он говорил, "при температуре мало возвышенной" и без вмешательства посторонних "третьих тел", чтобы не оказывать разрушающего действия на молекулы реагентов. Преследуя цель выяснить зависимость реакционной способности молекул вещества от их химического строения, Бутлеров всецело полагался на активность самих реагентов, которая, по его мнению, должна быть фактором и ориентации реакций в том или ином направлении, и ее скорости. Реакция присоединения бромистого водорода к этилену — яркий пример такого взаимодействия реагентов:



Однако как быть, если аналогичное взаимодействие этилена с водой  $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2 + \text{HOH} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$  не происходит? Из опыта известно, что в таком случае в реакцию требуется ввести агент — серную кислоту. По Бутлерову же, серная кислота здесь является не агентом, не катализатором, а тем же самым — реагентом. Только реакция идет в две стадии:

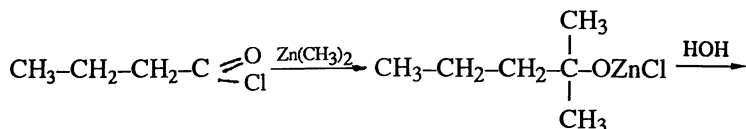


Исходя из таких бутлеровских идей и начал свой путь в химию Ипатьев. Это путь типичного классического органического синтеза; в дальнейшем, как мы знаем, он привел к ипатьевской каталитической химии.

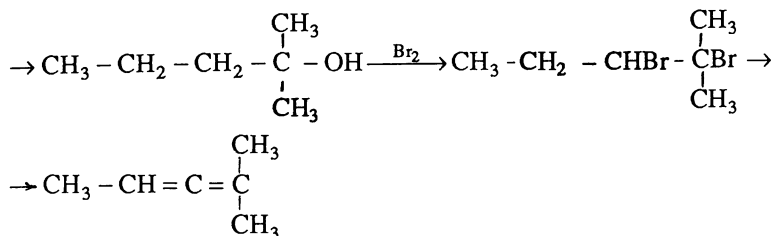
### От синтеза триметилаллена к синтезу изопрена

Первая экспериментальная работа в области химии углеводородов была выполнена Ипатьевым в 1892 г. в лаборатории А.Е.Фаворского — одного из наиболее талантливых учеников Бутлерова. Цель этой работы состояла в том, чтобы на основе хлорангидрида масляной кислоты и диметилцинка получить триметилаллен, а затем путем изомеризации превратить его в углеводород ацетиленового ряда (5-9)<sup>1</sup>.

Уже в процессе синтеза целевого аллена Ипатьев решил оригинальную задачу: он разработал метод получения дибромпроизводных углеводородов



<sup>1</sup> В дальнейшем, в главах 6—9, ссылки на работы Ипатьева, приведенные в списке его трудов в конце книги, даны в круглых скобках.



бромированием третичных спиртов. В результате ему удалось впервые с достаточно высоким выходом получить триметилаллен.

Метод Ипатьева, заключающийся в прибавлении к нагретому до 40–50°C спирту брома по каплям, оказался общим для всех третичных спиртов и, значит, мог использоваться для получения различных углеводов. Это было тогда новым достижением в химии углеводов.

Изучение изомеризации триметилаллена требовало надежных методов идентификации алленов и ацетиленов, находящихся в смеси. Метод идентификации ненасыщенных соединений, разработанный Фаворским и основанный на реакции углеводорода с хлорноватистой кислотой, в данном случае оказался неприменимым, так как приводил к получению сложной смеси и сильному осмолению. Ипатьев взялся за поиск способов идентификации различных непредельных веществ и добился успеха в этом важном для экспериментальной и теоретической химии направлении.

Первый метод, введенный в лабораторную практику Ипатьевым, был основан на взаимодействии непредельных углеводородов с бромистым водородом в растворе уксусной кислоты. В этих условиях аллены давали дибромиды, а ацетилены — бромиды с "мертвым" (неподвижным) атомом брома у двойной связи; различие в реакционной способности получаемых соединений позволило Ипатьеву установить, что триметилаллен в присутствии спиртовой щелочи не изомеризуется.

Открытие реакции присоединения бромистого водорода к триметилаллену послужило Ипатьеву стимулом к детальному изучению всего комплекса вопросов, относящихся к гидрогалогенированию непредельных соединений.

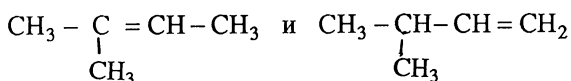
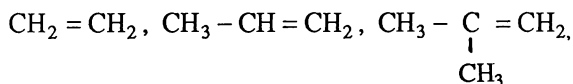
Полученные в этой области результаты имеют важное значение для определения круга реакций, не подчиняющихся известному правилу Марковникова. Они всецело связаны с решением общих теоретических вопросов о реакционной способности веществ и механизме химических реакций, т.е. тех вопросов, которые решаются мучительно долго и в известном смысле являются для химии вечными.

Однако исследования в области гидрогалогенирования, о которых идет речь, интересны еще в другом отношении. Они ярко характеризуют Владимира Николаевича как исследователя, обладающего удивительной способностью замечать едва заметное, но важное, и ликвидировать "белые пятна" на "карте" химии.

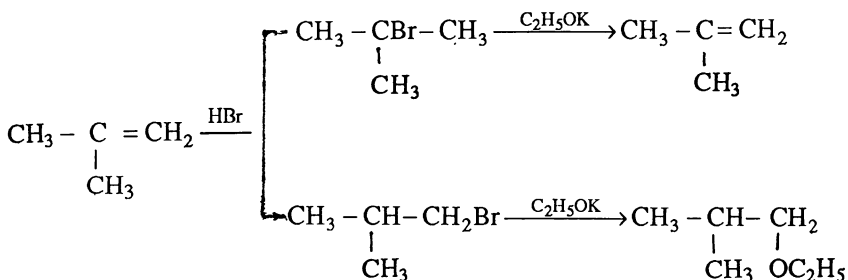
Осуществляя присоединение бромистого водорода в уксуснокислом растворе к диметилаллену, В.Н.Ипатьев заметил, что элементы HBr



присоединяются по двойным связям не так, как это предусматривается правилом Марковникова. Этот факт не имел никакого отношения к задаче, выполнявшейся тогда Ипатьевым. Ведь она состояла в том, чтобы найти метод, с помощью которого можно было бы определить природу получающихся углеводородов  $C_nH_{2n-2}$ : являются ли эти углеводороды ацетиленовыми или алленовыми. И если уксуснокислый раствор бромистого водорода оказался тем реактивом, с помощью которого можно было сделать такое разграничение двух родственных углеводородов, то при столь успешном выполнении задачи можно было и не обращать внимания на факты, находящиеся вне целей исследования. Но этого не случилось. "Аномальность", как писал Ипатьев, этих реакций побудила его изучить присоединение бромистого водорода уже не только к алленовым и диеновым углеводородам  $C_nH_{2n-2}$ , но и к олефинам  $C_nH_{2n}$ . Для этой цели были осуществлены специальные опыты с рядом этиленовых углеводородов различных степеней замещения:



Оказалось, что реакция уксуснокислого раствора бромистого водорода с изобутиленом приводит к двум бромидам (примерно с одинаковым выходом), по-разному относящимся к спиртовой щелочи:



Эта работа была интересна во многих отношениях. Она указывала на своеобразную, причем как бы двойственную реакционную способность изобутилена, позволяла провести количественное разделение смеси разных бромидов и одновременно давала простой метод перехода от некоторых олефинов к простым смешанным эфирам.

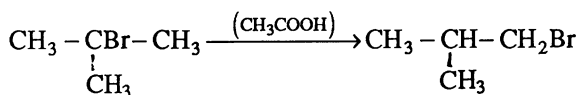
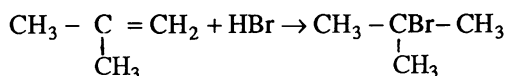
Параллельно проведенные опыты показали, что аналогично ведут себя по отношению к уксуснокислому раствору бромистого водорода и некоторые другие олефины, например триметил- и изопропилэтилены. Они также дают два разных бромида, только выходы "аномальных"

бромидов достигают не более 5–15%, тогда как "нормальных" — около 85–95%.

Вместе с этим Ипатьев показал, что этилен и пропилен совершенно неспособны поглощаться уксуснокислым раствором бромистого водорода. Таким образом, эта реакция оказывается весьма избирательной и в известных случаях может служить для отделения одних углеводов от других.

Дальнейшее детальное изучение реакций присоединения к олефинам галогеноводородов привело к выводу о том, что избирательностью действия обладает лишь уксуснокислый раствор HBr. Ни водный раствор HBr, ни уксуснокислые растворы HI и HCl не обладают этим действием: применительно ко всем исследованным олефинам они в соответствии с правилом Марковникова приводят к галогенидам одного и того же типа с присоединением галогена к наименее гидрогенизированному атому углерода.

Особую избирательность взаимодействия уксуснокислого раствора бромистого водорода с непредельными соединениями В.Н.Ипатьев объяснил каталитическим влиянием уксусной кислоты. Он установил, что последняя вступает во взаимодействие с образующимися бромидами и, возможно, вызывает изомеризацию третичных бромидов:



Нет нужды далее более подробно характеризовать работы В.Н.Ипатьева в этом направлении. Подобного рода исследования относятся к числу тех, которые обогащают химию ценнейшим материалом, ибо его обобщение и объяснение обычно приводит к разработке фундаментальных теорий.

К работам по гидрогалогенированию ненасыщенных соединений тесно примыкают исследования Ипатьева по взаимодействию непредельных углеводов с хлористым нитрозилом и их дибромидов с натрий-малоновым эфиром.

Первая реакция приводит к получению из соединений, содержащих связь  $\text{>C=C<}$ , кристаллических нитрозохлоридов, окрашенных в голубой цвет, г.е. позволяет характеризовать тип кратной связи. Данный метод определения двойной связи до настоящего времени широко используется в экспериментальной практике. Его распространенность и жизненность связаны с тем, что "эта реакция, — как указывал сам Ипатьев, — отличается удобоисполнимостью, требует небольшого количества исследуемого материала и дает настолько характерные продукты, что ее можно рекомендовать, вероятно, во многих случаях..." (21).

Натриймалоновый эфир при взаимодействии с бромпроизводными

углеводородов дает продукты (главным образом кислоты), по которым можно судить о структуре исходных бромидов и углеводородов. Используя эту реакцию, Ипатьев, например, установил строение дибромиды изопрена  $C_5H_8Br_2$ , полученного бромированием изопрена.

Несомненно, две последние реакции, изученные Ипатьевым впервые, представляли громадный интерес, но разработанная им методика гидрогалогенирования в уксуснокислом растворе имела более общее значение и оказала влияние на развитие ряда научно-технических вопросов. Одной из них явилась проблема синтеза каучука, к которой Ипатьев прикоснулся уже в самом начале своей деятельности при распространении найденного метода на сопряженные диены, и прежде всего на изопрен.

До Ипатьева реакцию бромистого водорода с изопреном осуществляли Г.Бушарда и другие химики, но сильное осмоление и мизерный выход бромидов не давали возможности установить их строение. Лишь проведение этой реакции в уксуснокислом растворе позволило Ипатьеву получить производные изопрена с достаточно высокими выходами, что привело к установлению сначала строения дигидропроизводных изопрена, а затем к синтезу и доказательству структуры самого углеводорода.

Читателю уже известно, что Ипатьеву впервые удалось синтезировать изопрен. Важность этого синтеза определяется в первую очередь тем, что он представляет собой начало нового и притом главного этапа на пути решения проблемы синтетического каучука.

А если это так, то, естественно, напрашивается ряд вопросов, связанных с научным подходом к решению этой проблемы вообще. Прежде всего возникает вопрос: почему же изопрен — это основное структурное звено природного каучука — был впервые синтезирован именно в России, которая в ту пору была весьма далека от практических интересов в области каучука? Почему этот углеводород наиболее полно изучен в школе Фаворского? Как получилось, наконец, что именно Ипатьеву принадлежало последнее слово при решении вопроса о строении изопрена?

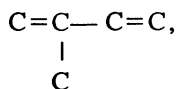
Ответить на эти вопросы можно лишь путем знакомства, пусть очень беглого, с некоторыми событиями из истории химии.

Проблема каучука как химического продукта возникла около полутора веков тому назад. Ее возникновение связано с изучением состава, а затем и строения натурального каучука, начатым в первой половине прошлого столетия в Англии. Эта страна, как известно, стала обладательницей богатейших каучуковых плантаций в Британской Малайе и на Цейлоне. Еще А. Юром (1822 г.), а затем М. Фарадеем (1825 г.), было установлено, что природный каучук имеет углеводородный характер и что в результате пирогенетического разложения его выделяется летучий углеводород. Этот углеводород тем же самым методом — пиролизом натурального каучука — был получен в наиболее чистом виде только в 1860 г. английским химиком Г.Уильямсом, тогда он и был назван "изопреном". Удалось установить, что изопрен имеет общую формулу  $C_5H_8$  и обладает ярко выраженным ненасыщенным характером.

С тех пор вся проблема каучука сводилась, по существу, уже к изучению изопрена. Среди наиболее значительных работ здесь следует отметить систематические исследования У.Тильдена в Англии, Г.Бушарда во Франции и Г.Гарриеса в Германии. Эти ученые определили многие важные свойства изопрена; они нашли, что путем полимеризации он способен снова превращаться в каучук или каучукоподобное тело. Было установлено, что изопрен может вступать в реакцию димеризации, т.е. две молекулы его могут образовать новое соединение терпенового ряда — лимонен. Исходя из общей формулы изопрена  $C_5H_8$  и некоторых его свойств, в 80-х годах был высказан ряд предположений о строении его молекулы, но надежных доказательств по этому вопросу получить не удалось.

Поэтому задача синтетического получения изопрена была очень заманчивой. Ее решение дало бы возможность, во-первых, окончательно выяснить вопрос о строении основного мономерного звена натурального каучука и, учитывая наличие генетической связи между каучуком и терпенами, заглянуть в "лабораторию" растительного организма как каучуконосов Юга, так и хвойных лесов Севера. И во-вторых, можно было надеяться получить данные для синтетического подхода к каучуку.

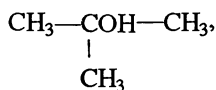
Вместе с тем эта задача была по тому времени (конец XIX в.) достаточно трудной: изопрен имел такие особенности строения, которые не давали возможности подойти к нему со стороны более простых веществ, входивших тогда в набор доступных реактивов химических лабораторий. К этим особенностям строения относились: разветвленность цепи



как следствие этого — сочетание двойных связей сразу с вторичными и третичными атомами углерода и наличие системы сопряженных двойных связей. С этим были связаны склонность подобных систем к изомеризации, наличие побочных реакций при взаимодействии с галогеноводородами и т.д. Поэтому далеко не всякая, даже первоклассная лаборатория могла преодолеть эти трудности.

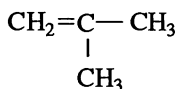
И хотя в тогдашней России экономическая задача получения синтетического каучука экономически и теоретически еще не созрела, логика развития науки, высокий уровень теоретических и экспериментальных работ А.М.Бутлерова и его учеников позволили именно русским химикам решить эту задачу.

Как известно, первым и исключительно важным фактом, подтвердившим идеи химического строения, был синтез третичного спирта



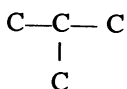
осуществленный в 1863 г. А.М.Бутлеровым.

Вскоре Бутлеров стал систематически изучать строение других соединений с тем же углеродным скелетом, в частности изобутилена

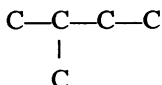


"При работах моих с третичными бутильными производными, — говорит А.М.Бутлеров, — я не раз имел случай наблюдать, с какой замечательной легкостью происходит полимеризация изобутилена под влиянием серной кислоты. Но прежде чем приняться за изучение его полимеров, я счел необходимым — в этом случае, как я это делал и в других, — начать с наиболее простых членов ряда" [1]. И Бутлеров наметил план работ, согласно которому в его лаборатории последовательно синтезировались и вводились в полимеризацию все простейшие непредельные углеводороды — этилен, пропилен, изобутилен и амилены. При этом основным мотивом работ были отнюдь не утилитарные цели: реакции полимеризации Бутлеровым использовались как критерий оценки относительной устойчивости углеводородов. Работы, таким образом, проводились в интересах развития теории химического строения; они преследовали цель — конкретизировать зависимость свойств вещества от их химического строения.

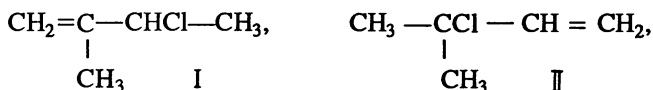
В соответствии с общим планом работы бутлеровской лаборатории в Петербургском университете в 1884–1885 гг. начались тщательные исследования самых разнообразных превращений "третичных амильных производных". Это означало, что лаборатория А.М.Бутлерова от изучения структур с четырьмя углеродными атомами



переходила к следующему этапу работ, вовлекая в изучение структуры, состоящие из пяти углеродных атомов

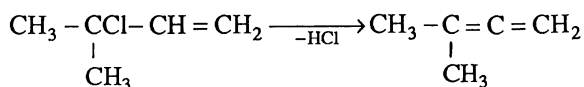
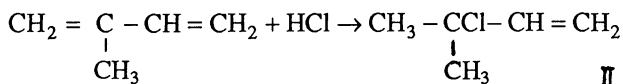


В частности, практиканту И.Л.Кондакову (впоследствии крупному химику) было поручено изучить переходы от одного из изомеров амилена — триметилэтилена — к соответствующим хлорпроизводным и алкоголям. Хлорированием этого углеводорода и последующим отщеплением хлористого водорода Кондаков получил два изомера хлористого амилена



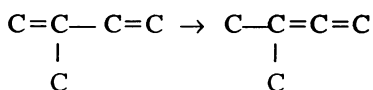
которые вплотную подвели его к возможности получить изопрен. И Кондаков, действительно, поставил перед собой такую задачу, но осуществить ее в то время не смог.

Попытка перехода к изопрену от хлорида I, полученного Кондаковым, была очень заманчивой. Она вызвала интерес у всех сотрудников Бутлерова и поэтому осуществлялась неоднократно. Параллельно с Кондаковым эту реакцию в 1886 г. поручено было исследовать в той же лаборатории студенту Петербургского университета В.П.Гадзяцкому. Однако и он не добился успеха; строение изопрена оставалось по-прежнему загадкой. Правда, Гадзяцкий сделал еще один важный шаг на этом пути. Он нашел, что при гидрохлорировании изопрена, полученного пиролизом натурального каучука, образуется не хлорид I, а хлорид II, из которого сразу же путем отнятия хлористого водорода получается диметилаллен.

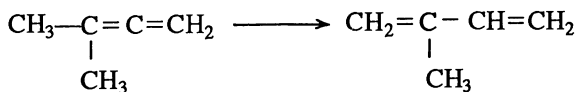


Эти две реакции связывали, таким образом, изопрен и диметилаллен какой-то общностью своего отношения к хлористому водороду.

Практически же обе эти реакции проходили в одну стадию и представляли собой типичный случай изомеризации углеродного скелета с переходом двойной связи.



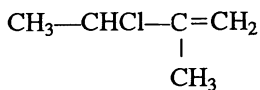
Это обстоятельство немедленно использовал И.Л.Кондаков. Несмотря на то что он в 1888 г. был занят переездом из Петербурга в Варшаву (где потом преподавал физиологическую химию), в течение всего этого года он осуществлял попытку за попыткой вновь подойти к изопрену. Для этого Кондаков решил осуществить реакцию изомеризации этих двух диеновых углеводородов в обратном порядке.



1 декабря 1888 г. об этой работе А.И.Горбов от имени И.Л. Кондакова сообщил на заседании Русского физико-химического общества [2]. Однако о получении изопрена этим способом ничего сказано не было: синтез изопрена опять не удался.

В 1889 г. по этому же вопросу появилась новая статья Кондакова. Она носила название "О действии газообразной хлористоводородной кислоты на диметилаллен". Однако, по существу, в ней речь шла о возможностях перехода к изопрену со стороны все того же хлорида I. "Изопрен... я

пытался получить, – говорит Кондаков, – отнятием HCl из монохлорида

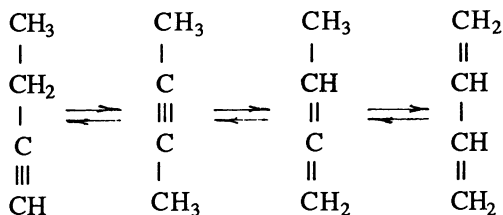


Но ожидания мои не вполне оправдались, так как хлорид этот при нагревании в запаянных трубках при 150°, 160°, 170° со спиртовой щелочью главным образом превращался в эфир и только частью в углеводород. Последнего... получено 10 г с точкой кипения 38–40° [3].

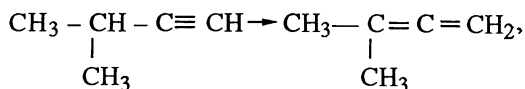
О том, что здесь был получен именно изопрен, температура кипения которого равна 34,1°C, конечно, не может быть и речи. И.Л.Кондаков хорошо понимал это и в связи с последующими сообщениями по этому же поводу не выражал никаких претензий на приоритет в синтезе изопрена.

Тем не менее наиболее прямой путь к изопрену проходил где-то неподалеку от реакции изомеризации, открытой В.П.Гадзяцким и изученной И.Л.Кондаковым, т.е. реакции перехода от изопрена к диметилаллену. Надо было, действительно, только "повернуть" ее в обратную сторону.

Однако в 80-х годах алленовые углеводороды еще не были достаточно изучены. Непосредственное знакомство с ними, равно как и с диеновыми углеводородами, стало возможным лишь в связи с переходом от исследований олефиновых соединений одного уровня неопределенности к изучению ацетиленовых, алленовых и диеновых углеводородов. На самом деле о существовании диметилаллена было известно давно, еще с 1867 г. В 1878 г. с ним работал Г. Бушарда. Чистый препарат диметилаллена был получен в 1887 г. А.А.Альбицким. И все-таки основные свойства этого углеводорода до 90-х годов прошлого века оставались неизвестными. Алленовые углеводороды вошли в широкий круг превращений лишь после того, как А.Е.Фаворский пришел к принципиально новым выводам о месте их изомеризации и взаимных превращений (1887–1891 гг.).



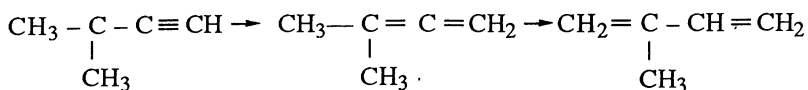
В 1887 г. Фаворский открыл реакцию изомеризации изопропилацетилена в диметилаллен



а с 1891 г. приступил к систематическому изучению аллена и его производных, а также различных диеновых углеводородов, установив общность свойств этих соединений ацетиленового ряда [4].

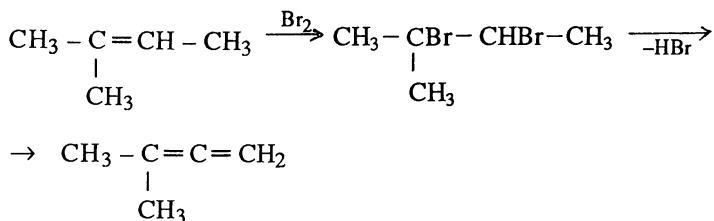
Продолжая эти исследования, Фаворский должен был прийти к

изопрену

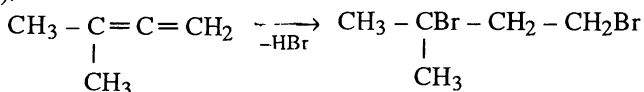


Вопрос состоял лишь в том чтобы найти соответствующий реагент, с помощью которого было бы возможно осуществить этот переход. При этом в арсенале Фаворского было значительно больше средств для такого перехода, чем у кого бы то ни было из школы А.М.Бутлерова, ибо тогда только он имел опыт работы с поли-непредельными соединениями, к которым относились алленовые и 1,3-диеновые углеводороды. Поэтому не случайно, что именно учениками Фаворского были получены основные данные по химии изопрена.

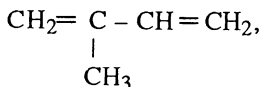
Еще в начале 90-х годов Фаворский получил диметилаллен из амилена.



В апреле 1895 г. Ипатьев сообщил, что при гидробромировании диметилаллена получается бромистый β-диметилтриметилен, т.е. дибромид, у которого атомы брома расположены через один углеродный атом (6).

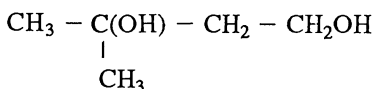


А приблизительно через год он получил точно такой же дибромид гидробромированием изопрена, что было серьезным шагом на пути к выяснению строения изопрена. "Если предположить, — писал Ипатьев, — что изопрен есть углеводород с открытой цепью, то единственно возможная формула его строения будет:



потому что только из такого углеводорода может получиться бромистый β-диметилтриметилен" (10).

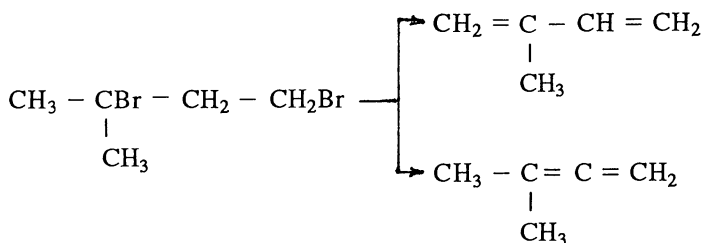
Идентичность полученных из диметилаллена и изопрена дибромидов была установлена по температурам кипения, удельному весу и свойствам их производных: непредельного эфира  $\text{C}_5\text{H}_9 - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$  и гликоля; последний оказался диметилтриметиленгликолем.





Последний шаг к выяснению строения изопрена также принадлежал Ипатьеву. Его изящное исследование (11), приведшее к синтезу изопрена, удивило научный мир своей простотой и убедительностью. Отправной же точкой опять явилось изучение общих закономерностей: действия спиртовой щелочи на дибромиды, получаемые из диенов и ацетиленов. По счастливой случайности у Ипатьева был в достаточном количестве "бромистый  $\beta$ -диметилтриметилен"<sup>2</sup>, с которого и было начато новое исследование.

При действии на бромид, образовавшийся из диметилаллена, спиртовой щелочью Ипатьев получил углеводород, выкипающий при 33–34°C, который не мог быть ни диметилалленом, ни дизамещенным ацетиленом, имеющими более высокие температуры кипения. Это был и не однозамещенный ацетилен, так как он не давал осадка с аммиачным раствором полухлористой меди и азотнокислого серебра. Анализ возможных вариантов отщепления элементов бромистого водорода от исходного дибромиды указывал лишь на два направления:



Однако, как указывалось выше, температура кипения углеводорода была ниже, чем у диметилаллена, поэтому Ипатьеву оставалось установить, что же за соединение имеет формулу  $\beta$ -метилдивинила.

Конечно, предыдущие работы У. Тильдена, В.П. Гадзяцкого и самого Ипатьева оказали влияние на завершающую стадию этого исследования: он стал искать доказательств идентичности полученного углеводорода с изопреном.

Сначала он осуществил реакцию с бромистым водородом и получил продукты, обычные для изопрена. А затем подверг неизвестный углеводород действию хлорноватистой кислоты: образовалось кристаллическое вещество с температурой плавления 81°C, полученное ранее Фаворским и Мокиевским из изопрена. Сомнений не оставалось:  $\beta$ -метилдивинил есть изопрен. Линейность его структуры подтверждало и то, что синтез осуществлялся в условиях, исключающих образование углеродного цикла.

Так был впервые синтезирован изопрен. Как видно, это событие в истории химии было отнюдь не случайным. Ему предшествовала длинная цепь событий, среди которых наиболее значительные находились в русле планомерных, целеустремленных исследований, направленных на развитие теории химического строения. Синтез изопрена явился лишь одним из

<sup>2</sup> Устаревшее название, ведущее свое начало от  $\text{Br}(\text{CH}_2)_3\text{Br}$ , исходного дибромиды в синтезах циклопропана, осуществленных Г.Г. Густавсоном.

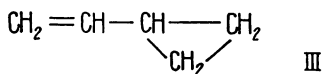
закономерных звеньев этой общей цепи. Следует отметить, что изопрен с 1985 г. стал предметом исследований также и В.А. Мокиевского, отдавшего этой теме 10 лет своей научной работы под руководством А.Е. Фаворского.

Мокиевский, которому принадлежат значительные достижения в химии сопряженных диенов, стремился к синтезу и установлению строения изопрена. Однако ему это удалось лишь после Ипатьева, что объясняется узостью исследований Мокиевского. Ипатьев же ставил перед собой широкие задачи, среди которых синтез изопрена был лишь частностью.

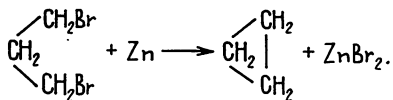
Школа Бутлерова—Фаворского, развивавшая свои исследования во имя открытия наиболее общих закономерностей органической химии, таким же точно образом решила и многие другие проблемы, которые приобрели со временем первостепенное практическое значение. Эта школа заложила, в частности, основы учения о полимеризации олефинов и диолефинов. Она дала химии выдающихся ученых, труды которых легли в основание науки о полимерах, и в первую очередь о каучуке. О том, как это отразилось на развитии промышленности синтетического каучука, будет сказано ниже.

### Раскрытие тайны "углеводорода Густавсона"

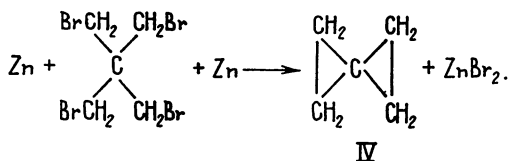
В 1986 г. в "Известиях" Петербургской академии наук появилась статья видного русского химика, ученика А.М. Бутлерова, Г.Г. Густавсона. Она называлась "Винилтриметилен" [5]. Как можно судить по этому названию, в статье речь шла об углеводороде, содержащем кольцо из трех углеродных атомов.



В действительности же в этой статье говорилось об углеводороде, который, несмотря на относительную простоту состава  $\text{C}_5\text{H}_8$ , оставался длительное время загадочным. Дело в том, что Густавсон в свое время открыл простую реакцию получения циклопропана.



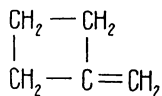
Применив эту реакцию к тетрабромиду пентаэритрита, он хотел получить углеводород с двумя трехчленными циклами.



Однако анализ полученного в результате этой реакции углеводорода указывал, что его строение какое-то иное: он легко присоединяет два

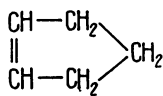
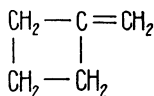
атома брома, следовательно, имеет двойную связь. Это и заставило Густавсона принять для полученного углеводорода строение винилциклопропана, т.е. формулу III, которую подтверждало также образование из углеводорода при окислении глутаровой,  $\alpha$ -оксиглутаровой и янтарной кислот, имеющих линейную структуру.

В дальнейшем Густавсон, изучив продукты окисления бромида "винилтриметилена", стал склоняться к другой структуре полученного углеводорода:



Убедительные доказательства этому отсутствовали.

Крупнейший русский ученый, — тоже ученик Бутлерова, Е.Е. Вагнер, исследовавший "углеводород Густавсона", пришел к предположению [6], что это смесь двух соединений: метиленициклобутана и циклопентена.



Однако вскоре Густавсон сообщил, что тщательное исследование не позволило ему обнаружить циклопентен в предполагаемой смеси.

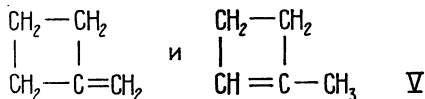
В то же время немецкий химик Г. Фехт утверждал, что углеводород Густавсона имеет бициклическое строение, т.е. формулу IV. В исследовании этого углеводорода потом принимали участие А.Е. Фаворский, Н.Д. Зелинский, В.А. Кистяковский и многие другие. При этом разные исследователи приходили к различным выводам о строении углеводорода  $\text{C}_5\text{H}_8$ . Опять эта роковая эмпирическая формула —  $\text{C}_5\text{H}_8$ , как и в случае с изопреном! И опять загадка, только на этот раз в ней оказалось еще больше неясного, ибо к строению изопрена исследователи приближались единым фронтом. Там не было такого разнородного спектра мнений, как здесь. Поэтому длительное время этот загадочный углеводород не мог получить никакого определенного химического названия и продолжал именоваться "углеводородом Густавсона". Более того, мнения разделились даже по вопросу о том, является ли углеводород Густавсона индивидуальным соединением или смесью веществ.

С 1904 г. в изучении углеводорода Густавсона принял участие также В.Н. Ипатьев. Первые работы его в этом направлении были выполнены совместно с Н.Л. Тихоцким (56).

Исходный "винилтриметилен" был синтезирован в соответствии с указаниями Г.Г. Густавсона. На его основе получен кристаллический нитрозилхлорид. Часть углеводорода была подвергнута изомеризации посредством контакта с окисью алюминия. Тонкие методы анализа продуктов изомеризации, в том числе гидробромирование в уксуснокислом растворе, позволили четко выявить два различных продукта реакции. Это обстоятельство заставило предположить, что углеводород Густавсона состоит из двух различных изомеров, природа которых оставалась еще не ясной.

Вскоре Ипатьев поручил более детальное исследование углеводорода Густавсона своему ученику О.Г. Филипову. Последним под руководством Владимира Николаевича были проверены не только все предположения, но и опыты, проведенные различными авторами с целью выяснения строения углеводорода, начиная с приготовления исходного тетрабромид пентаэритрита. Затем были синтезированы как сам углеводород Густавсона, так и все его возможные аналоги с трех-, четырех- и пятичленными циклами в основе.

Сравнение их свойств и тщательная фракционировка исходного углеводорода привели к выводу о том, что углеводород Густавсона состоит из двух изомеров с четырехчленным циклом в основе.



Ряд реакций, осуществленных с каждым изомером в отдельности и с их смесью, безупречно доказал правильность полученных выводов [7].

Тайна углеводорода была раскрыта.

Правда, как установлено уже в 50-х годах текущего столетия, наряду с этими двумя изомерами (V) при реакции Густавсона образуется и некоторое количество спиропентана (IV). Этот бициклический углеводород очень неустойчив и в условиях реакций с бромом и другими реагентами может превращаться в изомеры V.

История изучения, казалось бы, простого углеводорода Густавсона продолжалась, таким образом, более 60 лет: с 1887 по 1950 г. И это изучение нельзя было назвать цепочкой заблуждений. Каждый исследователь вносил свою определенную лепту, раскрывая то одну, то иную сторону этой сложной задачи. Но основная доля результатов с раскрытием тайны углеводорода Густавсона принадлежала В.Н. Ипатьеву и его школе.

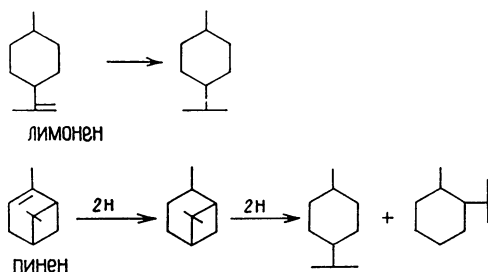
### Исследование терпенов

При освещении работ В.Н. Ипатьева в области химии непредельных углеводородов нельзя не упомянуть о его работах, связанных с изучением терпенов.

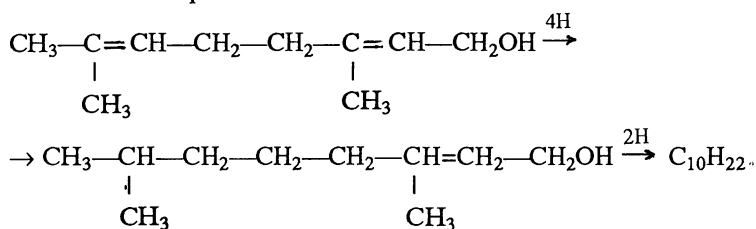
Исследования терпенов служат своего рода оселком, пробным камнем классической органической химии. И редко кто из крупных химиков-органиков не касался этой области. Для русских химических школ область терпенов представляла собой предмет традиционных исследований, поэтому В.Н. Ипатьев, изучивший изопрен, или гемитерпен (полутерпен), естественно, не мог не уделить в своих работах этому предмету должного внимания.

Правда, исследования Ипатьева в области терпенов довольно своеобразны, они относятся уже к комплексу его каталитических работ. Но это обстоятельство придает им еще больший интерес, так как это были первые попытки применения новейших каталитических методов к этому объекту классической химии.

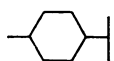
Первая серия работ Ипатьева в этом направлении была посвящена изучению гидрогенизации ряда циклических терпенов углеводородного характера. Применение окиси меди в качестве катализатора и высоких давлений позволило осуществлять исключительно избирательное превращение лимонена и пинена с остановкой на любой стадии гидрирования.



Затем было осуществлено не менее избирательное гидрирование—восстановление гераниола.



При изучении деструктивной гидрогенизации органических соединений Ипатьев детально исследовал процесс разложения пулегона. Он впервые нашел при этом, что разложение происходит в основном с сохранением типичного терпенового скелета



и приводит, с одной стороны, к алициклическим, а с другой — к ароматическим соединениям.

Однако, вероятно, наиболее интересна среди работ Ипатьева в области терпенов серия работ по совместному действию катализаторов, в которых предметом исследования были фенхон, фенхал, изокамфан, борнеол, изоборнеол и камфора. Более подробно об этом мы расскажем ниже.

Приведенные работы Ипатьева по углеводородам не исчерпывают всех его достижений в этой области. Дополнительно можно указать на исследования по получению ненасыщенных углеводородов как действием цинковой пыли на соответствующие дибромиды, так и разложением спиртов; полимеризацию олефинов, их изомерные и метамерные превращения; синтез метана и других парафинов; гидрогенизацию и разложение ненасыщенных соединений; алкилирование парафиновых углеводородов олефинами; реакции дегидроциклизации и т.д.

Труды Ипатьева в области углеводородов имеют не только глубокий

теоретический интерес, но и большое практическое значение. Многие из них связаны с циклом работ по катализу и поэтому будут рассмотрены в следующей главе.

### Литература

1. *Бутлеров А.М.* Соч.: В 3 т. М.: Изд-во АН СССР, 1953. Т. 1. С. 322.
2. *Кондаков И.Л.* Об изомеризации диметилаллена // *ЖРФХО*. 1888. Т. 20. С. 706.
3. *Кондаков И.Л.* О действии газообразной хлористоводородной кислоты на диметилаллен // Там же. 1889. Т. 21. С. 36—38.
4. *Фаворский А.Е.* Явления изомеризации в ряде углеводов // Там же. 1891. Т. 23. С. 283—285.
5. *Густавсон Г.Г.* Винилтриметилен // *Изв. Акад. наук*. 1896. Т. 5. С. 237—239.
6. *Вагнер Е.Е.* Углеводород Густавсона // *ЖРФХО*. 1898. Т. 30. С. 265—266.
7. *Филипов О.Г.* Строение углеводорода Густавсона // Там же. 1912. Т. 44. С. 464—470.

## Глава седьмая

---

### Труды в области катализа при высоких температурах и давлениях

Область катализа для В.Н. Ипатьева была ни с чем не сравнимой; в ней находились его главные интересы. Ей он отдал почти всю свою жизнь.

Катализ! Как много загадочного и пока еще таинственного в этом слове! Катализ — это производство серной кислоты и удобрений, это синтез каучука и пластических масс, это превращения крайне простых молекул окиси углерода и водорода в сложные молекулы бензола, спиртов и кислот. Катализ — это могучее средство свершать сложнейшие преобразования одних тел в другие, это химическая основа обмена веществ в организмах растений и животных. Вот почему механизм каталитических реакций изучается теперь почти в каждой химической лаборатории. На основе экспериментальных данных ученые предложили множество гипотез и теорий катализа. И тем не менее в катализе еще и сегодня много неясного.

Всего этого В.Н. Ипатьев не знал и не мог знать, когда он в начале столетия приступил к исследованиям в области катализа. Почти вековая история каталитической химии до работ Ипатьева представляла собой преимущественно историю отдельных, иногда выдающихся открытий и высказанных в связи с ними взглядов, мало повлиявших, однако, на общий ход развития химии. Систематически и с неизменно нарастающим успехом в XIX столетии происходило лишь изучение гомогенных каталитических органических реакций в растворах. Однако это изучение проводилось в рамках классического органического синтеза, действие катализаторов в котором не привлекало к себе серьезного внимания. Оно попросту сводилось к роли обычных реагентов — участников промежуточных стадий.

Классический органический синтез является, несомненно, грандиозным достижением химии. Недаром он именовался "триумфальным шествием" органической химии, принявшей на вооружение теорию химического строения А.М. Бутлерова. С помощью этой теории химии глубоко проникали внутрь вещества, отчетливо представляя себе химическую структуру его молекул. Они умели строить планы реконструкции этих молекул и затем с успехом, какого не знала предшествующая история химии, осуществляли синтез намеченных продуктов. Это было для прошлого столетия поразительно. Еще в 50-х годах XIX в. специалисты считали органическую химию "непроходимым, дремучим лесом", а в 70-х и 80-х годах благодаря теории они уже не только отчетливо ориентировались в этом лесу, но были готовы считать себя его полными хозяевами.

Однако, как и всякое явление, классический органический синтез имел и свои негативные стороны. Во-первых, он был страшно трудоемким. Для того чтобы на основе простых исходных веществ получить новое вещество средней сложности, требовалось иногда проделать массу операций. Во-вторых, он требовал дефицитных исходных продуктов. Такими чаще всего являлись спирты, альдегиды и кетоны, кислоты, непредельные углеводороды, бром, бромистый водород, галоидные соединения фосфора и т.д. В-третьих, далеко не все методы классического органического синтеза приводили к приемлемым выходам целевых продуктов. Очень часто выходы были низкими: 30, 20 и менее 10%. Значительная же часть исходных веществ терялась в виде побочных продуктов. Бичом многих препаративных синтезов было образование смол за счет произвольных реакций разложения (крекинга), полимеризации и поликонденсации.

Учитывая именно это последнее обстоятельство, А.М. Бутлеров и придавал особое значение условиям проведения органических реакций. Начиная свои знаменитые синтезы с использованием цинкорганических соединений, он говорил, что правильность заключений о химическом строении веществ "можно всего лучше будет основывать на изучении способов их синтетического образования — и преимущественно при таких синтезах, которые совершаются при температуре мало повышенной, и вообще при условиях, где можно следить за ходом постепенного усложнения химической частицы" [1]. Поэтому принцип соблюдения "мягких" условий проведения реакций лег в основу всех экспериментальных работ Бутлерова и его школы. Этому принципа придерживалось вообще большинство представителей классической органической школы.

Но вот наступило XX столетие. И начало века для органической химии ознаменовалось выдающимися событиями. Наряду с открытием универсального метода получения органических веществ, а именно магнийорганического синтеза, появился гетерогенно-каталитический органический синтез. В систему методов органической химии, всегда избегавшей каких бы то ни было экстремальных условий, в особенности высоких температур, казалось, как-то внезапно ворвался совершенно новый дух, появились новые требования. Гетерогенный катализ как метод осуществления органических реакций повлек за собой применение не только



В.Н. Ипатьев и П. Сабатье (Париж, 1936 г.)

высоких температур, но и высоких давлений (100, 200 атм и более). И все эти нововведения, безусловно, были бы отвергнуты, если бы они не принесли с собой поразительного эффекта. Гетерогенный катализ уже с первых шагов своего проникновения в органическую химию практически доказал возможность замены многостадийных процессов прямыми процессами, позволил достигать неизмеримо более высоких выходов продуктов, а главное — применять в качестве исходных веществ предельные углеводороды, до того считавшиеся "химическими мертвецами".

Совершенно очевидно, что появление гетерогенного катализа в органической химии знаменовало собою начало нового периода в ее истории, начало коренного преобразования ее методов.

Пионерами этого преобразования и основоположниками гетерогенно-каталитического органического синтеза выступали на грани двух последних веков В.Н. Ипатьев в России и П. Сабатье во Франции. Им принадлежат фундаментальные работы в этом направлении, работы, взаимно дополнившие друг друга и составившие прочную основу современного гетерогенного катализа в органической химии.

Возникновение одновременно в двух странах исследований в области гетерогенного органического синтеза подчеркивает закономерность этого явления. Это был именно своеобразный прорыв исследовательской мысли и экспериментального мастерства. Еще более замечательным является то, что начало систематических исследований гетерогенного органического катализа (1900 г.) совпадает, как было замечено, с возникновением магнийорганического синтеза. Характерно, что и здесь проявилась вы-



дающая роль химиков России и Франции; созданный в работах А.М. Бутлерова и А.М. Зайцева циклоорганический синтез привел французского исследователя В. Гриньяра к открытию (1900 г.) его универсального реактива — эфирного раствора алкилмагнийгалогенидов, теорию образования и действия которого разработал в Московском университете В. В. Челинцев.

Появление исследований В.Н. Ипатьева и П. Сабатье по катализу было вызвано тремя обстоятельствами. Одно из них относится к достижениям собственно гетерогенного катализа, другое — к успехам органической химии и третье — к тем успехам, которые были достигнуты в конце прошлого столетия при изучении скоростей химических реакций главным образом В. Оствальдом, С. Аррениусом и Я. Вант-Гоффом. Оценивая побудительные причины работ Ипатьева и Сабатье, нетрудно прийти к выводу, что главная из них — достижения органической химии.

В самом деле, что оставил предшествующий гетерогенный катализ для органической химии, кроме самых общих указаний на осуществление реакций посредством нагретых металлов или их окисей? В лучшем случае при изучении органических реакций на твердом теле исследователи ограничивались лишь констатацией происходящего изменения исходных продуктов. Ни в ранних работах Г. Дэви, Л. Тенара и И. Деберейнера, ни в более поздних работах М. Бергло не содержалось указаний на непосредственные причины изменения тела. Анализ же смесей не давал возможности разобраться в сложном комплексе образующихся и остающихся неизменными продуктов.

Естественно, значительно большую роль для исследований Ипатьева и Сабатье в области химической кинетики сыграли ранние кинетические работы. В них содержались важные указания на неразрывность связей кинетики и катализа (Оствальд), на роль стенки сосуда, примесей и растворителей (Вант-Гофф, Меншуткин), на закономерности зависимости скорости реакций от температуры (Аррениус). Все это в дальнейшем нашло отражение в трудах Ипатьева и Сабатье.

Основным же источником, из которого были почерпнуты мысли о каталитическом преобразовании вещества, и первым стимулом работ Ипатьева и Сабатье была органическая химия. Богатый материал, полученный в результате развития этой науки во второй половине прошлого столетия, позволил по-новому решить вопросы, относящиеся к пирогенетическим<sup>1</sup> органическим реакциям. Химики-органики к концу прошлого века были в состоянии указать на преимущественные направления в изменении молекул при повышении температуры, на относительную устойчивость разных органических соединений, на различия в так называемой подвижности атомов и атомных групп, составляющих молекулу. Все это вместе взятое и достаточно развитая экспериментальная техника синтезов позволяли установить характер действия катализатора в условиях высоких температур и по крайней мере

---

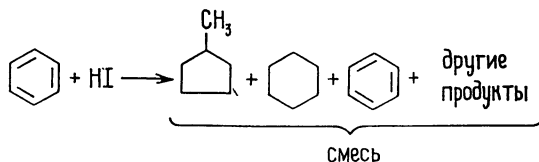
<sup>1</sup> К пирогенетическим реакциям в химии относят реакции, осуществляемые при высоких температурах: 300–700°C. Молекулы многих органических веществ при этом разлагаются с образованием ненасыщенных молекул меньшего молекулярного веса, склонных к полимеризации. Результатом последней является образование смол.

разграничить это действие и влияние других факторов. Короче говоря, успехи классической органической химии подготовили как само появление, так и почву для быстрого развития гетерогенного органического катализа.

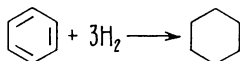
### Первые работы Ипатьева и Сабатье по катализу

Владимир Николаевич Ипатьев и Поль Сабатье работали в лабораториях, расположенных в разных концах Европы, в различном окружении и в далеко не одинаковых условиях. Их общение ограничивалось главным образом единым поприщем науки. По их публикациям можно судить, что, разрабатывая одну и ту же группу проблем, они не во всем были согласны между собой, в какой-то степени соперничали или, лучше сказать, соревновались друг с другом. Однако общность времени, интересов и научных целей объединила их исследования, а история ввиду этого поставила рядом их имена. Как было уже отмечено, их исследования дополняли друг друга.

П. Сабатье начал свои работы в 1897 г. Избранное им направление — это преимущественно гидрогенизация непредельных соединений с помощью катализатора — никеля. На основе этилена он получил этан, на основе ряда других олефинов — соответствующие парафины. В 1901 г. Сабатье выполнил первые работы, относящиеся к гидрогенизации ароматических соединений. Реакции Сабатье отличались крайней простотой. Методика выполнения экспериментов заключалась, по существу, лишь в пропускании паров исходного органического соединения с водородом через нагретую до 100—190°C трубку, содержащую мелко раздробленный металл в качестве катализатора. Пропускание бензола и водорода при 170—190°C над никелем обеспечивало практически 100%-ный выход циклогексана! А ведь как трудно было получить ранее этот продукт. Известный русский химик Ф.Р. Вреден в 1877 г. пробовал классическим способом, путем восстановления иодистым водородом, получить гидрированный продукт на основе бензола, но получил, как позже оказалось, смесь продуктов с преимущественным содержанием метилциклопентана.



А. Байер и Н.Д. Зелинский циклогексан получали еще более сложным путем: на основе двухосновной жирной (пимелиновой) кислоты получалась ее кальциевая соль, из нее путем нагревания над известью — циклогексанон, из него под действием иодистого водорода — циклогексанол и затем только — циклогексан. Сабатье же осуществлял реакцию за одну операцию.



В 1900-е годы и позднее Сабатье занимался многими органическими реакциями и, как правило, достигал хороших выходов целевых продуктов.

Короче говоря, главное в работах Сабатье и его учеников и сотрудников — открытие новых методов органического синтеза. Несомненно, ему приходилось касаться вопросов и подбора, и приготовления катализаторов; он изучал действие на ход реакции примесей, но с наибольшим успехом им решались вопросы синтетической химии. В этом состоит сходство его работ с исследованиями Г.Г. Густавсона, Ш. Фриделя и Дж. Крафтса<sup>2</sup> — его ближайших предшественников по каталитической органической химии, которых обычно относят к представителю классического синтеза.

Исследования В.Н. Ипатьева представляют несравненно более далекий и решительный отход от классических методов. Они вносят уже весьма существенные, может быть даже революционизирующие элементы новизны во многие области химии. Если в работах Сабатье основным фактором, изменяющим характер органических реакций, является только катализатор, а температура играет принципиально ту же роль, что и в некаталитических реакциях (т.е. до определенных пределов ускоряет реакцию, а затем при значительном повышении приводит к крекингу), то в работах Ипатьева, наоборот, объектом изучения являются собственно пирогенетические реакции. В них катализатор служит средством ограничения разрушающего действия температуры.

Действие высокой температуры на органические соединения так или иначе давно привлекало химиков. Вызывало оно интерес и у представителей классической школы органиков. Однако результаты многочисленных опытов показали, что при температурах выше 300—400°C подавляющее большинство органических веществ претерпевает сложный процесс разложения и осмоления. Попытки использовать высокие температуры для синтеза не приводили к практически ценным результатам. Даже известные в истории химии пирогенетические реакции М. Берглю, этого блестящего французского химика-синтетика, не дали препаративных методов синтеза. С 60-х годов прошлого столетия в органической химии высоких температур стали избегать; начали господствовать методы низкотемпературных реакций. Даже песочная баня с ее температурами до 200°C представляла редкость. Зато широко использовались водяная баня (~ 100°C) и лед.

Теория химического строения, как было сказано, способствовала развитию тонких методов синтеза, использовавших "мягкие" условия. Так обстояло дело в течение всего XIX столетия.

И вдруг!.. В школе Бутлерова—Фаворского, в той самой школе, которая отличалась особой "тонкостью" синтезов и всегда призывала совершать процессы при температуре "мало повышенной", появились работы с изучением реакций, происходящих при 600—800°C! Ипатьев,

---

<sup>2</sup> Г.Г. Густавсон — русский химик, в 1877 г. открывший каталитическое действие  $AlBr_3$ . Ш. Фридель — французский исследователь и Дж. Крафтс — американский химик, долгое время сотрудничавший с Фриделем, открыли ряд реакций, катализируемых посредством  $AlCl_3$ .

ученик Фаворского, пытаясь получить дивинил путем пирогенетического разложения изоамилового спирта при 550°C, установил далеко не безразличное отношение материала реакционной трубки к скорости разложения и, главное, к направлению реакции. Это было в начале 1900 г.

Вскоре Ипатьев определил специфическое действие "контактного вещества", т.е. катализатора, заключающееся в том, что оно, резко снижая температуру разложения, заставляет молекулу распадаться по определенному направлению с образованием ожидаемых продуктов. Стремление установить возможности, а далее и закономерности "планового"<sup>3</sup> пирогенетического разложения вещества путем применения катализаторов с тех пор стало лейтмотивом всей научной работы Ипатьева.

Исследования В.Н. Ипатьева и во многом другом отличались от работ П. Сабатье, с чем читатель познакомится несколько позже. Однако все эти различия, какими бы причинами они ни вызывались, скорее походили на своеобразное разделение труда или на использование орудий разного калибра при штурме с разных сторон одной и той же крепости. Этой крепостью был катализ.

Ипатьев и Сабатье открыли эпоху гетерогенного катализа в органической химии. Оба они, исходя из задач, вставших перед органическим синтезом, рушили традиционные устои низкотемпературного синтеза и показывали "могучее посредничество" катализаторов в сочетании с высокой температурой.

### **Термокаталитические реакции Ипатьева со спиртами**

Если бы мы задались целью проследить, какие каталитические процессы вообще изучались больше всего, то мы бы безусловно указали на два таких процесса: на реакции разложения этилового спирта и перекиси водорода.

Спирт разлагали, пропуская его через раскаленную глиняную трубку, еще голландские химики в XVIII столетии. Уже тогда они получили "маслородный газ" — этилен. В наш век эту реакцию изучали почти все крупнейшие специалисты в области катализа: Ипатьев и Сабатье, глава одной из самых известных каталитических школ в США Х.С. Тэйлер и автор наиболее универсальной — мультиплетной — теории катализа А.А. Баландин (СССР), главы каталитических школ: в Англии Э.Ридил и в Германии К.Хауффе, пионер "полупроводникового" катализа С.З. Рогинский (СССР) и особенно его ученик, автор одной из распространенных теорий разложения спиртов, О.В. Крылов. Объясняется это не столько интересом к механизму этой реакции — механизм ее относительно несложен, — сколько большими возможностями проследить все акты взаимодействия реагента (спирта) с катализатором и на этом простом примере — пробном камне — попытаться определить общие закономерности катализа.

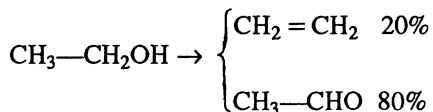
---

<sup>3</sup> Это выражение Н.Д. Зелинский применил к характеристике работ В.Н. Ипатьева.

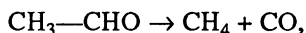
Что же сделал в этом направлении В.Н. Ипатьев?

Очень многое! Он начал систематические исследования каталитических реакций разложения спиртов на современном научном уровне, раскрыл механизм реакции, предложил пути управления процессом, проложил первые пути использования этого процесса для синтеза важнейших продуктов.

Первые опыты В.Н. Ипатьева с винным спиртом были, так же как и опыты Сабатье, до крайности просты и в то же время необычайно результативны. Пропуская пары спирта через стеклянную трубку, он установил, что спирт "безнаказанно" (т.е. не изменяясь. — *Примеч. авт.*) проходит через нее даже тогда, когда она нагрета до 700° (44). Лишь при 820° С спирт разлагается, образуя этилен и уксусный альдегид.

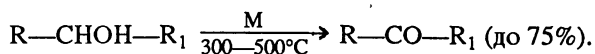
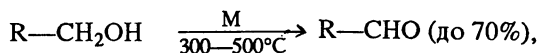


Уже одна эта реакция могла бы иметь препаративное значение, если бы образующийся уксусный альдегид "замораживать", не давая ему разлагаться. К сожалению, при 800°С он разлагается на метан и окись углерода



что приводит к резкому снижению выхода альдегида — до 30—35%.

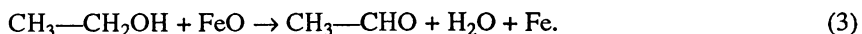
Как выяснилось, совсем иначе протекают реакции дегидрогенизации винного и других спиртов в присутствии катализаторов-металлов, например магния, алюминия, железа. Разложение в таком случае наступает уже при температуре 300°С:



Все эти реакции Ипатьев представил не как простое отщепление молекулы водорода от гидроксилсодержащей группы спиртов, а в духе классических бутлеровских представлений: как окисление алкоholes под действием окисей металлов (например, окиси железа), которые, в свою очередь, образуются в результате реакций



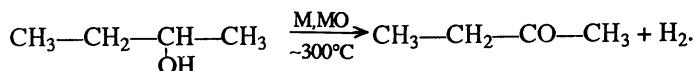
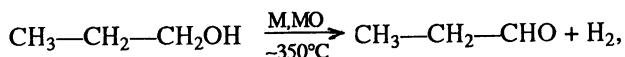
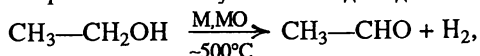
И тогда ясно, что FeO будет действовать как окислитель по отношению к спирту.



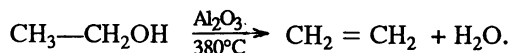
Так в самых первых работах В.Н. Ипатьева (32) по катализу появились зародыши его теории, которой он руководствовался всю жизнь. Ее мы рассмотрим ниже. Но уже здесь надо сказать, что эта теория стала

"работать" сразу, как только родилась. Ведь, согласно этой теории, металлы, не способные взаимодействовать с водой по реакции (2), не могут быть и катализаторами реакций (1) и (3). Ипатьев попробовал взять из таких металлов свинец и олово и нашел, что они действительно не катализируют эти реакции. Зато, когда он вместо металлов стал брать их окиси, то эффект получился блестящий. На окиси цинка разложение спирта до альдегида происходило при 530°, а начиналось уже при 450—460°C. Если метиловый спирт без катализатора разлагается при 900°, то на окисях металлов он превращается в формальдегид и водород при 600 и даже 550°C. Пропиловый, изобутиловый и изоамиловый спирты на 100% превращались в соответствующие альдегиды или кетоны в присутствии окисей цинка, меди и железа при 300—400°C.

Таким образом, в результате первых каталитических работ, выполненных В.Н. Ипатьевым в 1900—1902 гг., были решены вопросы "альдегидного разложения", или дегидрогенизации спиртов, в целях препаративного получения альдегидов и кетонов.



Однако почему при таком процессе почти не происходит образования oleфинов, т.е. не идет дегидратация? В 1901 г. Ипатьев испробовал в качестве катализаторов для этой цели ряд веществ, но успеха не добился. В следующем году опыты были продолжены. Надо заметить, что пионерам катализа в деле подбора катализаторов приходилось очень нелегко. Это теперь химики уже знают, что для отщепления водорода, т.е. для дегидрогенизации спиртов, надо брать окиси цинка, железа, меди, хрома и т.п., а для отщепления воды от спиртов, т.е. для дегидратации, требуются катализаторы типа твердых кислот (алюмосиликаты, фосфорная кислота на носителях и т.д.). Тогда же не было никаких сведений по этому вопросу и приходилось в качестве катализаторов опробовать "все возможное и невозможное"<sup>4</sup>. Но вот у Ипатьева наметилась и удача: графит, смешанный с глиной, при 500—600°C почти полностью разлагал винный спирт на этилен и воду. Вскоре, однако, выяснилось, что графит здесь вовсе ни при чем. Катализатором служила одна глина. В том же 1902 г. Владимир Николаевич испытал в качестве катализатора разложения винного спирта глинозем Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и убедился, что в его присутствии этиловый спирт полностью разлагается с образованием этилена и воды при 380°C.



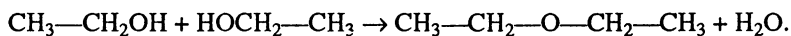
<sup>4</sup> Так говорили немецкие химики А. Митташ и Ф. Гебер, подбирая катализаторы для синтеза аммиака. Они последовательно испытывали все элементы таблицы Д.И. Менделеева и их соединения.

В таком же направлении на этом катализаторе протекают превращения и других спиртов: из пропилового спирта получено 96% пропилена, из изоамилового — 92% изоамилена и т.д.

Таким образом, в первых работах Ипатьева был разработан препаративный метод получения этилена из винного спирта и вообще олефинов из спиртов. Этот метод во всех отношениях превосходит ранее известные методы: он необыкновенно прост, не требует расхода каких бы то ни было реагентов, кроме спиртов, и в то же время обеспечивает близкий к 100 % выход целевого продукта. Недаром некоторые химики называли его "идеальным методом" [2, с. 70].

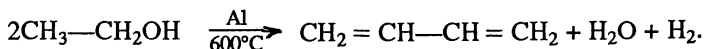
Что же касается найденного Ипатьевым катализатора — окиси алюминия  $Al_2O_3$ , то с тех пор этот катализатор занял исключительно важное место в катализе. Он сделался не только самым распространенным катализатором, но и наиболее широко употребляемым носителем. Его изучением занимались и Ипатьев, и его ученики, и другие исследователи в течение многих лет.

Следовало бы перейти теперь к третьему направлению разложения спиртов. Ведь наряду с этиленом дегидратация спирта приводит еще и к эфиру.



Классическим гомогенным катализатором здесь служит серная кислота, почему ранее диэтиловый эфир и назывался "серным эфиром". Это направление будет рассмотрено в следующем разделе. Хотя Сабатье, применив метод Ипатьева и катализатор  $Al_2O_3$ , и получил из метилового спирта метиловый эфир, но в случае других спиртов эта реакция при обычных "термокаталитических" превращениях не протекает. Для ее осуществления В.Н. Ипатьев нашел особые условия.

Он открыл еще один путь превращения этилового спирта, которого не знала классическая химия. Применяя в качестве катализатора чистый алюминий, Владимир Николаевич в 1903 г. установил, что при 580—600°C спирт превращается... в бутадиев (!).



Правда, выход бутадиев составлял всего лишь 1,5 % и не имел практического значения. Но в данном случае важным был принцип: повторные опыты показали, что новое направление реакции действительно имеет место и есть основание считать, что выход бутадиев можно повысить (46; 252, с. 113).

Бутадиев же — это начало каучука. Поэтому В.Н. Ипатьев поручил систематическое исследование этой реакции сначала практиканту С. Ждановичу, который потратил на это год работы, а затем своему ближайшему сотруднику О.Г. Филипову. В 1910 г. и последующих годах Филипову удалось очень немного: выход бутадиев был повышен с 1,5 до 5%; ни один из испытанных катализаторов к лучшему выходу не приводил.

В 1915 г. И.И. Остромысленский попробовал проводить процесс в две стадии: на окиси цинка он дегидрировал спирт до альдегида, а затем на окиси алюминия пытался осуществить дегидратацию одновременно и спирта и альдегида.

По данным Остромысленского, выход бутадиена достиг у него 18%. Однако при воспроизведении этих опытов такого выхода достигнуть не удалось.

И тем не менее семена, брошенные В.Н. Ипатьевым, дали блестящие всходы.

Наступил 1926 г. Правительство СССР поставило перед исследователями задачу — попытаться по возможности очень быстро разработать простой способ получения из доступного сырья мономера, а на его основе синтетического каучука. Задача эта в течение двух лет была решена Сергеем Васильевичем Лебедевым — тоже одним из учеников А.Е. Фаворского. Применяв смешанный катализатор  $ZnO—Al_2O_3$ , Лебедев получил бутадиен



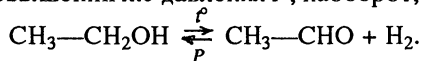
с таким выходом, который был экономически приемлем для строительства завода. А в 1932 г. на этой основе в СССР впервые в мире были пущены уже многотоннажные предприятия по производству синтетического каучука.

### Применение высоких давлений

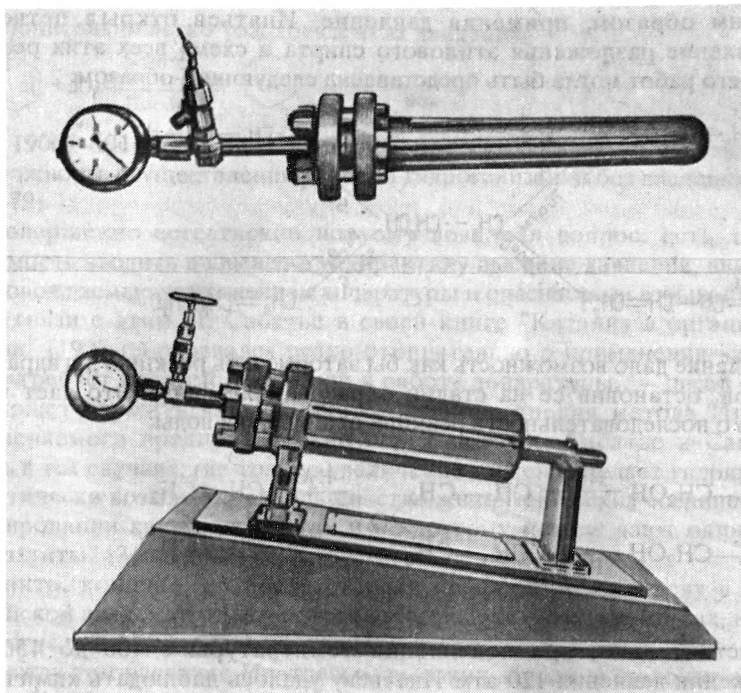
"С самого начала изучения каталитической дегидрогенизации алкоholes при высоких температурах, но при обыкновенном давлении, — говорит В.Н. Ипатьев, — меня интересовал вопрос о возможности их изучения в замкнутом пространстве с точки зрения химической кинетики" (252, с. 37). Замыкание пространства при осуществлении такого рода реакций практически означало повышение давления до 100, 200, 300 атм и более. Именно это и предусматривал Ипатьев, намереваясь ввести в катализ, кроме высоких температур, еще новый мощный фактор — высокие давления.

Владимира Николаевича не смутило и то, что введение высоких давлений потребовало отказа от традиционной аппаратуры тонкого органического синтеза — стеклянных трубок и колб, которые должны были уступить место какому-то особому оборудованию. Для реакций при высоких температурах и давлениях им был сконструирован специальный аппарат, получивший затем широкую известность под названием "бомба Ипатьева". По существу же, это был первый образец современного автоклава, являющегося теперь необходимой принадлежностью каждой хорошей лаборатории. Бомба была снабжена манометром и термопарой для измерения давления и температуры соответственно. Повышение температуры в ней обычно достигалось путем электрообогрева; иногда же для опытов, требующих особого постоянства температуры, применялась баня со свинцовым и оловянным расплавом.

Ближайшие цели от применения такого аппарата были достигнуты уже после первых опытов в 1903—1904 гг. (60). При повышении температуры  $t^\circ$  равновесие смещалось при реакции разложения спиртов вправо; при повышении же давления  $P$ , наоборот, влево.





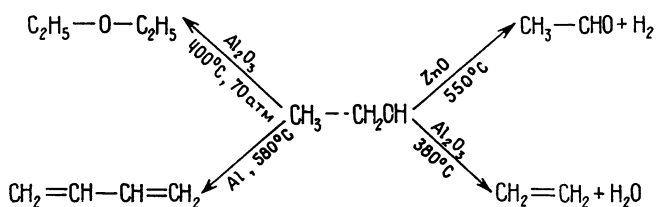


"Бомба Ипатьева" для изучения процесса катализа под высоким давлением

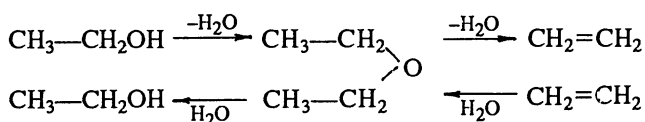
Поскольку давление  $P$  с течением времени  $t$  нарастало по мере разложения спирта, то за ходом разложения можно было следить просто по показаниям манометра, постоянно определяя  $dP/dt$ . Ипатьев так и делал. Первый опыт он производил без катализаторов, а опыты № 2, № 3 и т.д. — с катализаторами. Сравнивая  $dP/dt$  в опытах № 1, № 2, № 3 и т.д., он количественно оценивал действия разных катализаторов. Катализ Ипатьева ввиду этого принимал тот физико-химический облик, который отличает исследования специалистов в области каталитической химии от работ синтетиков-органиков, обычно использующих уже готовые рекомендации по подбору и приготовлению катализаторов. Связывая действие катализаторов со скоростями химических реакций, Ипатьев наряду с Оствальдом и его школой объединял воедино катализ с кинетикой, т.е. закладывал тот прочный научный фундамент, на котором потом было построено современное здание химической кинетики.

Выше было сказано, что термокаталитическое разложение спиртов Ипатьев осуществил по трем направлениям: 1) с получением альдегидов на  $Fe$ ,  $Zn$ ,  $ZnO$  и  $CuO$ , 2) с получением этилена на  $Al_2O_3$  и 3) с получением незначительных количеств бутадиена на  $Al$ . Когда Ипатьев применил давления в реакции (2), она изменилась коренным образом. Этиловый спирт в бомбе Ипатьева при давлении от 25 до 70 атм не разлагался на этилен и воду, а превращался в эфир с количественным выходом.

Таким образом, применив давление, Ипатьев открыл четвертое направление разложения этилового спирта и схема всех этих реакций после его работ могла быть представлена следующим образом:

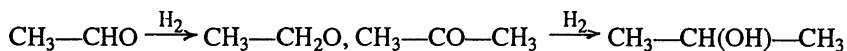


Давление дало возможность как бы затормозить реакцию дегидратации спиртов, остановив ее на стадии образования эфира. Это дает повод думать о последовательности реакций отщепления воды:



Действительно, при повышении температуры с 400 до 450°C и достижении давления 120 атм Ипатьеву удалось наблюдать химическое равновесие, в котором участвовали все четыре вещества: спирт, эфир, этилен и вода. Измерение температуры и давления приводило к сдвигу равновесия вправо или влево. Реакцию, следовательно, можно было заставить идти в обратном направлении!

И, конечно, В.Н. Ипатьев этими "рычагами управления" не замедлил воспользоваться. В 1905 г. он приступил к изучению реакций гидрогенизации, т.е. присоединения водорода к органическим соединениям. На этот раз эксперименты производились "в обратном порядке": в бомбу вносился альдегид или кетон, а затем в нее накачивался водород, с тем чтобы давление его составило 60—100 атм, и бомба разогревалась до 300—400°C. Как и ожидалось, реакция восстановления альдегидной или кетонной групп до спиртовой

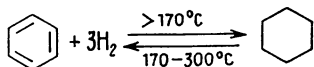


происходила на тех же катализаторах дегидрогенизации — на железе, на окиси меди и на окиси цинка. Обратимость реакций дегидрогенизации—гидрогенизации была доказана.

Но самое интересное было впереди.

В самый разгар исследований Ипатьева в области термokatалитических реакций гидрогенизации при высоких давлениях Сабатье и его сотрудники публиковали работу за работой, в которых убедительно показывали возможность обходиться без повышенного давления и, следовательно, без всяких бомб. Н.Д. Зелинский в 1911 г. установил, что гидрогенизация бензола и дегидрогенизация циклогексана происходят на палладии

исключительно легко тоже без всяких давлений.



В 1906—1911 гг. было выполнено еще несколько работ, псказывающих возможность осуществления реакций гидрогенизации без давления (68, 69, 76—79).

Совершенно естественно поэтому возникал вопрос: есть ли необходимость вводить в химическую практику высокие давления, неизбежно сопровождаемые усложнением аппаратуры и опасностями взрывов?

В связи с этим П. Сабатье в своей книге "Катализ в органической химии" (1927 г.) отозвался резко отрицательно о применении давления. "Это требует дорогой и опасной в работе аппаратуры, — писал он, — и не может служить для широкого распространения метода Ипатьева, применяемого предпочтительно перед методом Сабатье и Сандерана лишь в тех случаях, где только увеличение давления делает гидрирование практически возможным. Большинство же органических соединений при гидрировании как по тому, так и по другому методу дают одинаковые результаты" [3, с. 136—137].

Никто, конечно, не препятствовал профессору Ипатьеву в Артиллерийской академии в Петербурге производить опыты в бомбах, но лишь немногие понимали смысл таких экспериментов.

Между тем введение Ипатьевым высоких давлений было оправданно. Еще в 1905 г. он показал, что гидрогенизация бензола на никеле по методу Сабатье протекает не до конца: понижение температуры увеличивает остаток непрореагировавшего бензола, а увеличение температуры приводит к разложению части продукта. Это же затем неоднократно было проверено и подтверждено Н.Д. Зелинским. Гидрогенизация же бензола на никеле по методу Ипатьева под давлением протекает до конца и приводит к совершенно чистому циклогексану. Без давления та же реакция идет до конца лишь по методу Зелинского на палладии, платине и некоторых других благородных металлах VIII группы.

История затем показала, что гидрогенизационные процессы в промышленности не могли обойтись без метода Ипатьева. По данным американского исследователя М.Орчина [4, с. 149], равновесное отношение парциальных давлений циклогексана и бензола при повышении давления водорода в процессе гидрогенизации бензола с 1 до 200 атм увеличивается при любой температуре в 8 млн раз! Это означает, что полнота осуществления реакций гидрогенизации и их скорость зависят в большей мере от давления, чем от температуры. И эта зависимость, как говорят математики, носит экспоненциальный характер, т.е. повышение давления на 1—2 атм увеличивает сдвиг в десятки и сотни раз. Вот почему гидрогенизационный катализ при обыкновенном давлении, открытый и детально разработанный Сабатье, уже с 20—30-х годов нашего столетия уступил место каталитической гидрогенизации по методу Ипатьева.

Ниже читатель познакомится с теми удивительными процессами, которые осуществил сам Ипатьев посредством катализа при высоких температурах и давлениях. Здесь только следует подчеркнуть, что введение в химию высоких давлений — необыкновенно важное дело.

Да, конечно, живая природа, например растения, обходится без высоких давлений и температур. Но, к сожалению, человек еще не постиг эти процессы. Многие из того, что творится в "лаборатории" живого организма, он уже знает. Кое-что из природных процессов он научился воспроизводить в своих лабораториях. Но все это — только начало. А пока... Пока химики вынуждены осуществлять синтез большинства необходимых для человека органических веществ, применяя условия, далеко выходящие за пределы тех, в которых развивается живой организм. Они применяют при синтезах высокие температуры, электроразряды, большие давления, всевозможные виды радиации.

Если бы мы сегодня даже и могли в своих лабораториях полностью копировать природные процессы, мы бы этим не ограничились. В равномы бы стали, хотя, может быть, и в иных пределах, применять и давление, и радиацию, и высокотемпературные условия. Научкой доказано, что в ряде случаев применение всех этих условий делает химические процессы в сотни и тысячи раз производительнее природных процессов. В последнее время химия доказала и другое: она в состоянии дать технике вещества, каких не знает природа, например кремнийорганические каучуки или фторорганические пластмассы. А для их производства иногда необходимо применять и экстремальные условия.

Высокие давления как одно из таких условий необходимы для многих химических производств. Без них нельзя было обойтись при гидрогенизации олефинов в процессах синтеза высокооктанового моторного топлива. Введение давлений имело прямо-таки революционизирующее значение в развитии промышленности гидрогенизации жидких жиров в маргарин и технические продукты. Без высоких давлений были бы невозможны процессы гидрокрекинга, платформинга, деструктивной гидрогенизации конденсированных ароматических систем и т.д. С применением высоких давлений связаны синтезы на основе окиси углерода и водорода.

$\text{CO} + \text{H}_2$	Ru; до 1000 атм, $\sim 150^\circ\text{C}$	→	<i>n</i> -парафины
	ThO <sub>2</sub> ; 600 атм, $450^\circ\text{C}$	→	изопарафины
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 30 атм, $500^\circ\text{C}$	→	толуол и ксилолы
	ZnO + Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 250 атм	→	CH <sub>3</sub> OH
	Fe-кат., до 2000 атм, $175^\circ\text{C}$	→	высшие спирты

Оценивая выдающееся значение введения в химию В.Н.Ипатьевым высоких давлений и успехи, достигнутые в связи с этим в химической промышленности, Н.Д.Зелинский и Р.Вильштеттер справедливо указывают еще на неорганические реакции, в особенности на синтез аммиака. "Я не сомневаюсь, — говорит Н.Д.Зелинский, — что в горячих спорах Нернста и Габера о том, можно ли вообще и в каких условиях осуществить синтез аммиака взаимодействием водорода и азота в присутствии катализатора, работы Ваши (т.е. В.Н.Ипатьева, — *Примеч. авт.*) по гидрогенизации под высокими давлениями не могли не обратить на себя внимания Габера, положительно разрешившего этот вопрос" [5].

Сейчас без применения высоких давлений химическая промышленность не могла бы обойтись. И надо вспомнить доброй памятью того, кто впервые и наперекор авторитетам вводил этот важнейший фактор химической кинетики в практику, — В.Н.Ипатьева.

### Начало изучения промоторов и совместного действия катализаторов (96; 114; 252, с. 589)

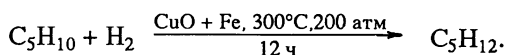
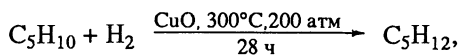
Теперь хорошо известно, что целый ряд химических процессов протекает только при помощи "сложных" катализаторов.

При этом степень сложности бывает разная. Имеются катализаторы, состоящие в основном из одного соединения, но это соединение содержит в себе некоторое небольшое количество добавок, называемых промоторами и увеличивающих активность катализаторов. Например, катализатор никель в реакциях гидрогенизации иногда промотируют добавками окисей хрома, молибдена или ванадия. Есть катализаторы, состоящие из двух-трех разных соединений, например  $ZnO-Al_2O_3$ . И наконец, существуют катализаторы, нанесенные на подложку; при этом подложка, или носитель, увеличивает активность катализатора и вообще улучшает его рабочие качества.

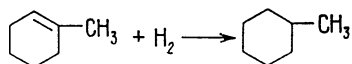
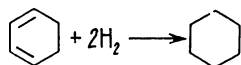
Вопросам промотирования и совместного действия катализаторов посвящены сотни исследовательских работ. По этому поводу существует ряд теорий.

Первые же пути к этому важнейшему разделу катализа были проложены В.Н.Ипатьевым. "Ипатьев одним из первых отметил и детально изучил действие промоторов в гетерогенной системе", — свидетельствуют Э.Ридил и Х.С.Тэйлор — основатели каталитических школ в Англии и США [6, с.85].

Началась история этого открытия с того, что в 1910 г. Владимир Николаевич при гидрогенизации амилена установил различие в скоростях реакции, протекавшей один раз в присутствии окиси меди в медной трубке, а другой — в присутствии того же катализатора, но в железной трубке.



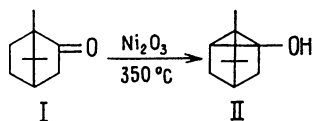
Этот факт, казалось бы, не столь уж примечательный, вызвал у Ипатьева большой интерес. В связи с ним были немедленно поставлены специальные опыты. В качестве объекта изучения были взяты непредельные циклические соединения, гидрогенизация которых должна была привести к производным циклогексана и декалина, например



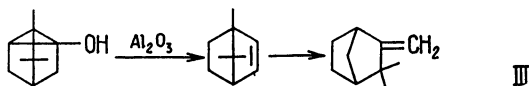
Оказалось, что в присутствии окиси меди — этого достаточно активного катализатора — ни одна из указанных реакций не происходит. Но как только к окиси меди добавлялось железо, реакции проходили до конца с хорошим выходом целевых продуктов.

Следующая стадия опытов в том же направлении преследовала уже далеко идущие цели.

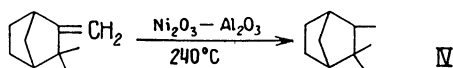
Ипатьев поставил задачу — выяснить возможности совмещения в одной реакционной стадии сразу двух-трех разных реакций. Сначала он осуществил эти реакции порознь. В присутствии окиси никеля в аппарате высокого давления он восстановил камфору (I) в борнеол (II).



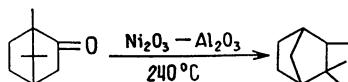
Затем в присутствии окиси алюминия он дегидратировал борнеол (II) в камфен (III).



И наконец, камфен (III) был прогидрирован в изокамфан (IV).

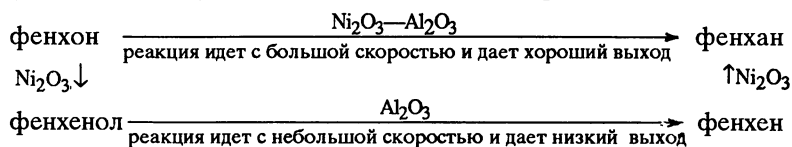


После этого он ввел в реакцию камфору, водород и сложный катализатор  $\text{Ni}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$ . Оказалось, что все три реакции совместились в одной стадии.



При этом температура снизилась на  $150 - 160^\circ\text{C}$ , а выход готового продукта увеличился.

Аналогичный эффект Ипатьев получил при изучении реакции гидрогенизации другого терпена — фенхона в фенхан.



И здесь второй катализатор,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , оказался активатором окиси никеля, а последняя в какой-то степени активировала первый.

Результаты всех этих работ были опубликованы Ипатьевым в 1912 г. в большой статье "Совместное действие катализаторов. Восстановительный и окислительный катализ" (114). В ней автор подвел итог тщательным, более чем двухлетним исследованиям эффекта промо-

тирования<sup>5</sup> катализаторов и совмещения нескольких реакций в одной стадии.

Первым блестящим промышленным достижением, основанным на этом эффекте, был прямой синтез С.В.Лебедевым бутадиена из спирта на катализаторе  $ZnO-Al_2O_3$ , который затем систематически улучшался.

### Наиболее важные каталитические реакции Ипатьева

Кроме реакций каталитического превращения спиртов, которые обсуждены выше, Ипатьев со своими учениками изучил массу всевозможных процессов, послуживших затем основой для лабораторных и промышленных способов синтеза. Здесь мы имеем возможность назвать только небольшую часть из них.

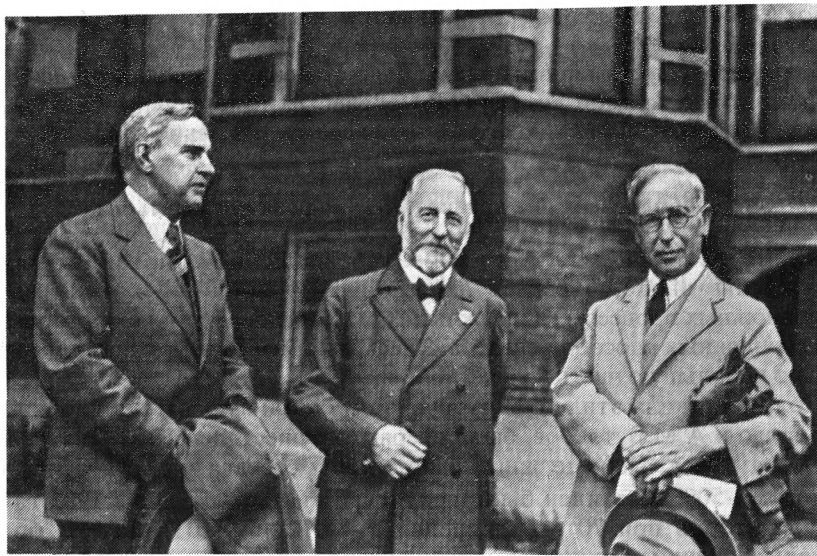
Полимеризация этилена, которую так настойчиво хотели наблюдать М.Бертло и А.М.Бутлеров, была впервые осуществлена В.Н.Ипатьевым в 1903–1913 гг. Первые жидкие полимеры состава  $C_nH_{2n}$  и  $C_nH_{2n+2}$  с выходом ~50% на этилен были получены Ипатьевым еще в 1903 г. без катализаторов при 70 атм давления и 400°C (64, 101). Затем "более тяжелые" жидкие полимеры этилена им были получены в 1911 г. почти при тех же условиях, но в присутствии  $Al_2O_3$ . В 1913 г. им совместно с О.Рутала при 70 атм и 240–275°C в присутствии хлористого алюминия и — отдельно — хлористого цинка получен "тяжелый" полимер полиэтилена в виде вязких смазочных масел (124).

Можно ли говорить о том, что полимеры этих типов были прообразом современного полиэтилена высокого давления? Безусловно, да. Более того, можно говорить и о том, что экспериментальный путь к современному полиэтилену высокого давления начался именно с этих, всем хорошо известных работ Ипатьева, давших уже на самых первых порах неплохие результаты. Что же касается современного полиэтилена низкого давления, т.е. того полиэтилена, который получается по способу К.Циглера и Д.Натта, этого сказать нельзя. Хотя хлористый алюминий в реакциях Ипатьева, возможно, и приводил к синтезу алюминийорганических соединений, тем не менее любая связь этого синтеза с синтезами Циглера—Натта, осуществленными посредством металлоорганических комплексных катализаторов, была бы надуманной.

В начале 30-х годов В.Н.Ипатьев исследовал полимеризацию пропилена в присутствии хлоридов алюминия, циркония и тантала при различных температурах и небольших давлениях. Это были также первые шаги к синтезу современного полипропилена. Тогда они закончились получением жидких маслообразных продуктов, легкие фракции которых можно было использовать в качестве добавок к бензинам. Особенно тщательно Ипатьев и сотрудники изучали полимеризацию бутиленов и изобутиленов с целью получения высокооктановых компонентов моторного топлива (252, с. 649–698). Для этих целей в качестве

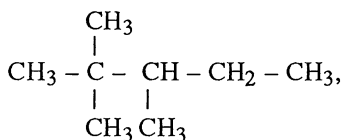
---

<sup>5</sup>Термин "промоторы" появился в патентных описаниях Баденских содовых и антилиновых заводов в конце 1910 г. после опубликования первых сообщений Ипатьева по этому вопросу (99).



В.Н. Ипатьев, Р. Вильштеттер и М. Гольберг (Чикаго, 1933 г.)

катализаторов были привлечены не только хлориды металлов, но также и серная кислота. При этом фосфорная кислота была, по-видимому, впервые применена в твердом виде на специальных носителях. Результаты всех этих исследований позволили найти такие "рычаги" управления процессами, которые давали возможность ускорять и замедлять реакцию, а также останавливать ее почти на любой стадии, в частности на стадии получения димеров. Ряд таких димеров был весьма схож по свойствам с изооктаном



применяемым в качестве стандарта (100%) при оценке антидетонационных свойств карбюраторного моторного топлива.

Гидрогенизация органических соединений в исследованиях Ипатьева занимала одно из центральных мест. Здесь нет необходимости говорить о гидрогенизации непредельных и ароматических соединений, в отношении которых применение высоких давлений представляло собой коренное усовершенствование методов, предложенных Сабатье и Зелинским. Наиболее оригинальны реакции деструктивной гидрогенизации, открытые Ипатьевым. Надо заметить, что при температурах выше 250—300°C реакции распада (деструкции) органических молекул — явление нередкое. Однако их трудно обнаружить на фоне других реакций, ибо осколки молекул — радикалы — существуют тысячные доли секунды и образуют новые соединения. Анализ же получаемых в результате таких процессов



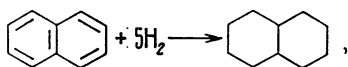
смесей крайне затруднен. В опытах же Ипатьева распад молекул обнаруживался без всякого труда: по изменению кривой  $dP/dt$ .

Это обстоятельство В.Н.Ипатьев отмечал уже в своих первых работах в 1904–1906 гг. по гидрогенизации, или восстановлению кислородсодержащих органических соединений. Он указывал тогда и на то, что при избытке водорода реакции пиролиза приводят к сполна гидрированным продуктам, т.е. к жидким предельным углеводородам.

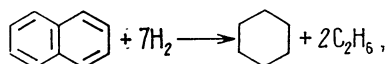
Идея о деструктивной гидрогенизации органических соединений вскоре нашла воплощение в так называемой бергинизации углей.

Сам В.Н.Ипатьев теорией этого метода занялся вплотную только в 1923 г. в связи с задачами исследования каменных углей. Эти работы он начал с гидрогенизации простейших конденсированных ароматических углеводородов (146, 163, 186).

В аппарат высокого давления Ипатьев помещал нафталин, катализатор ( $\text{NiO}—\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и накачивал водород. Реакция проводилась медленно при температурах  $\sim 450^\circ\text{C}$ . С течением времени давление падало. И если реакция происходила без распада нафталинового кольца



кривая  $dP/dt$  плавно опускалась со 100 до 60–50 атм. Если же происходила деструкция, например



то показания манометра ее тотчас же фиксировали: падение не было столь крутым, ибо в первом случае из шести молекул получалась одна молекула, а во втором — из восьми — три. В действительности дело обстояло, конечно, значительно более сложно. Испытав действие и разных катализаторов, и различных температур, близких к температуре термического разложения нафталина, Ипатьев установил, что деструктивная гидрогенизация приводила к сложной гамме продуктов, среди которых находились и бензол с его гомологами, и циклогексановые углеводороды, и предельные углеводороды с открытой цепью, и метан. Впоследствии для деструктивной гидрогенизации брались, с одной стороны, все более сложные углеводороды, с тем чтобы на них как на моделях можно было изучить структуру углей. Этими исследованиями занимался ученик В.Н.Ипатьева Н.А.Орлов [7]. С другой стороны, исследовалась деструктивная гидрогенизация всевозможных нефтяных углеводородов, чтобы определить основные закономерности их крекинга на более легкие углеводороды. Эти работы проводились с 1912 г. В.Н.Ипатьевым совместно с Л.Г.Гурвичем, впоследствии известным исследователем в области химии нефти.

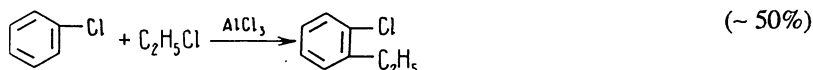
Результаты работы по крекингу нефтяных дистиллятов "пиронафта братьев Нобель" ввиду большого их значения для получения крекинг-бензина были предложены в 1913 г. фирме "Нобель". На средства этой фирмы В.Н.Ипатьев приобрел оборудование для своей лаборатории в

Артиллерийской академии и расширил круг исследований. Напечатаны же эти результаты были только в 1920 г. в материалах Научно-технического отчета ВСНХ РСФСР.

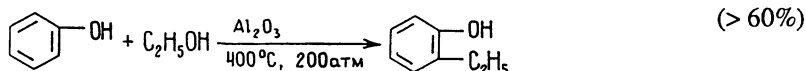
В 1928–1929 гг. В.Н.Ипатьевым совместно с Н.А.Орловым и М.М.Белопольским были начаты систематические работы по крекингу грозненского парафинистого мазута. Они осуществлялись как с применением методов деструктивной гидрогенизации, так и посредством термической деструкции. Здесь нет возможности привести хотя бы часть того громадного материала, который был тогда получен и впоследствии использован для технического решения вопросов при строительстве советских крекинг-заводов. В работах Ипатьева и сотрудников можно было найти рекомендации и о принципах применения гидрокрекинга, и о борьбе с коксообразованием, и о роли материала реакционных камер, и о характере диффузии продуктов (252, с. 440).

Реакции алкилирования в работах Ипатьева занимали также важное место. В 20-х годах в этом направлении были сделаны первые шаги. Они представляли собой как бы копирование известных классических реакций Фриделя и Крафтса. Если Фридель и Крафтс в качестве алкилирующего агента брали хлористый алкил, а в качестве катализатора — хлористый алюминий, то Ипатьев, переходя от гомогенного катализа к гетерогенному, хлориды заменял спиртами и окисями.

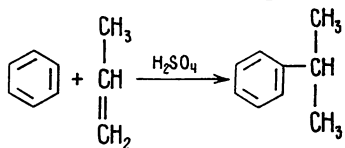
*По Фриделю и Крафтсу:*



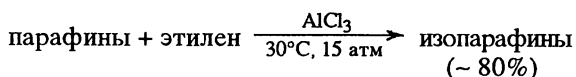
*По Ипатьеву:*



В 30-х годах он уже вместо спиртов в качестве алкилирующих агентов использует олефины, а в качестве катализаторов — всевозможные протонные ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) и апротонные ( $\text{ZrCl}_4$ ,  $\text{TaCl}_5$ ) кислоты. Одним из первых он предлагает метод получения изопропилбензола — важнейшего продукта современного органического синтеза.

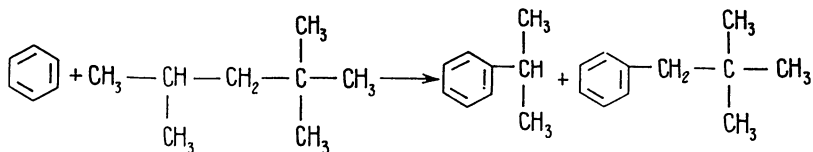


Им разработаны способы получения этилбензола и вообще моно- и диалкилбензолов. В целях повышения октанового числа бензинов и использования олефиновых отходов крекинг-процесса он предложил методы получения алкилированных продуктов парафинистого сырья.



Представляют особый интерес открытые В.Н.Ипатьевым реакции

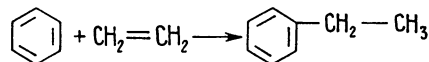
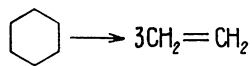
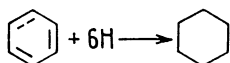
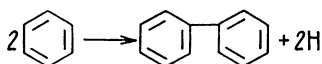
деструктивного алкилирования, при которых молекула алкилирующего агента сначала претерпевает расщепление, а затем ее осколки — радикалы — присоединяются к основному реагенту.



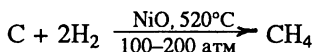
И, пожалуй, еще более интересными являются реакции автоалкилирования, происходящие, как это ни странно, без алкилирующего агента вообще (252, с. 750).



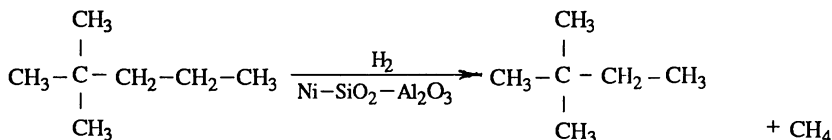
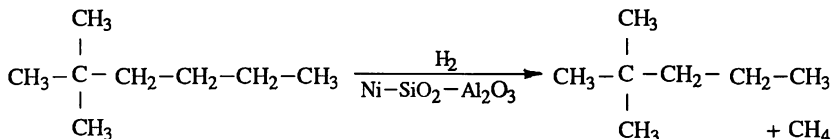
Специальное изучение вопроса об источниках возникновения радикала  $\text{C}_2\text{H}_5$  привело Ипатьева к выводу о следующем механизме этой реакции:



Наконец, нельзя не упомянуть ряд исключительно оригинальных путей синтеза, открытых В.Н.Ипатьевым. К их числу относятся, например, прямой синтез метана из углерода и водорода.



Весьма проста и оригинальна реакция избирательного деметилирования парафинов с четвертичным углеродным атомом, открытая В.Н.Ипатьевым и В.Хензелем в 1947 г. (343).



Деметилирование может происходить и глубже, до образования тетраметилметана. Но оно останавливается, когда полностью исчерпываются метиленовые группы в углеродной цепи. Эту реакцию по селективности действия катализатора можно сравнить лишь с уникальным процессом селективного гидрогенолиза циклопентановых углеводородов, открытым Н.Д.Зелинским, Б.А.Казанским и А.Ф.Платэ.

Можно было бы указать на ряд интереснейших реакций изомеризации, изученных Ипатьевым, на его первые основополагающие работы по гидрогенизации углеводов и гетероциклических соединений и т.д. Однако, видимо, и этого достаточно, чтобы оценить вклад этого ученого в сокровищницу мировой химии.

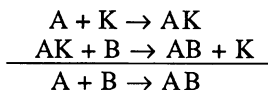
В настоящее время реакции Ипатьева в какой-то мере модернизированы. В том виде, в каком они были разработаны первоначально, естественно, они уже не могут отвечать современным требованиям. Однако все они были так или иначе использованы для прогресса в производстве каучука и пластмасс, синтетических волокон и красителей, горючих и смазочных материалов, лекарственных веществ и химических средств защиты сельскохозяйственных культур. Одни из исследований Ипатьева следует рассматривать как научную разведку, за которой последовал современный промышленный синтез, а другие — как элементы фундамента современной большой химии. Однако в общем все они с полным правом назывались и могут называться работами, "пролагающими новые пути" — "bahnbrechend", как их именовал знаменитый немецкий нефтехимик К.Энглер.

### Рациональные начала каталитических теорий Ипатьева и Сабатье

Работы такого большого масштаба и основополагающего характера, как выполненные Ипатьевым и Сабатье, естественно, не могли осуществляться чисто эмпирическим путем, без соответствующей теории. И Ипатьев и Сабатье были не только зачинателями современного гетерогенного катализа, но и создателями каталитических теорий. Их теории были различны, но сущность этих теорий была единой и сводилась к следующим общим положениям.

1. Катализатор, какой бы развитой поверхностью он ни обладал, заставляет вступать в реакцию вещества не за счет своего физического состояния, а за счет прямого участия в химическом процессе. А отсюда следствие — физические теории катализа беспочвенны<sup>6</sup>; они не в состоянии объяснить селективности действия катализаторов.

2. Катализатор К вступает в химическое взаимодействие с реагентами А или В, образуя промежуточные соединения по общей схеме:



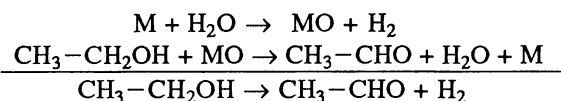
<sup>6</sup> Надо заметить, что П. Сабатье особенно резко критиковал физические теории, объяснявшие катализ посредством активации реагентов при их сгущении в порах катализаторов.

При этом все стадии каталитического процесса подчиняются стехиометрическим законам, а реакции могут быть выражены соответствующими стехиометрическими уравнениями. Только химизм действия катализаторов объясняет их селективность.

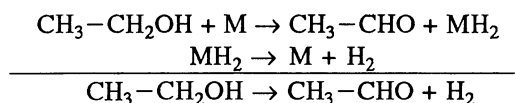
3. Катализ — это не просто ускорение реакции, которая происходит и без катализаторов. Определение катализа, данное В.Освальдом, несостоятельно. Химически взаимодействуя с реагентами, катализатор вызывает реакции, которые без него не происходят вовсе.

Далее начинались расхождения — рождались две теории.

Ипатьев полагал, как было отмечено, что дегидрогенизация спиртов в присутствии металлов происходит, собственно, за счет окисей металлов.



Сабатье же считал, что металл в этой реакции действует как таковой, отнимая водород и превращаясь в гидрид как промежуточное соединение.



В реакциях гидрогенизации, согласно Ипатьеву, активация водорода происходит также под действием окисей  $MO + H_2 \rightarrow M + H_2O \rightarrow MO + 2H$ . По мнению же Сабатье, активным агентом в них является гидрид  $M + H_2 \rightarrow MH_2$ .

Реакции дегидратации спиртов и гидратации олефинов, а также процессы полимеризации, изомеризации и алкилирования Ипатьев интерпретировал через промежуточные соединения типа алкоголятов алюминия  $OAl-OC_2H_5$ . Почти ничем не отличается от этого и интерпретация тех же реакций Сабатье. Только вместо промежуточного соединения  $OAl-OC_2H_5$  он принимает несколько иную алкоголятную форму  $Al_2O_2 \begin{array}{l} \swarrow OC_2H_5 \\ \searrow OH \end{array}$ .

Теории Ипатьева и Сабатье теперь ушли в прошлое. Дело в том, что обе они отвечали действительности лишь постольку, поскольку указывали на наиболее принципиальную сторону катализа, а именно на наличие валентного химического взаимодействия между катализатором и реагентами. Однако они не учитывали других сторон катализа — отсутствия в нем стехиометрических отношений и большой роли физических факторов (величины поверхности, пористости, фазового состояния и т.д.). Впоследствии советскими специалистами А.А.Баландиным, В.А.Ройтером и другими было доказано, что ни окиси Ипатьева, ни гидриды Сабатье в той их молекулярной форме, в какой они описаны авторами, не играют никакой роли в катализе.

Что же осталось рационального от этих теорий? Дали ли они что-нибудь последующим поколениям исследователей в области катализа? На эти вопросы следует ответить только положительно.

Рациональные элементы теорий Ипатьева и Сабатье состояли в следующем:

- 1) они считали катализ явлением химическим;
- 2) при химическом взаимодействии катализаторов с реагентами образовывалось лабильное промежуточное соединение, но только не молекулярной формы, а поверхностное хемосорбционное соединение;
- 3) катализ — это не только ускорение реакций, но и их инициирование и селективная направленность;
- 4) в гидро-дегидрогенизационном или окислительно-восстановительном катализе большую роль играют окиси и гидриды, но не в виде молекул, а в виде окисных и гидридных "чехлов" при катализе на металлах или в виде окисей и гидридов как кристаллитах;
- 5) при кислотно-основном катализе, на окиси алюминия в частности, определенную роль играют поверхностные соединения алкоголятного типа.

Однако теоретические соображения Ипатьева оставили после себя и, так сказать, материальный след. Это катализ на окисях металлов.

### **Катализ под действием окисей металлов**

До работ В.Н.Ипатьева в гетерогенном катализе в качестве катализаторов использовались главным образом металлы, и более всего платина и палладий. П.Сабатье открыл широкую дорогу никелю. Основываясь на своих теоретических представлениях, Ипатьев использовал в качестве катализаторов преимущественно окиси металлов, считая их основными катализаторами гетерогенных процессов.

Во всех работах он систематически исследовал своеобразную каталитическую деятельность открытой им окиси алюминия  $Al_2O_3$ . Своими работами по дегидратации спиртов он натолкнул и других исследователей, в том числе Сабатье и сотрудников, на изучение окисных катализаторов. В результате этого уже в начале нашего столетия в гетерогенный катализ были введены, кроме  $Al_2O_3$ , окиси меди, никеля, цинка, магния, железа, марганца, хрома, ванадия, молибдена, вольфрама, тория и урана.

Важно отметить, что Ипатьев считал окисные катализаторы ответственными не только за дегидратационный катализ, но прежде всего за окислительно-восстановительный, т.е. за гидро-дегидрогенизационный катализ.

Современная каталитическая химия в основном подтвердила это положение. Большинство окисей теперь рассматривается в качестве полупроводниковых катализаторов. Однако и катализ на металлах часто интерпретируется как полупроводниковый процесс, ибо металлы чаще всего бывают покрыты или гидридным, или окисным полупроводниковым "чехлом". Окись алюминия теперь рассматривается как апротонная кислота, катализирующая реакции кислотного типа.

## Литература

1. Бутлеров А.М. Соч.: В 3 т. М.: Изд-во АН СССР, 1953. Т. 1. С. 71.
2. Челищев В.В. Контактно-каталитические процессы в области органических соединений и их приложение в технике. Л.: Госхимиздат, 1927. 244 с.
3. Сабатье П. Катализ в органической химии. Л.: Госхимиздат, 1932. 406 с.
4. Орчин М. Гидрогенизация органических соединений при помощи синтез-газа // Катализ: Катализаторы органических реакций. М.: Изд-во иностр. лит., 1955. С. 149—181.
5. Зелинский Н.Д. Выступление на торжественном собрании // К 35-летию научной деятельности академика В.И. Ипатьева. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1929. С. 26.
6. Райдил Э., Тэйлор Х. Катализ в теории и практике. Л.: Госхимиздат, 1933. 416 с.
7. Орлов Н.А. Катализ и бергенизация // Сабатье П. Катализ в органической химии. Л.: Госхимиздат, 1932. С. 270.

## Глава восьмая

---

### Труды в области химии нефти

Нефть давно привлекала внимание химиков, ибо могла служить источником самых разнообразных углеводородов. Известный немецкий исследователь К. Шорлеммер еще в 60-х годах прошлого столетия показал, что нефть пенсильванского месторождения содержит исключительно широкую гамму парафиновых углеводородов. Изучение кавказской (бакинской) нефти, начатое в 80-х годах В.В. Марковниковым<sup>1</sup>, привело к заключению, что ее основу составляют всевозможные алициклические, или циклопарафиновые, углеводороды с пяти- и шестичленными циклами в основе.

Эти открытия уже в прошлом столетии делали нефть в глазах химиков богатейшей сокровищницей химического сырья, так как все известные тогда органические соединения — спирты, альдегиды и кетоны, кислоты, эфиры, amino- и азосоединения — рассматривались как производные соответствующих углеводородов. Высоко оценивая потенциальные возможности нефти, химики призывали бережно относиться к ней, воздерживаться от использования ее только в качестве котельного топлива. "Топить можно и ассигнациями", — говорил Д.И. Менделеев, желая предостеречь от нерационального расходования нефтяных богатств.

Появившаяся в прошлом столетии химия нефти была призвана систематически изучать состав нефтей различных месторождений, разрабатывать методы выделения тех или иных углеводородов из нефтяных фракций и рекомендовать способы наиболее рационального использования нефтепродуктов.

Однако между зримыми возможностями использования нефти как химического сырья и действительным привлечением ее для химической прак-

---

<sup>1</sup> В.В. Марковников — крупнейший русский химик, ученик А.М. Бутлерова, известен своей теорией взаимного влияния атомов и основополагающими работами в области химии нефти.

тики стал неодолимый барьер. Химия прошлого столетия еще не овладела методами, с помощью которых можно было бы превращать нефтяные углеводороды в те или иные вещества, пригодные для органического синтеза. Дело в том, что эти углеводороды, будь то просто парафины или циклопарафины, обладали насыщенным характером и были крайне пассивны. Они и именовались поэтому парафинами — *parum affinis*, т.е. бедными сродством. Недаром же их называли еще "химическими мертвецами": ведь даже самые агрессивные химикаты оказывались не в состоянии химически воздействовать на них<sup>2</sup>.

В XX в. с приходом в химию гетерогенного катализа, как было уже сказано в предыдущей главе, "могучее посредничество" катализаторов оживило "химических мертвецов". Нефтяные насыщенные углеводороды стало возможным легко и просто, с большим экономическим эффектом, превращать в разнообразные активные вещества: олефины, диолефины, ароматические углеводороды, различные кислородсодержащие соединения. Появилась система методов взаимного превращения углеводородов.

И так же как в гетерогенном катализе в целом, в разработке этих методов выдающуюся роль сыграли труды В.Н. Ипатьева. То есть в химической переработке нефтяных углеводородов они носили такой же основополагающий характер.

Как известно, появление широкого фронта работ в области нефтехимии было связано с развитием автомобиле- и авиастроения и непосредственно было вызвано бурным ростом потребления горюче-смазочных материалов в 20—30-х годах текущего столетия. С 1920 по 1940 г. объем потребляемого моторного топлива увеличился более чем в 5 раз. Причем нельзя не отметить, что этот рост сопровождался постоянным повышением требований к качеству бензинов: не только авиация, но даже автомобильный транспорт требовали повышения октанового числа бензинов с 60 до 80—90 единиц и выше<sup>3</sup>.

Необходимость увеличения ресурсов моторного топлива и резкого улучшения его качеств вызвала быстрое развитие процессов крекинга нефтей и нефтяных остатков. Крекинг позволял в 2—3 раза увеличить производство бензина из сырой нефти и одновременно решить задачу повышения октанового числа моторного топлива.

### Работы в области крекинга и гидроформинга

Первые работы по крекингу тяжелых нефтяных фракций Ипатьев осуществил в 1912—1914 гг. В этих работах было изучено разложение "пиронафта" с начальной температурой кипения 230° С. Процесс проводился первоначально при 430—480° С в аппарате высокого давления в

---

<sup>2</sup> Правда, классическая химия знала некоторые методы (хлорирование, нитрирование), с помощью которых парафины вводились в реакцию, но эти методы по ряду причин имели крайне ограниченное применение.

<sup>3</sup> Октановое число — показатель антидетонационных свойств бензина. Условно принято считать антидетонационные свойства изооктана равными 100 единицам, а *n*-гептана — 0 единицам. Путем сравнения с этими эталонами и определяют качество любого бензина.



течение 7—10 ч. При этом давление поднималось в разных случаях по-разному — максимально от 100 до 550 атм. В результате был получен целый ряд выводов, впервые раскрывавших зависимость реакций крекинга от температуры, давления, времени нагревания и материала стенок реакционного сосуда. Характерно, что Ипатьев нашел тогда слабую зависимость процесса от материала стенок сосуда и природы вводимых катализаторов, в качестве которых он брал никель, медь, цинк и некоторые окиси. Объяснение этому он видел в быстром отравлении катализаторов путем покрытия поверхности последних слоем кокса и смолообразных продуктов (123).

Эти работы позволили получить принципиально важные указания о характере образующихся продуктов. Было установлено, что крекинг под давлением и при 430—480° С приводит в основном к жидким предельным низкокипящим углеводородам (выкипавшим до 180°), некоторому количеству непредельных (7—14%) и ароматических (~8%) углеводородов. Образующиеся газы содержали 4—5% непредельных углеводородов и до 8% водорода.

Следующая серия исследований проведена с тем же нефтяным сырьем, но в условиях более высоких температур (500—600° С) при постоянном давлении (~10—15 атм), а главное — при непрерывных подаче "пиронафта" в аппарат и выходе из аппарата продуктов крекинга.

Это была первая в истории каталитической химии непрерывно действующая установка крекинга тяжелых нефтяных фракций. На ней были получены несколько отличные от предыдущих результаты: легкие фракции крекинг-продуктов и газа содержали значительно больше непредельных углеводородов. По существу же, процесс, осуществленный в 1914—1915 гг. Ипатьевым на этой установке, стал прототипом жидкофазного крекинг-процесса, распространенного как в СССР, так и в других странах в 20—30-х годах.

В 1928—1930 гг. В.Н. Ипатьев совместно со своими учениками М.И. Белопольским и М.С. Немцовым провел обширные по тому времени исследования крекинга тяжелого парафинистого мазута. Эти исследования основывались на результатах систематического изучения поведения индивидуальных углеводородов в условиях высоких температур и повышенного давления водорода, образующегося при отщеплении от насыщенных молекул  $C_nH_{2n+2}$ . Существенно новым в этих исследованиях была подача водорода в реактор извне. Таким образом, крекинг должен был сопровождаться гидрированием непредельных соединений и деструктивной гидрогенизацией любых конденсированных систем, т.е., по существу, это был гидроформинг (237, 238).

Процесс крекинга проводился во вращающемся автоклаве при температуре от 430 до 480° С и давлениях — начальном 100, максимальном 260 и остаточном 50—60 атм. Во всех опытах изучалось влияние на ход процесса не только этих параметров, но еще и тех факторов, которые мы теперь называем "макрокинетические", а именно теплопередачи от стенок в объем реактора, взаимной диффузии продуктов и т.д.

Таким образом, особое оборудование реактора, аппаратура для подачи тепла, измерительная аппаратура и сам характер наблюдений за показа-

ниями опытов — все свидетельствовало о высоком уровне этих исследований, которые вполне можно сравнивать с современными.

В результате были получены данные, позволяющие судить как об оптимальных режимах крекинга в присутствии водорода, так и о ходе химических превращений исходных углеводородов. Было установлено, в частности, что основная часть водорода расходуется на деструктивную гидрогенизацию тяжелых нефтяных углеводородов, способных в отсутствие водорода образовывать кокс. Часть водорода расходуется на гидрогенизацию непредельных углеводородов, в том числе полимербензинов, образовавшихся за счет ди- и тримеризации легких олефинов. Присутствие водорода предотвращает реакции полимеризации, ведущие к смолам и коксу. Материал стенок в условиях гидрокрекинга играет важную роль; поэтому гидрокрекинг при 430—480° С является процессом каталитическим. Увеличение же степени гидрогенизации исходного сырья и продуктов крекинга приводит к увеличению выхода целевых продуктов и к уменьшению коксообразования, поэтому в процессах гидрокрекинга является желательным применение гидрирующих катализаторов.

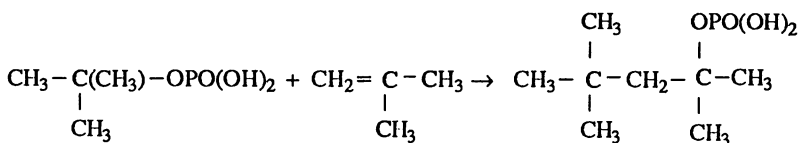
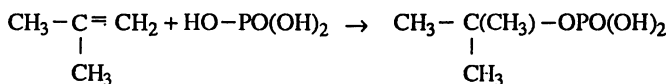
Все эти и другие выводы, сделанные Ипатьевым и сотрудниками, легли впоследствии в основу промышленной химической переработки нефтяного сырья.

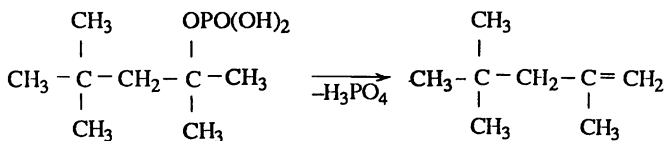
### Получение полимер-бензинов (238, 247, 249—251)

Получение полимер-бензинов представляет одну из наиболее важных каталитических реакций в нефтехимии. Она призвана утилизировать олефины, содержащиеся в газах и легких фракциях крекинга, с получением достаточно качественных бензинов.

Один из первых и вместе с тем один из лучших методов синтеза полимер-бензинов был разработан В.Н. Ипатьевым и сотрудниками в самом начале 30-х годов. Этот метод, известный под названием "процесс Ипатьева", обычно приводится как пример, иллюстрирующий эффективность глубокой переработки нефти и безотходность нефтехимического производства.

Исходным сырьем для этого синтеза является или смесь олефинов, содержащихся в газах крекинга, или индивидуальные олефины — пропилен, бутилен, изобутилен и амилены. Катализатором реакции служит так называемая твердая фосфорная кислота (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> на твердых устойчивых носителях). В случае применения индивидуальных олефинов, например изобутилена, происходит типичная реакция димеризации с образованием алкена, например изооктена:



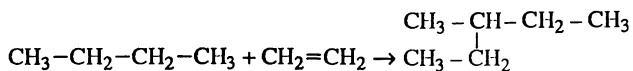


Эта реакция носит название "селективная полимеризация"; образующийся изооктен затем гидрируется в изооктан. В случае же смеси олефинов происходит их "неселективная полимеризация" с образованием смеси алкенов: из пропилена получается гексен, из пропилена и изобутилена или бутилена — изогептен, из пропилена и амиленов — изооктен и т.д. Во всех случаях образуется полимер-бензин с октановым числом ~80, а смеси его с крекинг-бензином обладают октановым числом до 135.

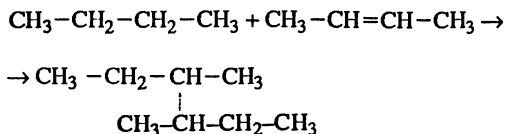
Следует отметить, что процесс Ипатьева разработан таким образом, что он служит дополнением к крекинг-установкам. Полимеризационные установки включаются в газовый поток и выключаются, не нарушая работы стабилизатора таких установок.

В.Н. Ипатьевым изучены реакции синтеза полимер-бензинов, кроме того, еще с помощью серной кислоты, органических кислот, смеси фосфорной и серной кислот, а также посредством галогенидов цинка, алюминия, циркония, тантала, тория и бериллия. Все эти работы принесли много интересных результатов не только для практического решения вопроса об использовании крекинг-газов, но и для теории полимеризационных процессов. Так, например, было замечено, что пропилен, который, как известно, крайне трудно поддается полимеризации, может быть легко полимеризован в присутствии ряда неспецифических катализаторов и изобутилена как инициатора реакции.

К процессам получения полимер-бензинов Ипатьев подошел и со стороны реакций алкилирования. Разработанные им методы алкилирования ароматических углеводородов олефинами в присутствии протонных кислот были использованы им и Г. Пайнсом в 30-х годах для получения высокооктановых компонентов бензина. По существу, это были реакции присоединения молекул парафинового углеводорода по двойной связи олефина, вызываемые каталитическим влиянием хлористого алюминия.



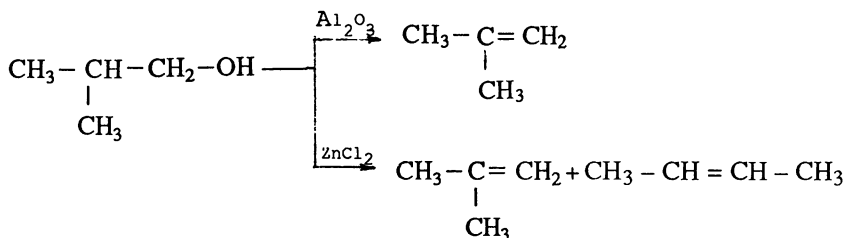
В случае взаимодействия алкана и алкена с одинаковым числом углеродных атомов эти реакции уподоблялись димеризации [258].



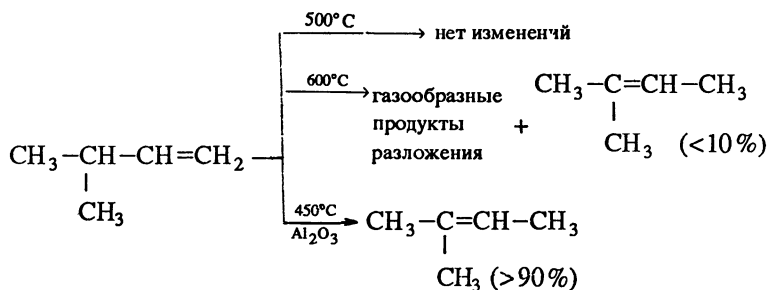
И так как они могли происходить на катализаторах кислотного типа параллельно с реакциями собственно димеризации олефинов, то в ряде случаев оба эти процесса совмещались в одной установке, перерабатывающей крекинг-газы.

Работы по изомерным превращениям углеводов  
(243, 273, 278, 288, 297, 299)

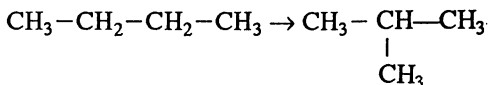
В.Н. Ипатьев уже при изучении дегидрогенизации и дегидратации спиртов в 1901—1904 гг. пришел к выводу, что изомерные превращения сопровождаются многими каталитическими процессами, представляя собой побочные реакции. Так, например, при дегидратации изобутилового спирта на глиноземе образуется почти со 100%-ным выходом изобутилен, а применение в качестве катализатора этой же реакции хлористого цинка приводит к неполной конверсии спирта с образованием изобутилена и *n*-бутилена (60).



Тогда же он обнаружил изомеризацию первоначально образующихся углеводов. При этом изомеризующим агентом может быть не только соль типа  $\text{ZnCl}_2$ , но и окись типа  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .



В дальнейшем Владимир Николаевич систематически изучал изомеризацию индивидуальных углеводов, относящихся ко всем классам соединений. В 1903—1912 гг. им были исследованы процессы изомеризации бутиленов, циклогексана и его метилированных производных, циклогексана и смеси циклобутановых углеводов (или углеводорода Густавсона). В 30-х годах Ипатьев осуществил исследования изомерных превращений нормальных парафиновых углеводов с целью определения путей обогащения бензинов. Одним из первых он (совместно с А.В. Гроссе) установил, что прямое превращение бутана в изобутан (255)



наступает при  $150^{\circ}\text{C}$  и давлении  $\sim 30$  атм в присутствии безводного хлористого алюминия и сухого хлористого водорода. Это исследование легло в основу целого ряда рекомендаций, которые даны Ипатьевым и его учениками в виде патентов для нефтехимической промышленности. Дело в том, что процесс изомеризации бутана в изобутан представляет большой интерес как подход к синтезу изооктана путем алкилирования изобутана бутиленами. Это исследование интересно и в том отношении, что оно явилось началом применения сухих галоидоводородов, в том числе  $\text{HCl}$  и  $\text{HF}$ , в катализе изомеризационных и родственных им (полимеризация, крекинг, алкилирование) нефтехимических процессов. По ряду причин этот вид катализа оказался для промышленности более приемлемым, чем катализ посредством одних галогенидов алюминия.

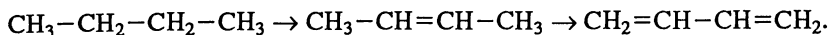
Нельзя, кстати, не упомянуть, что теперь, главным образом работами учеников Ипатьева, доказано, что чистый  $\text{AlCl}_3$  не вызывает изомеризации насыщенных углеводородов. Для начала реакции требуется добавка  $\text{HCl}$  или галопроизводных  $\text{RCI}$ . В связи с этим, в частности, в настоящее время нефтехимическая промышленность широко использует для процессов **риформинга** и **платформинга** катализатор, состоящий в основном из  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , активированной  $\text{HF}$ , с нанесением на его поверхность небольших количеств (0,3—0,5%) платины. Этот катализатор разработан в лаборатории Ипатьева в США.

### **Изучение реакций каталитической дегидрогенизации углеводородов**

Каталитическая дегидрогенизация парафиновых углеводородов является наиболее интересным и важным процессом в нефтехимии, так как именно этот процесс позволяет осуществить непосредственный переход от "химических мертвецов" к активным соединениям.

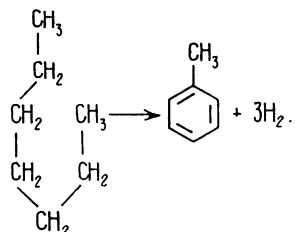
Первые исследования в этой области относятся к 1933—1937 гг. Причем они появляются как-то сразу в виде целого цикла работ, штурмующих эту казавшуюся долгое время неприступной крепость. В Германии они начинаются, пожалуй, раньше всего: в 1933—1934 гг. фирма "И.Г. Фарбениндустри" берет первые патенты на дегидрогенизацию "продуктов бергинизации" посредством ряда окисей, и прежде всего  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Однако, несмотря на большое число взятых патентов, проблема перехода от парафинов к олефинам или ароматическим соединениям в Германии в 30-х годах остается практически нерешенной. В США в 1933 г. Ф.Э. Фрей и У.Ф. Хупке, изучив равновесие реакций дегидрогенизации этана, пропана, бутана и изобутана в присутствии окиси хрома, получают важные отправные данные для практического решения вопроса получения этим путем олефинов [1]. Они взяли на эту реакцию патент, но он не имел столь серьезного значения, как опубликованная ими работа. В 1932—1933 гг. А.В. Фрост, работавший тогда в ГИВДе в Ленинграде (директором и научным руководителем этого института до 1930 г. оставался В.Н. Ипатьев), начинает первые термодинамические расчеты реакций дегидрогенизации [2, с. 40]. А в 1937 г. Фрост и его сотрудники уже получают первые практически важные результаты по синтезу бутилена и

бутадиена на основе бутана.



В это же время к систематическому изучению реакций дегидрогенизации приступил и В.Н. Ипатьев, находившийся тогда в США. Совместно с А.В. Гроссе, Г. Эглоффом и Д. Морреллом он самым детальным образом исследовал процессы дегидрогенизации бутана, а также пропан-бутановых смесей на окисях ванадия, тантала, хлора, молибдена и вольфрама с участием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  [3, кн. 1, с. 700; кн. 2, с. 343]. В результате были установлены оптимальные условия реакций, рекомендованы устойчивые катализаторы и способы их приготовления, разработана технология процесса получения олефинов на основе бутана, пентана и пропан-бутановых смесей. При этом лучшими катализаторами были признаны хромовые —  $\text{Cr}_2\text{O}_3 / \text{Al}_2\text{O}_3$ .

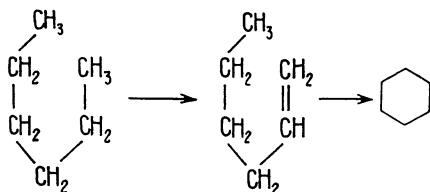
Однако, по-видимому, самой интересной реакцией дегидрогенизации парафиновых углеводородов является та, которая приводит к ароматическим соединениям



Ведь она, кроме ценного в качестве химического сырья и высокооктанового топлива ароматического соединения, дает еще водород!

Эта реакция имеет также и весьма интересную историю. Впервые "в чистом виде" ее осуществили в 1936 г. одновременно и независимо друг от друга в трех советских лабораториях: в ГИВДе (Б.Л. Молдавский и Г.Д. Камушер), в Московском университете (Б.А. Казанский и А.Ф. Платэ) и в Институте искусственного жидкого топлива и газов (В.И. Каржев, М.Г. Северьянова, А.Н. Сиова). В 1938 г. эта же реакция была открыта и изучена в лаборатории Ипатьева в США В. Гроссе, Д. Морреллом и У. Мэттоксом [3, кн. 1, с. 714].

Вероятно, одним из первооткрывателей этой реакции можно считать и В.Н. Ипатьева, который, как пишут Э.К. Ридил и Х.С. Тэйлор, "доказал образование циклогексана из *n*-гексана через  $\alpha$ -*n*-гексилен".



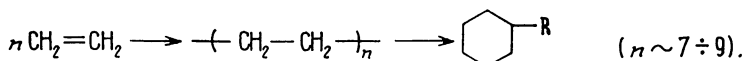
"Таким образом, — отмечают далее эти авторы, — циклические полиметиленовые и ароматические углеводороды можно получить ... из

открытых цепей замыканием циклов путем процессов дегидрогенизации" [4, с. 236].

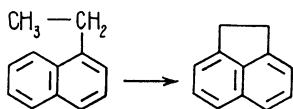
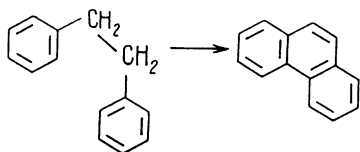
При этом Ридил и Тэйлор указывают на работу В.Н. Ипатьева, которая была выполнена в 1913 г. (127).

Основное содержание этой работы состояло в описании процессов полимеризации этилена при высоких давлениях и температурах в присутствии хлористого цинка и хлористого алюминия, поэтому реакция дегидроциклизации, зафиксированная Ипатьевым, оказалась в тени.

Для работ Ипатьева этот вопрос, видимо, и нельзя считать случайным. В самом деле, этот же самый вопрос он затрагивает снова в 1935 г., описывая свои работы по полимеризации этилена, выполненные совместно с Гроссе. В них он опять наталкивается на реакцию образования нефтенов из парафинов (245, 259).



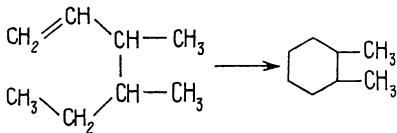
Еще яснее выявился характер дегидроциклизации в тех реакциях, которые проводил В.Н. Ипатьев в связи с исследованиями О.Ашхана. Последний, изучая полимеризацию этилена и амилена под действием хлористого алюминия, в первом случае не находил нефтены, а во втором — обнаружил метилциклобутан. Чтобы проверить возможность образования циклических углеводородов в условиях, в которых работал Ашхан, Ипатьев взял в качестве исходных продуктов жирноароматические углеводороды. "Исследования Ипатьева и Ашхана, — пишут в своей монографии Ридил и Тэйлор, — показали, что полимеризация и дегидрогенизация быстро протекают при 275° в присутствии хлористых алюминия и цинка. При пропускании через нагретую трубку дибензил быстро превращается в фенантрен, а этилнафталин — в аценафтен" [4, с. 238].



Как видно, эти реакции представляют собой, по существу, уже процессы ароматизации парафиновой части жирноароматических углеводородов.

Наконец, В.Н. Ипатьев указывает, что ему при совместных исследованиях с Г. Пайнсом (начало 30-х годов) неоднократно приходилось наблюдать циклизацию олефинов в нефтены. В качестве примера этого рода реакций он приводит образование диметилциклогексана из изооктена

(252, с. 610).



И хотя исходным реагентом здесь выступает не парафин, а олефин, механизм циклизации, по мнению Ипатьева, в этом случае и в случае дегидроциклизации парафинов является общим.

В последующие годы все эти процессы самым детальным образом были изучены Б.А. Казанским, А.Ф. Платэ, А.Л. Либерманом и их сотрудниками. Ныне открыты еще каталитические реакции дегидроциклизации парафинов с образованием циклопентановых углеводородов. Это заставило делать различия между реакциями С<sub>6</sub>-дегидроциклизации, которые приводят к ароматическим углеводородам через циклогексаны, и реакциями С<sub>5</sub>-дегидроциклизации, приводящими к С<sub>5</sub>-циклоалканам.

Сейчас нет необходимости искать каких-либо указаний на то, что Ипатьев в середине 30-х годов принимал участие в самых первых исследованиях реакций дегидроциклизации или, точнее, ароматизации парафинов.

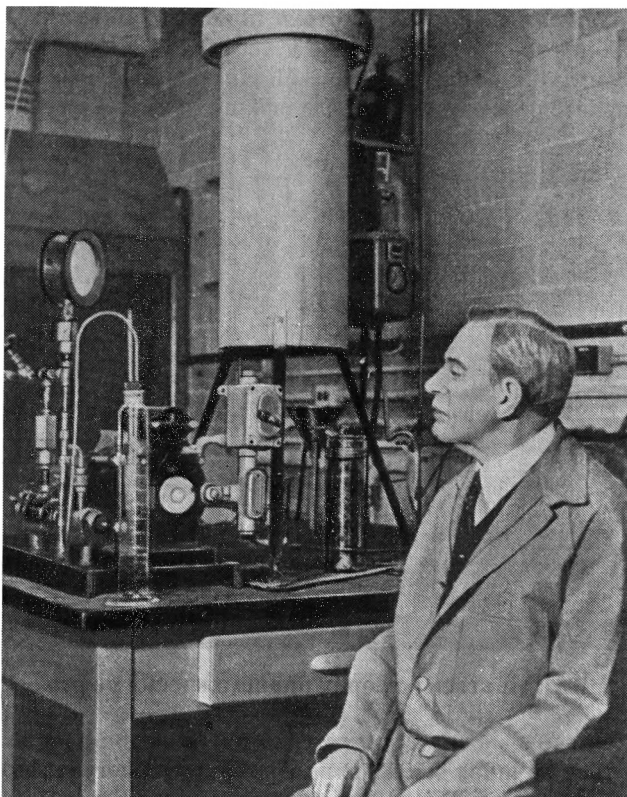
Одновременное открытие этих реакций сразу в трех лабораториях в СССР, а вскоре и в США, свидетельствует о закономерном характере этого открытия. Совершенно очевидно, что оно было подготовлено всем ходом исследований в области каталитических превращений углеводородов в школах В.Н. Ипатьева, Н.Д. Зелинского и других основоположников нефтехимического синтеза. И нет сомнения, что среди этих исследований видное место занимают работы Ипатьева совместно с работами Рутала (1913 г.), Гроссе (1931 г.) и Пайнса (1933—1935 г.), в которых наблюдались случаи циклизации и дегидроциклизации алифатических углеводородов (124, 243—245).

### Разработка методов нефтехимического синтеза (254, 258—280)

Уже из того, что сказано выше в этой и предыдущей главах, ясно, какое громадное значение имели труды В.Н. Ипатьева для разработки основных путей взаимного превращения углеводородов, т.е. для создания современной нефтехимии, и прежде всего ее важнейшего раздела — нефтехимического синтеза. В.Н. Ипатьев был одним из тех, кто закладывал фундамент этой новой науки.

В области гидро- и дегидрогенизационных каталитических процессов им были определены основные пути взаимного превращения углеводородов, предложен ряд длительно работающих эффективных катализаторов, указаны оптимальные условия реакций, среди которых важнейшее значение принадлежит давлению. Одним из первых Ипатьев и Пайнс описали ионное гидрирование олефинов под влиянием катализаторов кислотного типа (353, 358).





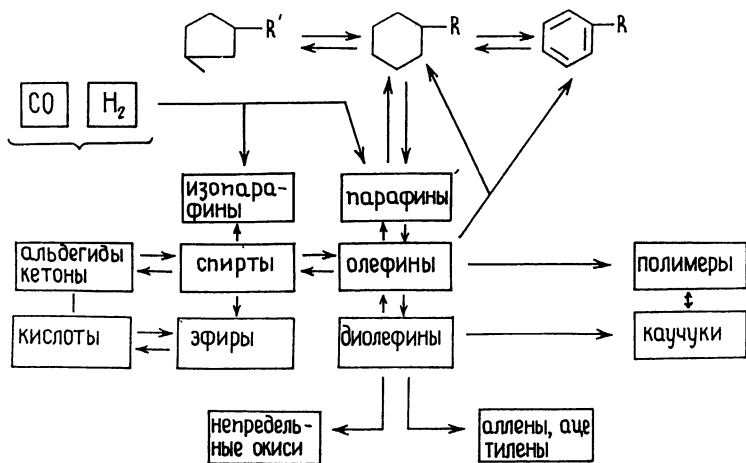
В.Н. Ипатьев в Лаборатории высоких давлений и катализа его имени (Нортуэстернский университет. Эванстон, 1946 г.)

К тому, что уже сказано о работах В.Н. Ипатьева по полимеризации, следует добавить, что в этой области им были впервые показаны возможности уплотнения абсолютно всех  $\alpha$ -олефинов, в том числе этилена и пропилена, с получением продуктов, различных как по степени полимеризации, так и по химической природе (см. след. раздел).

Пожалуй, наиболее полно Ипатьевым и его сотрудниками исследована область реакций алкирования, захватившая все классы органических соединений — жирные, ароматические и алициклические. В процессе работы в этом направлении были детально изучены и решены многие вопросы, возникшие в ходе классических исследований Г.Г. Густавсона, Ш. Фриделя и Дж. Крафтса, например вопросы о характере взаимодействия хлорида алюминия с углеводородами, о роли "сокатализаторов" ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HOH}$ ,  $\text{HX}$ ), о сущности катализа протонными и апротонными кислотами, о механизме многих реакций, о побочных реакциях и т.п. В итоге этих работ выявлены причины различной реакционной способности углеводородов разного химического строения. Открыто множество новых реакций и процессов, например деструктивное алкилирование.

Здесь невозможно перечислить не только все реакции, но даже все

принципиально важные пути нефтехимического синтеза, изученные Ипатьевым и потом использованные в нефтехимической и химической промышленности. Во всяком случае В.Н. Ипатьевым и его сотрудниками осуществлены все переходы между главнейшими классами углеводородов и их кислородных производных.



### В.Н. Ипатьев о теории происхождения нефти (113)

В.Н. Ипатьев начиная с 1911 г. неоднократно выступал по вопросу о происхождении нефти. В 1913 г. он опубликовал даже специальную работу "Нефть и ее происхождение" (121), в которой подробно осветил этот вопрос. Интерес Ипатьева к этому вполне понятен: ведь изучению химических преобразований нефтяных углеводородов им была посвящена почти целая жизнь, более пятидесяти лет. Многие химики, работавшие в этой области значительно меньше времени, обычно тоже проявляли большую заинтересованность в вопросе о происхождении нефти и очень часто выступали со своими гипотезами и теориями.

Наибольшее распространение получили три теории происхождения нефти: минеральная, или неорганическая, органическая и космическая.

"Минеральная" гипотеза, впервые высказанная М. Бергто, основывалась на исследовании газов, получающихся при термическом разложении чугуна в токе водорода. Эти опыты были повторены французским исследователем Форкиньюном, также отметившим образование углеводорода. Распространению минеральной гипотезы происхождения нефти среди химиков и геологов в значительной степени способствовали работы Г. Гана и Ф. Клоэза по разложению некоторых сортов чугуна морской водой и разбавленной соляной кислотой, в результате чего образуется углеводородная смесь, которая и могла послужить исходным материалом для возникновения нефти. Эта теория была поддержана и развита дальше Д.И. Менделеевым, выдвинувшим карбидную гипотезу происхождения нефти, в основе которой лежало предположение о разложении водой



В.Н. Ипатьев в рабочем кабинете (Чикаго, 1950 г.)

металлоуглеродов земной коры. Ее сторонниками были А. Муассан, П. Сабатье, Н.Н. Бекетов, Н.М. Кинжер и др.

В дальнейшем, однако, на первый план стала выступать органическая теория происхождения нефти, которая также подкреплялась многочисленными опытами по разложению жиров, углеводов и белков при высокой температуре. В пользу этой гипотезы свидетельствовали исследования П.И. Вальдена, а затем Л.А. Чугаева и М.А. Ракузина по вращательной способности нефти, открытой в 1835 г. Ж.Б. Био. А сразу же после того, как были осуществлены самые первые синтезы метана и этилена из окиси углерода и водорода, появилась теория, интерпретирующая происхождение нефти как процесс получения углеводов  $C_nH_{2n+2}$  на основе  $CO$  и  $H_2$ .

И наконец, В.Д. Соколов выдвинул гипотезу, в соответствии с которой углеводороды нефти образовались на Земле в период формирования нашей планеты из газообразных веществ. Эта концепция имеет своих сторонников и в настоящее время.

Все названные теории происхождения нефти в значительной степени базировались на соответствующих экспериментальных данных. Все эти данные, в свою очередь, свидетельствовали о возможности образования углеводородов при длительном преобразовании минеральных и органических веществ. Однако с развитием геологии, с одной стороны, и химии нефти — с другой, оказалось, что далеко не все данные были способны служить экспериментальным обоснованием той или иной теории. Так, например, при обработке карбидов кислотными растворами и морской



Владимир Николаевич Ипатьев и Варвара Дмитриевна Ипатьева в день 75-летия Владимира Николаевича и золотой свадьбы (Чикаго, 1942 г.)

водой образуются в основном углеводороды  $C_nH_{2n}$  ненасыщенного характера, тогда как нефть содержит почти одни насыщенные углеводороды — нафтены  $C_nH_{2n}$  или парафины  $C_nH_{2n+2}$ . При пиролитическом разложении органических веществ, предпринятом для подкрепления органической теории происхождения нефти, образуется много газов, содержащих до 30% окиси углерода и до 15—20% чистого водорода, а в жидких углеводородах появляется до 10—15% олефинов, тогда как в нефтяных газах окиси углерода бывает не более 2,0—2,5%, водорода почти вовсе не обнаруживается, а в жидких фракциях содержание олефинов не превышает 0,8—1,0%. Впрочем, предельные углеводороды "первоначальной" нефти в силу высокой реакционной способности со временем могли превращаться в соединения других классов.

Ипатьев видел существенные недостатки в обосновании этих теорий и в то же время не считал невероятными их отправные идеи.

"Опыты полимеризации олефинов, а также разложение гексана и



Надгробие В.Н. и В.Д. Ипатьевых (Чикаго)

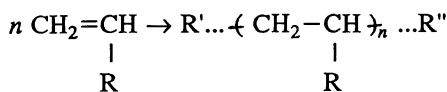
циклогексана при высоких температурах и давлениях, а равно и ранние мои опыты (1904 г.) разложения органических соединений под давлением, — писал он, — побудили меня ближе познакомиться с существующими гипотезами образования нефти в природе и сделать некоторые дополнительные опыты с целью разъяснить некоторые возникающие при этом вопросы" (252, с. 643).

В процессе исследований по проверке опытных данных, подтверждающих различные теории происхождения нефти, Ипатьев показывает, что эти эксперименты в основном отвечают своему назначению, но что они обладают неизбежными по тому времени недостатками. Они производились без должного учета реальных условий, в которых образуется нефть. Чаще всего, как это заметил Ипатьев, при их осуществлении не учитывался и не мог тогда по-настоящему учитываться фактор давления. Владимир Николаевич повторил многие из этих экспериментов и показал, что они должны быть существенно модернизированы.

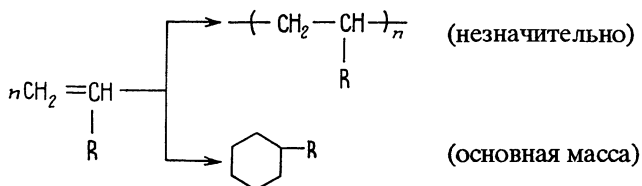
Он повторил, например, опыты по кислотному разложению карбидного чугуна и нашел, что если реакцию вести при 90°C длительно и непрерывно даже в течение целого года, то все равно образуются лишь одни олефиновые углеводороды. Если же вслед за установкой разложения карбидов поставить установку, в которой образующиеся олефины будут полимеризоваться и изомеризоваться под влиянием высокого давления и соответствующих катализаторов в насыщенные углеводороды, то отправные идеи минеральной теории становятся вполне вероятными.

При этом Ипатьев ссылается на одно очень важное в этом отношении наблюдение. Если полимеризацию олефинов (пропилена, бутилена, изобутилена,  $\alpha$ -амилена и т.д.) проводить под давлением и при каталитическом

влиянии  $AlCl_3$ , то будет образовываться в основном смесь парафинов (тип пенсильванской нефти).



Если же реакцию вести в присутствии  $ZnCl_2$ , то образуются преимущественно нафтены (тип бакинской нефти).



При полимеризации же этилена под действием  $ZnCl_2$  происходит образование и парафинов, и нафтенов (тип галийской нефти).

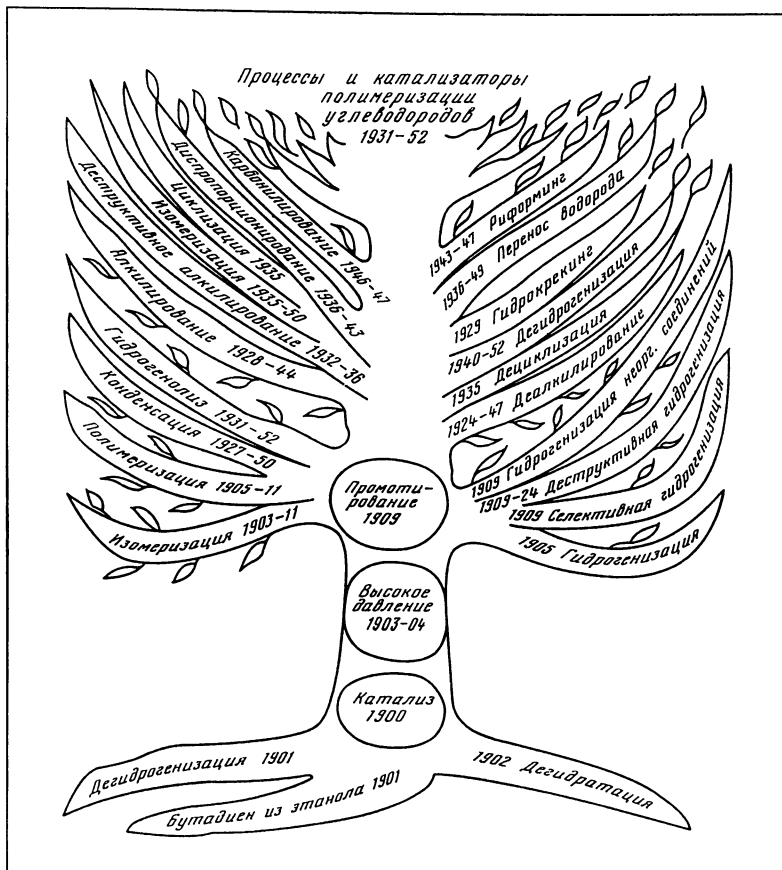
Ипатьев детально рассмотрел затем и те опыты, которые проводил главным образом К. Энглер в подтверждение органической гипотезы. Несмотря на то, что Энглер иногда применял давление, в его продуктах разложения был высок процент окиси углерода и водорода в газовой фазе и низок процент насыщенных соединений в жидкой фазе. Между тем и в этом случае главную роль играл фактор давления. Энглер ограничивался в своих опытах давлением в 25 атм. Ипатьев же всегда подчеркивал, что "при разложении всех изученных органических соединений... с увеличением давления и времени их нагревания образующиеся газы делаются все более и более бедными окисью углерода и водородом, но зато обогащаются предельными углеводородами" (252, с. 59). В своих опытах при разложении органических веществ он достигал давлений в 150—200 и даже 350 атм. При этом им всегда отмечалось образование насыщенных углеводородов.

"После произведенных мною опытов... было показано, — говорит он далее, — что окись углерода и водорода реагируют между собой под давлением в присутствии катализатора железа и дают метан. Происходит накопление парафиновых углеводородов... Д-р Энглер обратил свое внимание на произведенные мною опыты и использовал их для подтверждения своей теории" (там же).

Из последней фразы можно видеть, что гипотеза образования нефтяных углеводородов из  $CO$  и  $H_2$  тоже не лишена оснований.

Несмотря на то что исследования Ипатьева, как и других ученых, давали много доводов для принятия минерального происхождения нефти, он указывал на необходимость химических, геологических и иных исследований, так как лишь с помощью большого комплекса данных разных наук возможно создать рабочую теорию о происхождении нефти.

Этот осторожный подход к столь сложной проблеме оправдал себя. Оправдала себя и активная защита минеральной теории происхождения нефти в то время, когда она почти всеми была отвергнута. В настоящее время снова появилась необходимость вернуться к этой теории и вспом-



"Дерево" каталитического органического синтеза и нефтехимии, отражающее развитие исследований В.Н. Ипатьева

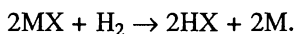
нить ее экспериментальные обоснования. Некоторые геологи, геофизики и геохимики, отталкиваясь от новейших данных науки, теперь опять отдают этой теории предпочтение перед органической теорией.

### Литература

1. Frey F.E., Huppke W.F. Dehydrogenating of ethane, propane and isobutane // Industr. and Eng. Chem. 1933. Vol. 25. P. 54—62.
2. Фрост А.В. Труды по кинетике и катализу. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 538 с.
3. Беркман С., Моррелл Д., Эглофф Г. Катализ в неорганической и органической химии. М.; Л.: Гостоптехиздат, 1949. Кн. 1. 750 с.; Кн. 2. 619 с.
4. Райдил Э., Тэйлор Х. Катализ в теории и практике. Л.: Гос. хим. техн. изд-во, 1933. 416 с.

### Труды в области неорганической химии

Первая научная работа Ипатьева "Опыт химического исследования структуры стали" (3) относилась к неорганической химии. После встречи с А.Е. Фаворским в 1892 г. он изменил свои научные планы и полностью погрузился в органическую химию. И лишь через 15 лет, уже будучи сложившимся ученым с именем в химическом мире, Ипатьев вновь вернулся к вопросам неорганической химии. Объектом изучения явилась интересная реакция вытеснения металлов водородом из солей.



Пионером в этой области был русский ученый Н.Н. Бекетов. В 1859 г. он показал, что можно выделить серебро и ртуть из растворов их солей. Однако Бекетову не удалось выделить медь и свинец из таких растворов; частичное вытеснение меди он заметил лишь при каталитическом воздействии платины. Эти работы привели Бекетова к установлению зависимости выделения металлов от концентрации раствора соли и давления водорода: существует предельное давление, ниже которого выделение металлов не происходит; с повышением концентрации раствора критическое давление также растет [1]. Бекетов по праву считается предшественником немецких химиков К.М. Гульдберга и П. Вааге, сформулировавших закон действия масс.

Работы Бекетова по вытеснению металлов из их солей водородом привели его к идее о зависимости средства элементов от их атомного веса и к ряду активностей металлов в реакциях вытеснения. Его труды способствовали утверждению периодического закона Д.И. Менделеева.

Аналогичные исследования по вытеснению металлов осуществили в 1892 г. Г. Тамман и В. Нернст. Они, так же как и Бекетов, не обнаружили выделения меди из медного купороса даже при давлении водорода до 40 атм [2].

Ипатьев совместно с В.Н. Верховским в 1908 г. осуществил первые опыты по выделению металлов из растворов их солей. В распоряжении этих ученых вместо стеклянного прибора, выдерживающего не более 60 атм, имелся аппарат высокого давления — бомба Ипатьева, в которой можно было создавать давление до нескольких сотен атмосфер. Это позволяло использовать при работе концентрированные растворы солей (90).

В самом начале исследований Ипатьев и Верховский подтвердили вывод Бекетова о влиянии давления водорода и концентрации раствора на ход реакции, но потерпели неудачу в опытах по выделению меди из растворов ее солей. При изучении же влияния температуры пришли к интересным результатам; при давлении 40—150 атм и температуре 80—90°C из раствора медного купороса выделилась закись меди, при температуре выше 90°C продуктом восстановления была смесь закиси меди и меди, а красивые елкообразные кристаллы меди выделялись лишь при



120°C. Влияние температуры на степень восстановления металлов отмечалось и при вытеснении никеля, кобальта, висмута, и других металлов из растворов их солей. В своей статье Ипатьев и Верховский писали: "Реакция может остановиться или на образовании только основной соли — первая фаза, или образовании гидрата или окиси — вторая фаза, или же произойдет выделение металла — третья фаза; все зависит от условий — температуры, давления, концентрации и времени" (104, с. 946). Был сделан вывод о существовании критических температуры и давления, при которых начинается выделение металлов из растворов их солей.

Результаты работ по вытеснению металлов из их солей водородом при высоком давлении Ипатьев доложил на VII Международном конгрессе по чистой и прикладной химии, который проходил в Лондоне в 1909 г. [3]. Химический мир восторженно встретил новую работу Ипатьева, на глубокий теоретический смысл которой указывал впоследствии Н.Д. Зелинский [4].

Исследования Ипатьева по вытеснению металлов водородом вылились в мощное научное направление. В результате обобщения большого экспериментального материала в этой области были установлены закономерности, связывающие условия проведения процессов вытеснения металлов с их положением в периодической системе Менделеева. Это позволило в дальнейшем выделить из солей окиси металлов — никеля, кобальта, железа, марганца, свободные металлы — медь, серебро, свинец, получить кристаллы гаусманита, магнитного железняка, хромовых комплексных солей серной кислоты, вивианиты, а из азотнокислой меди под действием водорода были осаждены изумрудные кристаллы  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ , оказавшиеся идентичными с кристаллами природного минерала иргардита. Достижения эти получили высокую оценку со стороны научной общественности на IV Менделеевском съезде в 1925 г., на котором Ипатьев выступил с докладом.

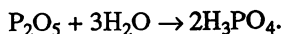
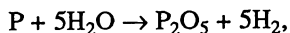
В 1918 г. Ипатьев установил совершенно неожиданную возможность восстановления минеральных кислот в условиях высоких давлений. Он получил сероводород из серной кислоты, аммиак — из азотной и муравьиновую — из угольной кислоты. А затем он сообщил, что восстановительный процесс под действием высоких температур и давлений идет до выделения в свободном виде металлоида кислотного остатка: серы из серной кислоты, фосфора, сурьмы и мышьяка из их солей. В 1928 г. он подробно изучил условия восстановления солей олова. Открыв пути селективного выделения металлов из растворов смешанных солей, Ипатьев показал, что его метод можно успешно использовать для отделения меди из растворов, содержащих соли железа, цинка и других металлов.

Эти исследования получили дальнейшее развитие главным образом в работах младшего сына Владимира Николаевича — В.В. Ипатьева. Ему удалось, в частности, осуществить разделение металлов платиновой группы и разработать метод выделения платины из разбавленных кислых растворов платины — отходов платинового производства. Это достижение Ипатьева-младшего имело громадный народнохозяйственный эффект.

Проблемой вытеснения металлов из растворов их солей под высоким давлением водорода занимались затем уже сотрудники и ученики В.В. Ипатьева — В.П. Теодорович, В.Г. Тронов, В.Н. Чулков и др.

Ясно, что достижения в области восстановления металлов и металлоидов из растворов их солей стали возможны благодаря применению метода и аппарата высоких давлений.

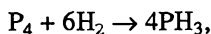
Но «лучшей розой», распутившейся из метода высоких давлений», по словам Е.И. Шпитальского [5, с. 534], была работа Ипатьева по окислению фосфора. Она была начата им в 1927 г. в лаборатории "Байерише Штикштоф Верке" в Германии с К. Фрейтагом. Уже в первых же опытах удалось при температуре  $\sim 300^\circ\text{C}$  получить из фосфора фосфорную кислоту по исключительно оригинальной реакции



Окисление фосфора осуществлялось за счет кислорода воды с выделением чистого водорода. Последующие исследования привели к получению солей фосфорной кислоты, когда вместо воды брали растворы щелочей. Эти работы затем успешно продолжались Ипатьевым и его учениками в Ленинграде в Лаборатории высоких давлений при Институте прикладной химии. В результате были выявлены все фазы окисления фосфора и установлены пределы температуры, при которых достигается соответствующая степень окисления. Было изучено также окисление фосфора в присутствии алкоголей.

Почти одновременно В.Н. Ипатьеву совместно с В.А. Николаевым удалось получить различные модификации фосфора (200). Исследованием некоторых образцов фосфора под руководством Ипатьева занимался также А.В. Фрост [6]. Работы в этом направлении в дальнейшем получили развитие в трудах многих зарубежных ученых, в частности П.В. Бриджмена, Р. Джакобса и др. (см. [7, 8]).

В 1930 г. Ипатьев вместе с Николаевым и Фростом (224) опубликовал результаты по получению фосфина из элементов



были определены константы равновесия этой реакции и вычислены приближенные значения теплот образования фосфина.

Таким образом, Ипатьев и в неорганической химии открыл новые направления, сохранившие актуальное значение до настоящего времени.

## Литература

1. Бекетов Н.Н. Исследования над явлением вытеснения одних элементов другими. Харьков, 1865. 60 с.
2. Tammann G.H., Nernst W. Verdrängung der Metalle aus ihrer Salze // *Ztschr. phys. Chem.* 1892. Bd. 9. S. 10—16.
3. ЦГИАЛ. Ф. 741. Оп. 8. № 31. Л. 31; Ф. 1293. Оп. 141. № 36. Л. 91.
4. Зелинский Н.Д. Выступление на торжественном собрании // К 35-летию научной деятельности академика В.Н. Ипатьева. Л.: Гос. хим.-техн. изд-во, 1929. С. 27.
5. Ипатьев В.Н. Жизнь одного химика: Воспоминания. Нью-Йорк, 1945. Т. 1. 638 с.
6. Фрост А.В. Рентгенографическое исследование кристаллической структуры фиолетового фосфора // *ЖРФХО.* 1930. Т. 62. С. 2235—2240.
7. Бриджмен П.В. Физика высоких давлений. М.; Л.: ОНТИ, 1935. 240 с.
8. Бриджмен П.В. Новейшие работы в области высоких давлений. М.: Изд-во иностр. лит., 1948. 252 с.

### Непосредственная связь науки с производством — отличительная черта трудов В.Н. Ипатьева

Ипатьев был одним из тех очень немногих естествоиспытателей, которые соединяли в себе уникальные способности прокладывать новые пути в фундаментальных исследованиях, с одной стороны, и создавать новые виды материального производства на этой основе, — с другой. Из химиков к числу таких ученых можно отнести, пожалуй, только М.В. Ломоносова, А. Лавуазье, Д.И. Менделеева, В. Нернста, Ф. Габера, А. Муасана, Н.Н. Семенова и еще с десяток других исследователей. Ясно, что критерием оценки ученого должен быть не только вклад в познание и объяснение природных явлений, но и его прямое участие в создании новых производств, в материализации его идей. Этот критерий особенно важен для оценки творческой деятельности химиков, ибо химия в отличие от других наук является, по выражению Н.Н. Семенова, одновременно и наукой и производством. Тем не менее только немногие, причем очень немногие, ученые отвечают требованиям этого критерия. И они представляют, скорее, исключение из правила, счастливое исключение.

После того как в предыдущих главах мы рассмотрели важнейшие результаты собственно научной деятельности Ипатьева, в настоящей главе мы попытаемся обратить внимание на значение этих результатов для развития химической промышленности.

Влияние Ипатьева на промышленность не сводилось только к техническому использованию его отдельных открытий и изобретений; оно было значительно шире и глубже. Его научные достижения нередко указывали магистральные пути развития химической индустрии, предопределяли судьбы промышленной химии. Есть целый ряд отраслей химической промышленности, появление и техническое своеобразие которых всецело определялось трудами Ипатьева.

Естественно, что такое крупномасштабное влияние на технику не могло иметь места, если бы сами по себе исследования Ипатьева не носили революционного характера, заключающегося, с одной стороны, в решительном отрицании многостадийных классических методов органического синтеза, а с другой — в прямом продолжении и развитии бутлеровской теории химического строения и даже бутлеровской тематики исследований.

Гетерогенный катализ П. Сабатье и В.Н. Ипатьева, особенно в соединении с высокими давлениями, не только преобразил методы органической химии как науки, но и определил основные направления в развитии химической промышленности.

То, как появились новые направления в промышленной химии, можно показать на нескольких примерах. Одним из них является промышленность синтетического каучука.

## Появление промышленности синтетического каучука

Еще на заре своей научной деятельности Ипатьев коснулся проблемы, увлекавшей умы многих ученых мира: он осуществил первый синтез изопрена и доказал его строение. "Лишь после этой работы В.Н. Ипатьева, — писал в 1927 г. А.Е. Чичибабин, — сделалось возможным первое проникновение в природу каучука и могли явиться дальнейшие синтезы изопрена и близких к нему веществ..." [1, с. 38].

Да, синтез изопрена действительно оказался своеобразным прологом к широко развернувшимся затем работам, определившим развитие и идей, и практических работ в области получения синтетического каучука.

Однако синтезом и доказательством строения изопрена не ограничивается влияние Ипатьева на промышленность синтетического каучука. Наибольшее влияние оказали его классические исследования по каталитическому разложению спиртов и совместному действию катализаторов. Закономерности действия металлов и их окисей на спирты, всесторонне изученные впервые Ипатьевым, явились основой при разработке Лебедевым<sup>1</sup> промышленного синтеза каучука и продолжают верно служить многочисленным ученым и инженерам при выборе катализаторов для осуществления различных процессов в этой области. Известный лебедевский способ получения каучука включал открытую Ипатьевым в 1903 г. реакцию одновременной дегидратации и дегидрогенизации этилового спирта. Ее практическое осуществление стало возможным лишь благодаря использованию смешанных катализаторов, являющихся одним из крупнейших открытий Ипатьева в области катализа.

Открытый Ипатьевым катализатор дегидрогенизации спиртов (железо и его окиси) прочно завоевал ведущее место в химической промышленности, начав применяться сначала для получения альдегидов из спиртов сивушного масла а затем в каталитических системах для осуществления самых разнообразных процессов, в том числе при синтезе мономерных углеводородов синтетического каучука. Хотя разработка применяемого в настоящее время нашего отечественного катализатора К-16 и не связана прямо с открытиями Ипатьева, тем не менее этот катализатор состоит на 25% из окиси железа и широко применяется для дегидрирования алканов. Для аналогичных целей используется и катализатор Р-1, который содержит ~87% окиси железа. За границей широкое распространение получил катализатор "Шелл-205", близкий по составу к К-16.

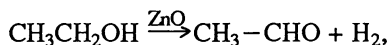
Другим катализатором, впервые изученным Ипатьевым, был глинозем, который затем начал широко применяться в химической индустрии. Его первое важное применение относится к дегидратации спиртов (этот метод с успехом может быть использован для получения чистых алкенов: пропилена из пропилового и изопропилового спиртов, изобутилена, бутилена, амиленов из бутиловых и амиловых спиртов и т.д.), в частности к получению этилена из этанола, не потерявшему своего технического значения

<sup>1</sup> С.В. Лебедев указывал на значение работ Ипатьева для развития своих исследований; его изобретательская заявка на новый способ получения дивинила начиналась с упоминания имени Ипатьева.

и в наши дни. В начале века этот процесс явился неоценимой находкой для промышленности. Рассматривая это открытие Ипатьева через призму времени, Н.А. Орлов писал: "Практика не замедлила воспользоваться дегидратационными свойствами глинозема и приложила новый метод к добыванию эфира, а за время минувшей войны и этилена" [2, с. 335].

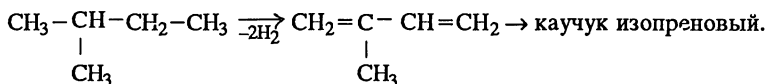
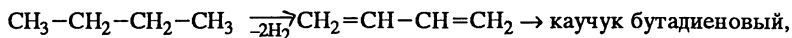
Французский ученый К. Матиньон в 1927 г. указывал, что "этот метод приготовления этилена или эфира применяется теперь во всех промышленных странах... Интерес, который представляет гликоль как заместитель глицерина во многих случаях его применения сделал из этилена, генератора гликоля, промышленный продукт, вследствие чего еще более поднялось значение простой реакции, данной Ипатьевым" [1, с. 82].

Уже получение столь простым методом этилена, а затем открытия путей полимеризации этого олефина вызвали к жизни идею синтеза одного из мономеров каучука — дивинила — путем димеризации олефина с последующим дегидрированием образующихся бутиленов. Это предложение относилось к началу 40-х годов, когда интенсивно изучался дегидрогенизационный катализ. Между тем почти тремя десятилетиями ранее русский химик И.И. Остромысленский [3, с. 177—180] использовал глинозем в качестве катализатора для получения дивинила из ацетальдегида и этилового спирта по следующей схеме:



Именно на этом процессе было основано одно из первых производств синтетического каучука в США. "Глинозем Ипатьева" готовился путем прокаливания технического продукта в специальных условиях; его активность зависит от содержания гидратной воды и растворения при нагревании в щелочах и разбавленных кислотах. Эти положения, несмотря на значительный прогресс в области химических знаний, являются прописной истиной для современных химиков-катализаторов, применяющих в своей практике глинозем. Известно, что большинство дегидрирующих катализаторов, используемых для получения мономерных углеводородов для синтетического каучука, содержат в своем составе активный глинозем.

Кому теперь неясно, что синтетические каучуки выгоднее всего получать на основе нефтяных углеводородов — этих неисчерпаемых источников органического сырья? И ведь как прост путь от самых распространенных углеводородов нефти — бутана и изопентана — к дивинилу и изопрену, а от них к каучукам.



Надо заметить, однако, что эта истина была хорошо известна и хи-

микам начала текущего столетия: и русским, и немецким, и американским. И тем не менее никто из них не пошел по этому пути, ибо тогда, в 1910—1915 гг., он был закрыт.

Основным препятствием служила исключительная трудность разделения углеводородных смесей и выделения в чистом виде таких углеводородов, как бутан и особенно изопентан.

Вполне естественным поэтому был путь использования новейших достижений гетерогенного катализа, открытый Ипатьевым и Сабатье. Однако система взаимных каталитических превращений углеводородов в первые два десятилетия текущего столетия наукой еще только-только затрагивалась. Были открыты лишь реакции взаимных превращений между ароматическими и циклогексановыми углеводородами. Переход же к непередельным углеводородам с открытой цепью происходил при высоких температурах. Неудивительно поэтому, что в 1910—1912 гг., когда в России, Германии, Англии и других странах осуществлялись поиски методов получения диенов — дивинила и изопрена, большое внимание при решении этой задачи уделялось превращениям ароматических, циклоолефиновых и парафиновых углеводородов с использованием реакций галогенирования и последующего дегидрогалогенирования.

Между тем необходимость в синтетическом каучуке в 1914—1916 гг. в связи с империалистической войной стала исключительно острой. Для ряда стран, и для Германии в первую очередь, она превратилась в проблему № 1. Актуальной эта проблема была и для России тех же лет; еще острее она стала для Советской республики после 1917 г. из-за блокады со стороны государств, обладавших природным каучуком.

В то же время именно в период 1913—1918 гг. в химии уже можно было найти довольно реальные предпосылки для практического решения проблемы синтетического каучука. И эти предпосылки содержались в работах В.Н. Ипатьева.

Во-первых, в его работах имелись указания на возможность получения чистых индивидуальных непередельных углеводородов из спиртов. Во-вторых, этими же работами подсказывался единственный, альтернативный по отношению к прежним многостадийным способам путь решения проблемы — применение каталитических методов прямого синтеза мономеров. И в-третьих, в исследованиях Ипатьева можно было найти прямые указания на синтез дивинила из спиртов в одну стадию, о чем было сказано выше.

Вот почему пионеры промышленного производства синтетического каучука обратились для получения мономеров не столько к нефтяному сырью, сколько к спиртам, и прежде всего к этиловому спирту.

Интересно, что когда в сентябре 1918 г. на расширенном заседании Комиссии по демобилизации и организации химической промышленности обсуждалась каучуковая проблема, то все ученые — В.Н. Ипатьев (председатель), А.Е. Фаворский, Н.Д. Зелинский, Л.А. Чугаев, С.В. Лебедев, Б.В. Бызов, И.И. Остромысленский, А.В. Раковский и другие — высказались за необходимость организации промышленности синтетического каучука на базе дивинила.

Это свидетельствует о том, что в нашей стране уже тогда имелись достаточные научные предпосылки для технического синтеза каучука. Производство синтетического каучука в Германии, начатое в мизерных

масштабах в 1915—1916 гг. (всего было получено около 2,5 тыс. т диизопренильного каучука), оказалось нерентабельным и было закрыто. После этого горького опыта на промышленное получение синтетического каучука в Германии, да и в других странах стали смотреть отрицательно. Но то, что не получилось в Германии, могло получиться в России, где уже тогда в качестве основного мономера для синтетического каучука общим фронтом исследований выявился дивинил.

Упомянутое заседание интересно и тем, что все присутствовавшие ученые были единодушны в своих суждениях: они предпочитали бы получать дивинил из нефтяного сырья, но для этого тогда не было достаточных научных предпосылок; в качестве сырья они предложили спирт, так как каталитические превращения спиртов изучены наиболее полно. С.В. Лебедев — тот, кому суждено было через 10 лет блестяще решить проблему синтеза каучука на основе спирта, — тогда, в 1918 г., говорил, что можно получить "каучук желательных качеств, и нефть является наиболее удобным исходным материалом" для этого [4].

Это совещание наметило программу некоторых практических работ по решению проблемы синтетического каучука (СК). Основа программы была предложена в выступлении Ипатьева, который сказал:

1) Вопрос о практическом значении синтеза каучука и каучукоподобных материалов признается всеми здесь присутствующими, несмотря на отрицательный взгляд на этот вопрос в Германии.

2) Опыты над получением СК в лабораторных условиях, по-видимому, завершены до такого состояния, при котором наступило время перейти к опытам в малом заводском масштабе.

3) В качестве исходных материалов необходимо искать наряду со спиртом также нефть.

4) Надлежит привлечь к работам всех лиц, которые заинтересованы в этом деле..., что можно сделать путем объявления конкурсов и премирования работ" [5].

По существу, эта программа и легла в основу работ по производству синтетического каучука в СССР.

Как было отмечено выше, в 1926 г. правительством СССР был объявлен конкурс на разработку наиболее рационального способа получения мономера и на его основе — синтетического каучука. Победителем его явился С.В. Лебедев, соединивший два лучших достижения в области катализа — действие смешанных катализаторов и реакцию прямого получения дивинила из спирта. Оба этих открытия принадлежат Ипатьеву.

Являясь продолжением общей линии развития органического катализа, эта работа Лебедева по синтезу дивинила представляла собой в то же время качественно новое явление, новую более высокую степень в каталитическом органическом синтезе. Здесь мы встречаемся с изумительным примером преемственности в научных исследованиях; мы видим, как на хорошо подготовленной почве рождаются принципиально новые результаты огромной важности.

Крупномасштабное производство синтетического каучука как новая отрасль химической индустрии впервые появилось в СССР в самом начале 30-х годов.

Затем производство каучука на основе этилового спирта было органи-

зовано и в других странах, в том числе в США. Научные же корни его идут все от тех же трудов В.Н. Ипатьева, С.В. Лебедева, И.И. Остромысленского и других ученых, принимавших участие в решении проблемы синтеза каучука на основе дивинила.

В настоящее время, когда после многолетнего безраздельного господства дивинила в качестве основного мономера в синтезе каучука постоянно возрастает роль и удельный вес изопреновых эластомеров, одним из наиболее перспективных методов получения изопрена считается синтез его из пропилена. Работы в этом направлении, начавшие развиваться в 40-е годы, обязаны своим появлением также Ипатьеву. На его приоритет в области исследования низкомолекулярной полимеризации олефинов, и в частности пропилена, уже указывалось в научно-технической литературе [6]. Таким образом, влияние Ипатьева распространяется на решение проблемы синтетического каучука в целом: как на промышленное производство дивинилового каучука на основе спирта, так и на разработку методов получения дивинила и изопрена из нефтяного сырья. Поэтому его имя прочно занимает самое почетное место в истории промышленности синтетического каучука.

### **Высокие давления в промышленности**

Широкое и быстрое распространение в промышленности получили и процессы, в основе которых лежал катализ при высоких температурах и давлениях, отцом которого по праву считается В.Н. Ипатьев.

Вслед за Л.А. Чугаевым, первым русским химиком, начавшим использовать в своих исследованиях метод и аппарат высоких давлений, бомбу Ипатьева применили известный французский химик и ученик М. Бергло К. Матиньон и русский ученый С.В. Лебедев. Последний, используя процесс гидрирования под высоким давлением и аппарат Ипатьева, глубоко проник в механизм полимеризации диеновых углеводородов. Метод высокого давления быстро получил техническое распространение в производстве полимеров, в частности в производстве полиэтилена.

Бомба Ипатьева стала неотъемлемой частью оборудования многих отечественных и зарубежных химических лабораторий и явилась образцом первых крупных установок для осуществления различных процессов под высоким давлением.

Первые предложения по техническому использованию высоких давлений, видимо, относились к гидрогенизации масел с целью получения твердых жиров. Однако триумф нового метода начинается с 1908 г., ознаменовавшегося крупным событием для химической промышленности: немецкий ученый Ф. Габер, "объединяя все наиболее талантливое и свежее в физической химии" [7, с. 81], открыл возможность синтеза аммиака из азота и водорода. Новый процесс, в разработке и промышленном внедрении которого принимали участие немецкие ученые В. Нернст, К. Бош, А. Митташ и др., осуществлялся в присутствии катализатора и при высоком давлении. Этому крупному техническому достижению предшествовали острые дебаты Нернста и Габера о возможности получения аммиака из элементов. В 1927 г. Н.Д. Зелинский, обращаясь к Ипатьеву, говорил:



"Я не сомневаюсь, что в горячих спорах Нернста и Габера о том, можно ли вообще и в каких условиях осуществить синтез аммиака взаимодействием водорода с азотом в присутствии катализатора, работы Ваши по гидрогенизации под высокими давлениями не могли не обратить на себя внимания Габера, положительно разрешившего этот важный вопрос" [1, с. 26]. Успех Габера связывали с работами Ипатьева и другие ученые, в частности Р. Вильштеттер и Б.Н. Долгов.

Новый способ связывания атмосферного азота быстро вытеснил другие методы, в частности методы, основанные на аммиачной селитре. Первые промышленные реакторы, предназначенные для проведения указанного процесса, по принципу устройства мало отличались от бомбы Ипатьева, что не могло ускользнуть от внимания Владимира Николаевича во время его знакомства с аммиачными заводами за границей в 1925 г.

Достижения промышленности по производству аммиака связаны и с другими открытиями Ипатьева — совместным действием катализаторов, так как в процессе Габера используется комбинированный катализатор. Интересно, что реализации способа получения аммиака в Германии предшествовали интенсивные и продолжительные поиски селективного и стабильного катализатора, причем пришлось испытать более 2000 различных комбинаций металлов, их окисей и других соединений.

Метод высокого давления был применен не только в промышленном каталитическом синтезе, но и в других областях техники.

Как свидетельствует К. Матиньон [1, с. 86], Бергиусу пришла мысль применить метод Ипатьева гидрирования под давлением к твердым горючим, чтобы получить жидкое топливо. В результате в 1913 г. он сделал сенсационное открытие: получил смесь жидких углеводородов, близкую по составу к нефти, применив каталитическую гидрогенизацию при повышенных температурах и давлениях к каменному углю и тяжелым углеводородам [8]. К этому времени был опубликован, однако, большой ряд работ Ипатьева по каталитической гидрогенизации органических веществ, из которых вытекало, что указанный процесс значительно ускоряется при высоком давлении и реакции, совершенно не идущие при обычном давлении, протекают в новых условиях до конца с высокими выходами. В 1912 г. Ипатьев осуществил прямую гидрогенизацию угля, получив метан с высокими скоростью и выходом (252, с. 225) при проведении процесса при высоком давлении и температуре не выше 520°C. Предшественникам Ипатьева не удавалось получать метан из элементов с приемлемыми выходами, так как при пониженных температурах (~500°C) этот процесс протекает крайне медленно, а при высоких температурах (>1200°C) получается не более 1% целевого углеводорода. Только катализ при высоком давлении позволил направить реакцию в нужное русло.

Бергиус возглавил затем это новое направление в переработке твердого топлива. Его метод получил промышленное воплощение впервые в немецком городе Мангейме в 1917 г., а в 1929 г. позволил произвести в Германии более 200 тыс. т искусственного бензина. Процесс гидрогенизации угля заинтересовал и другие страны: сначала Бельгию и Францию, а затем США, Японию, Канаду, Индию и Бразилию, так как развивающиеся автомобиле- и самолетостроение требовали больших количеств жидкого топлива. Особенное внимание на него обратили промышленники

Франции, где отсутствовали более или менее значительные запасы нефти. Французское правительство командировало в начале 20-х годов в Мангейм своего крупного специалиста — директора Парижской муниципальной химической лаборатории А. Клинга.

Результаты тщательного ознакомления с процессом Бергиуса он изложил в статье "Процесс Бергиуса", в которой доказывал, "что если говорить о патентах, то они должны принадлежать ни кому иному, как Владимиру Николаевичу Ипатьеву". Клинг писал, что "аналогия между методом В.Н. Ипатьева и методом, послужившим предметом патента Бергиуса, неоспорима", и делал вывод о возможности свободного использования гидрогенизации углей всеми заинтересованными промышленниками [9]. На тесную связь работ Бергиуса и исследований Ипатьева указывали многие ученые, в частности А.П. Шахно, Е.И. Шпитальский, Л.Ф. Фокин [1, с. 46—61], М.А. Блох [1, с. 51], Б.Н. Долгов [10] и др. Так, Н.А. Орлов в 1927 г. писал, что "теоретические выводы Владимира Николаевича о диссоциации органических соединений под давлением водорода легли в основу так называемого процесса Бергиуса, имеющего своей конечной целью использование малоценных видов горючего материала превращением их в бензины и превращение твердого топлива в жидкое" [2, с. 337].

Сам Ф. Бергиус в 1937 г. в приветственном послании Ипатьеву в день его 70-летия указал на связь собственных работ с научными достижениями Ипатьева [11]. Таким образом, тот факт, что гидрогенизация угля по методу Бергиуса основана на работах Ипатьева, является общепризнанным и не вызывает сомнений.

К гидрогенизации угля под давлением тесно примыкают процессы крекинга мазута и тяжелых нефтяных остатков, образующихся в значительных количествах при переработке нефти. Ипатьев еще в 1920-х годах в ГИВДе из мазута получал бензин с выходом до 35—40%. С тех пор мазут во многих странах успешно используется для переработки в моторное топливо. Мечта Д.И. Менделеева о наиболее полном использовании нефти для получения ценных технических продуктов благодаря этому открытию получила осуществление.

Метод каталитических реакций под высоким давлением имел решающее значение в создании промышленного синтеза моторных топлив из окиси углерода и водорода. Первые реакторы по получению синтетического бензина, установленные в Германии в 1935 г., работали в условиях высоких давлений (до 120—150 атм) и температур (до 200—300°C) и содержали смешанные катализаторы (Ni—ThO<sub>2</sub>/кизельгур). Все это нельзя рассматривать иначе, как прямое продолжение работ Ипатьева, осуществленных в 1903—1910 гг. Следующей ступенью в развитии производства углеводородов на основе СО и Н<sub>2</sub> был изосинтез, т.е. преимущественное получение разветвленных углеводородов и, следовательно, высокооктановых бензинов. И он также основывался на применении комбинированных катализаторов и высоких давлений. Таким образом, по существу, все основные пути развития промышленности моторных топлив вплоть до настоящего времени исходят из лаборатории В.Н. Ипатьева.

Влияние трудов Ипатьева распространяется и на промышленное производство полимеров: известно, что полимеризация олефиновых углеводо-

родов в присутствии различных катализаторов явилась для него объектом тщательного изучения начиная с 1910 г.

Исследования Ипатьева по каталитическому алкилированию нафтеновых, парафиновых и ароматических углеводородов легли в основу самых разнообразных отраслей промышленности органического синтеза. Разработанный им способ гидрогенизации углеводов (моно- и полисахаридов) под высоким давлением в присутствии катализаторов (палладий, восстановленный никель с окисью никеля) стал научной основой производства сорбита.

Все это только единичные примеры, свидетельствующие об участии В.Н. Ипатьева в создании основ современной химии как науки и производства. Действительно, сегодня невозможно представить развитие химической промышленности без исследований Ипатьева. "К решению каждого вопроса, — писали Б.Л. Молдавский и А.В. Фрост в предисловии к "Курсу лекций" В.Н. Ипатьева, прочитанному в Чикагском университете в 1932 г., — он подходит широко и почти каждая из его работ, как правило, приводит к выводам, интересным для химической технологии".

### Литература

1. К 35-летию научной деятельности академика В.Н. Ипатьева. Л.: Гос. хим.-техн. изд-во, 1929. 171 с.
2. Орлов Н.А. Владимир Николаевич Ипатьев // Природа. 1927. № 5. С. 330—342.
3. Остромысленский И.И. Каучук и его аналоги. М., 1913. 240 с.
4. ЦГАНХ. Ф. 3429. Оп. 72. Ед. хр. 8. Л. 91.
5. Там же. Л. 91 (об.).
6. Мучинский Д.Я., Потоловский Л.А. Полимеризация пропилена. М.; Л.: Химия, 1964. 198 с.
7. Иоффе А.Ф. Встречи с физиками. М.: Физматгиз, 1960. 120 с.
8. Бергиус Ф. Пат. № 277501, 286961 Германия. Цит. по: кн.: Катализ в неорганической и органической химии. М.; Л.: Гостоптехиздат, 1936. Кн. 2. 774 с.
9. Kling A. Bergiusprocess // Chim. Industr. 1933. Т. 9. Р. 389—399. Ипатьев В.Н. Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. С. 362.
10. Долгов Б.Н. Современный катализ и его влияние на технику // Химия и хоз-во. 1930. № 5. С. 72—76.
11. Ipatieff V.N. Meeting. Chicago, 1937. P. 46.

## Заключение

Владимир Николаевич Ипатьев представляет собой явление необычайное в самом широком социальном аспекте: такие люди, как он, определяют уровень общественного развития и духовной культуры. Они составляют нравственный фундамент цивилизации.

В этой книге мы стремились показать по возможности все стороны жизни и деятельности В.Н. Ипатьева. Более того, нам хотелось подчеркнуть в характере и деятельности нашего героя не только разносторонность, но в известной степени и противоречивость. В самом деле, разве можно было оставить без внимания такие его качества, как необычайно широкий размах общественной деятельности и до педантизма точная и строгая исполнительность, далекое научное предвидение и рутинная работа в лаборатории по перепроверке результатов опытов, смелый научный поиск и крайняя осторожность выводов.

Главные итоги жизни В.Н. Ипатьева — революционное преобразование химии как одной из основных наук о природе, создание влиятельнейшей научной школы и мировых научных центров в СССР и в США в области катализа и, наконец, закладка первых блоков в фундамент химической и энергохимической промышленности в нашей стране.

В высшей степени замечательной чертой В.Н. Ипатьева являлась цельность его натуры, постоянство и независимость мысли. В течение всей своей жизни, как до революции, так и после 1917 г., и на Родине, и вне ее, он оставался верен идеалам любви к отечеству, добра к людям независимо от их социальной и национальной принадлежности, служения истине и общему благу.

Принцип "честной беспартийности", которого он неизменно придерживался, находясь на высоких государственных постах, вовсе не означал полного безразличия к политике. Этот принцип был для Ипатьева прежде всего принципом категорического неприятия той политики, которая несла насилие и подавляла свободу человека. И когда возникала необходимость защитить истину, интересы дела, интересы Родины, когда надо было помочь невинно пострадавшему человеку, он вступал в конфликт с любым авторитетом. Так было в его отношениях с начальником Михайловской артиллерийской академии генералом Чернявским в 1912 г. и с помощником военного министра генералом Вернандером в 1915 г. В ультимативной форме Ипатьев сумел отстоять тогда вопреки давлению высоких царских чинов научно обоснованные проекты ускоренного развития химического производства в России вместо импорта химикатов и взрывчатых веществ. Так было и в его отношениях с руководством ВСНХ, в частности с председателями ВСНХ Богдановым и Куйбышевым в 1922 и 1927 гг., когда он был вынужден "стукнуть кулаком по столу" (это его выражение), чтобы

устранить искусственные препятствия на пути развития научно-технических и экономических связей с иностранными учреждениями и фирмами.

Несмотря на все превратности и тернии, встречавшиеся Ипатьеву на его жизненном пути, несмотря на страшную боль, причиненную отрывом от Родины, как раз в самый кризисный момент, в 1945 г., Владимир Николаевич писал, что в целом вся его жизнь "сложилась очень благоприятно". Он никогда не испытывал угрызений совести, потому что всегда руководствовался ее велениями. Он получал ни с чем не сравнимое удовлетворение от проникновения в тайны природы. Он был счастлив своими открытиями и созидательным трудом, возможностью приносить добро людям. Он был безмерно рад видеть, как его идеи воплощаются в жизнь и развиваются дальше его учениками.

## Список опубликованных работ В.Н. Ипатьева

1. Качественный анализ. СПб., 1891. 100 с.
2. Количественный анализ. СПб., 1891. 102 с.
3. Опыт химического исследования структуры стали // Арт. журн. 1892. № 8/9. С. 18—20.
4. Сто лет со дня смерти Лавуазье. СПб., 1894. 16 с.
5. Действие брома на предельные третичные спирты жирного ряда // ЖРФХО. 1895. Т. 27. С. 347.
6. Действие бромистого водорода на углеводороды ряда  $C_nH_{2n-2}$  // Там же. С. 387.
7. Über die Caronsäure // Ber. Dt. chem. Ges. 1896. Bd. 29. S. 2796. Mit. A. Baeyr.
8. Über die Einwirkung von Bromwasserstoff auf Kohlenwasserstoff der Reihe  $C_nH_{2n-2}$  // J. prakt. Chem. 1896. Bd. 53. S. 169.
9. Über die Einwirkung von Brom auf tertiäre Alkohole der Reihe  $C_nH_{2n-2}O$  // Ibid. S. 257.
10. К строению изопрена // ЖРФХО. 1897. Т. 29. С. 132.
11. Строение и синтез изопрена // Там же. С. 170. Совм. с Н.М. Витторфом.
12. Structure und Synthesis der Isoprene // J. prakt. Chem. 1897. Bd. 53, H. 4. S. 1—4.
13. Алленовые углеводороды: Реакция хлористого нитрозила на органические соединения с двойной связью и нитрозаты. СПб., 1898. 12 с.
14. Определение элементарных скоростей горения и показателя давления для порохов, горящих параллельными слоями. СПб., 1898. 15 с.
15. Тринитрокрезол и тринитронафталин, их приготовление и взрывчатые свойства. СПб., 1898, 20 с.
16. О действии цинковой пыли в спиртовом растворе на дибромиды // ЖРФХО. 1898. Т. 30. С. 292.
17. О действии Na-малонового эфира на дибромиды  $C_nH_{2n}Br_2$  // Там же. С. 391.
18. Состав воздуха по новейшим исследованиям и его сгущение в жидкость. СПб., 1899. 8 с.
19. Алленовые углеводороды // ЖРФХО. 1899. Т. 31. С. 323.
20. О действии Na-малонового эфира на дибромиды  $C_nH_{2n}Br_2$  // ЖРФХО. 1899. Т. 31. С. 349.
21. О реакции хлористого нитрозила на органические соединения, содержащие двойную связь // Там же. С. 426.
22. О нитрозатах // Там же. С. 441.
23. Allene Wasserstoffe // J. prakt. Chem. 1899. Bd. 59. S. 577.
24. Über die Einwirkung von Na-Malonsäure ester auf Dibromide  $C_nH_{2n}Br_2$  // Ibid. S. 542.
25. Новый синтез метилгептена // ЖРФХО. 1901. Т. 33. С. 149.
26. Действие цинковой пыли на дибромиды  $C_nH_{2n}Br_2$  // Там же. С. 151.
27. Пирогенетические контактные реакции. СПб., 1901. 24 с.
28. Реакция хлористого нитрозила и нитрозаты // ЖРФХО. 1901. Т. 33. С. 496—501. Совм. с А.А. Солониной.
29. Синтез диметилпентадецилкарбинола и действие на него брома // Там же. С. 502—506. Совм. с А. Граве.
30. О действии Na-малонового эфира на трибромиды // Там же. С. 532—539.
31. Об изопреновой кислоте // Там же. С. 540—541.
32. Пирогенетические контактные реакции с органическими веществами. Ст. I // Там же. С. 632—636.
33. Synthese des Methylheptenons // Ber. Dt. chem. Ges. 1901. Bd. 34. S. 594—595.
34. Über pyrogenetische Reaktion organischer Substanzen. Mitt. 1 // Ibid. S. 596—600.
35. Die Zersetzung von Aethylalkohol // Ibid. S. 3579.

36. Курс неорганической химии. СПб., 1902. Совм. с А.В. Сапожниковым. Всего 8 изданий. 8-е изд., 1920.
37. Пирогенетические контактные реакции с органическими веществами. Ст. 2 // ЖРФХО. 1902. Т. 34. С. 152—156.
38. Пирогенетические контактные реакции с органическими веществами. Ст. 3 // Там же. С. 315—320.
39. О действии Na-малонового эфира на дибромиды  $C_rH_{2r}Br_2$  // Там же. С. 352.
40. Pyrogenetische Contactreaktionen organischer Verbindungen. Mitt. 2 // Ber. Dt. chem. Ges. 1902. Bd. 35. S. 1047—1056.
41. Pyrogenetische Contactreaktionen organischer Verbindungen. Mitt. 3 // Ibid. S. 1057—1060.
42. Курс органической химии. 1-е изд. СПб., 1903. Всего 7 изданий. 7-е изд., 1930.
43. Краткий курс органической химии. 1-е изд. СПб., 1903. Всего 6 изданий 6-е изд., 1916.
44. К вопросу о разложении винного спирта под влиянием различных катализаторов // ЖРФХО. 1903. Т. 35. С. 449—451.
45. О присоединении галоидоводородных кислот в уксуснокислом растворе к этиленовым углеводородам // Там же. С. 452—458. Совм. с А.А. Огоновским.
46. Новый способ получения этиленовых углеводородов. Ст. 4 // Там же. С. 577—591.
47. Каталитические изомерные превращения. Ст. 5 // Там же. С. 592—602.
48. Каталитические изомерные превращения замкнутых углеводородов. Ст. 6 // Там же. С. 603—605. Совм. с В.В. Гуном.
49. Каталитические метамерные превращения. Ст. 7 // Там же. С. 606—610. Совм. с З. Леонтовичем.
50. Anlagerung von Halloidwasserstoffen an Olefine // Ber. Dt. chem. Ges. 1903. Bd. 36. S. 1988—1989. Mit A. Ogonowsky.
51. Darstellung von Aethylen Kohlenwasserstoffe. Mitt. 4 // Ibid. S. 1990—2002.
52. Contactisomeritionen. Mit. 5 // Ibid. 2003—2013.
53. Contactreaktionen organischer Verbindungen. Mitt. 6 // Ibid. S. 2014—2015. Mit W. Huhn.
54. Contactmetamerisationen. Mitt. 7 // Ibid. S. 2016. Mit W. Leontovich.
55. О порядке присоединения галоидоводородных кислот в уксусном и водном растворах // ЖРФХО. 1904. Т. 36. С. 659—662.
56. Каталитическое изомерное превращение винилтриметилена // Там же. С. 760—761. Совм. с Н.Л. Тихоцким.
57. К вопросу о каталитическом изомерном превращении бутиленов // Там же. С. 762—768. Совм. с С.П. Лейбиным.
58. Об образовании уксусного альдегида по способу Шютценбергера // Там же. С. 763. Совм. с В.Н. Чернянским.
59. Каталитическое разложение органических кислот // Там же. С. 764. Совм. с Г.Г. Шульманом.
60. Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях. Ст. 8 // Там же. С. 786—800.
61. Paraffine Zersetzung der Alkohole. Mitt. 8 // Ber. Dt. chem. Ges. 1905. Bd. 37. S. 2961—2985.
62. Umwandlung der Alkohole in Aether. Mitt. 9 // Ibid. 1904. Bd. 37. S. 2986—2990.
63. Руководство для практических занятий по химии. СПб., 1905.
64. Влияние давления на ход катализа // ЖРФХО. 1906. Т. 38. С. 63—74.
65. Восстановительный катализ // Там же. С. 75—91.
66. Дегидратация под влиянием катализатора глинозема // Там же. С. 92—100.
67. Очистка мелинита // Журн. Арт. ком. 1906. № 1. С. 16—20.
68. Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях: Восстановительный катализ // ЖРФХО. 1907. Т. 39. С. 681—692.
69. Восстановительный катализ в присутствии окислов металлов // Там же. С. 693—700.
70. Каталитические изомерные превращения бутилена // Там же. С. 897—901. Совм. с В.С. Здзитовецким.
71. Reduktionskatalyse in Gegenwart von Metalloxyden. Mitt. 10 // Ber. Dt. chem. Ges. 1907. Bd. 40. S. 1270—1281.
72. Reduktionskatalyse in Gegenwart von Metalloxyden. Mitt. 11 // Ibid. S. 1281—1290.
73. Katalytische Isomerisation der Butylene. Mitt. 12 // Ibid. S. 1827—1830. Mit. W.S. Zdzitovetzky.
74. Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях. СПб., 1908.

75. Роль окислов в явлениях катализа // ЖРФХО. 1908. Т. 40. С. 1—8.
76. Гидрогенизация в присутствии железа бензойного альдегида и бензилового спирта // Там же. С. 489—491.
77. Гидрогенизация ароматических аминов и хинолина в присутствии окиси никеля // Там же. С. 491—492.
78. Гидрогенизация антрацена и фенантрена в присутствии окиси никеля // Там же. С. 493—501.
79. Гидрогенизация ароматических эфиров и кислот в присутствии никеля // Там же. С. 502—507. Совм. с О.Г. Филиповым.
80. Разложение алкоголей в присутствии окислов металлов // Там же. С. 508—513.
81. Каталитическое разложение кислот // Там же. С. 514—519.
82. Hydrogenisation von aromatischen Aminen und Chinolin in Gegenwart von NiO. Mitt. 13 // Ber. Dt. chem. Ges. 1908. Bd. 41. S. 991—992.
83. Hydrogenisation des Benzaldehyds und des Benzylalkohols in Gegenwart von Fe. Mitt. 14 // Ibid. S. 993—995.
84. Hydrogenisation von Anthracen und Phenanthren. Mitt. 15 // Ibid. S. 996—1000. Mit V. Yakowleff. und A. Rakitin.
85. Hydrogenisation von aromatischen Äther, Ester und Säuren in Gegenwart von Ni. Mitt. 16 // Ibid. S. 1001—1006.
86. Краткий курс химии. СПб., 1909. Всего 3 издания. 3-е изд., 1915.
87. Гидрирование алифатических соединений с этиленовой связью в присутствии CuO // ЖРФХО. Т. 41. С. 760—768.
88. Гидрирование флуорена, аценафтена и ретена в присутствии окиси никеля // Там же. С. 769—778.
89. Гидрогенизация ароматических кислот в присутствии окиси никеля // Там же. С. 1414—1418.
90. Verdrängung der Metalle aus wässerigen Lösungen ihrer Salze durch Wasserstoff bei hohen Temperaturen und Drucken // Ber. Dt. chem. Ges. 1909. Bd. 42. S. 2078—2081. Mit W.N. Werchowsky.
91. Hydrogenisation aliphatischer Verbindungen mit Aethylendoppelbindung bei Gegenwart von CuO. Mitt. 17 // Ibid. S. 2082—2091.
92. Hydrogenisation des Fluorens, Acenaphtens und Rethens mit NiO. Mitt. 18 // Ibid. S. 2092—2096.
93. Hydrogenisation aromatischer Säuren in Gegenwart von NiO und CuO // Ibid. S. 2097—2099.
94. Лев Николаевич Шишков: Некролог // ЖРФХО. 1910. Т. 42. С. 1335—1336.
95. Дегидратация циклических алкоголей // Там же. С. 1552—1556.
96. Влияние посторонних веществ на активность катализатора // Там же. С. 1557—1562.
97. Гидрогенизация терпенов // Там же. С. 1563—1567.
98. Dehydratation cyclischer Alkohole. Mitt. 20 // Ber. Dt. chem. Ges. 1910. Bd. 43. S. 3383—3386.
99. Einfluss fremder Stoffe auf die Activität der Katalysatoren. Mitt. 21 // Ibid. S. 3387—3392.
100. Hydrogenisation der Terpene. Mitt. 22 // Ibid. S. 3546—3550.
101. Полимеризация этиленовых углеводородов при высоких температурах и давлениях // ЖРФХО. 1911. Т. 43. С. 1420—1431.
102. Разложение гексена и гексаметилен. Изомеризация гексаметилен // Там же. С. 1431—1436. Совм. с Н. Довгелевичем.
103. К вопросу о происхождении нефти // Там же. С. 1437—1441.
104. О вытеснении металлов из водных растворов их солей водородом при высоких температурах и давлениях // Там же. С. 946, 1748—1753. Совм. с В.Н. Верховским.
105. Гидрогенизация терпенов // Там же. С. 1754—1759. Совм. с Г. Балачинским.
106. Гидрогенизация ацетона в присутствии окиси меди и цинковой пыли // Там же. С. 1760—1764.
107. Verdrängung der Metalle aus der wässerigen Lösungen ihrer Salze durch Wasserstoff bei hohen Temperaturen und Drucken // Ber. Dt. chem. Ges. 1911. Bd. 44. S. 1755—1762.
108. Polymerisation der Aethylen-Kohlenwasserstoffe bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 2978—2986.
109. Zersetzung des Hexans und Hexamethylens: Isomerisation des Hexamethylens // Ibid. S. 2987—2992. Mit N. Dovgelevich.
110. Verdrängung der Metalle aus der wässerigen Lösungen ihrer Salze durch Wasserstoff bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 3452—3468.



111. Hydrogenisation von Aceton in Gegenwart CuO und Zn. Mitt. 23 // Ibid. S. 3459—3460. Mit H. Balatschinsky.
112. Hydrogenisation der Terpene. Mitt. 24 // Ibid. S. 3461—3468. Mit. H. Balatschinsky.
113. Zur Frage über die Entstehung der Naphta // J. prakt. Chem. 1911. Bd. 84. S. 800—806.
114. Совместное действие катализаторов: Восстановительный и окислительный катализ // ЖРФХО. 1912. Т. 44. С. 1675—1691.
115. Дегидратация о-гексагидрокрезола в присутствии глинозема и окиси меди // Там же. С. 1692—1702. Совм. с О. Рутала.
116. Гидрогенизация терпенов: Восстановительный катализ непредельных альдегидов, кетонов, спиртов и дикетонов // Там же. С. 1703—1709. Совм. с Н. Матовым.
117. Восстановительный катализ углеводов // Там же. С. 1710—1711.
118. О вытеснении металлов из водных растворов их солей водородом при высоких температурах и давлениях // Там же. С. 1712—1716. Совм. с Б. Звягиным.
119. Zusammenwirkung von Katalisatoren. Mitt. 25. Katalitische Reactionen bei hohen Temperaturen und Drucken // Ber. Dt. chem. Ges. 1912. Bd. 45. S. 3218—3225.
120. Verdrängung der Metalle aus der wässrigen Lösungen ihrer Salze durch Wasserstoff bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 3226—3230. Mit. В. Svjagin.
121. Нефть и ее происхождение. СПб., 1913.
122. Синтез метана при помощи катализа // ЖРФХО. 1913. Т. 45. С. 443—445.
123. Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях // Там же. С. 994.
124. Полимеризация этилена при высоких температурах и давлениях в присутствии катализатора // Там же. С. 995—998. Совм. с О. Рутала.
125. О вытеснении уксусной кислоты из растворов ее солей угольным ангидридом при высоких давлениях // Там же. С. 999—1003.
126. Гидрогенизация жиров в присутствии окиси никеля // Там же. С. 1464—1470.
127. Polymerisation der Acetylen bei hohen Temperaturen und Drucken // Ber. Dt. chem. Ges. 1913. Bd. 46. S. 1748—1751. Mit O. Ruthala.
128. Hydrogenisation der Phenole mit ungesättigter Seitenkette // Ibid. S. 3589.
129. Химические явления в природе: Явления катализа. СПб., 1914. 62 с.
130. О вытеснении металлов II группы нечетных рядов водородом из водных растворов их солей при высоких температурах и давлениях // ЖРФХО. 1914. Т. 46. С. 172—175. Совм. с А.К. Старынкевичем.
131. К вопросу о гидрогенизации эфиров при помощи окислов никеля и восстановленного никеля // Там же. С. 302—305.
132. Гидрирование многоатомных фенолов // Там же. С. 470—474. Совм. с А. Луговым.
133. О поглощении угольной кислоты соляными растворами под высоким давлением // Изв. Акад. наук. 1917. Вып. 5. С. 851—856.
134. Растворение цинка в соляной кислоте при высоких давлениях // Там же. 1918. Вып. 1. С. 1—4. Совм. с В.Н. Верховским.
135. О вытеснении металлов II группы нечетных рядов периодической системы из водных растворов их солей водородом при высоких температурах и давлениях // Там же. С. 119—123.
136. Производство аммиака. Пг., 1920. 16 с.
137. Разложение пиронафта. Пг., 1920. 18 с.
138. Работа химической промышленности на оборону во время войны. М.: Ин-т экон. иссл., 1920. 32 с.
139. Туруханский графит. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1921.
140. Петуховские содовые озера // Изв. Акад. наук. 1921. Вып. 1. С. 139—141.
141. Нефть. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1922. 28 с.
142. Dank für die Begrüssung der russischen Fachgenossen // Ber. Dt. chem. Ges. 1922. Bd. 55. S. 109—110.
143. Каталитические явления в природе. Пг., 1922. 52 с. Совм. с М.А. Блохом.
144. Verdrängung der Metalle II Gruppe der Periodischen System aus wässrigen Lösungen ihrer Salze durch Wasserstoff bei hohem Temperaturen und Drucken // Ber. Dt. chem. Ges. 1923. Bd. 56. S. 1663—1670. Mit A.K. Starinkevich.
145. Наука и промышленность на Западе и в России. М.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1923. 56 с.
146. Пирогенизация нафталина при совместном действии окиси никеля и окиси алюминия // Докл. АН. 1924. С. 185. Совм. с А.Н. Клюквиным.
147. Явления полимеризации под влиянием совместного действия глинозема и железа при высоких температурах и давлениях // Там же. С. 186. Совм. с Н.А. Клюквиным.

148. Светлой памяти незабвенного Л.А. Чугаева // Изв. Ин-та по изуч. платины. 1924. Вып. 3. С. 5—6.
149. Химическая промышленность — база химической обороны. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1924. 16 с.
150. Задачи Доброхима. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1924. 32 с.
151. Положение и задачи советской химической промышленности. М.: Гос. хим.-техн. изд-во, 1925. 22 с.
152. Химия, химическая промышленность, Авиакхим. М.: Гос. хим.-техн. изд-во, 1925. 19 с.
153. Pyrogenisation der Naphtalins unter gemeinschaftlicher Wirkung der Oxyde von Aluminium und Nickel // Ber. Dt. chem. Ges. 1925. Bd. 58. S. 1—3. Mit N.A. Kljukvin.
154. Polymerisationserscheinungen unter der gemeinschaftlichen Einwirkung von Aluminiumoxyd und metallischen Eisen bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 4—8. Mit N.A. Kljukvin.
155. Sur l'éther dicyclohexique // C.r. Acad. sci. 1925. T. 181. P. 793. Avec N.A. Orlov.
156. Réaction entre l'alcool méthylique et le phénol à haute temperature et sous pression // Bull. Soc. chim. France. 1925. T. 37. P. 1576. Avec N.A. Orlov et G.A. Rasuvaev.
157. Гидрирование ароматических кислот и их солей без растворителя окисью никеля под давлением // ЖРФХО. 1926. Т. 58. С. 122—130. Совм. с Г.А. Разуваевым.
158. Вытеснение металлов, металлоидов и их окислов из водных растворов их солей водородом при высоких температурах и давлениях: Синтез минералов // Там же. С. 664—665.
159. Влияние различных факторов на вытеснение меди // Там же. С. 665—667. Совм. с Н.А. Клюквиным.
160. Вытеснение окислов металлов из солей металлов железной группы (хрома, магния и железа) // Там же. С. 686—691. Совм. с А. Киселевым.
161. Выделение металлов железной группы из растворов их органических солей и синеродистых соединений водородом под давлением. 3 // Там же. С. 692—696. Совм. с Н.В. Кондыревым.
162. Вытеснение водородом фосфора, мышьяка и сурьмы из растворов их солей при высокой температуре и давлении // Там же. С. 698—700. Совм. с В.И. Николаевым.
163. Гидрирование ксантона и ксантена // Там же. С. 1034—1038.
164. Hydrirung aromatischen Säuren. Mitt. 1 // Ber. Dt. chem. Ges. 1926. Bd. 59. S. 306—310. Mit G.A. Rasuwaeff.
165. Einwirkung von Wasserstoff und Wasser auf Phosphor bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 595—600. Mit W.I. Nikolaeff.
166. Verdrängung von Metallen, Metalloiden und Oxyden aus Lösungen durch Wasserstoff und Druck // Ibid. S. 1412—1415.
167. Eiwirkung der verschieden Factoren auf Verdrängung von Kupfer durch Wasserstoff // Ibid. S. 1416—1418. Mit N.A. Kljukvin.
168. Formation der Kristallischen Oxyden aus der Verbindungen der Elementen von Eisengruppe bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 1418—1420. Mit A. Kiseloff.
169. Verdrängung von Metallen der Eisengruppe aus Lösungen organischer Salzen durch Wasserstoff // Ibid. S. 1421—1423. Mit N.V. Kondyreff.
170. Verdrängung von Phosphor, Arsenic und Antimonium aus Lösungen ihrer Verbindungen durch Wasserstoff bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 1423—1425. Mit W.I. Nikolaeff.
171. Hydrolyse aromatischer Sulfosäuren // Ibid. S. 1737. Mit. A.D. Petroff.
172. Hydrirung aromatischer Säuren. Mitt. 2 // Ibid. S. 2028—2030. Mit G.A. Rasuwaeff.
173. Condensation von Milchsäure zu Methylbernsteinsäure // Ibid. S. 2031—2034.
174. Katalitische Condensation von Aceton bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 2035—2037.
175. Über Modification des Phosphors // Chem.-Ztg. 1926. Bd. 50. S. 989—990.
176. Sur la réduction des combinaisons chromigues par l'hydrogene sous pression et aux temperatures élevées // Bull. Soc. chim. France. 1926. T. 39. P. 1384—1386. Avec. B.A. Muromzev.
177. Deplacement du platine par l'hydrogene sous haute pression // Ibid. P. 1405—1410. Avec I.A. Andreevsky.
178. Hydrogenisation du triphenilcarbinol et du phenilfluorencarbinol sous pression // Ibid. P. 3456—3458. Avec B.N. Dolgov.
179. Глинозем как катализатор в органической химии. Л.: Гос. хим.-техн. изд-во, 1927. 24 с. Совм. с Н.А. Орловым и А.Д. Петровым.

180. О взаимодействии фенола с метиловым спиртом при высоких температурах и давлениях // Докл. АН СССР. 1927. № 1. С. 49—50.
181. Пирогенетическое разложение кетонов при высоких давлениях // ЖРФХО. 1927. Т. 59. С. 93—96. Совм. с А.Д. Петровым.
182. Каталитическая конденсация ацетона при высоких температурах и давлениях // Там же. С. 429—431.
183. Гидрирование дибензальацетона и дибензилацетона под давлением // Там же. С. 537—540. Совм. с Н.А. Орловым.
184. Реакция между пропиловым спиртом и фенолом при высоких температурах и давлениях // Там же. С. 541—545.
185. Восстановление многоосновных оксикислот и кетокислот под влиянием катализаторов // Там же. С. 1083—1086. Совм. с Г.А. Разуваевым.
186. Гидрирование под давлением тетрафенилметана и пара-окситетрафенилметана // Там же. С. 1087—1091. Совм. с Б.Н. Долговым.
187. Über die Einwirkung von Methylalkohol auf Phenole bei hohen Temperaturen und Drucken. Eine neue Bildungsweise des Xanthen // Ber. Dt. chem. Ges. 1927. Bd. 60. S. 130—136. Mit N.A. Orloff und B.N. Dolgoff.
188. Katalitische Condensation des Acetons bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 753—756. Mit A.D. Petroff.
189. Über die Einwirkung des Propylalkohols auf Phenol bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 1006—1012. Mit N.A. Orloff und A.D. Petroff.
190. Pyrolytische Reconstitution der Ketone bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 1956—1962.
191. Pyrolyse der aromatischen Verbindungen unter hohen Drucken des Wasserstoffs und Katalysatoren // Ibid. S. 1963—1970. Mit N.A. Orloff.
192. Kondensation  $\alpha$ -Hydroxy- und Ketosäuren unter der Katalysatoren // Ibid. S. 1971—1973. Mit G.A. Rasuwaeff.
193. Reduction der Polybasis- $\alpha$ -Hydroxy-Säuren unter der Katalysatoren // Ibid. S. 1973—1979. Mit G.A. Rasuwaeff.
194. Verdrängung der Metalle oder ihrer Oxyden aus Lösungen durch Wasserstoffs und hohen Drucken // Ibid. S. 1980—1982. Mit B.A. Muromzeff.
195. Einfluss der Konzentration von Wasserstoff-ionen auf die Verdrängung des Kupfers aus Lösungen bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 1982—1984. Mit W.W. Ipatieff.
196. Pyrolyse der cyclische Ketone // Ibid. S. 2545—2548. Mit A.D. Petroff.
197. Sur l'hydrogenisation de la xanthone et du xanthene // Bull. Soc. chim. France. 1927. T. 41. P. 208—210.
198. Гидрирование солей олова при высоких температурах и давлениях // ЖРФХО. 1928. Т. 60. С. 331—336. Совм. с В. Николаевым.
199. Пиролиз циклических кетонов // Там же. С. 491—494. Совм. с А.Д. Петровым.
200. Аллтропические модификации фосфора, полученные при высоких температурах и давлениях // Там же. С. 885—888. Совм. с В. Николаевым.
201. Конденсация  $\alpha$ -окси- и кетокислот под действием катализаторов и водорода высокого давления // Там же. С. 909—914. Совм. с Г.А. Разуваевым.
202. Пиролиз древесного дегтя в присутствии водорода под давлением // Журн. прикл. химии. 1928. Т. 1. С. 172—176. Совм. с А.Д. Петровым.
203. Получение дифенилпарафинов // Докл. АН СССР. Сер. А. 1928. № 1. С. 4. Совм. с Н.А. Орловым и Б.Н. Долговым.
204. Гидрирование алкил-, арилкетонов под давлением // Там же. № 8. С. 255. Совм. с Н.А. Орловым и А.Д. Петровым.
205. Verdrängung der Metalle oder Metalloxyden aus Lösungen unter Drucken des Wasserstoffs // Ber. Dt. chem. Ges. 1928. Bd. 61. S. 624—629. Mit W.W. Ipatieff.
206. Allotropische Modifikation des Phosphore unter hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 630—634.
207.  $\alpha$ -Hydroxybutyro- und  $\alpha$ -Hydroxyisovaleriansäuren // Ibid. S. 634—638. Mit G.A. Rasuwaeff.
208. Действие аммиака на галоидозамещенные арсины // ЖРФХО. 1929. Т. 61. С. 3—5. Совм. с Г.А. Разуваевым и В. Стромским.
209. Действие водорода при высоких давлениях и температурах на растворы солей рутения // Там же. С. 823—828. Совм. с О.Е. Звягинцевым.

210. Пиролиз ароматических соединений под давлением в присутствии водорода и смешанных катализаторов // Там же. С. 1295—1300. Совм. с Н.А. Орловым.
211. Крекинг органических соединений под высоким давлением водорода // Там же. С. 1339—1344. Совм. с Н.А. Орловым и А.И. Лихачевым.
212. Действие водорода под высоким давлением на металлоорганические соединения // Там же. С. 1791—1798. Совм. с Г.А. Разуваевым и И.Ф. Богдановым.
213. Синтез  $\alpha$ -хлорстиролдихлорарсиа // Там же. С. 1869—1872. Совм. с Г.А. Разуваевым и А. Сизовым.
214. Крекинг нафтеновых кислот под высоким давлением // Журн. прикл. химии. 1929. Т. 2. С. 327—332. Совм. с А.Д. Петровым.
215. Крекинг первичного дегтя донецкого угля под высоким давлением водорода // Там же. С. 429—434. Совм. с А.Д. Петровым.
216. Получение сульфохлоридов из колчеданов, сульфатов щелочноземельных металлов и отходов газогенераторов // Там же. С. 689—695. Совм. с Н. Василевским.
217. Гидрогенизация угля // Журн. хим. пром-сти. 1929. Т. 6. С. 1243—1250.
218. Пиролиз высокомолекулярных соединений и крекинга тяжелых нефтяных фракций под давлением водорода // Там же. С. 1563—1570.
219. Einwirkung des Ammoniak auf Halogensubstituiertes // Ber. Dt. chem. Ges. 1929. Bd. 62. S. 598—602. Mit. G.A. Rasuwaeff und A. Stromsky.
220. Verdrängung des Kupfer aus Neutral- oder Sauerkupfersulfatlösungen durch Wasserstoff und Druck // Ibid. S. 336—390. Mit. W.W. Ipatieff.
221. Pyrolyse der aromatischen Verbindungen durch Wasserstoff, Druck und Mischkatalysatoren // Ibid. S. 593—598. Mit N.A. Orloff.
222. Verdrängung der Metalle und Oxyden durch Wasserstoff unter Drucken und hohen Temperaturen // Ibid. S. 708—712. Mit O.E. Zwjaginzeff.
223. К теории вытеснения металлов из растворов их солей водородом под давлением // ЖРФХО. 1930. Т. 62. С. 998—1010.
224. Химическое равновесие между фосфином, фосфором и водородом // Там же. С. 1123—1128. Совм. с А.В. Фростом.
225. Целлюлоза из сахара // Докл. АН СССР. Сер. А. 1930. С. 381.
226. Синтетическая нефть // ХТТ. 1930. Т. 1, № 2. С. 3—12; № 3. С. 3—13.
227. Cracking der organischen Verbindungen bei hohen Temperaturen und Drucken // Ber. Dt. chem. Ges. 1930. Bd. 63. S. 156—160. Mit N.A. Orloff und A. Lichacheff.
228. Verdrängung der Metalle und Oxyden aus Lösungen ihrer Salze durch Wasserstoff bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 160—166. Mit. B.A. Muromzeff.
229. Verdrängung der Metalle aus Lösungen ihrer Salze durch Wasserstoff bei hohen Temperaturen und Drucken. Verdrängung des Arsenic aus Lösungen der Salze durch Wasserstoff // Ibid. S. 166—173. Mit. G.A. Rasuwaeff und A. Malinowsky.
230. Synthese des  $\alpha$ -Chlorstyryldichlorarsine // Ibid. S. 174—179. Mit G.A. Rasuwaeff und I. Sizoff.
231. Cracking des primäre Tecr aus Donczkohle durch Wasserstoff und Druck // Ibid. S. 331—335. Mit A.D. Petroff und A.Iwanoff.
232. Einwirkung von Wasserstoff auf die Metallo-organischen Verbindungen bei hohen Temperaturen und Drucken // Ibid. S. 335—339. Mit G.A. Rasuwaeff und I. Bogdanoff.
233. Chemisches Gleichgewicht zwischen Phosphine, Phosphor und Wasserstoff // Ibid. S. 1104—1109. Mit A.W. Frost.
234. Pyrolysis and Destructive hydrogenation of heavy crude oil fractions // Nat. Petrol. News. 1931. Т. 23, N 12. P. 49—55.
235. Изучение катализаторов для синтеза метанола // Журн. хим. пром-сти. 1931. Т. 8. С. 825—829. Совм. с Б.Н. Долговым.
236. Деструктивная гидрогенизация кремнийорганических соединений при высокой температуре и давлении // Журн. общ. химии. 1931. Т. 1. С. 5—12.
237. Гидрирование тяжелых фракций грозненской нефти // Тез. конф. по крекингу и гидрированию нефт. углеводородов. Грозный, 1931. Т. 1. С. 119—146. Совм. с М.С. Немцовым и А. Белопонским.
238. Полимеризация олефинов из крекинг-газов // ХХТ. 1932. Т. 3. С. 707—710. Совм. с М.С. Немцовым.
239. Hydrogenation of aromatic compounds at temperatures close to their decomposition in the presence of catalyst // J. Amer. Chem. Soc. 1933. Vol. 55. P. 3696—3640.

240. Oxydation des Phosphors durch wasser bei hohen Temperaturen und Drucken // *Ztschr. anorg. Chem.* 1933. Bd. 215. S. 388—392. Mit A. Freitag.
241. The action of aluminium chloride on benzene and cyclohexane // *J. Amer. Chem. Soc.* 1934. Vol. 56. P. 1926—1928. With V. Komarevsky.
242. Catalysis in the hydrogen bromide-olefins addition // *Ibid.* P. 2398—2402. With H. Pines.
243. Isomerization of butenes // *Ibid.* P. 2696. With H. Pines and E. Schaad.
244. Oxidation of phosphorus with water at high temperature and pressure in the presence of alkali: The production of phosphorous acid // *Ibid.* 1935. Vol. 57. P. 300—306. With A. Usachev.
245. Reaction of paraffins with olefins // *Ibid.* P. 1616—1620. With A.V. Grosse.
246. Reaction of naphthenic hydrocarbons with olefins // *Ibid.* P. 1722—1726.
247. Polymer gasoline from cracked gases // *Nat. Petrol. News.* 1935. Vol. 27, N 20. P. 24. With G. Egloff.
248. Double decomposition and oxydation of inorganic compounds under pressure: Transformation of heavy spar into barium carbonate // *Industr. and Eng. Chem.* 1935. Vol. 27. P. 342—346. With A. Freitag.
249. Catalytic polymerisation of gaseous olefins by liquid phosphoric acid: Propylene // *Ibid.* P. 1067—1069.
250. Catalytic polymerization of gaseous olefins by liquid phosphoric acid: Butylene // *Ibid.* P. 1069—1076. With B.B. Corson.
251. Polymerization — a new source of gasoline // *Ibid.* P. 1077—1083. With B.B. Corson and G. Egloff.
252. Каталические реакции при высоких температурах и давлениях. 1900—1933. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. 774 с.
253. Catalytic reaction at high pressures and temperatures. N.Y.: Macmillan, 1936. 760 p.
254. Alkylation of aromatic hydrocarbons and phenols in the presence of phosphoric acid // *Industr. and Eng. Chem.* 1936. Vol. 28. P. 222. With H. Pines and V. Komarevsky.
255. Action of aluminium chloride on paraffins, autodestructive alkylation // *Ibid.* P. 461—463. With A.V. Grosse.
256. Propylene polymerization // *Ibid.* P. 684—686. With H. Pines.
257. Gasoline from ethylene by catalytic polymerization // *Ibid.* P. 860—863. With B.B. Corson.
258. Alkylation of paraffins by olefins in the presence of aluminium chloride // *J. Amer. Chem. Soc.* 1936. Vol. 58. P. 913—915. With A.V. Grosse, H. Pines and V. Komarevsky.
259. Polymerization of ethylene with aluminium chloride // *Ibid.* P. 915—918. With A.V. Grosse.
260. Destructive alkylation in the presence of phosphoric acid // *Ibid.* P. 918—919. With H. Pines and V. Komarevsky.
261. Influence of sulfuric acid concentration upon the reaction between olefins and benzene // *Ibid.* P. 919—921. With B.B. Corson and H. Pines.
262. Destructive alkylation in the presence of a hydrogenating catalyst // *Ibid.* P. 922—924. With V. Komarevsky.
263. Alkylation accompanying depolymerization // *Ibid.* P. 1056—1059. With H. Pines.
264. Conjoint polymerization — the influence of temperature, concentration and quantity of sulfuric acid in polymerization of olefins // *J. Org. Chem.* 1936. Vol. 1. P. 464—468. With H. Pines.
265. The problem of the rational utilization of crude and its distillates // *Oil and Gas. J.* 1936. Vol. 36, N 26. P. 171—175.
266. The cleavage of side chains in aromatic hydrocarbons in the form of paraffins by means of aluminium chloride // *J. Amer. Chem. Soc.* 1937. Vol. 59. P. 56—60. With H. Pines.
267. Influence of cyclohexene concentration in the alkylation of benzene by cyclohexene: Dealkylation of cyclohexylbenzenes // *Ibid.* P. 645—648. With B.B. Corson.
268. "Hydro-polymerization" // *Ibid.* P. 720—722. With V. Komarevsky.
269. Identification of alkylbenzenes. 1. Identification of monoalkylbenzenes by means of the acetamino derivative // *Ibid.* P. 1056—1060. With L. Schmerling.
270. Dealkylation of dialkylbenzenes // *Ibid.* 1417—1419. With B.B. Corson.
271. New metal halide catalysts for hydrocarbon reactions // *J. Org. Chem.* 1937. Vol. 2. P. 559—562. With A.V. Grosse.
272. Isooctane production by simultaneous polymerization and hydrogenation // *Industr. and Eng. Chem.* 1937. Vol. 29. P. 958—960.
273. Isomerization accompanying alkylation: Alkylation of benzene with isopropylethylene in the presence of sulfuric acid // *J. Amer. Chem. Soc.* 1938. Vol. 60. P. 353—360. With H. Pines and L. Schmerling.

274. Alkylation of benzene with cycloparaffins in the presence of sulfuric acid // *Ibid.* P. 577—580. With H. Pines and B.B. Corson.
275. Action of aluminium chloride on cyclohexylbenzene // *Ibid.* P. 747—750. With B.B. Corson.
276. Phosphoric acid as catalyst in the ethylation of phenol // *Ibid.* P. 1161—1165. With H. Pines and L. Schmerling.
277. Identification of alkylbenzenes // *Ibid.* P. 1476—1479. With L. Schmerling.
278. Reaction of isobutene and diisobutene with phenol, with and without scission of C—C linkages // *Ibid.* P. 2495—2499. With H. Pines and A. Friedman.
279. Reaction of aliphatic olefins with thiophenol // *Ibid.* P. 2731—2735. With H. Pines and A. Friedman.
280. Reaction of paraffins with aromatic hydrocarbons. 1—2. Various aromatic hydrocarbons and 2,2,4-trimethylpentane // *J. Org. Chem.* 1938. Vol. 3. P. 137—139, 448—452. With A.V. Grosse and A. Mavity.
281. Mixed polymerization of butenes by solid phosphoric acid catalyst // *Industr. and Eng. Chem.* 1938. Vol. 30. P. 596—600. With R.E. Schaad.
282. Olefin hydrogenation // *Ibid.* P. 1039—1042. With B.B. Corson.
283. Refining gasoline with solid phosphoric acid catalyst // *Ibid.* P. 1316—1318. With B.B. Corson.
284. Reaction of thiol compounds with aliphatic olefins // *J. Amer. Chem. Soc.* 1939. Vol. 61. P. 71—75. With A. Friedman.
285. Reaction of paraffins with hexahydroaromatic hydrocarbons in the presence of aluminium halides // *Ibid.* P. 640—646. With H. Pines and A.V. Grosse.
286. Identification of alkyl phenyl sulfides and sulfones // *Ibid.* P. 684. With A. Friedman.
287. Simultaneous dehydrogenation — hydrogenation of cyclohexene in the presence of nickel // *Ibid.* P. 1056—1060. With B.B. Corson.
288. Isomerization of alkylcyclopentanes // *Ibid.* P. 1076—1080. With H. Pines.
289. Reaction of propene with isoolefins in the presence of sulfuric acid // *Ibid.* P. 1825—1828. With H. Pines and L. Schmerling.
290. Synthesis of *t*-butyl and *t*-amylcyclopentane of their intermediate products // *Ibid.* P. 2728—2730. With H. Pines.
291. Hydrogenation of acetophenone to cyclohexyl-methylcarbinol in the presence of solvent // *Ibid.* P. 3292—3296. With B.B. Corson.
292. Reaction of benzene with methylcyclobutene and methylcyclobutane in the presence of sulfuric acid // *Ibid.* P. 3374—3378. With H. Pines.
293. Copper as catalyst for the hydrogenation of benzene // *J. Phys. Chem.* 1939. Vol. 43. P. 589—591. With B.B. Corson and N. Kurbatov.
294. Catalytic refining methods // *Oil and Gas. J.* 1939. Vol. 37, N 46. P. 86—88.
295. Catalytic hydration of acetylene and some alkylacetylenes // *J. Amer. Chem. Soc.* 1940. Vol. 62. P. 178—182. With R.E. Schaad.
296. Notes on the preparation and properties of some aliphatic hydrocarbons // *Ibid.* P. 2446—2450. With L. Schmerling and A. Friedman.
297. Isomerization accompanying alkylation. 3. The alkylation of benzene with neopentyl chloride and neopentyl alcohol // *Ibid.* P. 2901—2905. With H. Pines and L. Schmerling.
298. Mixed copper — chromium oxide hydrogenation catalysts // *J. Phys. Chem.* 1940. Vol. 44. P. 670—672. With B.B. Corson, and N. Kurbatov.
299. Isomerization accompanying alkylation: The alkylation of benzene with olefins, naphthenes, alcohols and alkyl halides // *J. Org. Chem.* 1940. Vol. 5. P. 252—254. With H. Pines and L. Schmerling.
300. Catalytic dehydrogenation of gaseous paraffins // *Industr. and Eng. Chem.* 1940. Vol. 32. P. 268—270. With A.V. Grosse.
301. The catalytic preparation and interconversion of simple and mixed ethers // *J. Amer. Chem. Soc.* 1941. Vol. 63. P. 969—970. With R.L. Burwell.
302. Activation and poisoning of copper hydrogenation catalyst // *J. Phys. Chem.* 1941. Vol. 45. P. 431—439. With B.B. Corson.
303. Mixed copper hydrogenation catalysts // *Ibid.* P. 440—444. With B.B. Corson.
304. Reaction of hexahydroaromatics with olefins in the presence of aluminium chloride // *J. Org. Chem.* 1941. Vol. 6. P. 242—244. With H. Pines.
305. Alkylation of paraffins at low temperatures in the presence of aluminium chloride // *J. Amer. Chem. Soc.* 1942. Vol. 64. P. 33—36. With H. Pines and A.V. Grosse.

306. Hydrogenation of alkyl phenyl ketones in the presence of copper alumina catalysts // *Ibid.* P. 520—522. With V. Haensel.
307. Condensation of ketones with alcohols in the presence of mixed catalysts // *J. Org. Chem.* 1942. Vol. 7. P. 189—192. With V. Haensel.
308. Determination of solubilities of gases at high temperatures and high pressures by rotating bomb // *Industr. and Eng. Chem.: Anal. Ed.* 1942. Vol. 14. P. 166—176. With G.A. Monroe.
309. Determination of critical temperatures by rotating bomb // *Ibid.* P. 171—175. With G.S. Monroe.
310. Aviation gasoline by polymerization and alkylation of cracking gases // *Chem. and Eng. News.* 1942. Vol. 20. P. 1367.
311. Modern science in Russia // *J. Chem. Educ.* 1943. Vol. 20. P. 159—162.
312. Cracking cyclohexane: Thermal and catalytic decomposition at high pressures // *Industr. and Eng. Chem.* 1943. Vol. 35. P. 632—634. With V. Haensel.
313. The alkylation of paraffins with olefins: The identification of paraffins formed // *J. Org. Chem.* 1943. Vol. 8. P. 138—140. With A.V. Grosse.
314. Synthesis of 1,4-epoxycyclohexane // *J. Amer. Chem. Soc.* 1943. Vol. 65. P. 2260—2264. With R.C. Olberg and H. Pines.
315. Identification of alkylbenzenes. 3. The acetamino and benzamino derivatives of isobutylbenzene // *Ibid.* P. 2470—2472. With L. Schmerling.
316. Reaction of benzene with butadiene in the presence of sulfuric acid and hydrogen fluoride catalyst // *Ibid.* 1944. Vol. 66. P. 816—820. With H. Pines and R.E. Schaad.
317. The dehydration of 1,4-cyclohexanediol: Synthesis of 1,4-epoxycyclohexane // *Ibid.* P. 1096—1100. With R.C. Olberg and H. Pines.
318. Studies in the terpene series. 1. Dehydration of alcohols in the terpene series under pressure and in the presence of dilute aqueous salt-solution // *Ibid.* P. 1120—1122. With H. Pines.
319. The dehydration of the lower aliphatic alcohols in the presence of dilute aqueous solutions of acids and salts // *Ibid.* P. 1627—1629. With G.S. Monroe.
320. Жизнь одного химика: Воспоминания. Нью-Йорк, 1945. Т. 1. 562 с.; Т. 2. 638 с.
321. Determination of equilibrium constants for butanes and pentanes // *J. Amer. Chem. Soc.* 1945. Vol. 67. P. 631—635. With H. Pines, B. Kvetinskas and L.S. Kassel.
322. Studies in the terpene series. 2. Hydrogen disproportionation of limonene // *Ibid.* P. 694—700. With H. Pines and R.C. Olberg.
323. Heptenes and heptanes from propylene and butylenes // *Industr. and Eng. Chem.* 1945. Vol. 37. P. 362—365. With R.E. Schaad.
324. Reaction between benzene and butadiene in the presence of silico-phosphoric acid catalyst // *J. Amer. Chem. Soc.* 1945. Vol. 67. P. 1060—1064. With R.E. Schaad.
325. Dehydration of 2-methyl-2,4-pentanediol and 4-methyl-x-penten-2-ol under pressure and in the presence of dilute aqueous salt solutions // *Ibid.* P. 1200—1205. With H. Pines.
326. Studies in the terpene series. 3. Hydrogen transfer reaction during the dehydration of terpenic alcohols // *Ibid.* P. 1226—1230. With H. Pines.
327. *p*-Acetamino-( $\beta$ -chloro-*t*-butyl)-benzene // *Ibid.* P. 1624—1630. With L. Schmerling.
328. Reaction of methylcyclopentane with olefins in the presence of sulfuric acid and hydrogen fluoride catalysts // *Ibid.* P. 1631—1635. With H. Pines.
329. *p*-Di-( $\beta$ -chloro-*t*-butyl)-benzene // *Ibid.* P. 1862—1968. With L. Schmerling.
330. Studies in the terpene series. 4. Methods for the determination of rings in bicyclic dihydroterpenes. Isomerization of pinane in the presence of dilute aqueous salts // *Ibid.* P. 1931—1935. With H. Pines.
331. Synthesis of methanol from carbon dioxide and hydrogen over copper-alumina catalysts: Mechanism of reaction // *Ibid.* P. 2168—2192. With G.S. Monroe.
332. Isomerization accompanying alkylation. 4. Reaction of cycloheptanol and cycloheptene with benzene: Synthesis of cycloheptylbenzene // *Ibid.* P. 2193—2200. With H. Pines and A. Edeleanu.
333. Selective demethylation of paraffin hydrocarbons // *Ibid.* 1946. Vol. 68. P. 345—349. With V. Haensel.
334. The life of chemist. Stanford: Univ. Press, 1946.
335. Ethylation of benzene in the presence of solid phosphoric acid // *Industr. and Eng. Chem.* 1946. Vol. 38. P. 400—406. With L. Schmerling.
336. Studies in the terpene series. 5. Action of dilute aqueous salt solutions on 3,3,5-trimethylcyclohexanol and 1,1,3-trimethylcyclohexene // *J. Amer. Chem. Soc.* 1946. Vol. 68. P. 1709—1712. With H. Pines and R.C. Olberg.

337. Polytreating of catalytically cracked gasolines // *Industr. and Eng. Chem.* 1946. Vol. 38. P. 1045—1050. With V. Haensel.
338. Studies in the terpene series. 6. Cyclic isomerization of limonene // *J. Org. Chem.* 1947. Vol. 12. P. 84—40. With H. Pines, V. Dvorkovitz, R.C. Olberg and M. Savoy.
339. The catalytic formation of toluene from benzene and benzenemethane at high pressures // *J. Amer. Chem. Soc.* 1947. Vol. 69. P. 710—716. With G.S. Monroe.
340. Reaction of propane with carbon monoxide in the presence of aluminum chloride // *Ibid.* P. 1337—1340. With H. Pines.
341. Studies in the terpene series. 7. Destructive hydrogenation of bicyclic dihydroterpene hydrocarbons // *Ibid.* P. 1948—1952. With H. Pines and M. Savoy.
342. Reaction of isopropyl alcohol in the presence of catalysts containing magnesium oxide // *Ibid.* P. 2888—2892. With L.L. Gershbein and H. Pines.
343. Selective demethylation of paraffin hydrocarbons // *Industr. and Eng. Chem.* 1947. Vol. 39. P. 853—860. With V. Haensel.
344. Polymerization of pentenes // *Ibid.* 1948. Vol. 40. P. 78—82. With R.E. Schaad.
345. Reaction of methylcyclopentane with propene in the presence of aluminum bromide—hydrogen bromide // *J. Amer. Chem. Soc.* 1948. Vol. 70. P. 531—533. With H. Pines.
346. Studies in the terpene series. 8. Effect of catalyst solvent and temperature on the dehydrogenation of pinane and *p*-menthane // *Ibid.* P. 533—535. With H. Pines and R.C. Olberg.
347. The potassium permanganate test for detection of unsaturation // *Ibid.* P. 1658—1660. With W.W. Thompson and H. Pines.
348. Isomerization of saturated hydrocarbons. 5. The effect of cyclohexene upon the isomerization of methylcyclopentane and cyclohexane // *Ibid.* P. 1742—1745. With H. Pines and B.M. Abraham.
349. Hydrogen transfer. 1. Reaction of *p*-cymene with olefinic hydrocarbons in the presence of sulfuric acid and hydrogen fluoride catalysts // *Ibid.* P. 2123—2125. With H. Pines and R.C. Olberg.
350. High pressure laboratory flow apparatus // *Industr. and Eng. Chem.* 1948. Vol. 40. P. 2059. With G.A. Monroe and I.E. Fischer.
- 351-352. Effect of hydrogen on action of aluminium chloride on alkanes // *Ibid.* P. 2354—2358. With L. Schmerling.
353. Hydrogen transfer. 2. Reaction of diisopropyltoluene and isopropylcyclohexyltoluene with methylcyclohexene // *J. Amer. Chem. Soc.* 1948. Vol. 70. P. 3859—3862. With H. Pines and A. Weizmann.
354. Isomerization of saturated hydrocarbons. 6. Effect of benzene upon isomerization of methylcyclopentane // *Ibid.* 1949. Vol. 71. P. 749—752. With H. Pines and E. Aristoff.
355. Decomposition of alcohols over nickel-kieselguhr and other catalysts, influence of different factors on decomposition // *Industr. and Eng. Chem.* 1949. Vol. 41. P. 1802—1809. With G.S. Monroe, L.E. Fischer and E.E. Meisinger.
356. Destructive hydrogenation of indan and hexahydroindan // *J. Amer. Chem. Soc.* 1949. Vol. 71. P. 2685—2690. With H. Pines and E.E. Meisinger.
357. The influence of the walls of the autoclave upon the hydrogenation of *p*-cymene // *Ibid.* P. 2934—2938. With H. Pines and E.E. Meisinger.
358. Hydrogen transfer. 3. Reaction of *p*-ethyltoluene and *p*-propyltoluene with methylcyclohexene: Synthesis of diarylalkanes // *Ibid.* P. 3534—3538. With H. Pines and W.R. Strehlau.
359. Synthesis of 1,3-dibutylbenzene and 1,3-dibutylcyclohexane // *Ibid.* P. 3798—3800. With H. Pines and G.J. Czajkowski.
360. Low temperature hydrogen production // *Industr. and Eng. Chem.* 1950. Vol. 12. P. 92—98. With G.S. Monroe and L.E. Fischer.
361. Hydrogen transfer. 4. Reaction of *p*-isobutyltoluene and *p*-*s*-butyltoluene with methylcyclohexene // *J. Amer. Chem. Soc.* 1950. Vol. 72. P. 1563—1568. With H. Pines and D.R. Strehlau.
362. Isomerization accompanying alkylation. 5. Reaction of 4-methylcyclohexene with benzene in the presence of hydrogen fluoride // *Ibid.* P. 2772—2778. With E.E. Meisinger and H. Pines.
363. Isomerization accompanying alkylation. 6. Reaction of isobutylene and 2-butene with benzene // *Ibid.* P. 2850—2852. With H. Pines and J.D. La-Zerte.
364. Isomerization of saturated hydrocarbons. 7. The effect of light upon the isomerization of methylcyclopentane in the presence of aluminum bromide—hydrogen bromide // *Ibid.* P. 4055—4060. With H. Pines and E.A. Aristoff.
365. Studies in the terpene series. 9. Isomerization accompanying cycloalkylation of benzene // *Ibid.* P. 4260—4265. With H.R. Appell and H. Pines.
366. Isomerization of saturated hydrocarbons. 8. The effect of oxygen and light upon the isomerization



- of methylcyclopentane in the presence of aluminum bromide // *Ibid.* P. 4304—4310. With H. Pines and E. Aristoff.
367. Composition of W-6 Raney-nickel catalyst // *Ibid.* P. 5320—5325. With H. Pines.
368. Hydrogen transfer. 5. Reaction of *m*-cymene and *o*-cymene with methylcyclohexene in the presence of hydrogen fluoride // *Ibid.* P. 5521—5526. With H. Pines and D.R. Strehlau.
369. Studies in the terpene series. 10. Isomerization accompanying hydrogenolysis of alcohols // *Ibid.* 1951. Vol. 73. P. 553—558. With W.W. Thompson and H. Pines.
370. Decarboxylation catalytique des sels de sodium en solution aqueuse: Essai de differenciation des acides cyclopentaniques et cyclohexaniques // *Bull. Soc. chim. France.* 1951. T. 18 (5). P. 259—262. Avec J.E. Germain et H. Pines.
371. Studies in the terpene series. 11. The dehydroxymethylation of bicyclic primary terpenic alcohols by hydrogenolysis in the presence of nickel catalysts // *J. Amer. Chem. Soc.* 1951. Vol. 73. P. 4098—4102. With G.J. Czaikowski and H. Pines.
372. Isomerization accompanying alkylation. 7. Reaction of benzene with methylcyclopropane, ethylcyclopropane, and with dimethylcyclopropanes // *Ibid.* P. 4343—4350. With H. Pines and W.D. Huntsman.
373. Isomerization accompanying alkylation. 8. Reaction of benzene with 2- and 3-pentanol // *Ibid.* P. 4483—4490. With H. Pines and W.D. Huntsman.
374. Isomerization of saturated hydrocarbons. 9. Isomerization of ethylcyclopentane, 1,3-dimethylcyclopentane, and 1,1-dimethylcyclopentane in the presence of aluminum bromide: Synthesis of 1,1-dimethylcyclopentane // *Ibid.* P. 5738—5742. With H. Pines and F.J. Pavlik.
375. Hydrogenation of organo-tin and lead compound under pressure // *Ibid.* 1952. Vol. 74. P. 1540—1544. With L.L. Gershbein.
376. Studies in the terpene series. 12. Cyclic isomerization of limonene: Proof of the structure of a new bicyclic terpene // *J. Org. Chem.* 1952. Vol. 17. P. 273—278. With J.E. Germain, W.W. Thompson and H. Pines.
377. Studies in the terpene series. 13. Reaction of benzene and *p*-cymene with 2,6-dimethylbicyclo-3,2,1-2-octene // *Ibid.* P. 485—490. With H. Pines.
378. Investigation of preparation of bromides from 1-, 2-, and 3-pentanol: Synthesis of pure bromopentanes // *J. Amer. Chem. Soc.* 1952. Vol. 74. P. 4063—4070. With H. Pines and A. Rudin.
379. Studies in the terpene series. 14. Skeletal isomerization and hydrogen transfer of cyclic olefins in the presence of aluminum-hydrogen chloride and silica-alumina catalysts // *Ibid.* P. 4872—4880. With H. Pines and R.C. Olberg.
380. Studies in the terpene series. 15. Cycloisomerization of  $\alpha$ - and  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -terpineol, and 1,8-terpin hydrate // *J. Org. Chem.* 1952. Vol. 17. P. 1431—1435. With G.J. Czaikowski and H. Pines.
381. Isomerization of saturated hydrocarbons. 10. Catalytic isomerization of cycloheptane // *J. Amer. Chem. Soc.* 1952. Vol. 74. P. 5544—5599. With H. Pines and F.J. Pavlik.
382. Early work on the displacement of metals and metal oxides // *J. Chem. Educ.* 1953. Vol. 30. P. 110—116.
383. Synthesis of 2,2,4-trimethyl-4-phenylpentane and 2,2,4-trimethyl-4-cyclohexylpentane: Reactions of 2,2,4-trimethyl-4-phenylpentane // *J. Amer. Chem. Soc.* 1953. Vol. 75. P. 937—940. With H. Pines and R.W. Meyerholtz.
384. Isomerization accompanying alkylation. 9. The reaction of benzene with *n*- and isopropylcyclopropane // *Ibid.* P. 2311—2315. With H. Pines and W.D. Huntsman.
385. Isomerization of saturated hydrocarbons. 11. The isomerization of alkylcyclopropanes and alkylcyclobutanes in the presence of aluminum halide catalysts // *Ibid.* P. 2315—2318. With H. Pines and W.D. Huntsman.
386. Studies in the terpene series. 16. Hydrogenolysis of pinane in a flow type apparatus in the presence of hydrogenation catalysts // *Ibid.* P. 3179—3182. With F.J. Pavlik and H. Pines.
387. High pressure thermal reactions of propylbenzene, *p*-cymene and *s*-butylbenzene: Isomerization of alkyl groups // *Ibid.* P. 3323—3328. With B. Kvetinskas, E.E. Meisinger and H. Pines.
388. Isomerization hydrocarbons. 12. The effect of experimental variable, alkyl bromides, and light upon the isomerization of methylcyclopentane in the presence of aluminum bromide // *Ibid.* P. 4775—4780. With H. Pines and E. Aristoff.
389. The structure of di-(methylcyclohexyl)-benzene from cycloalkylation of 4-methylcyclohexene with benzene in the presence of hydrogen fluoride // *Ibid.* P. 6056—6064. With J.E. Germain and H. Pines.

390. Synthesis of cyclobutane by the dehydroxymethylation method // *Ibid.* P. 6065—6070. With H. Pines and H.G. Rodenberg.
391. Studies in the terpene series. 17. The thermal isomerization of pinane at high pressure // *Ibid.* P. 622—626. With W.D. Huntsman and H. Pines.
392. Studies in the terpene series. 18. Isomerization the dehydrogenation of 1,1,3-trimethyl-cyclohexene and of 1,1,3-trimethyl-x-cyclohexene // *Ibid.* P. 6226—6230. With H. Pines and E.F. Jenkins.
393. Dehydroxymethylation of primary alcohols // *Ibid.* 1954. Vol. 76. P. 771—775. With H. Pines and H.G. Rodenberg.
394. Studies in the terpene series. 19. Hydroisomerization and hydrogenolysis of cyclohexane, methylcyclohexene, and *p*-menthene in the presence of hydrogenation catalysts // *Ibid.* P. 2640—2644. With H. Pines and A. Rudin.
395. Studies in the terpene series. 20. The thermal isomerization of pinane at atmospheric pressure: // *Ibid.* P. 4412—4416. With H. Pines and N.E. Hoffman.
396. Oxidative condensation of *p*-cymene, isopropylbenzene, and chloroisopropylbenzene // *Ibid.* 1955. Vol. 77. P. 343—346. With H. Pines and B. Kvetinskas.
397. Migration of double bonds in olefinic and diolefinic hydrocarbons by sodium: Dehydrogenation of *d*-limonene to *p*-cymene // *Ibid.* P. 347—351. With H. Pines and J.A. Vesely.
398. Sodium catalyzed reaction. 2. Side-chain ethylation of alkyl hydrocarbons catalyzed by sodium // *Ibid.* P. 554—558. With H. Pines and J.A. Vesely.
399. My life in the United States. Evanston (Ill.): Northwest. Univ. press, 1959. 75 p.

## Патенты Соединенных Штатов Америки, принадлежащие В.Н. Ипатьеву

- 1933 г. № 1895329 — Получение фосфорной кислоты и водорода. Совм. с К. Фрейтагом.
- 1934 г. № 1960631 — Разделение углеводородных газов.
- 1935 г. № 1993512, 1993513, 1994249, 2001907, 2001908, 2001909, 2001910, 2005861, 2006695, 2018065, 2018066, 2020649 — Разделение и очистка углеводородов.
- 1936 г. № 2035889, 2037789, 2037790, 2037791, 2037792, 2039798, 2039799, 2046900, 2052859, 2057432, 2057433, 2058881, 2061871, 2062312, 2063933 — Очистка углеводородов.
- 1937 г. № 2067764, 2081357, 2088598, 2098045, 2098046, 2099738, 2101857, 2102073, 2102074 — Получение и очистка углеводородов. Совм. с А.В. Гроссе, Р. Шаадом.
- 1938 г. № 2104424, 2107794, 2112846, 2112847, 2113654, 2116151, 2120702, 2131806 — Производство моторных топлив. Совм. с В. Комаревским, Б. Корзоном, Р. Шаадом.
- 1939 г. № 2145657, 2147256, 2157208, 2169494, 2170306, 2174883, 2179092, 2181942 — Процесс гидригенизации тяжелых углеводородов. Совм. с Г. Пайнсом
- 1940 г. № 2187034, 2197872, 2199564, 2202104, 2211207, 2211208, 2214463, 2217019, 2225782 — Производство моторных топлив. Совм. с А.В. Гроссе, Г. Пайнсом, Б. Корзоном.
- 1941 г. № 2236099, 2253034, 2267735, 2267736, 2267737 — Производство катализаторов. Совм. с Б. Корзоном.
- 1942 г. № 2270302, 2270303, 2271299, 2273041, 2273042, 2273043, 2273320, 2275181, 2275182, 2283142, 2283143, 2290189, 2291254, 2297769, 2298383 — Изомеризация углеводородов. Совм. с Г. Пайнсом и В. Гензелем.
- 1943 г. № 2311232, 2315078, 2316247, 2316248, 2318225, 2318226, 2318781, 2322025, 2325122, 2327188, 2327189, 2329858, 2332467, 2334099, 2334100, 2335246 — Изометризация парафинов. Совм. с Г. Пайнсом и В. Гензелем.
- 1944 г. № 2340557, 2341782, 2342865, 2345751, 2346701, 2347266, 2348700, 2348702, 2349834, 2352199, 2352200, 2353899, 2355219, 2356001 — Алкилирование углеводородов. Получение толуола. Совм. с Л. Шмерлингом, Г. Монрое и Г. Пайнсом.
- 1945 г. № 2366531, 2366731, 2366736, 2369495, 2369691, 2374433, 2374600, 2375041, 2881828, 2382318, 2382881, 2382882, 2384337, 2385300, 2386007, 2386468, 2386957, 2388937, 2389780, 2391508, 2391509 — Получение бутадиена. Алкилирование ароматических углеводородов. Совм. с Г. Пайнсом, Р. Шаадом и Л. Шмерлингом.
- 1946 г. № 2392924, 2394691, 2399224, 2399741, 2401136, 2402051, 2402847, 2403439, 2404498, 2404536, 2404537, 2404538, 2404927, 2406630, 2406631, 2406632, 2406639, 2410445, 2410553, 2410554, 2411047, 2412012 — Производство арилалканов и изопарафинов. Совм. с Л. Шмерлингом и др.
- 1947 г. № 2416106, 2419142, 2419690, 2420749, 2421936, 2421946, 2422435, 2422670, 2422671, 2422672, 2422673, 2422674, 2422675, 2427791, 2428279, 2430190, 2431754, 2431756 — Селективное деметилирование парафиновых углеводородов. Алкилирование ароматических соединений. Совм. с В. Жензелем, К. Линном, Л. Шмерлингом и Г. Пайнсом.
- 1948 г. № 2434409, 2435443, 2438215, 2439982, 2441663, 2442878, 2443732, 2444509 — Производство бициклоалкилароматических соединений. Совм. с Г. Пайнсом.
- 1950 г. № 2502569, 2514546, 2519576, 2519577, 2526895, 2526896, 2526897 — Производство арилинданов и диарилалканов. Совм. с Г. Пайнсом.
- 1951 г. № 2538248, 2557505, 2563037, 2578207 — Превращение ароматических аминов в ароматические углеводороды. Получение ди(алкилфенил)алкенов. Совм. с Г. Пайнсом.
- 1952 г. № 2584103, 2586535, 2587577, 2622110 — Алкилирование ароматических углеводородов. Получение дициклоалкиларалканов. Совм. с Г. Пайнсом.

- 1953 г. № 2630460, 2631174 — Полициклические ароматические углеводороды. 4-алкилбифенил. Совм. с Г. Пайнсом.
- 1954 г. № 2671114, 2671120, 2694730 — Каталитическая изомеризация ароматических соединений. Бициклооктеновые производные. Совм. с Г. Пайнсом.
- 1956 г. № 2750261, 2751406, 2758140 — Окислительная конденсация. Каталитическая конденсация ароматических соединений с ненасыщенными углеводородами. Совм. с Г. Пайнсом и Б. Кветинскасом.

## Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	5
<b>Введение</b> .....	8
Глава 1	
<b>Путь в науку</b> .....	12
Михайловская артиллерийская академия и первые шаги в химии.....	17
Начало самостоятельного творческого пути (1895—1899 гг.).....	24
Годы расцвета дарования.....	29
Ориентация на союз химии с технологией и организацией производства.....	34
Литература.....	37
Глава 2	
<b>В годы первой мировой войны</b> .....	37
Председатель Комиссии по заготовке взрывчатых веществ.....	39
Руководитель Химического комитета Главного артиллерийского управления.....	42
Подготовка к демобилизации и мирному развитию химической промышленности России.....	47
Литература.....	48
Глава 3	
<b>"Глава нашей химической промышленности"</b> .....	48
Член Президиума ВСНХ.....	51
Научная и научно-организационная деятельность Ипатьева (1917—1930 гг.).....	60
Посланец Советской России за рубежом.....	63
Организация Доброхима.....	68
Парадоксы второй половины 1920-х годов.....	70
Литература.....	77
Глава 4	
<b>Вне Родины</b> .....	77
"Невозвращенец"? Нет, человек сломанной судьбы.....	79
В Соединенных Штатах.....	88
Литература.....	95
Глава 5	
<b>Педагогическая деятельность. Научная школа</b> .....	96
Литература.....	102
Глава 6	
<b>Первые работы в области химии углеводов</b> .....	102
От синтеза триметилаллена к синтезу изопрена.....	103
Раскрытие тайны "углеводорода Густавсона".....	114
Исследование терпенов.....	116
Литература.....	118
Глава 7	
<b>Труды в области катализа при высоких температурах и давлениях</b> .....	118
Первые работы Ипатьева и Сабатье по катализу.....	122

Термокаталитические реакции Ипатьева со спиртами.....	124
Применение высоких давлений.....	128
Начало изучения промоторов и совместного действия катализаторов.....	133
Наиболее важные каталитические реакции Ипатьева.....	135
Рациональные начала каталитических теорий Ипатьева и Сабатье.....	140
Катализ под действием окисей металлов.....	142
Литература.....	143
<b>Глава 8</b>	
<b>Труды в области химии нефти.....</b>	<b>143</b>
Работы в области крекинга и гидроформинга.....	144
Получение полимер-бензинов.....	146
Работы по изомерным превращениям углеводородов.....	148
Изучение реакций каталитической дегидрогенизации углеводородов.....	149
Разработка методов нефтехимического синтеза.....	152
В.Н. Ипатьев о теории происхождения нефти.....	154
Литература.....	159
<b>Глава 9</b>	
<b>Труды в области неорганической химии.....</b>	<b>160</b>
Литература.....	162
<b>Глава 10</b>	
<b>Непосредственная связь науки с производством — отличительная черта трудов В.Н. Ипатьева.....</b>	<b>163</b>
Появление промышленности синтетического каучука.....	164
Высокие давления в промышленности.....	168
Литература.....	171
<b>Заключение.....</b>	<b>172</b>
<b>Список опубликованных работ В.Н. Ипатьева.....</b>	<b>174</b>
<b>Патенты Соединенных Штатов Америки, принадлежащие В.Н. Ипатьеву.....</b>	<b>187</b>

Научное издание

Кузнецов Владимир Иванович  
Максименко Анатолий Макарович

**Владимир Николаевич Ипатьев**  
**1867–1952**

Утверждено к печати  
Редколлегией серии  
"Научно-биографическая литература" РАН

Заведующий редакцией литературы  
по химии и металлургии **В.М. Орлов**  
Редактор издательства **М.Л. Франк**  
Художественный редактор **И.В. Монастырская**  
Технический редактор **Г.И. Астахова**  
Корректор **Н.Л. Голубцова**

Набор выполнен в издательстве  
на компьютерной технике

Подписано к печати 14.08.92. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Бумага этикеточная. Гарнитура Таймс  
Печать офсетная. Усл.печ.л. 12,0, Усл.кр.-отт. 12,3  
Уч.-изд. л. 14,8. Тираж 1000 экз. Тип. зак. 3381

Ордена Трудового Красного Знамени  
издательство "Наука"  
117864 ГСП-7, Москва В-485,  
Профсоюзная ул., д. 90

2-я Типография издательства "Наука"  
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6

## **В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ "НАУКА"**

**готовится к печати следующая книга:**

**Федоров Л.А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспектива. ПВ 1993 г. — 25 л.**

В монографии обобщены данные о диоксинах, которые по опасности для человека и глобальным экологическим последствиям не имеют себе равных среди других загрязнителей. Рассмотрено современное состояние отдельных аспектов проблемы диоксина и родственных соединений. Приведены данные об основных физико-химических и спектроскопических свойствах диоксинов, о путях их синтеза и об основных источниках поступления в объекты природы. Обобщены сведения о методах определения диоксинов в объектах окружающей среды и биосферы. Рассмотрены проблемы мониторинга, а также путей уменьшения опасности и предотвращения диоксиновых загрязнений.

Для специалистов в области экологии и химии.

АДРЕСА КНИГОТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ "АКАДЕМКНИГА"  
С УКАЗАНИЕМ МАГАЗИНОВ И ОТДЕЛОВ "КНИГА—ПОЧТОЙ"

Магазины "Книга—почтой"

252208 Киев, пр. Правды, 80-а

117393 Москва, ул. Академика Пилюгина, 14, корп. 2

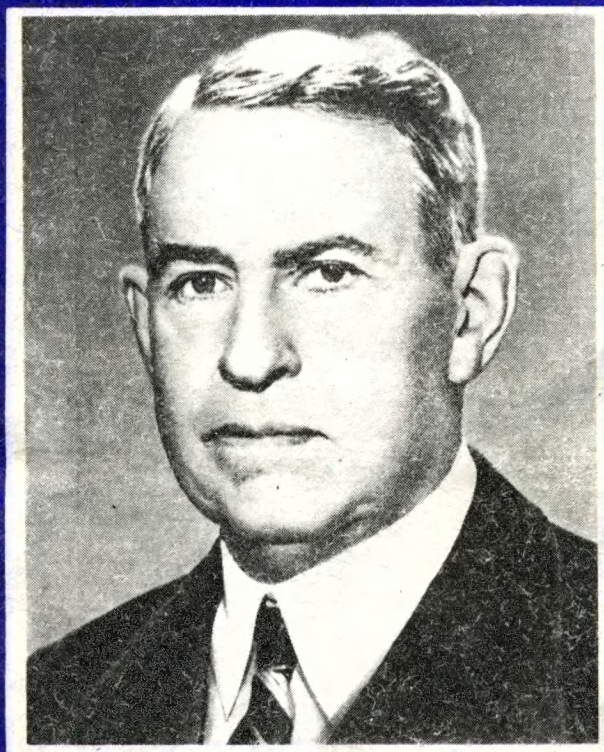
197345 Санкт-Петербург, ул. Петрозаводская, 7

700185 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6



**Владимир Николаевич ИЩАТЪЕВ**

*В.И.Кузнецов, А.М.Максименко*



*В.И.Кузнецов  
А.М.Максименко*

**Владимир Николаевич  
ИЩАТЪЕВ**

25-00