

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И МЕХАНОХИМИИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

С ХИМИЕЙ ПО ЖИЗНИ

(к 70-летию Института химии твердого тела и
механохимии СО РАН)

Сборник очерков и воспоминаний

Ответственный редактор
академик РАН
Н.З. Ляхов

Новосибирск

2014

УДК-061.75
ББК я43
С 115

Ответственный редактор
академик РАН, д.х.н., проф. Н.З. Ляхов

Рецензенты
д.х.н., проф. О.И. Ломовский
д.х.н. В.П. Исупов
к.х.н. Т.П. Шахтшнейдер

С 115 **С химией по жизни (к 70-летию Института химии твердого тела и механохимии СО РАН) : Сборник очерков и воспоминаний / отв. ред. Н.З. Ляхов. ИХТТМ СО РАН. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2014. – 197 с.**

ISBN 978-5-4437-0267-4

Книга подготовлена к 70-летию Института химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения РАН. Рассматривается история создания, становления и развития института – с момента его организации в годы Великой Отечественной войны до настоящего времени. Очерки по развитию научных направлений воссоздают деятельность отдельных лабораторий, а также выдающихся ученых, в разные годы работавших в институте. Особое внимание уделено научным достижениям и использованию результатов научных исследований на практике. Искренность и теплота воспоминаний сотрудников о пережитом помогают воссоздать высокий дух творчества и понять ту атмосферу, которые царили в институте на протяжении всей его деятельности.

Книга предназначена для широкого круга читателей – научной общественности, преподавателей, студентов, для всех, кто интересуется историей науки в Сибири.

УДК-061.75
ББК я43

Утверждено к печати
Ученым советом Института химии твердого тела и механохимии СО РАН

ISBN 978-5-4437-0267-4

© Институт химии твердого тела и
механохимии СО РАН, 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

У нашего института долгая история. Созданный еще за год до окончания Отечественной войны, он всегда был востребован и чутко отзывался на самые насущные потребности страны. Тот факт, что тогдашнее руководство страны, помимо решения чисто военных задач, задумывалось над будущим послевоенным развитием СССР, с опорой на Сибирь и ее тогда еще неизведанные богатства, заслуживает внимания историков и экономистов. Решение о создании ЗапСибФАНа — прообраза будущего Сибирского отделения — дало толчок процессу гигантских преобразований в Сибири, основой которых на долгие годы стало тесное взаимодействие науки и быстро развивающихся производительных сил Сибири. На вновь созданный тогдашний Химико-металлургический институт (ХМИ) была возложена задача создания новой сырьевой базы с опорой на местное сырье. Разведанные геологами запасы требовали новых технологий, чтобы стать реальными источниками развития крупной промышленности. Небольшой изначально ХМИ не мог напрямую конкурировать с московскими и уральскими академическими институтами (не хватало квалифицированных кадров), но зато смог быстро подключиться к решению важнейших народнохозяйственных и оборонных задач. Уже в 1956 году — Сталинская премия за технологию производства солей лития из сибирского сырья — сподумена. Институт разработал две технологии, одна из которых была освоена «с колес» на Красноярском заводе. Это дало возможность нашему Новосибирскому заводу химконцентратов (НЗХК) наладить производство лития для ядерного (скорее — термоядерного) щита СССР. Примечательно, что и сегодня наш институт сохранил привязанность к литиевой тематике.

ХМИ быстро наращивал потенциал, превратился в ИФХИМС (Институт физико-химических основ переработки минерального сырья), который дал «путевку в жизнь» электродному заводу (п. Линево), керамическому заводу (п. Дорогино), наладил тесные связи с алюминиевой промышленностью (Павлодарский АЗ), включился в создание новых технологий извлечения золота в Казахстане и на Колыме. Продолжалось тесное сотрудничество с НЗХК, другими предприятиями Минсредмаша.

Химия твердого тела пришла в ИФХИМС в 1975 году вместе с Лабораторией кинетики химических реакций в твердой фазе (КХРТФ) из Института химической

кинетики и горения. Это был рискованный эксперимент тогдашнего руководства Сибирского отделения Академии наук, увенчавшийся успехом. Новая струя молодых сотрудников, полных идей и здоровых амбиций, сильный лидер со своим научным направлением — будущий директор уже ИХТТИМС (Института химии твердого тела и переработки минерального сырья) В. В. Болдырев, вскоре избранный в Академию наук, сделали свое дело. Институт встал в один ряд с другими, к тому времени уже известными на всю страну химическими институтами в Академгородке.

Годы расцвета Института пришлись на вторую половину 80-х. Численность в те времена превышала 450 человек. Затем последовал ряд жестких реформ, сопровождавшихся сокращениями численности. Часть угольной и углеродной тематики была передана в Кемерово во вновь созданный институт углеродных материалов. Химия растительных веществ «ушла» в НИОХ, где расцвела буйным цветом, особенно с приходом в институт академика Г.А.Толстикова. Топочные процессы (была такая лаборатория) были восприняты Институтом теплофизики. Связанный с этими преобразованиями отток кадров частично восполнялся за счет подготовки молодежи уже на базовой кафедре химии твердого тела НГУ, усиливая тем самым новые направления — химию твердого тела и механохимию, которые определяют современный облик Института.

Институт сохранил и традиции ИФХИМС — ориентацию исследований на практическое воплощение в жизнь, и традиции ИХКГ, принесенные с лабораторией КХРТФ и прижившиеся на новой почве. Это дух свободного творчества и демократизма, которыми пронизана атмосфера ИХТТМ СО РАН и сегодня.

В предлагаемой вниманию читателей книге к 70-летию Института собраны воспоминания сотрудников, в том числе ушедших из жизни, работавших в институте в разные периоды его активности — до СО АН, и уже в составе Отделения. Эти воспоминания — личный взгляд авторов на те события и ситуации, которые спустя много лет представлялись или представляются наиболее значимыми для авторов. Именно по этой причине у многих авторов упоминаются одни и те же факты из истории Института, хотя и в разной трактовке. Это их личное восприятие, и в этом особая ценность собранных материалов.

Академик РАН Н.З. Ляхов

ИСТОРИЯ ИНСТИТУТА ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И МЕХАНОХИМИИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

*Н.А. Куперштох**
кандидат исторических наук

Первоначальное название института – Химико-металлургический институт. Его история началась в годы Великой Отечественной войны, когда создавался первый в Сибири академический центр – Западно-Сибирский филиал АН СССР. Поэтому институт называют одним из «первенцев Академии» в Сибири. С организацией Сибирского отделения АН СССР в 1957 г. открыта новая страница в деятельности института. Каким образом его исследования интегрировались в структуру Новосибирского научного центра? Как в институте менялись научные направления, формировались его научные подразделения? Ответ на этот вопрос можно получить, изучая историю института и его отдельных подразделений, биографии ученых, лидеров научных направлений и научных школ. В настоящее время истории института посвящены отдельные работы¹. 70-летний юбилей института – повод для более основательного изучения его славной истории.



Здание Химико-металлургического института.

21 октября 1943 г. СНК СССР постановил организовать в Новосибирске Западно-Сибирский филиал (ЗСФ) Академии наук СССР. В его составе создавался

Химико-металлургический институт (ХМИ). Появление института этого профиля диктовалось насущной необходимостью развития химических технологий на

* Куперштох Наталья Александровна, к.и.н., Институт истории СО РАН.
E-mail: nataly.kuper@gmail.com

¹ Шахтинейдер Т.П. Первенцы Академии в Новосибирске: химико-металлурги // Наука в Сибири. 2004. № 11; Куперштох Н.А. История Института химии твердого тела и механохимии СО РАН // История науки и техники. Сборник научных трудов / Отв. редактор Н.Н. Покровский-мл. Вып. 3. Новосибирск, 2009. С. 25–40.

востоке страны, изучения и использования ресурсов для развития производительных сил региона. 8 февраля 1944 г., после проведения консультаций и согласований с сибирскими учеными, президиум Академии наук СССР принял постановление «Об организации Западно-Сибирского филиала АН СССР».

Первым директором ХМИ был назначен доктор технических наук Юрий Вячеславович Грдина, выпускник Томского технологического института (тогда он назывался Сибирский технологический институт), ученик профессора Т.И. Тихонова, основателя томской научной школы инженеров-механиков и одного из основоположников науки о резании металлов. На момент создания ХМИ Ю.В. Грдина был известным ученым-металловедом, профессором Сибирского металлургического института им. С. Орджоникидзе в Сталинске-Кузнецке (ныне Новокузнецк). В середине 1930-х гг. он помогал академику И.П. Бардину в работе над проектом создания в Сибири филиала Академии наук СССР на базе научных подразделений Наркомтяжпрома (который, как известно, остался нереализованным).

По ряду причин переезд Ю.В. Грдины в Новосибирск не состоялся. Второй директор Павел Германович Рубин, профессор того же вуза, делегировал полномочия своему заместителю Алексею Петровичу Пентегову, который участвовал в подборе кадров, организации научной работы, материальном обеспечении проводимых исследований.



А.П. Пентегов.

Зам. директора Института
в 1944–1949 гг.

В начале 1944 г. определен состав лабораторий и тематических групп, назначены их первые руководители: лаборатория минерального сырья (Ю.П. Никольская); лаборатория лесохимии (А.П. Пентегов); лаборатория аналитической химии (вакансия); лаборатория углехимии в Кемерово (И.И. Еру); лаборатория черной металлургии в Сталинске-Кузнецке (вакансия); группа общей химии в Томске (А.П. Окатов). На формирование лабораторий и вспомогательного персонала ХМИ было выделено 38 штатных единиц². Первоначальные научные направления ХМИ были

² Научный архив Сибирского отделения РАН (далее – НАСО). Ф. 1. Оп. 1. Д. 4. Л. 16–17.

разработаны в значительной мере для решения практических проблем Западной Сибири, и в первую очередь проблем Кузбасса.

План работы института на 1944 г. включал такие темы: 1) Изучение минерально-сырьевых ресурсов Западной Сибири для черной металлургии (П.Г. Рубин, Н.Н. Круглов, Сталинск-Кузнецк); 2) Пути увеличения ресурсов коксующихся углей Кузбасса (совместно с Горно-геологическим институтом ЗСФ); 3) Разработка состава и способов обработки стали для транспортных целей (Ю.В. Грдина, В.Н. Пантелеев, Сталинск-Кузнецк); 4) Изучение местного сырья для получения и условий службы огнеупоров, включая испытание кварцитов (Я.С. Воложин, Сталинск-Кузнецк), исследование огнеупорных глин месторождений Кемеровской области (Ф.А. Матвеева, Новосибирск); 5) Изучение минеральных ресурсов химического сырья Западной Сибири, включая исследование соляных озер Кулундинской степи и Хакасии (Ю.П. Никольская, Новосибирск), использование местного сырья для глинозема (И.С. Лилеев, Новосибирск), изучение сырьевых ресурсов для получения серной кислоты; 6) Изучение сырья и разработка технологических процессов получения жидкого моторного топлива из углей Западной Сибири (И.И. Еру, Кемерово); синтез органических веществ на базе углехимического сырья (Н.К. Мощинская, Н.Ф. Силин, Кемерово); 7) Получение жидкого моторного топлива, смазочных масел, пластмасс и фармацевтических препаратов из лесного сырья (А.П. Пентегов, Новосибирск); 8) Изучение кинетики и катализа реакции окисления окиси азота (Н.П. Курин, Томск); 9) Разработка метода получения редкоземельных элементов из монацитовых песков Западной Сибири (А.П. Окатов, Томск)³.

Однако обстоятельства военного времени – нехватка финансирования, кадров, площадей – корректировали как планы заявленных работ, так и темпы формирования кадрового состава лабораторий ХМИ. К концу 1944 г. в институте работали 35 сотрудников, в том числе один доктор и семь кандидатов наук⁴. В 1946 г. действовали два сектора: химии и металлургии. В состав сектора химии входили лаборатории: минерального (силикатного) сырья, лесохимии, легких металлов, экспериментально-технологическая⁵. Хотя подразделения института одновременно создавались в

³ НАСО. Ф. 1. Оп. 1. Д. 4. Л. 18–20.

⁴ *Осташко Т.Н.* Наука и ученые в годы Великой Отечественной войны. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2002. С. 141.

⁵ НАСО. Ф. 1. Оп. 1. Д. 905. Л. 5.

Новосибирске, Томске и Кузбассе, становилось все более очевидным, что потенциал учреждения будет все более концентрироваться в Новосибирске – по месту основного расположения Химико-металлургического института.

Кадровое «ядро» ХМИ непосредственно в Новосибирске составили сотрудники Новосибирской областной комплексной химической лаборатории, на базе которой создавался институт: Т.И. Авдеева, В.И. Алехина, Н.И. Гнедин, О.Г. Евтеева, И.С. Лилеев, Е.Н. Лоскутова, Е.И. Маслова, Ф.А. Матвеева, Ю.П. Никольская, Р.Г. Розентрер, А.П. Пентегов, Е.А. Плеханова, Г.Д. Урываева и др. На условиях совместительства работали профессора Томска и Сталинска-Кузнецка: А.П. Бунтин, Ю.В. Грдина, А.Н. Добровидов, Л.П. Кулев, А.М. Розенберг, П.Г. Рубин.

В соответствии с планами научных работ ХМИ развернул исследования, имеющие большое значение для региона: изучение сульфатных и содовых озер Кулундинской степи и Хакасии, поиск источников получения алюминия из местных видов сырья и разработка методов получения смазочных масел из лесохимического сырья. Первые результаты представлены на научной сессии ЗСФ АН СССР в мае 1945 г.: на пленарных заседаниях выступили профессор И.С. Лилеев с докладом «Получение окиси алюминия из сырья Западной Сибири» и профессор Ю.В. Грдина с сообщением «Термическая обработка рельсов»⁶.



Т.В. Заболоцкий.
Директор Института
в 1948–1951 гг.

При следующем директоре, Тодосе Васильевиче Заболоцком, тематика института включала изучение глиноземного и силикатного сырья и разработку методов его использования; исследование соляных ресурсов Кулундинской степи; каменных углей сибирских месторождений для расширения базы коксующихся углей; лесохимических ресурсов Сибири; свойств литой стали. Одновременно с изучением глиен Евсинско-Дорогинского месторождения Новосибирской области (Ф.А. Матвеева) разработана технология их переработки. В 1949 г. построен Дорогинский завод керамических труб, который

⁶ *Шахтинейдер Т.П.* Первенцы Академии в Новосибирске: химико-металлурги // Наука в Сибири. 2004. № 11.

обеспечил своей продукцией не только Сибирь, но и Дальний Восток.

В 1950 г. утверждена структура в составе десяти лабораторий: минерального сырья, физической химии, галургии, легких и редких металлов, углехимии, органического синтеза, лесохимии, аналитической, металлургии черных металлов, химико-технологической, и гидрогалургической станции в Кулунде. В ХМИ работали свыше 50 научных сотрудников, включая 13 кандидатов наук⁷.

В 1951 г. институт возглавил кандидат химических наук (с 1972 г. – доктор технических наук) Александр Титович Логвиненко. После окончания Томского технологического института (1930 г.) и аспирантуры он защитил кандидатскую диссертацию (1934 г.), был деканом химического факультета и заведующим кафедрой технологии силикатов в этом вузе. В годы войны работал секретарем Новосибирского обкома ВКП(б) по химической промышленности, а затем заместителем секретаря Кемеровского обкома ВКП(б). С организацией ЗСФ АН СССР его назначили заместителем председателя Филиала и поручили возглавить лабораторию минерального сырья (впоследствии лаборатория силикатного сырья) в ХМИ⁸.

Под руководством А.Т. Логвиненко в институте разрабатывались технологии переработки минерального сырья с минимальным ущербом для окружающей среды. К исследованиям, которые зарождались в 1940–1950-е годы, относится литевая тематика. История развития отечественного литевого производства началась в годы Великой Отечественной войны. Среди эвакуированных в г. Новосибирск ученых оказался доктор технических наук Иван Сергеевич Лилеев – один из основоположников алюминиевого производства в СССР. В ХМИ он возглавил лабораторию лёгких металлов, в которой были разработаны физико-химические основы технологии высокотемпературной переработки сподуменового концентрата для



А.Т. Логвиненко.
Директор Института
в 1951–1976 гг.

⁷ Шахтштейнер Т.П. Первенцы Академии в Новосибирске: химико-металлурги // Наука в Сибири. 2004. № 11.

⁸ Архив ИХТТМ СО РАН. Личное дело А.Т. Логвиненко.

получения литиевых соединений путём спекания сподумена с известняком. Первичным литиевым продуктом реализуемой технологии был моногидрат гидроксида лития. Для повышения экономичности из отходов литиевого производства под руководством А.Т. Логвиненко была создана технология получения цемента⁹.



На опытной установке. Идут испытания новой технологии. 1950 г.

В 1950 г. за разработку комплексной технологии переработки сподуменового концентрата – источника лития И.С. Лилеев, О.Г. Евтеева, Е.И. Маслова, Ф.Ф. Баркова, А.Т. Логвиненко, Г.Д. Урываева и А.А. Беляев удостоены Сталинской премии¹⁰. Научные основы и технология вскрытия сподуменового концентрата положены в основу проекта строительства первого в СССР предприятия по переработке литиевого горнорудного сырья – Красноярского химико-металлургического завода (КХМЗ). В середине 50-х годов прошлого столетия завод вышел на проектную мощность.



Соляные промыслы в Кулундинской степи.
1950-е гг.

В 1950-е гг. исследования по химии и металлургии проводили 12 лабораторий и гидрогалургическая станция в Кулунде. Подразделения возглавляли В.А. Вехов, Н.И. Висягин, А.А. Корнилов, И.С. Лилеев, А.Т. Логвиненко, Д.М. Лисин, Ю.П. Никольская, А.П. Пентегов и др. После отъезда И.С. Лилеева в Ленинград его коллеги продолжали исследования соединений лития, позднее к ним

⁹ Коцупало Н.П., Рябцев А.Д., Болдырев В.В. Роль сибирских ученых в создании литиевого производства // Наука в Сибири. 2011. № 14.

¹⁰ Бек Р. Жизнь, богатая событиями: К 100-летию со дня рождения А.Т. Логвиненко // Наука в Сибири. 2004. № 41.

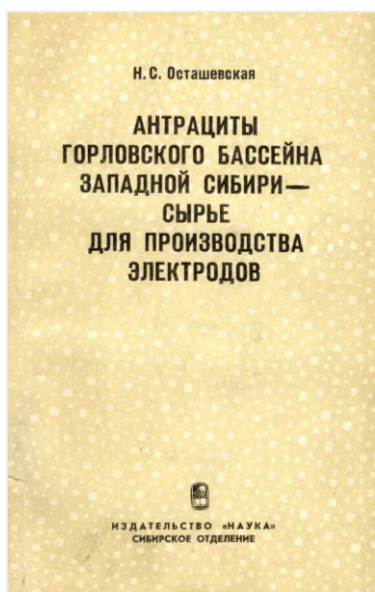
подключилась Н.П. Коцупало. Результаты этих исследований обобщены в сборнике статей под редакцией А.Т. Логвиненко¹¹.

Научные результаты коллектива ХМИ имели в основном практическую направленность: улучшена технология разработки соляных промыслов в Кулундинской степи (Ю.П. Никольская); проведена замена дефицитного канадского бальзама, применяемого при изготовлении оптических приборов, на пихтовый (А.П. Пентегов); разработана технология переработки углей Горловского месторождения Новосибирской области в электроды для цветной металлургии¹² (Н.С. Осташевская), на основе которой в 1965 г. построен завод электродных изделий в Линево; получены вяжущие строительные материалы из зол уноса тепловых электростанций (А.Т. Логвиненко).

С вхождением в состав Сибирского отделения АН СССР институт стал развиваться более динамично. В 1958 г. в нем работали 162 чел., в том числе 80

научных сотрудников. Кандидатские диссертации защитили А.С. Бергер, А.Г. Василевская, А.С. Колосов, А.А. Корнилов, Н.П. Коцупало, С.Н. Лаврик, И.С. Левин, М.Ф. Ляпунов, Е.И. Маслова, Л.М. Острая, Ю.Н. Пиоттух, М.А. Савинкина, Н.Н. Семенов, Л.К. Яковлев. Докторскую диссертацию защитила Ю.П. Никольская¹³.

В 1962 г. работу института проверяла комиссия АН СССР во главе с академиком Н.Н. Семеновым. Отметив, что коллектив института выполнил ряд работ, имеющих большое практическое значение, члены комиссии рекомендовали усилить теоретические исследования¹⁴. Основной задачей



Монография: Н.С. Осташевская «Антрациты Горловского бассейна – сырье для производства электродов».

¹¹ Химия и технология гидроалюмината лития. Сб. статей / под ред. А.Т. Логвиненко. Новосибирск, 1969.

¹² Н.С. Осташевская «Антрациты Горловского бассейна – сырье для производства электродов». Новосибирск, «Наука». 1978. 128 с.

¹³ Архив ИХТТМ СО РАН. Отчет о работе Института химии твердого тела и переработки минерального сырья (1944–1975 гг.). Новосибирск, 1984. С. 26–27.

¹⁴ НАСО. Ф. 10. Оп. 4. Д. 779. Л. 6.

института определили развитие теоретических основ переработки минерального сырья: руд цветных и редких металлов, нерудного алюмосиликатного сырья, природных солей, а также ископаемого твердого топлива. 8 мая 1964 г. президиум АН СССР специальным постановлением утвердил новое название института, который стал называться Институтом физико-химических основ переработки минерального сырья (ИФХИМС). Структура института включала четыре отдела: редких и цветных металлов; алюмосиликатов; природных солей; аналитический. В 1965 г. в коллективе работали уже 329 чел., а среди 135 научных сотрудников – три доктора и 37 кандидатов наук¹⁵.

В составе Сибирского отделения АН СССР институт получил новые возможности для развития международного сотрудничества. Ученых ИФХИМС стали приглашать на международные конференции. В 1966 г. статья по электрокристаллизации серебра получила первую премию Американского общества гальваностегов как лучшая работа по электрохимии драгоценных металлов. Опубликованную в 1968 г. монографию В.Н. Бондарева и Г.В. Самсонова «Германиды» практически сразу издали за рубежом. В 1960–1970-е гг. установились научные контакты с социалистическими странами, а также с Францией, ФРГ, Англией, Швейцарией, Японией¹⁶.

Разработки института были активно востребованы промышленностью. На заводах внедрен созданный под руководством И.С. Левина экстракционный способ извлечения индия из промпродуктов свинцово-цинковых производств. Рецептура нетоксичных

электролитов цинкования и кадмирования внедрена на гальванических участках пяти предприятий г. Новосибирска. Аппаратура для электроэлюирования драгоценных металлов из смол при ионно-обменном извлечении золота из руд, разработанная Р.Ю. Беком и его сотрудниками, прошла



Т.Н. Шершнева, З.С. Ткачева, Л.К. Яковлев,
М.А. Бочкова.

¹⁵ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 5. Л. 49.

¹⁶ Архив ИХТТМ СО РАН. Отчет о работе Института химии твердого тела и переработки минерального сырья (1944–1975 гг.). Новосибирск, 1984. С. 31–32; Приложение 6. С. 1–3.

испытания на золотодобывающих предприятиях¹⁷. На Павлодарском алюминиевом заводе использовали технологию спекания высокожелезистых бокситовых шламов с получением глинозема (Л.К. Яковлев). Исследования в поиске калийных солей (А.С. Колосов) проводились совместно с геологическими организациями (А.Л. Яншин).

А.Т. Логвиненко возглавлял коллектив четверть века. При нем институт изменил название и научные направления, осуществил переход из филиала АН СССР в Сибирское отделение АН СССР. Директору удалось сохранить коллектив в составе Сибирского отделения в период академических реформ в 1960-е гг.

В 1975 г. из Института химической кинетики и горения (ИХКГ) в ИФХИМС перевели лабораторию кинетики химических реакций в твердой фазе во главе с доктором химических наук Владимиром Вячеславовичем Болдыревым. В составе этой лаборатории прибыли Е.Г. Аввакумов, В.В. Александров, Ю.Г. Галицын, Е.Ю. Иванов, В.П. Исупов, О.И. Ломовский, Н.З. Ляхов, Ю.И. Михайлов, В.И. Пошевнев, Р.К. Тухтаев, Ф.Х. Уракаев, Э.Ф. Хайретдинов, А.П. Чупахин и др. Вскоре В.В. Болдырев возглавил институт и поставил задачу – через монопрофилирование тематики поднять исследования до фундаментального уровня. Существенную поддержку новому лидеру оказал А.Т. Логвиненко¹⁸.

История появления В.В. Болдырева в Новосибирске весьма необычна. Будучи студентом Томского госуниверситета, он занялся исследованиями в области химии твердого состояния под руководством профессора А.П. Бунтина. После окончания вуза (1948 г.) и защиты кандидатской диссертации преподавал в ТГУ, заведовал кафедрой радиационной химии Томского политехнического института, защитил докторскую диссертацию. Исследования по термическому и радиационному разложению перхлората аммония заинтересовали академика Н.Н. Семенова, он рекомендовал академику М.А. Лаврентьеву, председателю СО АН СССР, пригласить В.В. Болдырева на работу в Сибирское отделение. Таким образом, традиции вузовской школы по химии твердого тела были перенесены на академическую почву.

Ученый вместе с группой коллег переехал в Новосибирск (1963 г.). Большое содействие в организации его лаборатории в ИХКГ оказал академик В.В. Воеводский.

¹⁷ *Шахтинейдер Т.П.* Первенцы Академии в Новосибирске: химико-металлурги // Наука в Сибири. 2004. № 11.

¹⁸ Архив ИХТТМ СО РАН. *Коцупало Н.П.* От Химико-металлургического института до Института химии твердого тела и механохимии. Два лидера // ХМИ–ИФХИМС–ИХТТМ–ИХХТМ: Время, события, люди. Новосибирск, 2004. С. 9.

Используя химические и физические методы, В.В. Болдырев развил понимание механизма реакций в твердой фазе, исследования по горению твердых веществ и, особенно, механохимии¹⁹.

Академик В.В. Болдырев является одним из основателей сибирской школы химиков-твердотельщиков. Заслуги В.В. Болдырева стали основанием для избрания членом-корреспондентом АН СССР (1979 г.), академиком РАН (1991 г.), вручения Государственной премии РФ (1993 г.), награждения золотыми медалями им. Н.С. Курнакова (2005 г.), им. Н.Н. Семенова (2010 г.), другими медалями, орденами и знаками отличия. Академик В.В. Болдырев удостоен благодарности Президента Российской Федерации (2007 г.). Его деятельности посвящены специальные публикации²⁰, в том числе отдельный выпуск «Journal of Thermal Analysis and Calorimetry»²¹.



В.В. Болдырев.
Директор Института в
1976–1998 гг.

В качестве основного направления деятельности ИФХИМС В.В. Болдырев выбрал механохимию, поскольку в этом случае можно было рассчитывать на безболезненное переключение на новую тематику сразу нескольких лабораторий²². В.В. Болдырев укрупнил тематику института, провел реорганизацию лабораторий, создал несколько тематических групп при дирекции. Преобладающее развитие получили работы по изучению реакционной способности твердых веществ, механизма твердофазных реакций, механохимии и созданию новых материалов нетрадиционными методами.

¹⁹ Химик широкого профиля: Интервью с академиком В.В. Болдыревым накануне 80-летия // Наука в Сибири. 2007. № 14.

²⁰ Болдырев Владимир Вячеславович. (Материалы к библиогр. ученых. Хим. науки. Вып. 105). М.: Наука, 2003. 166 с.; Болдырев Владимир Вячеславович // Российская академия наук. Сибирское отделение: Персональный состав / Отв. ред. В.М. Фомин. Новосибирск: Наука, 2007. С. 30–31; Три источника и три составяющих успеха: [К 85-летию академика В.В. Болдырева] // Наука в Сибири. 2012. № 14; и др.

²¹ Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2007. Vol. 90, No. 1.

²² Архив ИХТТМ СО РАН. Болдырев В.В. Развитие исследований по механохимии в институте // ХМИ–ИФХИМС–ИХТТМС–ИХХТМ: Время, события, люди. Новосибирск, 2004. С. 59.



Собрание коллектива института. 1978 г.

Вот как вспоминает об этом периоде в жизни института д.х.н. Н.Ф. Уваров: «Помню конец 70-х. Студентами старших курсов мы пришли в лабораторию химии твёрдого тела, возглавляемую Владимиром Вячеславовичем Болдыревым, заведующим лабораторией и новым директором Института физико-химических основ переработки минерального сырья СО АН СССР. Один из старейших академических институтов Новосибирска переживал вторую молодость: резко менялись основные направления научных исследований, происходило интенсивное омолаживание коллектива. Такие процессы никогда не идут гладко, были обиженные и недовольные. Прошли годы, и сейчас хорошо видны результаты: институт имеет высокий научный рейтинг и является одним из ведущих мировых центров в области химии твёрдого тела»²³.

В 1980 г. ИФХИМС сменил название на Институт химии твердого тела и переработки минерального сырья – ИХТТПМС²⁴. 25 сентября 1980 г. президиум АН СССР специальным постановлением утвердил это название и определил основные направления научной деятельности института: химия твердого тела (реакционная способность и управление реакциями в твердой фазе); физико-химические основы переработки минерального сырья; физико-химические основы создания новых неорганических материалов.

²³ Три источника и три составяющих успеха // Наука в Сибири. 2012. № 14.

²⁴ НАСО. Ф. 10. оп. 11. Д. 731. Л. 21–22.

При участии В.В. Болдырева в институте определилось несколько перспективных направлений научного поиска, включая литевную тематику. В лаборатории гетерогенных гидрохимических процессов (Н.П. Коцупало) с использованием методов механохимии получены селективные сорбенты для извлечения лития из природных высокоминерализованных и термальных вод. Способ извлечения лития из рассолов с помощью активированного гидраргиллита применили в ПО «Якуталмаз»²⁵. С 1992 г. Н.П. Коцупало продолжила работу в научно-производственной фирме ЗАО «Экостар-Наутех», в которой получили развитие идеи В.В. Болдырева по применению селективных к литию сорбентов, работающих по интеркаляционному механизму. Литиевая тематика являлась также неотъемлемой частью исследований лаборатории интеркаляционных и механохимических реакций (В.П. Исупов).

В области топохимических реакций основное внимание уделено исследованию природы процессов, происходящих в реакционной зоне. Показана роль напряжений, возникающих в результате несоответствия молярных объемов и структур продукта и исходного вещества (А.А. Сидельников, А.П. Чупахин). Объекты исследования – кристаллогидраты, комплексные соединения и соли. Определен состав продуктов дегидратации внутри реакционных ядер различной формы (Н.З. Ляхов, А.П. Чупахин). При изучении термических и фотохимических превращений комплексных соединений исследовались процессы, протекающие как гетерогенно, так и гомогенно (Е.Ю. Иванов, Т.П. Шахтштейнер, Е.В. Болдырева).

С конца 1980-х гг. развернулись исследования поведения молекулярных кристаллов при различных формах воздействия на них, включая механическое активирование (В.В. Болдырев), гидростатическое давление (Е.В. Болдырева)²⁶, которые стали частью новой области науки – супрамолекулярной химии. Исследования оказались востребованы фармацевтической промышленностью. В совместных работах с сотрудниками фирмы «Pfizer», США были расшифрованы новые полиморфные формы антидиабетического препарата «хлорпропамид».

Исследования механизма ионной диффузии в кристаллах (Э.Ф. Хайретдинов) оформились в новое научное направление, связанное с созданием суперионных проводников и композиционных электролитов (Н.Ф. Уваров, В.Г. Пономарева).

²⁵ Коцупало Н.П. Мне 75. Новосибирск: изд. ИХТТМ СО РАН, 2001. С. 8.

²⁶ Юдина Л. Эффект алмазных наковален // Наука в Сибири. 1998. № 35–36.

Исследования по горению направлены на разработку методов получения металлических, оксидных и сульфидных продуктов заданной морфологии путем сжигания комплексных соединений никеля, цинка, меди и кадмия (Р.К. Тухтаев).

Среди работ по термическому разложению солей – исследования механизма фотохимического и термического разложения гидроксида алюминия и термического разложения гипофосфита меди, которые легли в основу создания новой технологии малооперационной беспалладиевой металлизации для производства печатных плат и в полиграфии (О.И. Ломовский)²⁷. В лаборатории химии твердого тела разработан механохимический способ получения нанокompозитных материалов с металлической матрицей, предложены методы компактирования материалов с сохранением наноструктуры. Использовался способ извлечения активных компонентов различной химической природы из растительного сырья, базирующийся на проведении механохимической реакции биологического вещества и реагента с образованием водорастворимых форм.

Изучение механических методов активации химических процессов оказалось перспективным при вскрытии различных минералов, при интенсификации процессов синтеза новых соединений. Созданы различные модели лабораторных мельниц периодического и непрерывного действия, которые получили широкое



Первое поколение мельниц.
АГО-1

распространение в России и за рубежом. В 1993 г. за работы по механической активации оксидных и металлических систем Е.Г. Аввакумов, В.В. Болдырев, Е.Ю. Иванов, Ю.Т. Павлюхин в составе авторского коллектива удостоены Государственной премии РФ.

Работы по радиационной химии с использованием ускорителей привели к обнаружению радиационно-термического эффекта (В.В. Болдырев, А.П. Воронин, Н.З. Ляхов)²⁸. Явление радиационно-термической активации

²⁷ Архив ИХТТМ СО РАН. Болдырев В.В. Развитие исследований по механохимии в институте // ХМИ–ИФХИМС–ИХТТМС–ИХХТМ: Время, события, люди. Новосибирск, 2004. С. 48–54.

²⁸ Юдина Л. Открытие радиационно-термического эффекта // Наука в Сибири. 1998. № 50.

твердофазных химических реакций в неорганических системах зарегистрировано как открытие № 108.

Применение синхротронного излучения (СИ) для исследования гетерогенных процессов, которое начиналось в лаборатории электрохимии гетерогенных систем применительно к серебру и никелю, получило развитие при изучении строения реакционной зоны в реакциях термического разложения и синтеза (Б.П. Толочко, Н.З. Ляхов). Для решения проблемы извлечения благородных и цветных металлов из промышленных растворов разработан электрохимический метод с использованием проточных пористых электродов (Р.Ю. Бек, А.И. Маслий, В.К. Варенцов).

В.В. Болдырев организовал в НГУ первую в стране кафедру химии твердого тела (1983 г.). Лаборатории института стали базовыми для прохождения дипломной практики студентов НГУ, других вузов. В дальнейшем в рамках ФЦП «Интеграция» совместно с НГУ создан учебно-научный комплекс по супрамолекулярной химии и химии твердого состояния. Расширилась деятельность аспирантуры, которая вела подготовку кадров по специальностям: «физическая химия», «химия твердого тела», «электрохимия». С 1981 г. в институте открылся совет по защите кандидатских, а с 1996 г. — докторских диссертаций. Кадровая политика директора способствовала активному приращению численности «остепененных» сотрудников.

В 1985 г. структура института включала 11 лабораторий, четыре тематические группы, КБ, химический участок, производственно-технические службы. Научные подразделения возглавляли Е.Г. Аввакумов, В.В. Александров, Р.Ю. Бек, А.С. Бергер, В.В. Болдырев, М.Г. Денисов, Ю.Е. Иванов, Ю.Б. Клетеник, Н.П. Коцупало, Н.З. Ляхов, Ю.И. Михайлов, Ю.Т. Павлюхин, С.Н. Рябченко, И.А. Яворский, Б.И. Якобсон. В коллективе работали 420 чел., а среди 115 научных сотрудников — член-корреспондент АН СССР В.В. Болдырев, пять докторов и 65 кандидатов наук²⁹. Расширилась и укрепилась производственная база института. Во второй половине 1980-х гг. построен новый корпус в Академгородке, куда переместились из г. Новосибирска администрация и часть коллектива (строительство корпусов завершилось в 1997 г.). Для проведения экспериментальных работ приобреталось современное оборудование, что позволило обновить приборный парк института.

²⁹ Рассчитано по данным Управления кадров президиума СО РАН.

В 1990-е гг. сотрудники развивали методы исследования процессов в твердом теле с использованием синхротронного излучения, вели разработку новых экологически чистых технологий. Совместно с институтами Гидродинамики и Ядерной физики СО РАН создана установка для исследования *in situ* структурных превращений во время взрыва. В лаборатории методов синхротронного излучения



Здание административного корпуса ИХТТМ.
2012 г.

(Б.П. Толочко)³⁰ получено трехмерное распределение плотности вещества за фронтом детонации. Данные экспериментов способствовали развитию гидродинамического моделирования взрывных процессов. Созданы твердофазные методы синтеза нанокompозитных материалов с уникальными свойствами (Н.Ф. Уваров)³¹. Раскрыт механизм "мягкого" механохимического синтеза, позволяющего ускорять реакции и использовать механохимию в малотоннажных производствах (Е.Г. Аввакумов, Н.В. Косова). В области прикладных исследований разработаны фототермографические материалы (В.М. Андреев, Л.П. Бурлева), усовершенствованы технологии получения лекарств (А.В. Душкин, В.В. Болдырев)³², неорганических термостойких пигментов, фосфорных удобрений (А.С. Колосов, М.В. Чайкина). Предложен экологически чистый способ получения солей висмута и внедрен способ синтеза оловосурьмяного пигмента для приготовления материалов специального назначения (Ю.М. Юхин)³³. Разработан механохимический метод получения ультрадисперсных керамических порошков (Е.Г. Аввакумов)³⁴.

³⁰ Толочко Б. Превращения во время взрыва // Наука в Сибири. 2000. № 10.

³¹ Юдина Л. Неожиданный эффект // Наука в Сибири. 1999. № 40.

³² Душкин А. Аспинат против UPSA // Наука в Сибири. 1999. № 25.

³³ Юдина Л. Универсальные оксидные системы // Наука в Сибири. 2000. № 20–21.

³⁴ Заседает Президиум СО РАН // Наука в Сибири. 2000. № 11.

На новый виток вышло международное сотрудничество. Публикации сотрудников включали не только статьи в высокоцитируемых журналах, но и изданные за рубежом монографии³⁵. Институт организовал двусторонние советско-японские семинары по механохимии (1986 г., 1990 г.), советско-индийские семинары по реакционной способности твердых тел и химии материалов (1986 г.), Международную конференцию по современным проблемам реакционной способности твердых тел (1988 г.), Международную конференцию по механохимии и механическому сплавлению (1997 г.), стал коллективным членом Международной механохимической ассоциации. В 1989–1997 гг. академик В.В. Болдырев являлся президентом этой ассоциации.

Институт участвовал в проектах, выполняемых совместно с Институтом неорганической и аналитической химии Технического университета Берлина, Институтом физической химии Марбургского университета (Германия), Центром атомных исследований (Индия), другими научными центрами. Во второй половине 1990-х гг. исследования проводились в рамках государственных научно-технических программ, интеграционных проектов СО РАН, грантов РФФИ, поддержки научных школ.

Академик В.В. Болдырев сумел создать для института новые возможности для развития. Став директором по сути прикладного института, В.В. Болдырев превратил его в научный центр, успешно ведущий фундаментальные исследования. Произошло это благодаря тому, что директор радикальным образом изменил подход к решению научных проблем, сделав упор на изучении механизмов реакций в твёрдом теле. Реакционная способность, её связь со структурой и наличием дефектов в твердом теле стали главным направлением и основой методологии в работе всего коллектива. Под руководством академика В.В. Болдырева выполнен широкий спектр исследований в области механохимии и механической активации неорганических веществ, созданы механохимические методы ускорения процессов вскрытия минерального сырья и получения новых материалов, предложено кинетическое описание механохимического воздействия на твёрдое тело, показана возможность управления реакционной

³⁵ Boldyrev V., Boulens M., Delmon B. The Control of the Reactivity of Solids. Amsterdam: Elsevier Sci. Publ., 1979; Reactivity of Molecular Solids / Ed. E. Boldyreva and V. Boldyrev. John Wiley & Sons, LTD, 1999; Avvakumov E., Senna M., Kosova N. Soft Mechanochemical Synthesis: a Basis for New Chemical Technologies. Boston; Dordrecht; London: Kluwer Academic Publishers, 2001.

способностью твёрдых веществ³⁶.

Фундаментальные исследования вывели институт в лидеры российской и мировой науки в области химии твердого тела и механохимии. Новое направление химии твердого тела – механохимия – получило широкое распространение как метод интенсификации химических процессов и создания безотходных технологий. 26 декабря 1997 г. президиум РАН специальным постановлением утвердил современное название института. Отныне он стал называться Институтом химии твердого тела и механохимии (ИХТТМ). Его научное направление определилось как химия твердого тела, в том числе механохимия, поиск путей управления химическими реакциями в твердом состоянии с целью создания новых технологий и материалов.

Это направление с 1998 г. предстояло развивать новому директору ИХТТМ – доктору химических наук Николаю Захаровичу Ляхову. Биография Н.З. Ляхова типична для ученого, выросшего в новосибирском Академгородке. Во время обучения на физическом факультете НГУ Н.З. Ляхов выполнил дипломное исследование в лаборатории О.П. Коробейничева и начал трудовую деятельность в ИХКГ в качестве стажера-исследователя (1969 г.). Уже тогда определились его научные интересы, связанные с гетерогенной кинетикой³⁷. В ИФХИМС молодой ученый пришел в составе лаборатории В.В. Болдырева. В 1986 г. он защитил докторскую диссертацию и в течение десяти лет был заместителем директора по научной работе.

В настоящее время Н.З. Ляхов является известным специалистом в области гетерогенной кинетики твердофазных реакций и химического материаловедения. Основными направлениями и результатами его научных исследований являются разработка подходов к целенаправленному изменению реакционной способности твердых веществ; развитие методов исследования твердофазных процессов, в том числе дифрактометрии синхротронного излучения; создание кинетических моделей и представлений о механизме реакций термического разложения твердых тел, механохимических реакций, радиационно-термических процессов; разработка научных основ получения новых, в том числе наноразмерных материалов.

Научные заслуги Н.З. Ляхова стали основанием для избрания членом-

³⁶ Асеев А.Л., Ляхов Н.З. К 85-летию академика В.В. Болдырева // Наука в Сибири. 2012. № 14.

³⁷ Юдина Л. Возьми в попутчики фортуна: К 60-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН Н.З. Ляхова // Наука в Сибири. 2006. № 50.

корреспондентом РАН (1997 г.), академиком РАН (2011 г.). Деятельность академика Н.З. Ляхова получила общественное признание: он является лауреатом премии им. В.А. Коптюга (2011 г.), отмечен государственными наградами. Н.З. Ляхов активно проявил себя как вице-президент Российского химического общества им. Д.И. Менделеева и руководитель Федерации химических обществ им. Д.И. Менделеева, организатор и первый президент Сибирской ассоциации материаловедов, член Азиатско-Тихоокеанской академии материалов, вице-президент Ассоциации академий наук стран Азии (ААНА)³⁸.

Н.З. Ляхов является директором ИХТТМ на протяжении 15 лет. В одном из интервью он признал: «Для меня самое существенное — то, что институт не просто сохранил свой потенциал, но успешно работает и имеет хороший рейтинг среди химиков». По мнению коллег, Н.З. Ляхова отличает широта научных интересов, глубина теоретического анализа, умение быстро переключаться на решение самых актуальных научных проблем³⁹. Опыт научно-организационной работы Николая Захаровича Ляхова стал определяющим фактором при избрании его главным ученым секретарем Сибирского отделения РАН. На этой ответственной должности он проработал пять лет – с 2008 г. по 2013 г.



Н.З. Ляхов.
Директор Института
(1998 г. – нв).

Деятельность дирекции ИХТТМ под руководством Н.З. Ляхова осуществлялась по нескольким направлениям. Важнейшим направлением являлось структурное преобразование подразделений. Для того чтобы институт мог гибко реагировать на вызовы времени, его структура должна была оставлять возможности для маневра. Учитывая пожелание комиссии по комплексной проверке института (2000 г.) вернуться к привычной форме – лаборатории, Н.З. Ляхов провел реструктуризацию тематических групп.

³⁸ Ляхов Николай Захарович // Российская академия наук. Сибирское отделение: Персональный состав / Отв. ред. В.М. Фомин. С. 420–421.

³⁹ Добрецов Н., Фомин В. Члену-корреспонденту Николаю Ляхову – 60 лет // Наука в Сибири. 2006. № 50.

С тех пор остается стабильным «ядро» из шести ведущих лабораторий: электрохимии гетерогенных систем (А.И. Маслий); интеркаляционных и механохимических реакций (В.П. Исупов); неравновесных твердофазных систем (Н.Ф. Уваров); химии твердого тела (О.И. Ломовский); химического материаловедения (Н.З. Ляхов); методов синхротронного излучения (Б.П. Толочко).



Заведующий лабораторией
электрохимии
гетерогенных систем
д.х.н. А.И. Маслий.



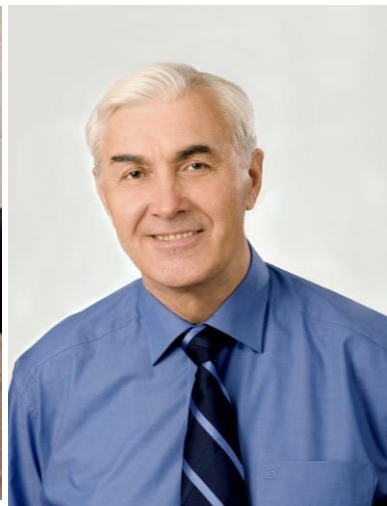
Заведующий лабораторией
интеркаляционных и
механохимических реакций
д.х.н. В.П. Исупов.



Заведующий лабораторией
неравновесных
твердофазных систем
д.х.н. Н.Ф. Уваров.



Заведующий лабораторией
химии твердого тела
д.х.н. О.И. Ломовский.



Заведующий лабораторией
химического
материаловедения
д.х.н. Н.З. Ляхов.



Заведующий лабораторией
методов синхротронного
излучения
д.х.н. Б.П. Толочко.



Руководитель группы синтеза порошковых материалов
д.х.н. Ю.М. Юхин.



Руководитель группы реакционной способности твердых веществ
д.х.н. Е.В. Болдырева.



Руководитель группы механохимии органических соединений
д.х.н. А.В. Душкин.



Руководитель группы материалов для литий-ионных аккумуляторов
к.х.н. Н.В. Косова.

Состав тематических групп оставался подвижным. В современной структуре института работают четыре тематические группы: синтеза порошковых материалов (Ю.М. Юхин); реакционной способности твердых веществ (Е.В. Болдырева); механохимии органических соединений (А.В. Душкин); материалов для литий-ионных аккумуляторов (Н.В. Косова). В 2002–2010 гг. в структуру ИХТТМ входил также Кемеровский филиал, который был передан Институту углехимии и химического материаловедения СО РАН.

Важнейшей задачей дирекции под руководством Н.З. Ляхова являлось развитие фундаментальных исследований. С 1998 г. фундаментальные исследования института проводились по двум направлениям: механизмы химических реакций и физико-химические методы управления химическими процессами; получение, свойства и применение органических, неорганических и композитных материалов. Кроме того, уделялось большое внимание развитию физико-химических методов исследования

твердофазных процессов⁴⁰.

В 2008 г. Правительство РФ утвердило Программу фундаментальных исследований государственных академий наук на 2008–2012 гг., в соответствии с которой основные направления научной деятельности ИХТТМ были скорректированы⁴¹. По этим направлениям институт работает и в настоящее время:

- Реакционная способность твердых веществ, в том числе молекулярных кристаллов и супрамолекулярных систем;
- Механизмы твердофазных превращений, в том числе в условиях высоких давлений и температур, горения и взрыва;
- Механохимия неорганических и органических веществ, минерального и возобновляемого сырья;
- Химическое материаловедение. Модифицирование и дизайн новых структур и материалов, биологически активных веществ и препаратов. Химия нанобъектов и нанокompозитов;
- Разработка методов исследования быстропротекающих процессов с использованием синхротронного излучения.

Результаты исследований по этим направлениям представлены в ежегодных отчетах института, размещенных на сайте ИХТТМ: <http://www.solid.nsc.ru>.

Исследования коллектива ИХТТМ осуществлялись в рамках научной школы академика В.В. Болдырева, основных научных направлений института, программ фундаментальных исследований РАН и СО РАН, федеральных целевых программ, интеграционных и международных проектов, грантового финансирования различных отечественных и зарубежных фондов. Институт сотрудничает со многими институтами РАН и СО РАН, высшими учебными заведениями, РНЦ «Курчатовский институт», ФНПЦ «Алтай», Всероссийским научно-исследовательским институтом экспериментальной и технической физики (г. Саров), а также с зарубежными научными центрами и фирмами.

В 2000-е годы в институте выросли новые лидеры научных направлений.

⁴⁰ Архив ИХТТМ СО РАН. Справка о научной и научно-организационной деятельности Института химии твердого тела и механохимии СО РАН за период с 2000 г. по 2005 г. Новосибирск, 2005. 84 с.

⁴¹ Архив ИХТТМ СО РАН. Справка о научной и научно-организационной деятельности Института химии твердого тела и механохимии СО РАН за период с 2006 г. по 2010 г. Новосибирск, 2011. 83 с.

Академик Н.З. Ляхов является лидером научного направления «Химические проблемы создания новых функциональных материалов, наноструктурированных покрытий и композитов для различных областей применения». В 2005 г. он выступил на заседании президиума СО РАН с докладом⁴², который посвятил относительно новому классу объектов – механокомпозитам, интерес к которым существенно вырос в связи с развитием нанотехнологий. Н.З. Ляхов подчеркнул, что механокомпозиты можно рассматривать в качестве прекурсоров (предшественников в синтезе) для многих хорошо известных процессов, открывая тем самым пути к получению новых материалов. Препятствием на пути широкого внедрения механокомпозитов в практику Н.З. Ляхов назвал такую проблему, как масштабирование процессов до технологически приемлемого уровня, решить которую одному институту не под силу.

В 2007 г. директор ИХТТМ Н.З. Ляхов выступил с научным докладом «Синтез и перспективные применения наноматериалов»⁴³, в котором отметил, что в институте разработан ряд технологий, имеющих целью устойчивое получение наноматериалов (порошков, волокон, композитов), обладающих свойствами, привлекательными с точки зрения их последующего использования. В качестве иллюстраций были показаны синтезы металлических нанопорошков, инкапсулированных металлов, наноксидов, нанокомпозитов, в том числе с биологически активными соединениями.

Академиками Н.З. Ляховым и В.В. Болдыревым была выдвинута инициатива создания на базе института Центра механохимических технологий для наноиндустрии, который располагал бы оборудованием для получения наноматериалов.

Неотъемлемой частью деятельности института являлось международное сотрудничество с научными центрами США, Великобритании, Германии, Франции, Испании, Италии, Японии, Кореи, Китая. Сотрудничество с азиатскими странами по ряду направлений стало приоритетным для института. Химия твердого тела и, особенно, механохимия становятся в этих странах основой экологически чистых и ресурсосберегающих технологий. Н.З. Ляхов как член Азиатско-Тихоокеанской академии материалов стал инициатором нескольких проектов. В Санчонском национальном университете открыт Корейско-Российский технологический институт механохимии (2007 г.), в котором организованы работы по модификации свойств

⁴² Макарова В. В президиуме СО РАН // Наука в Сибири. 2005. № 42.

⁴³ Макарова В. В президиуме СО РАН // Наука в Сибири. 2007. № 10.

металлов с помощью нанодобавок⁴⁴.

Академик Н.З. Ляхов в своих выступлениях и публикациях неоднократно подчеркивал, насколько важно внедрять в химическую промышленность методы «зеленой» химии, то есть химии, которая бы не вредила окружающей среде. В 2011 г. Н.З. Ляхов награжден премией им. В.А. Коптюга (в составе авторского коллектива)⁴⁵ за цикл работ «Использование принципов зеленой химии в фундаментальных и прикладных исследованиях в интересах устойчивого развития».

В последнее время усилилась роль института как координатора исследований по целому ряду проблем. Одна из них – развитие нанотехнологий – стала побудительным мотивом для организации научных мероприятий, в том числе совместно с белорусскими учеными. В 2007 г. институт организовал Всероссийскую конференцию по наноматериалам и одновременно международный семинар «Наноструктурные материалы-2007» («Нано-2007»)⁴⁶. Направления, на которых было сосредоточено внимание на конференции «Нано-2007»: наноструктурные материалы и их физико-химические свойства; объемные наноматериалы; нанокомпозиты и многослойные структуры; физико-химические методы исследования наноматериалов; использование наноструктурных материалов в промышленности.

Научное направление по комплексному анализу физико-химических свойств композитов активно развивает д.х.н. Н.Ф. Уваров. В 2012 г. ему присуждена премия В.А. Коптюга (в составе авторского коллектива)⁴⁷. Наиболее важным результатом цикла работ «Разработка научных основ создания композиционных и наноструктурированных материалов для перспективных систем водородной энергетики и исследование устройств с их использованием» является формулирование принципов, касающихся дизайна новых материалов для перспективных процессов и устройств водородной энергетики. Авторами создан новый перспективный тип материалов – функционально структурированные композиционные материалы, состоящие из слоёв с градиентом по составу и пористости, нанесённые на макропористые металлические носители, обеспечивающие необходимую термомеханическую стабильность и

⁴⁴ Сержэк И. Открыт Корейско-Российский институт механохимии // Наука в Сибири. 2007. № 18.

⁴⁵ Премии РАН имени В.А. Коптюга 2011 года // Наука в Сибири. 2011. № 24.

⁴⁶ Юдина Л. «Нано-2007» // Наука в Сибири. 2007. № 11.

⁴⁷ Водородная энергетика для устойчивого развития // Наука в Сибири. 2012. № 19.

конструкционную адаптируемость. Ими успешно решены основные взаимосвязанные задачи создания таких материалов, включая дизайн носителей, синтез и оптимизацию составов нанокompозитных активных материалов, разработку процессов их нанесения в виде функционально структурированных слоев на носители и испытания полученных материалов в устройствах разных типов (ТОТЭ, каталитические, в том числе мембранные, реакторы).

Ведущим направлением института по-прежнему является механохимическая тематика. Сотрудники ИХТТМ СО РАН составляют «ядро» ныне всемирно известной школы академика В.В. Болдырева по механохимии. Среди них следует отметить Е.Г. Аввакумова, Е.В. Болдыреву, К.Б. Герасимову, Т.Ф. Григорьеву, А.А. Гусеву, А.В. Душкина, В.В. Зырянова, Г.Р. Карагедова, М.И. Корчагина, Н.В. Косову, И.Г. Констанчук, О.И. Ломовского, Н.З. Ляхова, Ю.Т. Павлюхина, В.А. Полубоярова, Ф.Х. Уракаева, М.В. Чайкину, Т.П. Шахтшнейдер и др. С 2006 г. научная школа академика В.В. Болдырева трижды получала поддержку по президентской программе «Ведущие научные школы Российской Федерации».

Интерес к механохимическим процессам и технологиям в мире растёт с каждым годом. Исследования по механохимии являются основой для создания экологически чистых, энерго- и ресурсосберегающих технологий получения новых функциональных материалов. Новосибирск – один из признанных в мире центров по изучению механохимических процессов и их использованию в промышленности. ИХТТМ является организатором Международной конференции «Фундаментальные основы механохимических технологий» (2001⁴⁸, 2004⁴⁹, 2009⁵⁰, 2013⁵¹ гг.), которая объединила специалистов по механохимической тематике. Так, в конференции 2013 г. приняло участие 170 чел., из них помимо российских исследователей – учёные из ближнего зарубежья (Казахстан), а также из Германии, Франции, Италии, Великобритании, Словакии, Канады, Индии, Китая, Кореи, Японии.

Всплеск интереса к органическим и органо-неорганическим системам, ориентированным на человека, поставил перед исследователями цель – разобраться,

⁴⁸ Механохимические технологии будущего // Наука в Сибири. 2001. № 34.

⁴⁹ Федорцев Д. «Механохимический синтез и спекание» // Наука в Сибири. 2004. № 26–27.

⁵⁰ Юдина Л. Расширяя сферы приложения сил // Наука в Сибири. 2009. № 22.

⁵¹ Аввакумов Е.Г., Шахтшнейдер Т.П. К новым достижениям в механохимии // Наука в Сибири. 2013. № 28–29.

как механохимические процессы влияют на свойства тех или иных лекарственных препаратов. Проблемы обсуждались на международной конференции «Механохимия и механическое сплавление». Из пяти конференций, прошедших в разных городах, две организованы по инициативе ИХТТМ в Новосибирске (1997, 2006⁵² гг.). Конференции сопровождались заседанием Международной механохимической ассоциации, на которой решались организационные вопросы кооперации ученых различных стран в разработке тех или иных направлений исследований.

Д.х.н. Е.Г. Аввакумов является одним из основателей нового научного направления – механохимии реакций твердофазного синтеза в неорганических системах. В 2013 г. президиум РАН присудил ему премию имени Н.В. Мельникова за серию научных работ по теме «Применение механических методов активации для комплексной переработки природного и техногенного сырья»⁵³. Объектами исследований Е.Г. Аввакумова являются перспективные циркон-ильменитовые



Заслуженный деятель науки РФ
д.х.н., проф. Е.Г. Аввакумов.

месторождения юга Западной Сибири, расположенные в Томской, Омской, Новосибирской и Тюменской областях. Автором изучен процесс механической активации руд ряда россыпных месторождений, показана возможность использования для комплексной переработки рудосодержащих песков циркон-ильменитовых месторождений новых механохимических методов с целью получения большой номенклатуры функциональных материалов. Работы Е.Г. Аввакумова имеют большое научное и практическое значение в горном деле и металлургии.

Ниже приводятся наиболее значимые результаты ИХТТМ, полученные по конкретным научным направлениям за последние несколько лет.

⁵² Юдина Л. Механохимия и механическое сплавление // Наука в Сибири. 2006. № 28–29.

⁵³ Александрова Ю. Механические методы активации – для комплексной переработки сырья // Наука в Сибири. 2013. № 20.

Реакционная способность твердых веществ, в том числе молекулярных кристаллов и супрамолекулярных систем.

Одним из перспективных направлений являются исследования влияния давления на молекулярные кристаллы. В 2004 г. д.х.н. Е.В. Болдырева, лауреат конкурса этого года «Лучшие ученые РАН – доктора наук», выступила на заседании президиума СО РАН с докладом «Применение высоких давлений для изучения молекулярных кристаллов»⁵⁴. В докладе рассмотрены примеры влияния давления на кристаллы комплексных соединений, солей органических кислот, лекарственных веществ, аминокислот. Затронуты вопросы применения высоких давлений для изучения межмолекулярных взаимодействий в кристаллах, возможного использования результатов исследований молекулярных кристаллов при высоких давлениях в связи с изучением динамики пространственной структуры биополимеров.

Детально исследованы молекулярные кристаллы хлорпропада (Е.В. Болдырева, Т.Н. Дребущак). Впервые в чистом виде выделены пять полиморфных модификаций субстанции, расшифрована их кристаллическая структура, изучены переходы между формами. Доказано, что описанные ранее 15 форм хлорпропада в действительности представляют собой смеси четырех полиморфных модификаций. Пятая обнаружена впервые и ранее не наблюдалась. Результаты важны для производства новых

лекарственных форм. Исследования проводились совместно с Институтом катализа, Институтом геологии и минералогии, Новосибирским институтом органической химии им. Н.Н. Ворожцова и Научно-образовательным центром «Молекулярный дизайн и экологически безопасные технологии» НГУ. Д.х.н. Е.В. Болдырева удостоена премии Европейской ассоциации



Доктор химических наук
Е.В. Болдырева. 2004 г.

⁵⁴ Макарова В. В президиуме СО РАН // Наука в Сибири. 2005. № 1.

прикладной физической химии по прикладной физической химии (2007 г.).

Важным направлением работы ИХТТМ является модифицирование свойств известных лекарственных средств с целью решения проблем повышения их растворимости, усвояемости, адресной доставки в организме. Такие разработки становятся актуальными в свете принятия в 2010 г. федеральной



Т.И. Королева на участке механической активации для производства быстрорастворимых порошков фармацевтического и пищевого назначения.

целевой программы по фармации, предусматривающей, наряду с разработкой новых препаратов, качественное импортозамещение. Сотрудники ИХТТМ, используя субстанции известных лекарств, улучшают их фармакологические характеристики и превращают в более эффективные и безопасные лекарственные средства. Продолжается сотрудничество с рядом химических институтов СО РАН по лекарственным препаратам широкого спектра действия.

Методами механохимического синтеза получены композиции лекарственных веществ (ибупрофен, нифедипин, мезапам и др.) и глицирризиновой кислоты (А.В. Душкин). При растворении механохимически полученных композиций молекулы лекарственных веществ включаются в мицеллы глицирризиновой кислоты. Полученные совместно с Новосибирским институтом органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН лекарственные агенты, представляющие собой супрамолекулярные структуры, позволяют существенно снизить действующие дозы лекарственных веществ до 10–100 раз и нежелательные побочные эффекты.

В области электрохимии гетерогенных систем установлены причины пассивации золота в растворах его линейных комплексов с различными лигандами и причины его активации в присутствии катализаторов (Р.Ю. Бек, А.Г. Зелинский, О.Н. Новгородцева); разработана теория проточных пористых электродов, в т.ч. динамическая модель таких электродов, учитывающая изменение их параметров в

процессе электроосаждения металлов (А.И. Маслий, Н.П. Поддубный, А.Ж. Медведев); создан новый тип пористых электродных матриц (металлизированный синтепон) с повышенной глубиной проникновения электрохимических процессов и конечной массой осадка металлов (А.И. Маслий, Н.М. Захарова); доказана перспективность применения новых материалов в качестве гибких экранов от электромагнитного излучения в микроволновом и ИК-диапазонах, а также в качестве противовирусных и антимикробных фильтров в медицинских масках, системах очистки воздуха и воды (А.А. Вайс, А.Ж. Медведев, Т.П. Александрова).

Механизмы твердофазных превращений, в том числе в условиях высоких давлений и температур, горения и взрыва.

Сотрудниками института (Е.В. Болдырева, В.С. Миньков) обнаружена и исследована множественность конформационных состояний цистеина – важнейшего фрагмента активных сайтов многих белков, проявляющаяся при варьировании температуры и давления и играющая решающую роль как в ходе фазовых переходов в кристаллах, так и при функционировании цистеинсодержащих биополимеров. Полученные результаты важны для молекулярной биофизики.

Как показали исследования, механохимически синтезированные композиты могут



Доктор химических наук
Т.Ф. Григорьева. 2004 г.

быть прекурсорами для большого спектра технологий. Полученные механокомпозиты достаточно легко «встроить» в уже существующую технологию, улучшая как параметры процесса, так и качество получаемого продукта. Наиболее яркий пример такого подхода – механоактивируемый самораспространяющийся высокотемпературный синтез – МАСВС (М.А. Корчагин, Т.Ф. Григорьева). Использовать классический СВС для высокоэнергетичных систем очень сложно из-за высоких температур, развивающихся в процессе синтеза. Ученые ИХТТМ совместно с коллегами из Беларуси, используя механохимически синтезированные нанокомпозиты, существенно снизили

температуру реакции для высокоэкзотермических систем и провели химический синтез в режиме горения. Существенно изменены и улучшены физико-механические характеристики полученного продукта⁵⁵.

На основе методов механической активации и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза разработан способ получения ультрадисперсных оксидов (Т.Ф. Григорьева). Показано, что образующиеся при механической активации композиты металл-оксид могут служить прекурсорами для проведения гетерогенных химических реакций в режиме СВС.

Механохимия неорганических и органических веществ, минерального и возобновляемого сырья.

Механохимический подход для получения различных типов функциональных материалов разрабатывался в институте с конца 1990-х гг.

В настоящее время в мире синтезировано множество электродных материалов для литий-ионных аккумуляторов. В ИХТТМ развиваются новые подходы, связанные с получением композиционных материалов, состоящих не из одной активной составляющей, а из двух, чтобы использовать положительные свойства обеих. Дополнительным импульсом к более активному поиску новых материалов для литий-ионных аккумуляторов послужило обращение к институту специалистов Новосибирского завода химконцентратов. За последние несколько лет в ИХТТМ разработан метод механохимического синтеза перспективных катодных материалов для литий-ионных аккумуляторов (Н.В. Косова)⁵⁶. Оптимизирован синтез железofосфата лития LiFePO_4 . Показано, что введение углерода на начальной стадии механохимического синтеза уменьшает размер частиц и существенно улучшает электрохимические характеристики LiFePO_4 .

На примере систем $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} + \text{Al}$ и $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Fe} + \text{Al}$ показано, что кратковременная механическая активация позволяет осуществить восстановление оксидов и создать нанокompозит металл–оксид ($\text{Fe/Al/Al}_2\text{O}_3$; $\text{Fe/Cr/Al/Al}_2\text{O}_3$), в котором достигается высокий уровень гомогенности смеси металлов с наноразмерными оксидами (Т.Ф. Григорьева). Синтезированные механокомпозиты, использованные в качестве прекурсоров в процессе СВС, обеспечивают получение нанокompозитов

⁵⁵ Юдина Л. Материалы, на которые делают ставку // Наука в Сибири. 2011. № 44.

⁵⁶ Юдина Л. Завод начинается ... с лаборатории // Наука в Сибири. 2012. № 50.

интерметаллид–оксид ($\text{FeAl}/\text{Al}_2\text{O}_3$; $\text{Fe}(\text{Cr})\text{Al}/\text{Al}_2\text{O}_3$). Эти исследования выполнены совместно с Институтом порошковой металлургии НАН РБ.

В институте разработаны механохимические методы извлечения биологически активных веществ из растительного сырья (О.И. Ломовский).

Химическое материаловедение. Модифицирование и дизайн новых структур и материалов, биологически активных веществ и препаратов. Химия нанобъектов и нанокмпозитов.

В ИХТТМ разработан и осуществлен механохимический и самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) стабильных квазикристаллических фаз (Б.Б. Бохонов, М.А. Корчагин). Об актуальности и важности этих исследований говорит такой факт: в 2011 г. Нобелевская премия по химии присуждена Д. Шехтману (Израиль) «за открытие квазикристаллов» в 1981-1983 гг. Нобелевский комитет резюмировал, что лауреат «полностью изменил представление химиков о природе твёрдых тел». Применение механохимических и СВС методов синтеза дало возможность получать квазикристаллические фазы достаточно быстро, просто и в большом количестве. Учеными ИХТТМ совместно с ИЯФ СО РАН на источнике синхротронного излучения проведены исследования структурных характеристик квазикристаллов. Несмотря на то, что к настоящему моменту квазикристаллы не нашли широкого практического применения, открытие квазикристаллов расширяет представления о строении твердых тел и, несомненно, приведет к их практическому использованию⁵⁷.

За последние несколько лет разработан метод синтеза инкапсулированных углеродом наноразмерных частиц карбидов, нитридов и боридов тугоплавких металлов (Б.Б. Бохонов). Низкотемпературным отжигом механически активированных композиций в системах «металл – углерод», «металл – нитрид бора» получены карбиды и нитриды гафния и циркония – химически инертные тугоплавкие соединения, применяемые в качестве материалов для чрезвычайно изнсоустойчивых покрытий и сверхтвердых сплавов.

В институте проводятся исследования по протонным проводникам, которые могут быть использованы в различных электрохимических устройствах – сенсорах парциального давления водорода, селективных мембранах, среднетемпературных

⁵⁷ Бохонов Б.Б. Уникальные свойства квазикристаллов // Наука в Сибири. 2011. № 45.

топливных элементах. Синтезирован новый класс материалов – протонные композиционные электролиты на основе гидросульфатов и гидрофосфатов цезия, рубидия, калия с различными добавками из оксидов титана, циркония, алюминия, кремния (В.Г. Пономарева)⁵⁸. Показано, что исследованные электролиты являются наиболее перспективными из известных для использования в качестве мембран в среднетемпературных топливных элементах. Обнаружен значительный рост низкотемпературной проводимости. Установлено исчезновение суперионного фазового перехода и образование разупорядоченных состояний ионных солей при существенном изменении их термодинамических свойств.

Разработана оригинальная стратегия регулирования функциональных свойств оксидов со смешанной кислород-электронной проводимостью, которые являются перспективными материалами для кислородпроницаемых мембран, используемых в реакторах конверсии метана в синтез газ и в качестве электродов в твердооксидных топливных элементах (А.П. Немудрый). Показано, что допирование перовскитов на основе кобальтита и феррита стронция высокозаряженными катионами Nb, Ta, Mo, W приводит к образованию нанодоменной текстуры. При этом сохраняется высокая подвижность кислорода, улучшаются термомеханические свойства перовскитов, увеличивается их стабильность в широком диапазоне парциальных давлений кислорода и в присутствии углекислого газа. Разработаны новые методы исследования нестехиометрических перовскитов со смешанной проводимостью.

В институте разработаны методы синтеза наноразмерных интерфейсных покрытий на армирующих углеродных и карбидокремниевых волокнах для высокотемпературных керамических композитов; исследованы структура и свойства межфазной границы в композитах (Н.И. Бакланова).

Разработан механохимически стимулированный низкотемпературный синтез нитрида алюминия для получения нанокерамики с высокой теплопроводностью (Г.Р. Карагедов). Снижение температуры синтеза происходит за счет предварительного механохимического удаления оксидной пленки с частиц металлического алюминия.

Реакцией термического разложения ацетатов висмута и серебра в цеолитной матрице получены композиты, содержащие наночастицы этих металлов (Ю.М. Юхин).

⁵⁸ Юдина Л. Очень трудная задача // Наука в Сибири. 2011. № 9.

In vitro и *in vivo* установлена высокая антибактериальная активность полученных композитов. Сравнительными исследованиями антибактериальной активности наночастиц серебра и его ионной формы показано, что в испытываемой бактериальной среде действие наночастиц оказывается намного более эффективным.

Основными проблемами современной фармацевтической технологии являются получение лекарственных веществ путем синтеза или извлечения нужных компонентов из природного сырья и создание лекарственных форм, важных для потребителя, а также достижение свойств лекарственных веществ, упрощающих технологический процесс и улучшающих терапевтические свойства препаратов. В 2010 г. академик В.В. Болдырев рассказал на заседании президиума СО РАН о применении химии твердого состояния в решении проблем современной фармации. В докладе рассмотрены отдельные примеры использования химии твердого тела для решения задач, стоящих перед фармацевтической технологией: повышение селективности и скорости органического синтеза, упрощение процесса экстракции. Рассмотрено влияние размерных эффектов, изменения габитуса кристаллов, полиморфизма и аморфизации на основные характеристики активных фармацевтических ингредиентов и полученных на их основе лекарственных форм.

В рамках интеграционного проекта совместно с ИХКГ, НИОХ и ИТПМ СО РАН изучен обезболивающий эффект и токсичность аэрозольных частиц ибупрофена в ингаляционных экспериментах на мышах (В.В. Болдырев). Эффективность осаждения ибупрофена в легких измерена в зависимости от размера частиц. Показано, что терапевтический эффект аэрозольного введения ибупрофена на пять порядков выше, чем традиционного перорального.

Совместно с Новосибирским институтом органической химии им. Н.Н. Ворожцова, Иркутским институтом химии им. А.Е. Фаворского СО РАН и Институтом терапии СО РАМН подготовлены к клинической апробации первые отечественные импортзамещающие гипохолестеринемические и антигипертензивные препараты (А.В. Душкин). Впервые показано, что клатраты фармаконов с арабиногалактаном – метаболитом лиственниц Сибири - перспективны для разработки новых низкодозных кардиоактивных, психотропных, противовоспалительных и анальгетических препаратов.

Разработка методов исследования быстропротекающих процессов с использованием синхротронного излучения.

В Институте проводились исследования химических превращений в твердой фазе в экстремальных условиях высоких температур и давлений, реализуемых во время классических твердотельных реакций, во время горения, взрыва, ударноволнового нагружения и др. методами *in situ* с использованием синхротронного излучения (Б.П. Толочко).

Институту принадлежит приоритет в разработке новых установок для изучения быстропротекающих процессов. Это экспериментальные станции синхротронного излучения № 5–6 ВЭПП-3 «Дифракционное кино», № 0–6 ВЭПП-3 «Экстремальные состояния вещества», на которых проводят эксперименты десятки институтов, вузов, НИИ различных министерств и ведомств. *In situ* методами «дифракционного кино» исследован процесс термического разложения длинноцепочечных карбоксилатов



Экспериментальная станция «ВЗРЫВ» на канале СИ накопителя ВЭПП-3.

серебра. Обнаружено образование монодисперсных наночастиц серебра размером 5–6 нм, которые упорядочены в периодические мезоструктуры. Полученная система перспективна в качестве стандарта при исследованиях с применением методов малоуглового рентгеновского рассеяния.

Прикладные разработки.

Коллектив ИХТТМ под руководством академика Н.З. Ляхова занимается вопросами использования твердых отходов промышленности и энергетики для производства стройматериалов, извлечения благородных металлов из растворов, поиска нетрадиционных источников литейного сырья и решением других насущных проблем. Из прикладных разработок последних лет можно назвать следующие:

Разработан энергосберегающий и экологически чистый механохимический метод получения наноразмерного композиционного катодного материала, который отличается

доступной ценой, нетоксичностью, структурной и химической устойчивостью при циклировании при повышенных температурах и практически не уступает по электрохимическим показателям другим известным катодным материалам (Н.В. Косова). Данная технология планируется к использованию при производстве катодов для литий-ионных аккумуляторов на базе ОАО «НЗХК» (г. Новосибирск).

В рамках проекта «Создание производства изделий медицинского назначения для травматологии и ортопедии из наноструктурной биокерамики» на базе ОАО «НЭВЗ-Союз» (г. Новосибирск) совместно с рядом организаций проведены положительные *in vivo* исследования материала на основе гидроксилapatита (М.В. Чайкина). Технология пригодна для покрытия металлических и керамических медицинских имплантатов.

Совместно с ООО «РН-УфаНИПИнефть» предложена новая экологически безопасная механохимическая технология получения тампонажных материалов для водоизоляционных работ в зоне действия скважин при нефтедобыче (А.А. Политов). В качестве сырья используются дешевые природные материалы, такие как торф и речной песок, отходы сельского хозяйства (шелуха злаков) и отходы производства. Новые материалы дешевле аналогов и характеризуются хорошими реологическими свойствами. Материалы испытаны на нефтяных месторождениях РФ.

Разработан и доведен до мелкосерийного производства малогабаритный погружной электролизер АК-1 для извлечения металлов из разбавленных растворов и, в первую очередь, для извлечения серебра из фиксажных растворов (А.А. Вайс, А.И. Маслий, Ю.В. Кислицын, Н.М. Захарова).

Разработан способ модифицирования стали и сплавов с использованием керамических порошков (В.А. Полубояров). Введение в металл на стадии разлива ультрадисперсных порошков в количестве 0,1-0,05 % позволяет увеличить прочность металла на 15-35 %, повысить пластичность и коррозионную стойкость в 2-2,5 раза. Технология может применяться для модификации всех марок чугунов, многих марок сталей, цветных металлов. Проведены промышленные испытания на заводах России.



Автономный комплекс АК-1.

Разработаны методы синтеза соединений висмута высокой чистоты для техники и медицины и организовано их производство на ЗАО «Завод редких металлов» (г. Новосибирск) (Ю.М. Юхин). Разработан способ получения лекарственной субстанции висмут трикалия дицитрата, на основе которого создано отечественное противоязвенное лекарственное средство, аналог препарата "Де-Нол" (Нидерланды). В 2013 году ИХТТМ получил лицензию на осуществление производства лекарственных средств, что позволит приступить к наработке опытных партий фармакологической субстанции висмут трикалия дицитрата и лекарственного препарата на его основе.

Разработана механохимическая технология, которая позволяет получать из дрожжевой биомассы препараты, содержащие маннанолигосахариды в биологически доступной форме (О.И. Ломовский, А.Л. Бычков). Являясь экологически чистым заменителем синтетических кормовых антибиотиков, маннанолигосахариды позволяют бороться с бактериальными инфекциями у сельскохозяйственных животных и птицы. Производственные линии для реализации предложенной технологии могут монтироваться на подвижных платформах для работы в регионах. В получаемом продукте содержится в 1,3 раза больше биологически доступных маннанолигосахаридов, чем в известном аналоге – BioMOS (США).

О проблемах внедрения важнейших разработок Н.З. Ляхов неоднократно докладывал на заседаниях президиума СО РАН. На Общем собрании Сибирского отделения, посвященном развитию нанотехнологий (2007 г.), он предложил создать Центр пилотных установок, в котором были бы представлены уже имеющиеся в Сибирском отделении заделы: химические технологии, лучевые технологии и т.п. Одной из важнейших функций этого Центра могла бы стать актуальная для всей российской науки деятельность по стандартизации и сертификации создаваемых материалов.

Институт уделяет большое внимание рекламе разработок, в частности, на выставках в России и за рубежом. Только за период 2006–2010 гг. ИХТТМ принял участие в 41 выставке и представил в общей сложности более 40 экспонатов на международных и отечественных выставках в Новосибирске, Москве, Санкт-Петербурге, Красноярске, Омске, Кемерово, Софии (Болгария), Пекине, Шеньяне, Чанчуне, Шеньчжэне, Харбине, Фучжоу (Китай), Дели (Индия), Париже (Франция).

Разработки института широко представлены на постоянно действующей выставке

СО РАН в Новосибирске. В институте функционирует собственная выставка разработок. Описание разработок ИХТТМ на русском и английском языках размещены на постоянно обновляющемся сайте Президиума СО РАН и сайте института.

Ряд разработок института отмечен наградами – «Центробежная мельница непрерывного действия» (Большая Золотая медаль Сибирской ярмарки), «Силикатное вяжущее сырье для создания строительных материалов и материалов для металлургии» (VI Московский международный салон инноваций и инвестиций, Золотая медаль выставки), «Новый метод синтеза наноструктурированных электродных материалов» и «Центробежный дисковый реактор» (Серебряные медали Сибирской ярмарки), «Тампонирующие материалы для увеличения нефтеотдачи из речного песка, рисовой шелухи и промышленных отходов» (Малая золотая медаль Сибирской ярмарки).

Подготовка кадров.

ИХТТМ является базовым для кафедры химии твердого тела НГУ, которую возглавляет профессор Е.В. Болдырева. Сотрудники института выступили организаторами Научно-образовательного центра «Молекулярный дизайн и экологически безопасные технологии» при НГУ (научный руководитель - академик В.В. Болдырев), созданного при поддержке CRDF, Минобразования РФ и СО РАН (2000 г.). НОЦ готовит кадры по актуальным направлениям современной науки⁵⁹.

Институт участвует также в деятельности научно-образовательного центра «Химические технологии функциональных материалов» при НГТУ (научный руководитель - профессор Н.Ф. Уваров).

Выпускники НГУ, НГТУ, других вузов Сибири стали надежным источником пополнения аспирантуры. Обучение в аспирантуре ИХТТМ осуществляется в очной и заочной формах по специальностям: физическая химия, электрохимия, химия твердого тела. Большинство выпускников аспирантуры остаются работать в институте. Ученый совет института совместно с СНМ проводит ежегодную конференцию-конкурс молодых ученых ИХТТМ. Победители конкурса награждаются денежными премиями. По результатам конкурса работ в области механохимии победители получают финансовое вознаграждение от дочерней компании Института ЗАО «НОВИЦ».

Возможность участия в различных конкурсах, конференциях как в России, так и

⁵⁹ Юдина Л. День сегодняшний, день грядущий...: Интервью с академиком В.В. Болдыревым // Наука в Сибири. 2004. № 46.

за рубежом, наличие квалифицированных научных руководителей, работа межинститутского семинара создают необходимые условия для подготовки кандидатских, а затем и докторских диссертаций. В институте функционирует докторский диссертационный совет по специальности химия твердого тела (химические науки). В 2000–2005 гг. в диссертационном совете прошли защиты 9 докторских и 11 кандидатских диссертаций, в 2006–2010 гг. – 7 докторских и 11 кандидатских диссертаций.

Начиная с 2000 г. институт пополнили кадры высокой квалификации в ранге докторов и кандидатов наук. Докторские диссертации защитили сотрудники ИХТТМ Е.В. Болдырева, Б.Б. Бохонов, Н.И. Бакланова, Т.Ф. Григорьева, В.В. Зырянов, А.П. Немудрый, Ю.Т. Павлюхин, В.Г. Пономарева, А.А. Сидельников, Б.П. Толочко.

Кандидатами наук стала многочисленная группа сотрудников института, среди которых А.И. Анчаров, Л.И. Афонина, А.Л. Бычков, О.В. Голязимова, Б.А. Захаров, Т.М. Зима, Д.В. Дудина, Г.К. Королев, Г.В. Лаврова, И.О. Ломовский, Ю.Г. Матейшина, Е.С. Метелева, В.С. Миньков, М.А. Михайленко, С.А. Мызь, Ю.С. Охлупин, А.А. Политов, О.А. Савинская, Е.В. Старикова, И.А. Старков, К.А. Тарасов, Е.В. Тимакова, Н.А. Туманов, А.С. Улихин, А.В. Уткин, С.А. Чижик, Е.Г. Шаполова, М.Р. Шарафутдинов.

Для решения поставленных задач Институт обеспечен квалифицированными научными кадрами и основным научным и производственным оборудованием. На 1 января 2014 г. в коллективе ИХТТМ работали 218 чел., среди 98 научных сотрудников – два академика (В.В. Болдырев и Н.З. Ляхов), 21 доктор наук и 54 кандидата наук⁶⁰.

Подводя итоги деятельности Института химии твердого тела и механохимии СО РАН за семь десятилетий его истории, можно с уверенностью сказать следующее. Институт из небольшого учреждения, созданного в годы Великой Отечественной войны с задачей изучения производительных сил региона и организации исследований прикладной направленности, ныне превратился в научный центр мирового уровня, который проводит широкомасштабные фундаментальные исследования и осуществляет прикладные разработки в соответствии с критическими технологиями РФ, федеральными целевыми программами, приоритетными направлениями

⁶⁰ По данным Управления кадров Президиума СО РАН.

фундаментальных исследований РАН и СО РАН. В коллективе работают уникальные специалисты, способные решать задачи в области химии твердого тела, химического материаловедения и механохимии, создавать современные технологии на мировом уровне.

Институт активно сотрудничает с институтами РАН и СО РАН, высшими учебными заведениями, зарубежными научными организациями и научными подразделениями иностранных фирм. Институт активен в получении внешнего финансирования – сотрудничает с организациями реального сектора экономики и зарубежными фирмами. Сотрудники ИХТТМ участвуют в международном научном обмене, а также в конференциях, совещаниях и семинарах.

В современном обществе происходят изменения, которые затрагивают и научное сообщество. Проводимая реформа РАН ставит перед коллективами академических институтов новые задачи, дает дополнительный стимул к поиску новых актуальных исследовательских направлений и их преломления для сфер практического применения. Богатейший научный потенциал, который накоплен в ИХТТМ за семь десятилетий его истории, позволяет коллективу института с оптимизмом смотреть в будущее.

Автор выражает благодарность советнику РАН академику В.В. Болдыреву, директору ИХТТМ СО РАН академику Н.З. Ляхову, ученому секретарю Института к.х.н. Т.П. Шахтшнейдер за консультации и помощь в подготовке статьи.

**ОТ ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ДО ИНСТИТУТА ХИМИИ ТВЁРДОГО ТЕЛА И МЕХАНОХИМИИ.
ДВА ЛИДЕРА**

*Н.П. Коцупало
доктор технических наук
заместитель директора по науке ЗАО «Экостар-Наутех»*

В 1944 г. решением президиума Академии наук СССР организован Западно-Сибирский филиал под руководством академика А.А. Скочинского. В состав президиума Филиала вошли его заместители К.Н. Шмаргунов и А.Т. Логвиненко. Ещё шла война, но все понимали, что Филиал создается прежде всего для решения послевоенных задач. В состав Филиала вошли четыре института: химико-металлургический, медико-биологический, транспортно-энергетический и горно-геологический. А.Т. Логвиненко и К.Н. Шмаргунов провели большую организационную работу по укомплектованию институтов кадрами.



А.Т. Логвиненко.

Химико-металлургический институт создан на базе Новосибирской областной комплексной химической лаборатории, ключевой фигурой которой был А.П. Пентегов. Основной состав ведущих сотрудников Химико-металлургического института был привлечён именно из этой лаборатории. Институты черпали кадры из учебных заведений Новосибирска, Томска, Кемерово, Новокузнецка (в то время Сталинска-Кузнецка). Одним из первых директоров Химико-металлургического института был д.т.н., профессор Павел Германович Рубин из Новокузнецка, но вскоре его сменил к.х.н., доцент Тодос Васильевич Заболоцкий из Новосибирского медицинского института.

Уже через год президент АН СССР академик В.Л. Комаров писал партийному руководству Новосибирска «...Я убедился, что молодой филиал правильно наметил пути своего развития и обещает стать мощным научным центром. Объединив вокруг себя научные силы Западной Сибири и опираясь на широкую общественность, он может оказать большую помощь развитию и освоению огромных природных ресурсов этого богатого и обширного края и делу подъёма его культуры».

Химико-металлургический институт отмечает свой юбилей с новым названием: Институт химии твёрдого тела и механохимии и с новым директором – академиком РАН Николаем Захаровичем Ляховым.

Но мне хотелось бы сказать о двух предыдущих директорах, с которыми я работала в течение 35 лет. Это Александр Титович Логвиненко и Владимир Вячеславович Болдырев.

А.Т. Логвиненко стал директором Института в 1951 г. и оставался на этой должности 25 лет до 1976 г. Он не дожид



А.Т. Логвиненко с Н.С. Хрущевым.
1959 г.

своего 100-летнего юбилея всего три года. Технолог по образованию и научному мышлению, он всегда интересовался непосредственным внедрением научных исследований в промышленность. Об этом красноречиво говорят разработки Института в период его руководства.

Крупные разработки Института в период с 1951 по 1976 гг.:

1. Разработка технологии производства кедрового бальзама и иммерсионного масла, заменивших импортные продукты, с использованием живицы кедра сибирского. Руководитель работ – Валентина Алексеевна Пентегова.
2. Создание технологии получения керамических изделий из глин Дорогинского месторождения. Технология положена в основу строительства Дорогинского керамического комбината. Руководитель работ – Феоктиста Александровна Матвеева.
3. Создание технологии получения электродных материалов из антрацитов Горловского бассейна. Технология положена в основу строительства завода электродных изделий (пос. Евсино). Руководитель работ – Надежда Сергеевна Осташевская.
4. Комплекс работ по использованию соляных богатств Кулундинской степи, в числе которых стабилизация режима оз. Бурлинского, что позволило удвоить добычу поваренной соли и обеспечить посёлок пресной водой. Руководитель работ – Юлия Павловна Никольская.

5. Создание комплексной переработки редкометального концентрата. Технология положена в основу строительства первого в СССР химико-металлургического завода. Авторы разработки удостоены Сталинской премии: за редкометальный передел – Иван Сергеевич Лилеев, Ольга Гавриловна Евтеева, Елена Ивановна Маслова, Фаина Фёдоровна Баркова, за разработку силикатного передела – Александр Титович Логвиненко, Галина Дмитриевна Урываева.
6. Экстракционное получение индия. Руководитель работ – Исаак Самойлович Левин.
7. Работы по обследованию и анализу показателей, важных для прогноза калиеносности отложений в Канско-Тасеевской впадине, увенчавшиеся открытием крупнейшего калийного месторождения на севере Иркутской области. Руководитель работ – Андрей Селафилович Колосов. Работа проводилась совместно с геологами, координировалась академиком А.Л. Яншиным и рядом комиссий.
8. Восстановительный способ спекания железистых бокситов. Удачно прошли промышленные испытания, внедрение технологии состоялось на Павлодарском глинозёмном заводе. Руководитель работ – Ливерий Константинович Яковлев.
9. Создание электролизёров с объёмно-пористыми электродами и внедрение их на золотоизвлекательных фабриках Сибири. Руководитель работ – Роберт Юльевич Бек.

Три последние работы получили развитие и при новом директоре В.В. Болдыреве.

За годы работы в качестве директора Института А.Т. Логвиненко проявил себя не только как организатор науки, но и как специалист в области использования природного сырья и техногенных отходов для получения строительных и вяжущих материалов. Он – лауреат Сталинской премии, кавалер орденов Ленина, Трудового Красного Знамени и Октябрьской Революции, двух орденов Знак почёта и множества медалей. А.Т. Логвиненко был человеком и гражданином с большой буквы.

В 1976 г. произошла смена лидера – Институт возглавил д.х.н. Владимир Вячеславович Болдырев. Смена лидера – процесс болезненный, особенно когда руководитель приходит «со стороны». В этот период мудрость Александра Титовича, его искренняя готовность помочь и советом, и делом, умение поддержать нового лидера в трудных ситуациях, позволили Институту перейти на новое направление и углубить работы по химии твёрдого тела. Честность во всех вопросах, касающихся науки и общественной жизни Института, помогли еще долгие годы работать вместе двум лидерам:

Александр Титовичу и Владимиру Вячеславовичу. Последние годы Александр Титович работал научным консультантом, им создана трудовая летопись коллектива Института. Он оставался в коллективе до 1996 г.

Перед новым директором В.В. Болдыревым стояла задача монопрофилизации Института, постановки фундаментальных исследований, позволяющих решать важные задачи для науки и практики. Стержнем, вокруг которого были объединены исследования Института, стала химия твёрдого тела.

Был проведён цикл исследований по механохимическому вскрытию природных минералов, в том числе лепидолита, сподумена, фосфатных руд. Показано, что механохимические процессы инициируют реакции не только за счёт диспергирования, но и за счёт наведения дефектов в структуре минералов, за счёт активирования твёрдых тел.

Установлена возможность механохимического активирования ферритов–шпинелей, гидраргиллита и других веществ. В результате механоактивации гидраргиллита удалось осуществить процесс интеркаляции лития в межслоевое пространство его разупорядоченной структуры. Это послужило началом развития интеркаляционной химии в Институте. Получили развитие работы по механохимии применительно к электрохимическим процессам. Впервые были механохимически синтезированы сплавы для аккумуляирования водорода. Показана возможность использования механохимии и для органического синтеза и модифицирования свойств лекарственных препаратов.

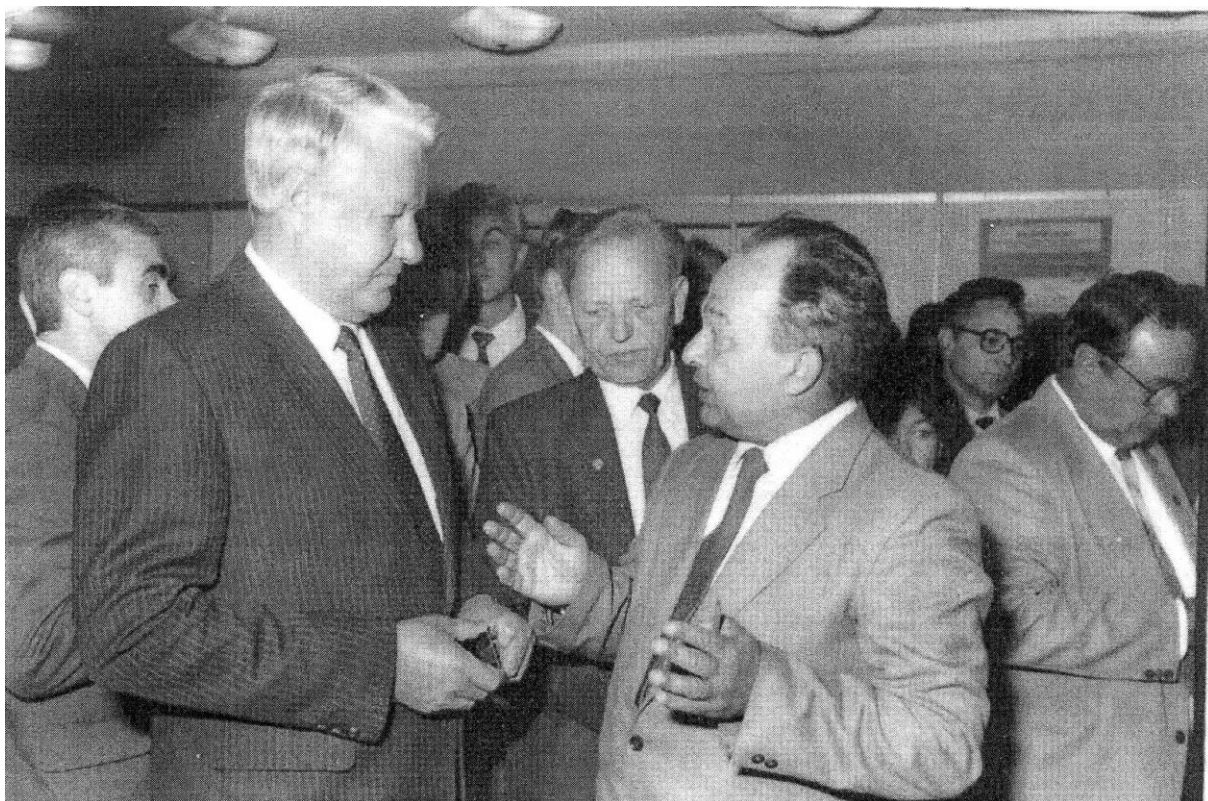


В.В. Болдырев.

За цикл работ в области механохимии оксидных и металлических систем В.В. Болдыреву в составе авторского коллектива в 1993 г. присуждена Государственная премия РФ в области науки и техники.

Получили развитие работы по радиационно-термическому синтезу. Впервые удалось показать, что облучение в момент твёрдофазного взаимодействия существенно ускоряет процесс. Явление радиационно-термической активации твёрдофазных химических реакций в

неорганических системах квалифицировано как открытие, суть которого сводится к созданию радиацией дефектов, которые не отжигаются при последующих термических реакциях. Развивались также работы по самораспространяющемуся высокотемпературному синтезу в оксидных системах с получением сложных оксидов из простых.



Б.Н. Ельцин и В.В. Болдырев. 1991 г.

Среди прикладных разработок, созданных на основе полученных фундаментальных результатов, следует назвать три:

1. Разработка беспалладиевой металлизации печатных плат, позволивших сократить количество операций при производстве печатных плат, а также исключить использование дорогостоящего палладия и уменьшить количество вредных стоков, загрязняющих окружающую среду. Руководитель работ – Олег Иванович Ломовский.
2. Бескислотный метод получения удобрений из фосфорных руд путём механохимической активации природных фосфатов. Этот метод особенно важен для Сибири и Дальнего Востока, где нет заводов по производству серной кислоты. Руководитель работ – Марина Васильевна Чайкина.

3. Разработка технологии извлечения лития из подземных высокоминерализованных рассолов и попутных вод месторождений полезных ископаемых (нефти, газа, алмазов) с получением обогащённых литием концентратов для использования их в алюминиевом производстве. Созданы основы технологии извлечения лития из рассолов высокой минерализации с использованием обратимых сорбентов для извлечения хлорида лития. Технология испытана применительно к дренажным рассолам алмазных месторождений. Руководитель работ – Наталья Павловна Коцупало.

Следует отметить, что в этот период по технологическим регламентам Института выполнены два проекта по комплексной переработке попутных нефтяных вод Дагестана (проектировщик – ВАМИ) на Дагестанском опытно-промышленном предприятии и проект по переработке дренажных рассолов трубки «Удачная» (Якутия) с получением карбоната лития и магнезии углекислой. К сожалению, с наступлением «перестройки» проекты не были реализованы. Они требовали существенной доработки применительно к «жидкой руде».

Однако указанные разработки получили дальнейшее развитие в акционерном обществе ЗАО «Экостар-Наутех», директором которого является А.Д. Рябцев, а я являюсь соучредителем общества (после моего ухода на пенсию из Института) и его заместителем по науке. Разработана промышленная технология и аппаратура для сорбционного извлечения лития – сорбционно-десорбционные комплексы с движущимся и неподвижным слоем сорбента (разработчик – конструктор В.И. Титаренко). Это позволило получать литиевые продукты из рассолов любого типа, в частности, рассолов хлоридного кальциевого типа Иркутской области в России и рассолов хлоридного магниевого типа, распространённых в КНР.

На основе фундаментальных работ по интеркаляции лития в дефектную структуру гидроксида алюминия созданы способы получения гранулированных сорбентов на основе двойного соединения лития и алюминия (ДГАЛ-Cl), сохраняющего дефекты матрицы. Созданы новые способы получения ДГАЛ-Cl при смешении литиевого компонента с раствором хлорида алюминия. Разработаны способы получения соединений лития из элюатов селективной сорбции, представляющих собой растворы хлорида лития (до 90 %) с примесями Mg и Ca, в частности, гидроксида, карбоната, хлорида, фторида и бромиды лития. Созданы комплексные схемы переработки сибирских рассолов с получением литиевых продуктов, брома, оксида

магния, бишофита, магниезальных вяжущих материалов, тяжёлых солевых растворов для приготовления тампонажных растворов, используемых при бурении скважин.

Фирма имеет тесные связи с академическими институтами: Институтом химии твёрдого тела и механохимии, Институтом неорганической химии, Институтом нефти и газа, Институтом химии нефти (Томск) и др.

В заключение мне хотелось бы сказать о большой роли академической науки в решении прикладных задач, в создании новых передовых технологий с использованием сорбционных, механохимических, радиационных и электрохимических процессов. Отмечая 70-летний юбилей Института химии твёрдого тела и механохимии, подводя итоги его многолетней деятельности, хочется ещё раз подчеркнуть тот вклад, который оказывают разработки сотрудников на перспективные передовые технологии, развивающиеся вне Института. На примере истории Института я попыталась показать, что рождение и развитие академических идей идёт в ногу с велением времени. Я желаю дальнейших успехов академической науке и, в частности, коллективу, где прошла самая продуктивная пора моей деятельности.

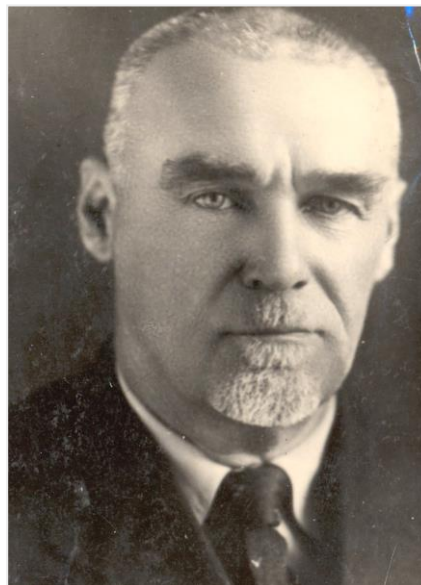
ПРОФЕССОР И.С. ЛИЛЕЕВ

С.Л. Лилеев

внучатый племянник И.С. Лилеева, филолог-германист

И.С. Лилеев (1892–1966) – профессор, доктор технических наук, лауреат Сталинской премии, кавалер ордена Ленина. Он является одним из основоположников алюминиевого и литейного производства в СССР¹.

Иван Сергеевич Лилеев родился 1 ноября 1892 г. в Ярославле в семье священника протоиерея Сергея Николаевича Лилеева и Веры Константиновны Лилеевой (урожд. Крыловой). Это был первенец в многодетной семье Лилеевых (из восьми детей стать взрослыми суждено было шестерым). Детство Ивана Лилеева прошло в селе Онуфриевском.



И. С. Лилеев.

После окончания Ярославской классической гимназии в 1911 г. он поступил на физико-математический факультет Императорского Санкт-Петербургского университета, обучение в котором завершилось в 1917 г. Будучи студентом, в 1914 г. Иван Сергеевич обвенчался с Анной Рафаиловной Кокуевой (1860–1961), дочерью Рафаила Рафаиловича Кокуева, юриста и действительного статского советника из рода видных ярославских купцов Кокуевых (дед Анны Рафаиловны, Рафаил Иванович Кокуев, купец 2-й гильдии, был городским головой Ярославля в 1871–1874 гг.).

Анна Рафаиловна была девушкой редкой красоты и благородства – ее портрет украшает экспозицию Литературного музея поэта М.М. Богдановича, классика белорусской литературы, который учился в ярославской гимназии вместе с ее братьями – близнецами Николаем и Рафаилом Кокуевыми. Рано умерший от чахотки юноша-поэт был безнадежно влюблен в Анну и посвятил ей цикл любовной лирики «Мадонны».

¹ *Шахтинейдер Т.П.* Первенцы Академии в Новосибирске: химико-металлурги // Наука в Сибири. 2004. № 11; *Коцупало Н.П., Рябцев А.Д., Болдырев В.В.* Роль сибирских ученых в создании литейного производства // Наука в Сибири. 2011. № 14; *Тимонин Е.И.* Западная Сибирь в годы Великой Отечественной войны. 1941–1945 гг. Омск, 2002.

В семье Лилеевых не было своих детей. Они с детских лет воспитывали усыновленного Иваном Сергеевичем мальчика Колю – Николая Ивановича Лилеева (1921–2011), сына погибшего в годы смуты друга семьи (о нем, увы, ничего не известно). Николай воспитывался в доме Лилеевых как родной сын и всегда относился к Анне Рафаиловне и Ивану Сергеевичу как к родителям.



Анна Кокуева. 1913 г.



Иван Лилеев – инженер-технолог. 1916 г.

После окончания университета И.С. Лилеев обосновался в Ленинграде (на улице Марата, д. 9)² и работал в центральной лаборатории военного ведомства, которая впоследствии преобразована в Государственный институт прикладной химии (ГИПХ).

В 1926 г. И.С. Лилеев окончил Ленинградский технологический институт, где под руководством знаменитого советского химика-технолога А.А. Яковкина принимал участие в разработке метода получения чистого оксида алюминия из отечественного сырья.

В 1932 г. по способу, разработанному проф. А.А. Яковкиным и И.С. Лилеевым, на Волховском алюминиевом комбинате получен первый отечественный алюминий на сырьевой базе тихвинских бокситов. Для изучения опыта алюминиевого производства И.С. Лилеев выезжал во Францию и Германию.

В 1930-е годы И.С. Лилеев работал в ГИПХ и преподавал в Ленинградском технологическом институте им. Ленсовета (ныне Санкт-Петербургский государственный технологический институт). В этом вузе он защитил докторскую диссертацию на тему «О роли кремнезема в процессе получения окиси алюминия», а в 1940 г. опубликовал монографию «Химия и технология окиси алюминия», ч. 1.

² О жизни И.С. Лилеева и его родных в г. Ленинграде см. воспоминания Н.И. Лилеева: <http://www.orlandofiges.com/interviews/pdf/Lileev1.pdf>

В 1942 г. И.С. Лилеев эвакуирован из блокадного Ленинграда вместе с коллективом ГИПХ в Новосибирск, где возглавил лабораторию лёгких металлов в Химико-металлургическом институте Западно-Сибирского филиала АН СССР. В этой лаборатории под его руководством были разработаны физико-химические основы технологии получения литиевых соединений (до войны литиевого производства в СССР практически не существовало)³.

Сибирский период биографии профессора И.С. Лилеева отмечен высокими государственными наградами. В 1951 г. он награжден Сталинской премией «За выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы», в 1953 г. ему вручен орден Ленина.



Профессор И.С. Лилеев выступает с докладом «Получение окиси алюминия из местного сырья» на II сессии Западно-Сибирского филиала АН СССР. Январь 1947 г.



В период работы в Химико-металлургическом институте (третий слева – И.С. Лилеев). 1948 г.

В 1955 г. Иван Сергеевич Лилеев вернулся в Ленинград и до последних дней жизни работал в Институте химии силикатов им. И.В. Гребенщикова АН СССР. Научное наследие И.С. Лилеева включает в себя более 70 научных работ, 9 авторских свидетельств и более 100 отчетов по различным темам.

³ Научные работы проф. И.С. Лилеева, опубликованные в 1940–1950-х гг., можно найти в выпусках «Трудов Химико-металлургического института ЗСФ АН СССР»:
<http://www.prometeus.nsc.ru/science/zsfan/contents/chemet3.ssi>
<http://www.prometeus.nsc.ru/science/zsfan/contents/chemet8.ssi>

В 1962 г. состоялось торжественное заседание Ученого совета Института химии силикатов, посвященное 70-летию со дня рождения и 45-летию научно-педагогической деятельности профессора И.С. Лилеева. В 1963 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР».

Иван Сергеевич был интеллигентом, как

говаривали в старину, «до мозга костей», образцом порядочности и высокой требовательности к себе и коллегам по работе, исключительно добрым и отзывчивым человеком. Братья и сестры, которым он всегда, чем мог, помогал, считали его по праву «нравственным камертоном». Иван Сергеевич был глубоко верующим человеком, хотя по условиям времени никогда веру свою не афишировал.

Наряду с даром ученого-исследователя Иван Сергеевич имел талант композитора-любителя: сочинял и пел романсы, музицировал на фортепиано в домашнем кругу. В гостиной квартиры на улице Марата время от времени устраивались домашние концерты, каждый концертный сезон для всей большой семьи родственников приобретался абонемент в Филармонию. Любимым композитором Лилеевых являлся С.В. Рахманинов.

И.С. Лилеев любил спорт – занимался теннисом на кортах Дома ученых, был заядлым футбольным болельщиком.

Иван Сергеевич Лилеев скончался 1 июня 1966 г. на 74-ом году жизни после продолжительной болезни. Его отпевали в Спасо-Преображенском соборе. Последними его словами, обращенными к близким, были: «Любите друг друга!».



Семья Лилеевых в Ленинграде. Середина 1950-х гг.

Сидят: Анна Рафаиловна, Иван Сергеевич, Лев Юрьевич с отцом Юрием Сергеевичем; стоят: Мария Сергеевна и Иуния Федоровна, супруга Юрия Сергеевича.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЛАБОРАТОРИИ ОГНЕУПОРОВ И СПЕЦКЕРАМИКИ

Е. А. Плеханова

кандидат технических наук, ХМИ – ИФХИМС

С начала создания Химико-металлургического института в 1944 г. в лаборатории минерального сырья, впоследствии лаборатории силикатов, было два направления – вяжущих веществ и керамики. Заведовал лабораторией Александр Титович Логвиненко, который одновременно был заместителем председателя президиума ЗСФ АН СССР академика А.А. Скочинского. Работы по керамике велись под руководством старшего научного сотрудника к.т.н. Матвеевой Феоктисты Александровны.

Институт был организован на основе областной химической лаборатории и до конца 1946 г. находился на её территории – на ул. Кольцова. Лаборатория минерального сырья находилась на ул. Мичурина, в подвальном помещении жилого дома. В главном корпусе Филиала ещё шли ремонтные работы силами военнопленных немцев.

Я поступила на работу в группу керамики ХМИ 1 января 1946 г. Лаборатория минерального сырья ещё была не укомплектована, в группе керамики было всего три человека: Ф.А. Матвеева и два лаборанта – Баскакова Мария Ивановна и Пичугина Валерия Борисовна. Вскоре после моего прихода приняли ещё одного лаборанта - Кошелеву Лену, только что окончившую силикатный техникум.

В первые годы (1944–1953) в группе керамики под руководством и при непосредственном участии Ф.А. Матвеевой проводились работы по исследованию легкоплавких глин для производства строительного кирпича и черепицы. Работы проводились по хоздоговору с Геолстромтрестом. Были исследованы глины 10 крупных месторождений Новосибирской области, Алтайского края, Тувинской автономной области и 25 месторождений районного значения.

Цель исследования – изучение физико-механических и технологических свойств глин с оценкой месторождения как сырьевой базы для строительства новых кирпичных заводов и реконструкции существующих. Составленные отчеты передавались в Геолстромтрест для утверждения запасов глин. Проводились также исследования природного алюмосиликатного сырья и разработка технологических схем его использования с целью расширения базы местного сырья для керамической промышленности. Проведенное физико-химическое исследование и разработанная

классификация глин Евсинско-Дорогинского месторождения Новосибирской области показали, что, несмотря на специфику евсинских глин (закварцованность), они являются ценным сырьём для производства канализационных труб, санитарного фаянса, облицовочных, кислотоупорных плит и электротехнических изделий.

Результаты этих исследований послужили научным обоснованием для проектирования и строительства Дорогинского завода по производству керамических труб и Новосибирского керамического комбината.

В 1953 г. Институт разместился в новом, так называемом лабораторном, корпусе по ул. Державина, 18. Лаборатория силикатов (минерального сырья) заняла два сдвоенных модуля на первом этаже и четыре комнаты в подвале, где располагалось печное, размольное и прессовочное оборудование.

Лаборатория пополнялась новыми сотрудниками. В группу керамики пришли младшие научные сотрудники: Черкасова Наталья Яковлевна, Досик Мария Моисеевна, Мелехова Тамара Фёдоровна, Куликова Алла Андреевна; лаборанты: Исайкина Валентина Афанасьевна, Коптелова Тамара Фёдоровна, Фирстов Павел Васильевич, Новицкий Иван.

В 1953–1954 годах в группе керамики работы проводились в соответствии с новой темой – «Комплексное изучение нерудного сырья для черной металлургии Сибири». Изучались огнеупорные глины пяти месторождений: Баркинского, Березовского, Барзасского, Мойского, Апрельского. Я со своим помощником, старшим лаборантом Исайкиной Валентиной Афанасьевной, занималась изучением минералогического состава глин с использованием комплекса физико-химических методов исследования: термографии, рентгенографии, электронной микроскопии, химического анализа. Кривые нагревания исследуемых глин были получены с помощью фоторегистрирующего пирометра ФПК-54. Электронномикроскопическое и рентгенографическое исследование выполнялось в лаборатории абсолютного возраста Горно-геологического института ЗСФ АН СССР лаборантом Н.А. Пятилетовой и научным сотрудником Д.К. Архипенко. В дальнейшем работы продолжались в направлении изучения влияния минералогического состава огнеупорных глин на их спекание как фактора, регулирующего качество алюмосиликатных огнеупоров. В продолжение этой работы проведено исследование по изучению механизма спекания в бинарной системе каолинит-окись железа.

По результатам этого исследования мною подготовлена и в 1966 г. защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.



Группа сотрудников института. 1960-е гг.

В.Л. Романова, Г.Д. Урываева, В.Ф. Новик, Ф.А. Матвеева,
Ф.И. Седегова, М.П. Даурцева, В.Б. Пичугина, Е.А. Плеханова,
А.И. Вахрушева, З.А. Ларионова, М.К. Мошкина, Е.И. Маслова,
Т.Ф. Мелехова, А.Е. Коротких и др.

В работах по изучению алюмосиликатных огнеупорных глин принимали участие все научные сотрудники и лаборанты группы керамики. Младший научный сотрудник Мелехова Тамара Федоровна проводила исследование высокоглиноземистых глин Барзасского месторождения Кемеровской области с целью получения на их основе высокоглиноземистых огнеупоров. Работу по изучению полукислых глин Барзасского месторождения для изготовления на их основе огнеупоров, а также влияния технологических факторов на структуру и свойства полукислых изделий, проводил аспирант нашей лаборатории Дыбань Юрий Панфилович. Эта работа была темой его кандидатской диссертации, которую он защитил в 1966 г.

Младший научный сотрудник Куликова Алла Андреевна изучала текстуру алюмосиликатных огнеупоров и её влияние на их свойства. М.н.с. Черкасова Наталья Яковлевна исследовала влияние высокоглиноземистой барзасской глины как

глинозёмповышающей добавки на свойства шамотных огнеупоров из рядовых огнеупорных глин, эксплуатируемых и намеченных к эксплуатации Кузнецким металлургическим комбинатом. Наряду с изучением огнеупорных глин проводилось термическое исследование легкоплавких глин некоторых сибирских месторождений, а также влияния двуокиси титана на спекание и фазовые превращения каолинита при нагревании, которое проводила м.н.с. Досик Мария Моисеевна.

В 1969 г. на основе группы керамики создана лаборатория огнеупоров и спецкерамики, которую возглавила Ф.А. Матвеева. В лаборатории работали: кандидаты технических наук Е.А. Плеханова и Ю.П. Дыбань; младшие научные сотрудники Т.Ф. Мелехова, М.М. Досик, А.А. Куликова; старшие лаборанты В.А. Исайкина, В.Б. Пичугина, П.В. Фирстов; лаборанты Т.Ф. Коптелова, И. Новицкий. Все лаборанты, обладали, как правило, высокой квалификацией.

Основным направлением лаборатории было исследование высокотемпературных твердофазных процессов в алюмосиликатных системах, содержащих двуокись циркония. Осуществлялся синтез огнеупорных материалов в условиях обычного спекания и под давлением методом горячего прессования. Изучены структуры и морфологические изменения исходных кристаллических фаз и новообразований, влияние их на стойкость материалов. Разработаны методы синтеза чистых материалов: муллита, циркона (Е.А. Плеханова). Изучены физико-химические и технологические свойства природного циркона одного из сибирских месторождений (Т.Ф. Мелехова). Изучено твердофазное взаимодействие в системе $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{ZrO}_2$ при обычном методе спекания (Е.А. Плеханова) и под давлением методом горячего прессования (Ю.П. Дыбань).

Проведен синтез циркона из эквимольной смеси $\text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$ при разных температурах, с введением минерализатора (Li_2MoO_4) и изучены физические свойства синтезированного циркона. Разработан метод количественного определения циркона методом ИК-спектроскопии (Е.А. Плеханова, Т.Ф. Мелехова, И.А. Ворсина, В.А. Исайкина). Изучено высокотемпературное взаимодействие в системе циркон-кristобалит и возможность получения цирконокристобалитовых огнеупоров для Кузнецкого металлургического комбината (Ф.А. Матвеева, Е.А. Плеханова). С целью получения огнеупора из природного циркона проведено изучение фазовых превращений и спекания циркона при обычном нагревании и под давлением (Т.Ф. Мелехова,

Ю.П. Дыбань). Совместно с Кузнецким металлургическим комбинатом и Западно-Сибирским металлургическим заводом проведена опытно-промышленная проверка стойкости цирконовых вставок-дозаторов, изготовленных из природного циркона, для непрерывной разливки стали на заводе «Сибэлектросталь» (Ю.П. Дыбань).

В результате работы, проведенной лабораторией по договору о творческом содружестве с заводом «Сибсельмаш», даны рекомендации по технологии получения огнеупорных форм для литья по выплавляемым моделям для вновь строящегося цеха точного литья.

Многие работы лаборатории отмечены почетными грамотами и дипломами Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева.



Лаборатория силикатов. 1960-е гг.

П.В. Фирстов, Е.А. Плеханова, Ф.А. Матвеева, Т.Ф. Мелехова,
В.Б. Пичугина, В.А. Исайкина, Т. Каптелова, М.М. Досик, А.А. Куликова.

ДИРЕКТОРСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

М.А. Савинкина
кандидат технических наук, ХМИ – ИХТТИМС

В Химико-металлургический институт ЗСФАН я была принята в мае 1954 г. младшим научным сотрудником лаборатории силикатов, руководил которой директор Института А.Т. Логвиненко. Лабораторию так и называли – директорская. Исследования велись по двум направлениям: вяжущие строительные материалы и строительная керамика. Вскоре направление по керамике было выделено в самостоятельную лабораторию под руководством к.т.н. Ф.А. Матвеевой.

В лаборатории вяжущих материалов ведущими научными сотрудниками были к.х.н. А.Т. Логвиненко и к.т.н. Г.Д. Урываева. К этому времени группа ученых Института за разработку безотходной технологии извлечения лития и производства белого цемента из шламовых отходов была награждена Сталинской премией. Лауреатами стали и А.Т. Логвиненко, и Г.Д. Урываева за решение проблемы утилизации отвальных шламов.

Развитие народного хозяйства в безлесной Кулундинской степи поставило задачу производства местных строительных материалов на базе рыхлых гипсов и мергелей озерного происхождения. Изучением мергелей занималась м.н.с. А.С. Третьякова, изучением кирпичных глин региона – м.н.с. З.В. Федорова. Мне же была поручена гипсовая тематика.

Лаборатория располагалась в корпусе по ул. Державина. Условия для работы были хорошие, но отсутствие приборов для физико-химического изучения объектов затрудняло проведение исследований. Однако постепенно положение улучшалось. В лаборатории аналитической химии сотрудники создали установку для определения потерь веса при прокаливании. А.А. Головин обеспечил изучение образцов в оптическом микроскопе. В конце 1950-х – начале 1960-х гг. лаборатория приобрела установку Курнакова для термического анализа и электронный микроскоп, а в Институте появилась рентгеновская установка.

Работы пошли интенсивно. Изучались химический и фазовый состав гипсов и мергелей Кулунды, состав продуктов их термического разложения, продуктов гидратации твердения. Большую помощь в исследованиях оказывали м.н.с.

Э.В. Кокаулина (оптический микроскоп) и к.т.н. М.И. Татаринцева (электронный микроскоп). Результаты исследований широко публиковались в научной печати, обсуждались на научных конференциях, новизна защищалась авторскими свидетельствами. А.С. Третьякова и М.А. Савинкина защитили кандидатские диссертации. По материалам исследований А.Т. Логвиненко, Г.Д. Урываевой, и М.А. Савинкиной опубликованы две монографии¹.

С 1960-х гг. в планы исследовательских работ Института стали включаться проблемы защиты природы от воздействия техногенных отходов.

Группа М.А. Савинкиной занялась изучением зол и шлаков от сжигания бурых углей Канско-Ачинского бассейна (КАБ), которые характеризуются высоким содержанием СаО, в том числе и в свободном состоянии.



¹ Логвиненко А.Т., Урываева Г.Д., Федорова З.Н. Твердение известково-глинистых смесей и шламовых отходов. Новосибирск, 1964; Логвиненко А.Т., Савинкина М.А. Физико-химические основы получения и твердения вяжущих материалов из рыхлых гипсовых пород. Новосибирск: Наука, 1974.

На решение этой же проблемы была направлена пионерская для того времени работа – получение шлакоситаллов на основе отвальных шлаков Кузбасского металлургического комбината (КМК), которой занималась специально созданная группа под руководством Т.Е. Пендюриной (Серпениновой). Н.А. Шугуровой выполнена работа по получению эмалей на основе пылевидного кварца Елбашинского месторождения, который заменил привозной кварц в производстве завода им. Кузьмина.

Лаборатория установила тесные контакты с научными, учебными и производственными предприятиями. Так, по шламовой тематике с нами сотрудничали: ВАМИ, НИИЦЕМЕНТ, Ачинский глиноземный комбинат, Павлодарский алюминиевый завод. Г.Д. Урываева опубликовала монографию². Е.Н. Маслий защитила кандидатскую диссертацию по цветным цементам. Материал диссертации вошел в монографию, опубликованную в соавторстве с Г.Д. Урываевой и А.Т. Логвиненко³.



Е.Г. Левчук, А.Т. Логвиненко, Г.Д. Урываева, М.Л. Савинкина,
М. Лепешинская. 1970-е гг.

По золам поддерживались контакты с ВНИИСтроем, НИИЦементом, Таллинским, Томским и Красноярским политехническими институтами, Назаровской ГРЭС, Новосибирской ТЭЦ-3. По результатам исследований М.А. Савинкиной и

² Урываева Г.Д. Цементы из шламов. Новосибирск: Наука, 1970.

³ Логвиненко А.Т., Урываева Г.Д., Маслий Е.Н. Минералы цветных портланд-цементов. Новосибирск: Наука, 1975.

А.Т. Логвиненко опубликована монография⁴. Материалы трижды экспонировались на ВДНХ СССР и награждены золотой, серебряной и двумя бронзовыми медалями.

По ситаллам лаборатория сотрудничала с НИИСтекло, Кузбасским металлургическим комбинатом.

В 1976 г. в связи со сменой руководства Института мы перестали быть «директорской» лабораторией. Некоторое время А.Т. Логвиненко еще заведовал лабораторией. В то время часть сотрудников уволилась, вместо них пришел Н.З. Ляхов с группой молодых сотрудников – выпускников НГУ. Но ассимиляции не произошло. Работали параллельно.



В.Н. Зырянова, А.Т. Логвиненко, С. Криницына, Г.И. Астахова, О.Я. Исакова,
В.Н. Вдовченко, М.А. Савинкина, Л.Я. Анищенко. 1976 г.

Время для зольной тематики наступило трудное. Зарабатывали на хоздоговорах. В это время были оформлены технические условия на зольные вяжущие и строительные материалы на их основе. Заканчивалась работа по изучению свойств высокомагнетных зол и созданию технологии производства строительных изделий со стабильными эксплуатационными свойствами. Кандидатская диссертация, выполненная В.Н. Зыряновой, была последней, которой руководил и в которую вложил свои силы А.Т. Логвиненко.

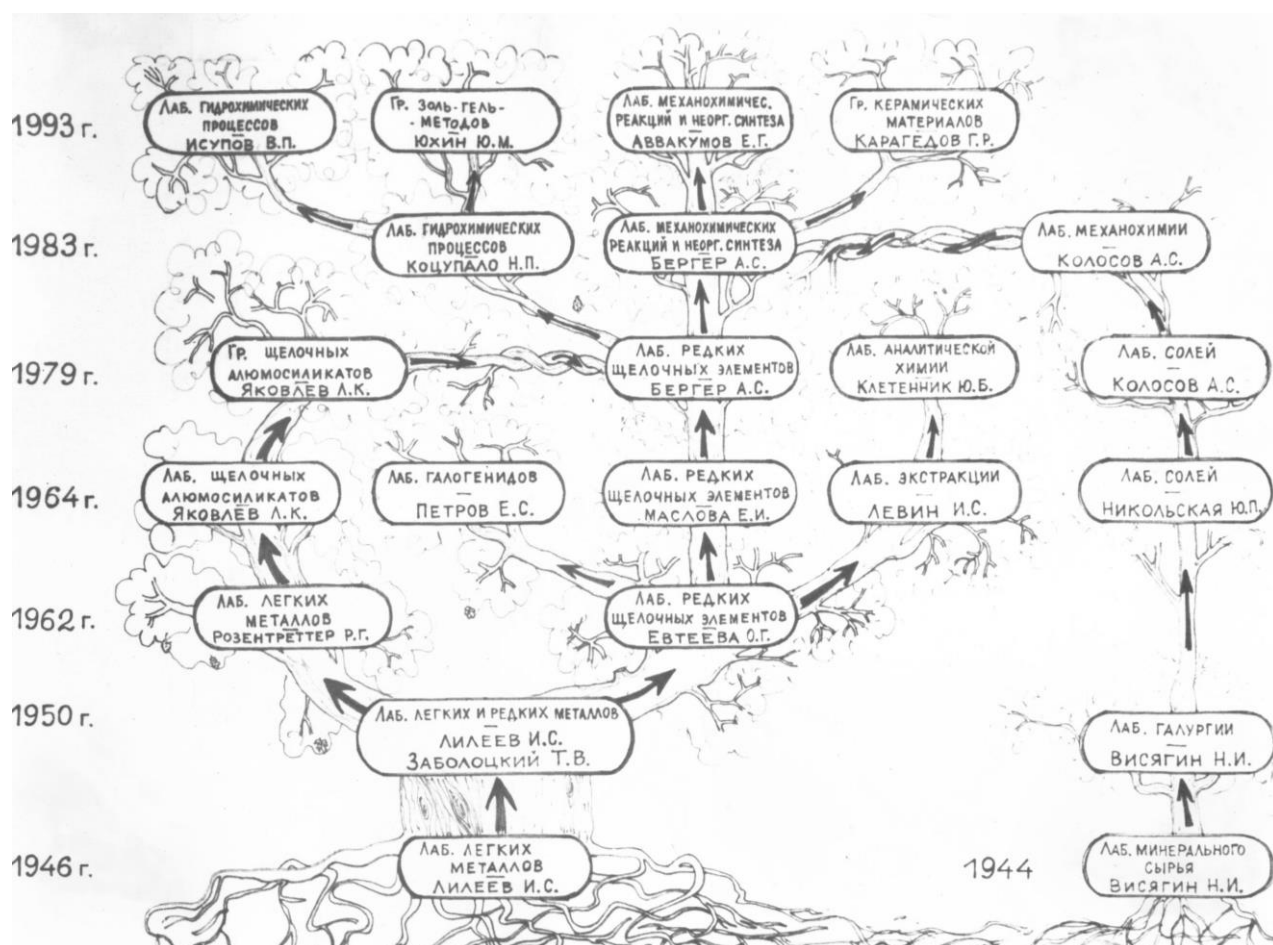
⁴ Савинкина М.А., Логвиненко А.Т. Золы Канско-ачинских бурых углей. Новосибирск: Наука, 1979.

ЛАБОРАТОРИЯ ЛЕГКИХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ. ЛЮДИ И ГОДЫ

Н.П. Коцупало
доктор технических наук
заместитель директора по науке ЗАО «Экостар-Наутех»

При организации Химико-металлургического института в 1944 г. ленинградским ученым профессором Иваном Сергеевичем Лилеевым создана лаборатория лёгких металлов, из которой в 1946 г. образовалась лаборатория легких и редких металлов. Лаборатория имела целью изучить возможные сырьевые источники для создания глиноземных и редкометалльных предприятий на Востоке страны. Физико-химические основы редкометалльной технологии заложены в основу создания химико-металлургического завода в г. Красноярске. Авторы разработки во главе с И.С. Лилеевым в 1951 г. получили Сталинскую премию. В числе лауреатов были А.Т. Логвиненко, О.Г. Евтеева, Е.И. Маслова, Ф.Ф. Баркова и Г.Д. Урываева.

История развития лаборатории легких металлов



После возвращения в Ленинград И.С. Лилеев продолжал осуществлять руководство лабораторией. В эти годы создавалась новая технология одновременного получения лития и глинозема из необогащенной сподуменовой руды. В 1966 г. И.С. Лилеева не стало. Но спустя многие годы не перестаю удивляться его целеустремленности, широте взглядов и громадной человеческой доброте.

После И.С. Лилеева лабораторию возглавил Тодос Васильевич Заболоцкий. Он провел большую организационную работу, сумел в короткие сроки завершить исследования, начатые И.С. Лилеевым, и осуществить опытно-промышленную проверку новой технологии.

В 1964 г. лабораторию редких щелочных элементов возглавила к.х.н. Е.И. Маслова (до нее непродолжительное время лабораторией заведовала к.х.н. О.Г. Евтеева). В этот период продолжались работы по твердофазному синтезу алюминатов лития. Был разработан способ и получена промышленная партия моноалюмината лития для первых испытаний литиевых добавок в ванны электролиза алюминия на Новокузнецком заводе.

В 1969 г. заведующей лабораторией избрана к.х.н. Анна Сергеевна Бергер. Под ее руководством выполнен цикл работ по механохимической деструкции литиевых минералов – сподумена и лепидолита. Позднее эти работы обобщены в монографии А.С. Бергер¹ и в кандидатской диссертации Л.Т. Менжерес.



А.С. Бергер. 1980-е гг.



Н.П. Томилов. 1980-е гг.

¹ *Лантева Е.С., Юсупов Т.С., Бергер А.С. Физико-химические изменения слоистых силикатов в процессе механической активации, Новосибирск: Наука, 1981.*

Развивались направления по изучению структурных моделей слоистых соединений. Вдохновителем и ответственным исполнителем этих работ был к.х.н. Н.П. Томилов.

В то же время широким фронтом осуществлялись исследования по изучению водных и водно-солевых систем и отдельных частных взаимодействий с участием лития, кальция, алюминия, которые вошли в диссертацию В.А. Пушняковой. Начаты исследования по извлечению лития из гидроминерального сырья, в частности, из попутных нефтяных вод Дагестана. Разработаны способы и предложены комплексные схемы переработки этого нового сырьевого источника с извлечением лития, магния, кальция и стронция (ответственный исполнитель работ В.Д. Белых).

Невозможно перечислить все разработки, полученные в период руководства лабораторией А.С. Бергер. Как ученого и организатора, А.С. Бергер отличали широта мышления и умение обобщать весь круг исследований в единое целое, одновременно осуществляя глубокий анализ научных результатов.

В 1976 г. директором Института стал Владимир Вячеславович Болдырев. С его приходом получили развитие работы в области химии твёрдого тела, в том числе работы по реакционной способности твёрдых тел на границе твёрдое тело – жидкость.



А.С. Бергер, Н.П. Коцупало, В.В. Болдырев, Ф.А. Матвеева, М.А. Савинкина, З.М. Мельникова. Конец 1970-х гг.

В 1983 г. исследования в области гидрохимических процессов выделились в самостоятельное направление под руководством к.х.н. Н.П. Коцупало. В лабораторию пришли молодые сотрудники В.П. Исупов и А.П. Немудрый с новым научным мышлением, способные решать поставленные задачи с привлечением современных методов исследования. Задача по созданию научных основ селективного извлечения лития из рассолов сложного состава могла быть решена только при детальном изучении процессов на границе раздела фаз «твердое тело (сорбент) – жидкость».



Н.П. Коцупало. 1970-е гг.



Лаборатория гетерогенных гидрохимических процессов. 1985 г.

Т.А. Удалова, Л.Э. Чупахина, В.Д. Белых, Л.К. Яковлев, Н.П. Коцупало, Ю.М. Юхин, К.А. Васильева, Н.В. Найденко, Л.В. Афонина, Л.Б. Орлова, С.А. Суцевская, В.П. Исупов, В.А. Пушнякова, Ю.М. Самойлов, Л.Т. Менжерес и др.

Развитие работ по интеркаляции натолкнуло нас на мысль, что сорбция лития может быть облегчена, если использовать матрицу с заранее наведенными дефектами в структуре, например, методом механохимического воздействия. В этом случае легко осуществляется синтез двойных соединений алюминия и лития, а полученные соединения обладают



В.П. Исупов и Н.П. Коцупало. 1997 г.

совершенно уникальными свойствами. На их основе синтезированы сорбенты, селективные по отношению к ионам лития: $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (ДГАЛ-Cl).

У сотрудников лаборатории были большие планы на дальнейшее развитие исследований: усиление фундаментальных исследований в области изучения реакций с участием интеркаляционных соединений; изучение структурных особенностей анионсодержащих разновидностей двойных соединений лития и алюминия; поиск новых методов получения дефектных структур на основе различных модификаций гидроксида алюминия. Решение всех этих вопросов могло приблизить решение практических задач по созданию новых технологий, получению новых материалов с заранее заданными свойствами и, прежде всего, осуществить синтез обратимых сорбентов на основе дефектных форм алюминийсодержащих соединений.

По тематике извлечения лития из рассолов, а также по синтезу сорбционноактивных форм $\text{Al}(\text{OH})_3$ и обратимых сорбентов на основе дефектных форм $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ для извлечения лития из рассолов защищены три кандидатские диссертации: В.П. Исуповым «Физико-химические основы способов переработки литиевых концентратов, выделенных из природных рассолов» (1987 г.); А.П. Немудрым «Интеркаляция солей лития в гидраргиллит» (1987 г.); Ю.М. Самойловым «Использование экстракции при выделении лития из хлоридных рассолов и продуктов их переработки» (1989 г.). Основные результаты обобщены в двух докторских диссертациях: В.П. Исупова «Интеркаляционные соединения гидроксида алюминия» (1998 г.), Н.П. Коцупало «Физико-химические основы

получения селективных сорбентов и создание технологий извлечения лития из рассолов с их использованием» (2000 г.).

Выполненные исследования имеют большое прикладное значение, и если бы не экономическое положение в стране, могли бы быть уже внедрены. Реальная возможность решить практические задачи оказалась возможной при кооперировании ученых, технологов, конструкторов и проектировщиков в единое акционерное общество «ЭКОСТАР-НАУТЕХ». В его состав вошли научные сотрудники нашего Института: к.х.н. Н.П. Коцупало, к.х.н. Л.Т. Менжерес, Е.В. Мамылова, Л.Г. Стариковский, к.х.н. О.А. Матасова. Из Института «ВНИПИЭТ» и других институтов Минатома РФ пришли технологи, конструкторы, специалисты смежных областей: к.т.н. А.Д. Рябцев, В.И. Титаренко, к.т.н. А.А. Кураков, Е.П. Гущина, Л.А. Серикова и др.

В короткие сроки была сконструирована и изготовлена аппаратура для сорбционного извлечения лития из сибирских высокоминерализованных рассолов, а также произведена опытно-промышленная проверка технологии и аппаратуры на Новосибирском заводе «Редмет». Для испытаний получена промышленная партия гранулированного сорбента на основе ДГАЛ-СІ. Но даже при наличии в России колоссальных запасов литиеносного гидроминерального сырья и готовой технологии внедрение разработок на современном этапе развития страны остается нереальным. Причина заключается в том, что в долгосрочные, наукоёмкие проекты инвестиции не вкладываются, наши финансовые магнаты хотят иметь ежесекундную прибыль у себя в кармане, а зарубежные инвесторы боятся потерять свои вложения.

Неожиданно инвесторами выступили китайские предприниматели. Имея у себя в стране многочисленные литиеносные озёра, они хотели бы иметь технологию получения дешевых литиевых продуктов. В последние годы на основе имеющегося опыта создания технологии извлечения лития из сырья разработана технология нового уровня, в которой сочетаются известные процессы со вновь разработанными. Хочется верить, что накопленный научный потенциал пригодится, если не в нашей стране, то хотя бы ближайшим соседям.

ВОСПОМИНАНИЯ О ПРОШЛОМ

Т.И. Авдеева

кандидат технических наук

лаборатория алюмосиликатов ХМИ – ИФХИМС

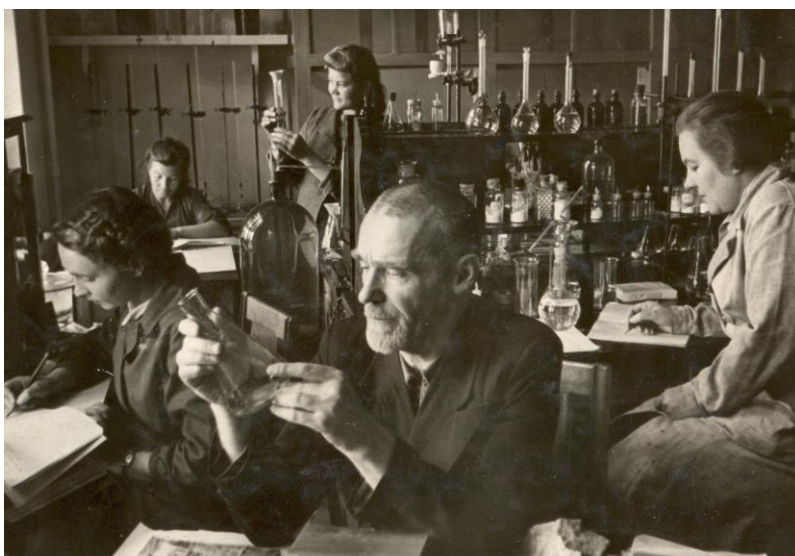
Решение Совета Народных Комиссаров СССР от 21 октября 1943 г. о создании в Западной Сибири филиала Академии наук СССР еще более укрепило нашу веру в победу над фашистской Германией.

На базе областной комплексной химической лаборатории создан один из институтов филиала – Химико-металлургический (ХМИ); при этом главные направления работы этой лаборатории явились основой для отдельных подразделений ХМИ.

Незадолго до вышеуказанного постановления в сектор химической промышленности областной химической лаборатории, которым заведовала Ю.П. Никольская, был принят на работу профессор И.С. Лилеев, эвакуированный из Ленинграда; с его приходом изменился характер работы – начались исследования по оценке местного сырья, пригодного для получения глинозема (исходного продукта при производстве алюминия), по замене дефицитной в то время соды сульфатом натрия, большие запасы которого имелись в Сибири.



Т.И. Авдеева. 1960 г.



Т.И. Авдеева, И.С. Лилеев, Р.Г. Розентретер.

Эти исследования впоследствии были продолжены в ХМИ в лаборатории легких металлов, основателем и первым заведующим которой был И.С. Лилеев – известный специалист в области химии и технологии глинозема.



Ю.П. Никольская, О.К. Никифорова, Ф.А. Матвеева, О.Г. Евтеева, З.С. Ткачева,
Г.Д. Урываева, А.Ф. Блескина, Т.И. Горизонтова, Н.Н. Вторушина,
А.И. Павлычева, Ф.Ф. Баркова.



Н.С. Берсенева, Е.И. Маслова, О.Г. Евтеева, Р.Г. Розентретер, А.А. Беляев,
З.С. Ткачева, Ф.Ф. Баркова, А.И. Горюнова, А.И. Вахрушева, М.П. Даурцева,
М.К. Мошкина, В. Иванцов, А.И. Павлычева, А.С. Колосов, А.Ф. Блескина,
А.А. Заянчикова, Т.К. Васильева.

О ЛАБОРАТОРИИ УГЛЕХИМИИ

*А.Я. Галузо
инженер ИХТТМ СО РАН*

Я работаю в Институте более полувека. В первые годы занималась исследованиями пиролиза углей в группе Д.М. Лисина – заведующего лабораторией углехимии. Лаборатория представляла большой трудолюбивый талантливый коллектив, работали дружно и творчески. С благодарностью вспоминаю своих соратников и учителей – Киру Александровну Матасову, Нину Александровну Вторушину, Нину Николаевну Любецкую, Валентину Васильевну Соболеву.

О нашей лаборатории к.т.н. Е.Н. Лоскутова написала статью «Хлеб промышленности», ее опубликовала к 25-летию Института газета «За науку в Сибири»¹. Из статьи можно узнать, что лаборатория углехимии была создана в 1946 г., но исследования углей велись с самого начала организации института. Консультантами работ выступали лауреат Сталинской премии проф. А.А. Агроскин и профессор Томского политехнического института И.В. Геблер. Руководителем лаборатории до 1950 г. являлся д.т.н. В.А. Вехов, затем к.т.н. Д.М. Лисин.

Исследования угля, как основного источника получения кокса и химического сырья, начались с изучения влияния различных факторов на увеличение насыпных весов дробленого угля, направленных на интенсификацию процесса коксования; свойств слабоспекающихся и неспекающихся углей Кузбасса с целью расширения базы



Е. Н. Лоскутова. 1960-е гг.

коксующихся углей; познания факторов, обуславливающих изменение процесса коксования; качества кокса и выхода химических продуктов. Изучалось влияние температуры, степени измельчения исходного угля, различных органических добавок, динамики выделения летучих продуктов во взаимосвязи с качеством кокса,

¹ Лоскутова Е.Н. Хлеб промышленности // За науку в Сибири. 1969. 21 марта.

получением химических продуктов, их количественной и качественной характеристикой.

Работы проводились в тесном содружестве с Кемеровским коксохимическим заводом, с Ленинск-Кузнецким заводом полукоксования, с коксохимическим цехом Кемеровского металлургического комбината, Новокузнецким ферросплавным заводом. В результате исследований, проводимых с использованием специально сконструированных приборов, получены макрокинетические характеристики процесса пиролиза углей. Выделены периоды процесса коксования с превалированием процессов деструкции или поликонденсации, установлена взаимосвязь между скоростью процессов и прочностью получаемого кокса.

Проводились также исследования по химии и пиролизу бурых углей Канско-Ачинского бассейна. Решение важной проблемы комплексного использования дешевых бурых углей Канско-Ачинского бассейна, запасы которого практически неисчерпаемы, требовало расширения и углубления научных исследований по химии этих углей, особенно по энергохимическому использованию, основанному на принципе скоростного термического превращения. В результате исследований были определены оптимальные условия выхода бензола с получением мелкодисперсного, высококалорийного, реакционноспособного твердого топлива.



Н. С. Осташевская.

Сегодня хотелось бы напомнить о значимости работ по антрациту, проводимых в лаборатории углехимии Н.С. Осташевской². В 1950–1960-х гг. под руководством профессора И.В. Геблера и Н.С. Осташевской выполнен комплекс исследований антрацитов Листвянского месторождения Горлбасса. Сделан вывод о том, что они отвечают требованиям электродной промышленности, даны рекомендации о возможности использования концентратов антрацита для получения электродного термоантрацита.

² Осташевская. Н.С. Антрациты Горловского бассейна Западной Сибири – сырье для производства электродов / под ред. С.И. Смольянинова. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1978.

Н.С. Осташевской успешно защищена кандидатская диссертация.

Последующие опытно-промышленные испытания, проведенные в 1960–1967 гг. сотрудниками ИФХИМС в содружестве с Всесоюзным алюминиево-магниевым институтом (ВАМИ) на Челябинском электродном и Новокузнецком алюминиевом заводах, показали высокую эксплуатационную стойкость электродных изделий из Листвянских антрацитов и позволили рекомендовать их к промышленному освоению. На основании результатов этих работ принято решение о строительстве первого в Сибири Новосибирского электродного завода (НовЭЗ) на базе местного сырья – антрацита Горловского бассейна. Одновременно с заводом строилась обогатительная фабрика.

В дальнейшем, чтобы удовлетворить потребность НовЭЗа в сырье, активно изучались другие месторождения бассейна – Горловское, Колыванское, Ургунское. На этих месторождениях обнаружены мощные пласты антрацитов, находящихся на глубине 2–20 м, что позволило организовать их добычу дешевым открытым способом. В 1972–1975 гг. крупные партии антрацитов новых месторождений прошли испытания на Днепровском электродном заводе (ДЭЗ) при изготовлении на их основе опытных партий электродной продукции.

В лаборатории углехимии под руководством Н.С. Осташевской выполнены детальные исследования указанных концентратов и их петрографических литотипов. Кроме того, исследования по термической обработке позволили научно обосновать условия и режимы высокотемпературного процесса получения термоантрацита повышенного качества, в котором нуждались электродные и футеровочные изделия больших габаритов для более мощных печей и электролизеров.

В результате исследований и опытно-промышленных испытаний, выполненных ИФХИМС, Институтом электродной промышленности (ГОСНИИЭП), Днепровским электродным заводом, Кузнецким НИИ углеобогащения при участии Новосибирского территориального геологического управления (НТГУ) сделан вывод о пригодности, наряду с Листвянскими, антрацитов Горловского и Колыванского месторождений Горлбасса для производства электродного термоантрацита и изготовления на их основе угольных электродов и футеровочных материалов. Эти два новых месторождения рекомендованы к включению в сырьевую базу НовЭЗа.

Н.С. Осташевская руководила лабораторией углехимии в течение 10 лет. Она являлась одним из инициаторов организации ЦЗЛ на НовЭЗе, а после выхода на пенсию оставалась научным консультантом, обучая методам исследования работников ЦЗЛ. У заводчан Н.С. Осташевская пользовалась авторитетом и уважением.

В ПОБЕДУ ВЕРИЛИ

РАССКАЗ ОЧЕВИДЦА



Автор этих воспоминаний — кандидат технических наук Н. С. Осташевская. Война застала Надежду Сергеевну в Ленинграде, когда она заканчивала университет. Долгую зиму 1941—1942 года, начало блокады, она прожила в осажденном городе. Вместе с другими ленинградцами испытала голод, холод, бомбежки. Об этом времени и рассказывает Надежда Сергеевна.

С 1942 по 1946 год Н. С. Осташевская работала в городе Рыбинске в заводских лабораториях. Сначала сменным химиком, затем зав. лабораторией. В 1946 году Надежде Сергеевне была вручена медаль «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.».

Более тридцати лет (1947—1979 гг.) Н. С. Осташевская была научным сотрудником ИХТИМС СО АН СССР. Много лет Надежда Сергеевна занималась исследованием свойств и структуры антрацита. В результате этих работ даны рекомендации о возможности использования местных сибирских антрацитов Горловского бассейна в электродной промышленности.

Сейчас Н. С. Осташевская на пенсии. В качестве научного консультанта она приглашена на наш завод, и продолжает заниматься вопросами исследования углеродных материалов.

Аннотация к статье о Н.С. Осташевской, опубликованной в заводской газете НовЭЗа «Сибирский электродчик». 22 февраля 1985 г.

ВОСПОМИНАНИЯ

С.Н. Лаврик
кандидат технических наук, ХМИ – ИФХИМС

Сейчас, по истечении многих лет, очень трудно вспомнить все, что было в жизни. Но остались в памяти люди, с которыми встречалась и работала. Вот об этом и хотелось бы поведать.

Я поступила на работу в наш Институт в 1947 г., после трехлетнего "безделья" – воспитывала сына. Принял меня чудесный человек, директор Института Алексей Петрович Пентегов. В нем было много ценных человеческих качеств, к сожалению, не очень свойственных некоторым современным руководителям. Меня приняли в лабораторию, руководимую Тодосом Васильевичем Заболоцким. Это была немногочисленная группа, состоящая всего из четырех человек – заведующего (Т.В. Заболоцкий), научного сотрудника (я) и двух лаборантов (химик Раиса Павловна Придорогина и электротехник Борис Сергеев).

Научная проблема, которой мы занимались, – исследование возможности фиксации атмосферного азота в электрическом высокочастотном разряде. Кроме химических методов анализа был применен спектральный анализ газовой фазы, в освоении которого большую помощь оказал очень интересный и знающий человек, сотрудник Института Александр Николаевич Ворсин, его дочь Ирина Александровна Ворсина успешно работает в Институте до настоящего времени.

Нашу лабораторию засекретили. Однако ее существование было недолгим – в 1951 г. по непонятным мне причинам ее расформировали, а Т.В. Заболоцкий ушел из Института (он был уже директором ХМИ, сменив в этой должности А.П. Пентегова). Из сотрудников, трудившихся в Институте в этот период, незабываемым остается для меня профессор Иван Сергеевич Лилеев, зав. лабораторией легких и редких металлов. Ленинградец, умный и интеллигентный человек, он олицетворял настоящую науку и был ее верным слугой.

В 1953 г. я уволилась в связи с рождением дочери и провела с нею два года. В 1955 г. меня снова позвали в Институт, но уже в совершенно иную по научному направлению лабораторию – лабораторию углехимии, которой руководил к.т.н. Дмитрий Матвеевич Лисин, классный специалист-коксовик (во время войны он был начальником коксового цеха на КМК в Кузбассе). В лаборатории осуществлялось

исследование углей Кузбасса, разрабатывались новые методы коксования и обработки бурых углей, отдельная группа занималась исследованием жидкой фазы пиролиза углей. Сотрудники активно внедряли новые методы исследования (ИКС, рентгеновский, сорбционный и др.). Коллектив был работоспособный, дружный и творческий, постоянно рос и пополнялся.



Д. М. Лисин.

Вспоминаю моего научного руководителя Евгению Николаевну Лоскутову и д.т.н. Виктора Александровича Вехова. Е.Н. Лоскутова – истинный энтузиаст углехимической науки, работала самозабвенно, не считаясь со временем и со своим здоровьем. Она-то и поручила мне организацию и выполнение сорбционного метода измерения углей и коксов. И здесь мне хочется вспомнить еще одного хорошего человека. Ни одна химическая лаборатория не может обойтись без помощи стеклодува. В то время в Институте была стеклодувная мастерская, которую возглавлял Виктор Васильевич Кузьмин, мастер «золотые руки». Он изготовил все детали для моей вакуумной установки и на месте спаял ее. Спасибо ему! На установке изучалась пористая структура коксов – одна из задач моей научной работы. Но вернусь к лаборатории.

В первое время работы в углехимической лаборатории мне казалось, что главными и самыми почитаемыми людьми в ней являются лаборанты. Тогда в ней работали такие профессионалы, как Нина Николаевна Любецкая, Нина Александровна Вторушина, Валентина Соболева, Клавдия Тимофеевна Казначеева, Валентина Николаевна Гришаева. Они до тонкостей знали и делали свое дело и могли «утереть нос» новым сотрудникам, только приобщающимся к особенностям углехимической науки. К примеру, на лаборанта Виктора Овчинникова можно было положиться буквально во всем, он был мастером на все руки. В отдельной комнате располагалась его механическая мастерская. Изобретательный, инициативный, аккуратный – в нем были сосредоточены все лучшие свойства рабочего человека.

Среди научных сотрудников успешно защитила кандидатскую диссертацию Надежда Сергеевна Осташевская («лаборатории Надежда» – как называли её коллеги). В нашем коллективе были как специалисты-углехимики (Эдуард Петрович Старке, муж

и жена Васильевы), так и специалисты других специальностей в области химии – Софья Николаевна Рябченко, Кира Александровна Матасова, Василий Егорович Матвеев, Борис Константинович Тюнюков. Я поступила в аспирантуру к Е.Н. Лоскутовой и в 1963 г. защитила кандидатскую диссертацию. Спустя какое-то время получила должность старшего научного сотрудника. В лабораторию пришла Валентина Ильинична Алехина, которая в то время была ученым секретарем Института. Вместе с С.Н. Рябченко они занимались исследованием формы содержания германия в углях. По результатам этих исследований С.Н. Рябченко защитила кандидатскую диссертацию.

Лаборатория в целом прочно стояла на ногах, о ее работах знали в главном «углехимическом» институте страны – Московском Институте горючих ископаемых (ИГИ).



Лаборатория углехимии. 1970-е гг.

А.П. Темникова, А.Я. Галузо, Н.М. Герман, К.И. Бочкарева, С.Н. Лаврик, К. Ширяева, Н. Ржанникова, В. Рындина, Н.Н. Любецкая, И. Филиппчук, Н. Иванова, Н. Юрченко, В.И. Алехина, Е. Блинова, В.Н. Гришаева, В. Дашенко, Б. Тюнюков, К.А. Матасова, В.Е. Матвеев, С.Н. Рябченко, В.А. Овчинникова, Н.С. Осташевская.

Но тяжело заболел Д.М. Лисин, и ему пришлось отойти от дел. Через некоторое время, по непонятным причинам, дирекция решила расформировать нашу лабораторию. Более половины сотрудников были рассредоточены по другим подразделениям Института.

Кира Александровна Матасова, Альбина Галузо и я были переведены в лабораторию галогенидов, которой руководил Евгений Сергеевич Петров, умный человек, прекрасный химик. Опять абсолютно новая, доселе неведомая тематика, новый коллектив. Встретили приветливо. Мне поручили исследование возможности очистки газовых отходов некоторых производств от хлора сорбционным методом. Знакомство с новой литературой, создание новой экспериментальной установки... Ничего существенного в этой области я, к сожалению, сделать не успела. В 1977 г. после перенесенной болезни я уволилась. Ушла на пенсию не без сожаления, так как непросто было расстаться с Институтом, с которым была связана почти половина жизни, с хорошими людьми, которые постоянно окружали меня в Институте...

ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

И.А. Ворсина

кандидат химических наук

старший научный сотрудник ИХТТМ СО РАН

Предтечей лаборатории физических методов в Химико-металлургическом институте была лаборатория спектрального анализа, созданная Александром Николаевичем Ворсиным в 1947 году.

Сотрудники лаборатории разрабатывали два метода: метод пламенной фотометрии и эмиссионный спектральный анализ. Эти методы уже использовались в научных исследованиях, а стандартных приборов практически не было. А.Н. Ворсин разработал ряд установок и методик для пламенной фотометрии, в их числе – «Пламенный спектрофотометр для определения щелочных элементов». На базе стандартного прибора марки «Hilger» он создал установку для эмиссионного спектрального анализа. Для определения трудновозбудимых элементов А.Н. Ворсин разработал методику и схему с использованием импульсного разряда (1949 г.), а для подсчета импульсов изготовил оригинальный счетчик импульсов. Чувствительность установки оказалось существенно выше разработанных ранее установок.

А.Н. Ворсин (1909–1984), по отзывам знавших его людей, был талантливым и высокоэрудированным человеком, Он воспитал целую плеяду учеников, ставших впоследствии кандидатами и докторами наук, членами-корреспондентами АН СССР. Среди них – Н.В. Арнаутов, Е.П. Доильницын, Д.К. Архипенко, М.Я. Щербакова, Ю.Н. Антонов, В.А. Трубецкой.

Позднее, когда лабораторию из ХМИ перевели в Горно-геологический институт



А.Н. Ворсин. 1947 г.

ЗСФАН, его дело продолжила Таисия Петровна Таскаева, которая, еще будучи студенткой Томского университета, проходила практику у А.Н. Ворсина. Группа спектрального анализа, руководимая Т.П. Таскаевой, входила в состав лаборатории редких и щелочных элементов, которой тогда заведовала к.х.н. Е.И. Маслова.

Благодарна судьбе за то, что в декабре 1963 года Таисия Петровна предложила мне, тогда сотруднице Транспортно-энергетического института (ТЭИ), заняться в ее группе ИК-спектроскопией. Переводом я была зачислена в штат Химико-металлургического института.

Начинать было сложно, и не только потому, что я не была специалистом в области спектроскопии, но и потому, что в ХМИ не было ИК-спектрометра. Мне дали месяц на «самоподготовку», знакомство с литературой, оформление разрешений пройти стажировку, возможность самостоятельно работать в тех институтах Академии, где эти приборы были. Вплоть до 1966 года, до появления ИК-спектрометра UR-10 в нашем институте, мне пришлось ездить с образцами, эксикаторами, растворами KBr , CCl_4 и т.п. в институты Неорганической и Органической химии, Кинетики и горения, Геологии и геофизики, Ботсад. Свой собственный, неукомплектованный UR-10 мы постепенно оснастили прессом, жидкостными кюветами с подогревом, приставками для съемок спектров отражения.

Ученые Института сразу и высоко оценили возможности ИК-спектроскопии, ведь недаром ИК-спектр называют «отпечатком пальцев вещества». ИК-спектроскопия информативна при самых различных исследованиях органических и неорганических веществ, полимеров, механохимических реакций, когда рентгенофазовый анализ, из-за высокой дисперсности и отсутствия четких рефлексов, бессилен.

Мы исследовали десятки образцов в неделю: оксиды, гидроксиды, силикаты, карбонаты, фосфаты, фосфор- и серосодержащую органику и пр. Хорошо, что мне в помощь вскоре дали лаборантку Надю Здрожаеву, добросовестную и аккуратную работницу.

В 1968 году в Институте была создана лаборатория физических методов исследования под руководством к.ф.-м.н. В.В. Марусина.

В лабораторию вошли группы:

- Рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа (руководитель – А.Г. Меркулов, научные сотрудники Т.И. Самсонова, Т. Кузнецова);
- Электронной микроскопии (М.И. Татаринцева, М.А. Корчагин, позднее Б.Б. Бохонов);
- Спектрального анализа (руководитель – Т.П. Таскаева, лаборант Л. Корколайнен, инженер Л. Левченко);

- Плазмохимии (научные сотрудники Ю. Куснер, М.Р. Бердичевский, В.Н. Назаров, В.А. Емелькин, В. Петрожицкий, Р. Хабибулин, Ю.А. Шишкин, В. Ащеулов, позднее А. Гаврилов);
- Масспектрометрии (В. Перегоедов, позднее В.М. Ягжев);
- Математики (А.Н. Колышев, В. Щукин, С. Вашуков);
- Группа колебательной спектроскопии. Руководство этой группой было поручено мне.

Кроме имеющегося у нас старого UR-10, мы приобрели более модифицированный UR-10, UR-20, позднее получили прибор ДФС-12 для съемки спектров комбинационного рассеяния.

Группа расширялась: в разные годы в ней работали научные сотрудники и инженеры: Т.И. Еремеева, А.П. Барина, лаборанты И.В. Богомол, Г. Сухоруков, Т.Е. Гришак, Л. Барсуковских, Р.Н. Битюков.

После защиты моей кандидатской диссертации в 1971 году мы с Т.И. Еремеевой приступили к разработке приставки к прибору ДФС-12 с целью съемки спектров комбинационного рассеяния при возбуждении лазером. Таких приставок в институтах Академгородка тогда не было, они были только в Москве. Кропотливая работа, консультации в Институте физики в Москве – и первый в Сибирском отделении лазерный ДФС заработал, и заработал у нас в Институте. В середине 80-х годов нами был куплен прибор ДФС-24, он был уже с лазерным возбуждением.

После ухода Т.И. Еремеевой на приборе стала работать А.П. Барина, и вскоре она стала настоящим ассом спектроскопии, мастером «золотые руки», которому было по плечу решать любые задачи – и снять спектры самых сложных образцов, и правильно подобрать необходимую лазерную линию для возбуждения спектра.

Вообще, на коллег по работе мне везло, с теплотой вспоминаю их всех. Это были замечательные, творческие люди, интересные, настоящие исследователи, совокупный вклад которых в научные достижения Института трудно переоценить.

В конце восьмидесятых лаборатория «физметодов» была расформирована, поделена на части. Одной из частей лаборатории некоторое время руководил д.х.н. Ю.И. Михайлов.

С гордостью могу сказать, что к работе одной из частиц той, некогда большой и замечательной лаборатории физических методов – группе колебательной спектроскопии – причастна и я.

ИЗ ИСТОРИИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

В.А. Навроцкая
кандидат химических наук, ХМИ – ИФХИМС

Аналитическая лаборатория – одна из старейших лабораторий Института. Корни ее уходят в экспериментальную химико-технологическую лабораторию (ЭХТЛ), которая находилась еще на ул. Кольцова.

Родственными подразделениями были рентген-лаборатория (А.Г. Меркулов, Т.И. Самсонова, Мухин), лаборатория вещественного анализа (Христофоров Борис Сергеевич), которая затем вошла в аналитическую лабораторию.

Первыми руководителями аналитической лаборатории были Дудкинская Екатерина Михайловна, Вехов Виктор Александрович, Климовская Мария Федоровна, Золотарева Мелица Сергеевна, Новик Иван Васильевич. В 1964 г. ее возглавил Клетеник Юрий Борисович. Сотрудники лаборатории выполняли огромный объем определительских работ, проводили анализы растворов, электролитов, порошков, сплавов, волокон, различного сырья, разрабатывали многочисленные методики.

В числе первых аналитиков можно назвать Куперштейн Магду Абрамовну, Астапович Зинаиду Ивановну, Христофорову Любовь Михайловну, Даурцеву Марию Петровну, Коротких Антонину Ефимовну, Лейтан Веру Гавриловну, Данькову Валентину Степановну.

Руководителями аналитической и методической групп долгие годы являлись Александрова Екатерина Ивановна и Мошкина Ирина Александровна. В дальнейшем аналитическую службу Института возглавила Шацкая Светлана Станиславовна.

Долгое время в рамках аналитической лаборатории работала группа по изучению кинетики экстракции. Работы этой группы, возглавляемой к.х.н. Ю.Б. Клетеником, получили широкую известность в нашей стране и за рубежом. Ученики этой школы: Навроцкая Валентина Андреевна, Потапова Александра Ивановна, Седова Светлана Алексеевна, Марьева Нина Никоноровна, Винокурова Ольга Борисовна.

В рамках этой же лаборатории получили развитие исследования в области магнетохимии (Л.И. Скворцова, В.С. Хоцей, Л.Ю. Полякин) и работы по твердым электрохимическим электродам (В.И. Кирюшов, В.А. Тарасова, Т.П. Александрова).



Аналитическая лаборатория. 1970-е гг.

А.Н. Процун, И. Овеченко, Е.И. Александрова, З.И. Астапович, В.П. Королева,
Е.И. Горбунова, В.А. Навроцкая, А.М. Христофорова, Н.Н. Марьева,
О. Нефедов, А.И. Потапова, Ж.С. Аблавская, А. Петренко, В.Г. Лейтан,
Ю.Б. Клетеник, И.А. Быховская, Л.П. Попова, А.Е. Коротких.

ОТ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ ДО СИНТЕЗА ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ю. М. Юхин

доктор химических наук,

руководитель группы синтеза порошковых материалов ИХТТМ СО РАН

В мае 1967 г. после окончания физико-технического факультета (ФТФ) Томского политехнического института я был направлен на работу в ИФХИМС СО АН СССР в лабораторию аналитической химии. Первый год работы в институте запомнился командировками в колхоз (с. Маслянино) и в Томск для набора на практику студентов ФТФ. В первый заезд в институт приехали А.Г. Зелинский, В.Ф. Кузиванов, В.С. Михальченко, во второй – А.Н. Колышев и инженеры-химики: Г.А. Маринкина, А. Потапова, затем А.Г. Белобаба, а после приезда в институт В.В. Марусина вместе с ним пришли выпускники ФТФ В.А. Емелькин, А.А. Ащеулов, Ю.А. Шишкин, Ю.С. Куснер.

В 1968 г. из лаборатории аналитической химии выделилась лаборатория экстракции редких металлов в составе зав. лабораторией к.т.н. И.С. Левина и сотрудников: Т.Г. Азаренко, Т.Ф. Родина, Н.А. Балакирева, З.М. Барабанщикова, Ю.М. Юхин и Е.Г. Леонтьева, а затем в лабораторию пришли Г.А. Маринкина, Г.А. Турчинская, В.В. Сергеева (Тимофеева), В.И. Варенцова, В.А. Тарасова, Н.Е. озлова, Л.А. Новосельцева, Г.М. Мишина, И.А. Быховская, Г. Феоктистова, О.М. Талапова (Фрид), В.Н. Егорова, В.Г. Пономарева, В.С. Данькова, Н.М. Найденко (Мешкова), Т. Невраева, С. Касецкая, Е.Б. Тарасова, Т.В. Чистяченко, Н.И. Дроздова, Ю.М. Самойлов, а также сотрудники группы под руководством С.Н. Рябченко: Н.М. Герман, З.С. Лукашенко, Т. Михайлова.

Сотрудники лаборатории занимались исследованиями химии экстракционных процессов индия, галлия, таллия, мышьяка, сурьмы, висмута, олова, свинца, серебра и золота. Внедрены технологии извлечения индия ди-2-этилгексилфосфорной кислотой на Новосибирском оловянном комбинате, на многих свинцово-цинковых комбинатах СССР (Усть-Каменогорск, Чимкент, Алмалык, Орджоникидзе, Челябинск), а также предприятиях Укрцинк (Константиновка, Украина). В настоящее время экстракционная технология извлечения индия с использованием ди-2-этилгексилфосфорной кислоты успешно работает на Челябинском цинковом комбинате. Сотрудниками лаборатории

внедрены на предприятиях СССР экстракционные технологии извлечения галлия (Химико-металлургический завод, г. Красноярск), очистки никелевых растворов от мышьяка (Североникель), извлечения висмута из растворов (гидрометаллургический завод, г. Исфара).



Сотрудники лаборатории экстракции. 1974 г.

В.И. Варенцова, Н.А. Балакирева, Т.Ф. Родина, Г.М. Мишина,
В.А. Тарасова, В.В. Сергеева, Н.В. Найденко, В.Г. Пономарева,
В.Н. Егорова, О.М. Талапова, И.С. Левин.

В.В. Сергеевой под руководством И.С. Левина на опытном участке института впервые осуществлен в укрупненном масштабе синтез ди-2-этилгексилдитиофосфорной кислоты, которая в настоящее время широко используется в аналитической химии и технологиях.

В 1980 г. лаборатория экстракции редких металлов была расформирована. Основную часть сотрудников перевели снова в лабораторию аналитической химии, а

затем в лабораторию электрохимии. Выделились группа органического синтеза (С.Н. Рябченко), а также группа научно-технологических исследований и организации внедрения научно-технологических разработок (НТИ и ОВНТР) в составе: Ю.М. Юхин, Г.А. Маринкина, Т.А. Удалова, Н.М. Найденко, В.А. Васильева, Т.И. Бухлова.

В 1982 г. сотрудники группы НТИ и ОВНТР были переведены в группу гидрохимических процессов, а в 1984 г. – в лабораторию гетерогенных гидрохимических процессов (зав. лабораторией Н.П. Коцупало), в которой занимались экстракционной переработкой дигидроалюмината лития. В 1986 г. из лаборатории гетерогенных гидрохимических процессов выделилась группа синтеза сложных оксидных материалов (руководитель Ю.М. Юхин), которая в 2004 г. вошла в лабораторию синтеза порошковых материалов (руководитель Р.К. Тухтаев), а после ее реорганизации в 2011 г. – в группу синтеза порошковых материалов.

За время работы сотрудниками группы внедрены технологии получения соединений висмута высокой чистоты на Исфаринском гидрометаллургическом заводе (Г.А. Маринкина), комплексной переработки висмут-германий-платиносодержащих концентратов – на ФГУП «Германий», г. Красноярск (Т.А. Удалова), комплексной переработки висмутистого свинца – на заводе «Сибэлектросталь», г. Красноярск (Н.М. Найденко), оксохлорида висмута высокой чистоты – на Чимкентском свинцовом заводе, висмута нитрата основного фармакопейного – на Курском химико-фармацевтическом заводе, оксохромата висмута моноклинной модификации (С.Н. Рябченко) и среднего нитрата висмута для катализаторов (Ю.И. Михайлов) – на Уральском заводе химических реактивов, г. Верхняя Пышма, шихты германата висмута для монокристаллов – на НПО «Монокристалл-реактив», г. Харьков (Ю.И. Михайлов, В.Н. Щербинина), олово-сурьмусодержащих оксидов для пигментов – на опытном производстве ИХТТМ СО РАН (В.Д. Белых).

В последние годы сотрудниками группы (Л.Е. Даниловой, Т.И. Лимасовой, Н.М. Найденко, Л.И. Афониной, Т.А. Удаловой, О.А. Логутенко, Ю.И. Михайловым, В.И. Смирновым, А.Я. Галузо, Е.В. Тимаковой, Е.С. Найденко, К.В. Мищенко) проведены исследования, позволившие организовать производство соединений висмута высокой чистоты для техники и медицины на ЗАО «Завод редких металлов», г. Новосибирск, который, согласно выводу группы аналитиков по изучению рынков металлов “METALResearch”, является основным производителем соединений висмута в

России. В организации производства соединений висмута высокой чистоты большой вклад внесли сотрудники завода Т.В. Даминова, Б.Н. Пустовалов, С.М. Архипов, И.В. Добрынина, М.Ю. Трубицын, Р.С. Бесяков, В.С. Даминов, А.С. Даминов.

По тематике выполняемой работы защищены диссертации: на соискание ученой степени кандидата химических наук – Г.А. Маринкиной, Т.А. Удаловой, Л.И. Афонинной, А.И. Апарневым, А.В. Мининой, Е.В. Тимаковой, В.И. Евсеенко, Е.С. Найденко; на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук – К.Ю. Михайловым; на соискание ученой степени кандидата технических наук – О.И. Подкопаевым (генеральный директор ФГУП «Германий», г. Красноярск), Т.В. Даминовой (генеральный директор ЗАО «Завод редких металлов», г. Новосибирск).



Ю.М. Юхин и директор ЗАО «Завод редких металлов» Т.В. Даминова.
2007 г.

В настоящее время сотрудники Группы синтеза порошковых материалов работают по трем темам: «Разработка фундаментальных основ экстракционно-полиольной технологии нано-композиционных электропроводящих материалов для микроэлектроники», «Создание лекарственных средств на основе соединений висмута высокой чистоты», «Применение соединений серебра и висмута в агропромышленном комплексе».

«ПЕТРОВСКАЯ ЭПОХА» (из истории лаборатории галогенидов)

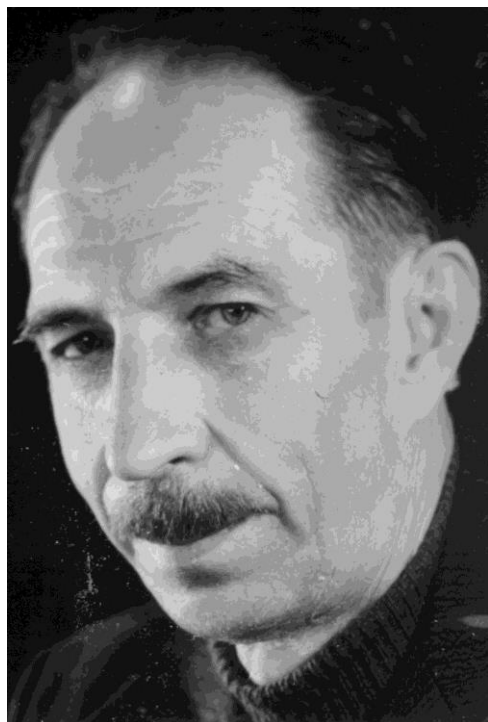
*О.Б. Винокурова
ведущий инженер ИХТТМ СО РАН*

Говоря о 70-летней истории нашего Института, нельзя не сказать о периоде в несколько десятилетий, связанном с деятельностью Евгения Сергеевича Петрова.

Е.С. Петров был одним из первых аспирантов Химико-металлургического института ЗСФАН. Протокол о зачислении в аспирантуру молодого Евгения Петрова в 1952 г. подписали председатель президиума ЗСФАН, доктор технических наук К.Н. Шмаргунов и главный ученый секретарь Академии наук СССР академик А.В. Топчиев. Научным руководителем аспиранта был определен лауреат Сталинской премии, доктор технических наук И.С. Лилеев.

После успешной защиты кандидатской диссертации решение о назначении Е.С. Петрова ученым секретарем ХМИ подписал академик М.А. Лаврентьев. В 1962 г. по постановлению президиума Академии наук СССР Е.С. Петрову присвоено звание старшего научного сотрудника.

Диссертация Е.С. Петрова «Взаимодействие солей цезия с кремнеземом и



Е. С. Петров.

глиноземом при нагревании», научная работа в лаборатории легких и редких металлов под руководством Т.В. Заболоцкого послужили серьезной основой для создания большой программы «Получение редких элементов из Сибирского сырья».

В эти годы в химико-металлургической практике проявились тенденции к широкому использованию галоидных соединений в процессах извлечения редких и цветных металлов из сырья и промышленных продуктов. Особую актуальность приобретали исследования, направленные на изучение физико-химических основ получения безводных галогенидов редких и цветных металлов

и детальное исследование их свойств как в чистом виде, так и в солевых смесях друг с другом.

Низкая температура перехода галогенидов в газовую фазу (до 1000 °С), в отличие от сульфидов (до 2000 °С) и оксидов (выше 2000 °С) позволяли сравнительно легко переводить ценные составляющие сырья в летучую форму и, используя методы перегонки и ректификации, разделять их в достаточно чистом виде.

Изучая физико-химические основы комплексной переработки полиметаллического сырья, Е.С. Петров вместе с сотрудниками разработал целый ряд способов его переработки, в частности, способ высокотемпературного хлорирования с последующей фракционной конденсацией различных хлоридов.

В 1960 г. Е.С. Петров становится научным руководителем большого фундаментального направления «Физико-химическое изучение условий образования и свойств безводных хлоридов редких и цветных металлов».

В 1962 г. Е.С. Петрова назначили заместителем директора Института, а с октября 1964 г., после выделения из состава лаборатории редких металлов лаборатории галогенидов – ее заведующим. Это было началом блестящей истории одной из сильнейших лабораторий нашего Института, возглавлял которую истинный Ученый, энциклопедически образованный Е.С. Петров.

В разные годы в лаборатории галогенидов работали: В.А. Срывцев, В.Н. Фадеев, А.И. Устинов, Л.Г. Дубровская, В.Г. Зырянов, Г.В. Серов, В.Г. Мизин, Н.Я. Федоров, С.И. Скляренко, Н.И. Макушина, С.А. Ивашин, Ю.П. Кузнецов, А.Н. Канев, Г.В. Голубкова, В.Г. Камбург, Е.И. Петрачков, В.Н. Арбеков, В.Н. Кулюкин, С.Н. Лаврик, К.А. Матасова, Л.П. Зиновьева, Е. Хмелинина, В.С. Болт, Н.И. Дроздова, Н.И. Пузынина, Н.В. Косова, Е.Т. Девяткина.

Плодотворная работа коллектива лаборатории была направлена на изучение галогенидов как на объект электрохимии и металлотермии, так и как на способность галогенидов образовывать соединения необычной валентности (субгалогенидов), устойчивых в ограниченной температурной области. Благодаря этому появилась возможность глубокой очистки металлов и получение их в виде монокристаллов, пленок и т.п.

Серьезные исследования были проведены по изучению механизма взаимодействия оксидных соединений с хлорирующими агентами. Так, исследования

взаимодействия оксидов кремния с этими агентами в присутствии восстановителя позволили получить металл, существенно улучшающий качество получаемого ферросилиция на целом ряде заводов.

Кроме научных исследований и серьезных термодинамических расчетов в лаборатории был создан целый парк собственных уникальных установок и аппаратов для дифференциально-термических и тензиметрических исследований.

Е.С. Петровым было написано более 200 научных работ, под его руководством защищено более 10 кандидатских диссертаций, выросла целая плеяда учеников – это ли не «петровская эпоха» в истории Института?

С тех пор менялись названия Института, лабораторий, приоритеты исследований. «Петровскую» эстафету принял один из его лучших учеников, столь же беззаветно преданный науке – Вячеслав Николаевич Кулюкин, который продолжил и развил фундаментальные исследования своего Учителя. С 1991 г. возглавляемая им группа «Химия и технология перспективных материалов» своим приоритетным научным направлением выбрала изучение и получение новых высокотемпературных керамических композитов и разработку способов модификации их компонентов.

В последние годы работы В.Н. Кулюкина продолжила его ученица – ныне доктор химических наук Наталия Ивановна Бакланова. И теперь уже под ее руководством успешно защищаются студенты и аспиранты.

ТЕПЛОТА ГОРЕНИЯ

(из истории лаборатории топочных процессов)

О.Б. Винокурова
ведущий инженер ИХТТМ СО РАН

Одной из сильных и лучших лабораторий нашего Института была лаборатория топочных процессов с ее бессменным заведующим – Иваном Афанасьевичем Яворским.

В разные годы в лаборатории работали: В.Е. Накоряков, А.П. Бурдуков, М.С. Оренбах, М.С. Шарловская, Н.А. Синайский, В.И. Елчин, В.И. Елчина, И.А. Адаменко, Ю.Н. Дубинский, М.Г. Денисов, И.А. Росляков, В.Я. Гололобов, А.А. Сидоров, А.П. Кузнецов, М. Маланов, П.Е. Хмельницкий, Е.Л. Гольдберг, А.Ф. Еремин, А.П. Барина, В.С. Болт, В.А. Глебов, Н.А. Тукало, К.Г. Жугрина, В.М. Гурджиянц, В.М. Гурджиян.

Иван Афанасьевич Яворский в 1937 г. с отличием окончил Томский индустриальный институт и сразу стал начальником котельного цеха Шахтинской ГРЭС. В 1940 г. И.А. Яворский поступил в аспирантуру, но война помешала осуществлению его планам. В 1941–1945 гг. Иван Афанасьевич доблестно воевал на Брянском, 2-ом Украинском, Воронежском фронтах, был тяжело ранен. С войны он вернулся кавалером ордена Красной Звезды и многих других орденов и медалей. В

послевоенные годы работал главным энергетиком Томской энергосистемы и продолжил учебу в заочной аспирантуре.

В 1949 г. после успешной защиты кандидатской диссертации, по личному приглашению академика А.А. Скочинского – председателя президиума ЗСФАН, И.А. Яворский становится старшим научным сотрудником Транспортно-энергетического института (ТЭИ) ЗСФАН.

Известна переписка А.А. Скочинского с Министерством энергетики, где на его просьбы перевести талантливого «тепловика» И.А. Яворского в



И. А. Яворский.

ЗСФАН последовал ответ, что его «заменить нечем». Еще бы, ведь «топки Яворского», его пневмосортировщики уже тогда приносили Томской энергосистеме миллионную экономию.

Так или иначе, И.А. Яворский становится сотрудником ТЭИ, а с 1953 г. – заведующим лабораторией теплотехники в этом институте, которая затем была переименована в лабораторию топочных процессов. В 1962 г. лаборатория топочных процессов вместе с лабораторией энерготехнологического использования топлива была переведена в ХМИ ЗСФАН.

Лаборатория энерготехнологического использования топлива в составе: С.И. Шабанов, Ю.Н. Пиотух, Е.В. Колбасов, Ю.М. Петин, З.Г. Медведцкая, В.М. Гурджиян, Л.А. Брынцева впоследствии была переведена в состав Института теплофизики СО РАН.

В 1961 г. Иван Афанасьевич Яворский успешно защитил докторскую диссертацию. Сфера интересов его лаборатории – угли Сибири: окисленные угли Кузбасса, бурые угли Канско-Ачинского бассейна. Под руководством И.А. Яворского проводились исследования горения углей и углеграфитовых материалов; воспламеняемости топлива с помощью ультразвука, высокого давления, различных добавок; разложения твердых топлив в плазменной струе, ударных трубах. В области получения новых материалов изучалось поведение углеграфитовых материалов при высоких температурах и в агрессивных средах. Внедрялись новые разработки.

Всесоюзные конференции, международные симпозиумы по процессам горения почитали за честь пригласить в состав оргкомитета И.А. Яворского.

Около 200 научных работ, 4 монографии, 15 кандидатов наук у руководителя, плеяда блестящих учеников, составляющих гордость отечественной теплотехники, коллектив ученых-технарей, работы которых получили широкую известность не только в нашей стране, но и за рубежом – вот что такое лаборатория топочных процессов ХМИ – ИФХИМС.

Пусть «тепло» творческого горения ее замечательных сотрудников по закону сохранения энергии перейдет в работу, работу нашей благодарной памяти о них, ныне живущих и ушедших от нас.

ЛАБОРАТОРИЯ СПЛАВОВ

В.А. Неронов

доктор технических наук, ХМИ – ИФХИМС

Эта заметка не столько о научных достижениях лаборатории сплавов, а о том высоком духе, который царил в ней, да и в коллективе института, в те уже далекие шестидесятые годы.

Лаборатория по тем временам была не столь большой численности – человек 15. Но каждый, будь то лаборант или научный сотрудник, являлся личностью. В первые годы в лаборатории работал исключительно мужской коллектив. В разное время ее возглавляли: В.Д. Орешкин, Е.С. Петров, А.А. Корнилов, В.Н. Арбеков. Коллектив был дружный, открытый, жизнерадостный. Не чувствовалось никакой разницы между заведующим и лаборантом. Да и в голову не приходило, что такое может быть – все были равны.

Подтверждением этому служит единственное за всю историю лаборатории крупное «дело» - конфликт коллектива с заведующим В.Д. Орешкиным. Владимир Дмитриевич был известным ученым, и сложившаяся напряженная ситуация определялась не профессиональными, а чисто человеческими его качествами, что осложняло жизнь лаборатории. Оставляя в стороне детали конфликта – не в них дело – отмечу, что Ученый совет Института оказался на высоте положения и освободил Владимира Дмитриевича от занимаемой должности.

Работе в лаборатории отдавались беззаветно. Каждый день приносил что-то новое, творческое, радостное. О времени забывали. О нем напоминал нам зам. директора по общим вопросам Валентин Федорович Бутырин: «Кончайте работу. Пора домой». Часто расходились в 10–11 часов вечера и даже позже. Надо отметить, что многие из нас жили на окраине города, и проблема добраться до дома в столь позднее время была непростой. Однако на другой день повторялось то же самое.

Научное «ядро» лаборатории, кроме заведующего, составляли Владимир Бондарев, Георгий Куртуков, Леонард Ламихов, Владимир Неронов, Владислав Перминов, Вениамин Подергин, Владимир и Юрий Репкины, Виктор Речкин. Лаборанты Василий Бобков, два Виктора Некрасовых, Игорь Дунаев, Александр Зиновьев принимали самое активное участие в жизни коллектива.



Лаборатория сплавов. 1979 г.

В. Бондарев, А.Д. Гречушкина, А.А. Корнилов, В.А. Неронов, В. Репкин,
В.А. Подергин, Л. Ламихов, А.С. Зиновьев, Г.В. Куртуков, В.С. Бобков,
В.Н. Речкин и др.

Всем давались прозвища. Корнилова, например, называли «Сан-Саныч», «Саныч» (между собой – «Корнеплод»), Ламихова – «Лео», В. Репкина - «Сэр», «Реп-старший», Ю. Репкина – «Реп-младший», Подергина – почему-то «Бэн», Речкина – «Витячий» и за размер его головы – «Слонинский». В. Речкин ездил на мотоцикле, но ему не подходил ни один шлем мотоциклиста, и он приспособил пожарную каску, выпотрошив из нее мягкие внутренности. Гаишники Новосибирска хорошо знали эту каску и не останавливали ее владельца на дорогах (у Речкина имелась справка, что промышленность страны шлемов требуемых размеров не выпускает). За шикарную бороду его называли Марксом, а меня - Энгельсом. Когда мы приезжали в Киев в Институт проблем материаловедения, нас пропускали через суровую проходную, не требуя документов и говоря: «Прибыли Маркс и Энгельс».

Сотрудники лаборатории принимали самое активное участие в жизни института. Среди нас были председатели и члены местного комитета профсоюза, комсомольской организации, художники, фотографы, резчики по дереву и металлу, поэты, ораторы, талантливые садоводы, путешественники, грибники, рыбаки и охотники. Не было только «сухарей». С выдумкой, инициативой относились к общественным мероприятиям. Вспоминаются юмористические случаи, как, например, танец маленьких лебедей, который мужчины исполнили в пачках из марли. Среди них импозантной фигурой с голыми волосатыми ногами выделялся В. Речкин.

Лаборатория была хорошо моторизована. Бывали случаи, когда по кличу «Ребята, опять пошли!» (или вообще «грибы») все сотрудники за пять минут оказывались на лоне природы. Вспоминается случай, когда «Сэр», найдя огромный червивый рыжик, обрезал его края, сгреб в ладонь крошки и отправил их сквозь бороду в рот (он пошел дальше писателя Солоухина, который утверждал, что молоденькие рыжики можно употреблять через 20 минут после посола). Этот опыт привел к трагикомическим последствиям. По словам «Сэра», он потом неделю маялся животом.

Активно выезжали на сельхозработы, где, выполнив досрочно задание, усаживались вокруг костра и устраивали веселый пир. В жаркую погоду было много мошки. Одни ее пытались сдувать с поверхности полевого супа, другие, приняв стопку, ели все подряд. Стопка была необычная. Называли ее «Бобковкой», поскольку экономный В. Бобков, как материально ответственный в лаборатории, заботливо выдавал из своего НЗ некий резерв, специально предусмотренный для таких случаев.

В лаборатории велась борьба с курением. Было принято решение - бросить курить, а нарушителей привлекать к ответственности и стричь наголо. Некоторые прятались и курили в туалете. И вот в одно прекрасное утро появляется «Лео», наголо стриженный (у него была отличная шевелюра), садится на стул, демонстративно закуривает, пуская кольца дыма. Курильщики в шоке...

Вспоминается анекдотический случай: Подергин, Перминов и Дунаев разработали какой-то интересный сплав и долго с ним носились. Сплаву быстро придумали название в коллективе. От каждой фамилии взяли по три буквы и, как положено, добавили окончание «ИТ». Получилось не совсем приличное слово, но оно вызывало здоровый смех. В общем, смех помогал работе.

Все научные сотрудники лаборатории успешно защитили кандидатские диссертации, кроме оптимиста Георгия Куртукова, который говорил, что проживет двести лет, и вдруг неожиданно скончался.

Сотрудниками лаборатории написано 10 фундаментальных монографий, изданных самыми престижными издательствами Советского Союза. Эти книги до сих пор являются незаменимыми помощниками при разработке новых материалов, лежат в основе ряда дисциплин, преподаваемых в высших учебных заведениях.

Нельзя не сказать о том, что успехам лаборатории в огромной мере способствовало руководство Института, и, в первую очередь, его мудрый директор Александр Титович Логвиненко. Именно он поддерживал высокий дух вверенной ему «армии» и оставался наставником и после ухода с поста диктора. Многие обращались к нему за советом, помощью и поддержкой. Меня, например, он благословил на защиту докторской диссертации.

Значимость тех дел, которые совершили мы, старшее поколение, с каждым годом ощущается все больше. Это было время беззаветного служения ЧЕЛОВЕКУ, НАУКЕ, РОДИНЕ. И сейчас мы, старшее поколение, идем по жизни честно, уверенно, без колебаний.

ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРОХИМИИ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ ДО НАШИХ ДНЕЙ

А.И. Маслий
доктор химических наук
заведующий лабораторией электрохимии гетерогенных систем ИХТТМ СО РАН

Лаборатория электрохимии в составе Химико-металлургического института организована в 1961 г. профессором Николаем Петровичем Гнусиным на базе существовавшей в лаборатории солей группы мембранного электролиза к.х.н. Т.М. Сосипатрова.

Н.П. Гнусин – представитель Ленинградской электрохимической школы. После учебы в ЛТИ им. Ленсовета он из аспирантуры был призван в армию и героически прошел всю Великую Отечественную войну. После победы он вернулся в ЛТИ, защитил кандидатскую, а затем в 1958 г. (уже в г. Гомеле) – докторскую диссертацию. Н.П. Гнусин являлся признанным авторитетом в области моделирования электрических полей в электролитах, анализа микрогеометрии поверхности гальванических осадков, электрохимии ионитов.

При организации лаборатории в ней было заложено 4 направления:

– Электрохимия ионообменных материалов. Это направление впоследствии стало для Н.П. Гнусина главным делом его жизни. Кроме существующей группы Т.М. Сосипатрова это направление было усилено аспирантами М.В. Певницкой и В.Д. Гребенюком.



Н.П. Гнусин. 1994 г.



М.В. Певницкая. 1970-е гг.

– Электроосаждение металлов. Под развитие этого направления была приглашена группа электрохимиков из МХТИ им. Д.И. Менделеева – Р.Ю. Бек, Е.А. Нечаев, Т.А. Лаврова, в аспирантуру приняты Я.М. Золотовицкий, Н.Я. Коварский и А.И. Маслий.

– Математическое моделирование электрохимических процессов. Группу математиков (У.Г. Фельде, Э.Н. Руденко, А.Г. Фомин, Л.И. Шураева, Б.Я. Пирогов) возглавил выпускник мехмата ЛГУ Н.П. Поддубный.

- Электрохимическое приборостроение. Оно начиналось с дипломника НЭТИ С.П. Новицкого и постепенно укреплялось (И.И. Буренков, Р.И. Буренкова, В.И. Кензин, А.А. Вайс, О.А. Юрьев, М.А. Захаров, В.А. Мезенцев, Е.В. Скопин и др.).

К сожалению, сибирский климат не подошел Н.П. Гнусину. В 1967 г. он уехал из Новосибирска сначала в Киев (Институт коллоидной химии и химии воды), а затем в Краснодар (Кубанский госуниверситет). Новым заведующим лабораторией электрохимии был избран Роберт Юльевич Бек. После учебы на кафедре технологии электрохимических производств МХТИ им. Д.И. Менделеева Р.Ю. Бек два года работал на Подольском механическом заводе. Затем – аспирантура МХТИ, защита кандидатской диссертации в 1961 г. и переезд в Новосибирск. К моменту избрания на должность заведующего лабораторией электрохимии (1966 г.) он уже был заместителем директора Института по науке. В 1978 г. Р.Ю. Бек успешно защитил докторскую диссертацию и возглавлял лабораторию до конца 1993 г.



Р.Ю. Бек. Конец 1960-х гг.

Эти годы стали периодом быстрого роста и укрепления лаборатории за счет притока молодежи со всего Союза: из Москвы (Г.Н. Соркин, Г.В. Косолапов), Ленинграда (С.Н. Овчинникова), Новочеркасска (В.К. Варенцов, А.Ф. Жеребилов, В.Н. Бушков, А.Ж. Медведев, В.О. Лукьянов), а также из новосибирских

(А.П. Замятин, Г.В. Николаев, Н.А. Рогожников, А.Н. Кошев, О.Н. Сидельникова, Б.П. Толочко и др.) и томских (А.Г. Зелинский, А.Г. Белобаба, О.А. Айдашкина, Л.Г. Перминова и др.) вузов.

Из Института радиофизики и электроники (ИРЭ) в лабораторию перешел замечательный мастер – механик Андрей Федорович Рогожников. Приход высококвалифицированных лаборантов–химиков (Н.М. Захаровой, А.А. Труновой, Н.А. Мазуркиной и др.) существенно укрепил базу лаборатории и способствовал быстрому развитию одной из очень важных методических разработок Р.Ю. Бека: созданию простого и эффективного способа воспроизведения величины и свойств поверхности твердых электродов путем срезания тонкого слоя электрода непосредственно в растворе.

Другим существенным «вливанием» в лабораторию явилось присоединение к ней группы к.х.н. Ю.Б. Клетеника, специализировавшейся затем на проблемах вольтамперометрического анализа и магнетометрии. Это В.Н. Кирюшов, В.А. Тарасова, Л.И. Скворцова, В.С. Хоцей, Т. П. Александрова.

В период расцвета в составе лаборатории было примерно 40 человек. В ней сохранились и были существенно развиты все заложенные при создании направления. Исследования кинетики электромембранных процессов (группа М.В. Певницкой) привели к разработке технологических режимов и электродиализных аппаратов для производства высокоомной воды, серийно выпускавшихся на Искитимском электромеханическом заводе.



А.Ф. Рогожников. 1980-е гг.



В.Н. Кирюшов, Ю.Б. Клетеник,
Л.И. Скворцова, В.А. Тарасова,
Т.П. Александрова.

Использование техники обновления поверхности и методов расчета равновесий в комплексных электролитах позволило впервые получить систематические данные по кинетике разряда Cu, Ag и Au из различных комплексов (докторская диссертация Р.Ю. Бека).



Лаборатория электрохимии. 1985 г.

В лаборатории впервые в Советском Союзе был освоен ряд уникальных методов исследования процессов электроосаждения металлов (капиллярный способ выращивания монокристаллических электродов, дифракционное «кино» с использованием синхротронного излучения), а также разработана серия электрохимических импедансметров в низкой (до 0,001 Гц), средней (20 Гц-100 кГц) и высокой (до 5 МГц) областях частот.

Среди наиболее крупных практических разработок лаборатории в этот период следует отметить разработку технологии и аппаратуры для извлечения Au из тиомочевинных растворов. Эта задача была поставлена перед лабораторией Главным управлением золотоплатиновой промышленности МЦМ СССР (И.Ф. Барышников, С.С. Телепнев). Суть ее состояла в том, что на

золотоизвлекающих фабриках, работающих по новой сорбционной технологии (Якутия, Узбекистан, Казахстан), образовывались технологические растворы (несколько кубометров в сутки), из которых нужно было извлечь драгметаллы и вернуть раствор в оборот. Химические методы не давали хороших результатов. Необходимо было разработать и испытать более эффективную технологию. Р.Ю. Бек организовал параллельную работу практически всего коллектива лаборатории над чисто научными (Т.А. Лаврова, Н.В. Благинина), технологическими (совместно с Главзолото, ЦНИГРИ и Иргиредметом) и конструкторскими (А.Ф. Рогожников, А.К. Белых и др.) аспектами. В течение двух лет была создана достаточно простая технология селективного извлечения благородных металлов из тиомочевинных растворов и два варианта проточных пористых катодов (пластинчатые титановые и войлоки из углеродных волокон), которые были приняты производственниками к практическому использованию. После конструкторской доводки и сертификации (В.К. Варенцов и СКБ ГОМ) такие электролизеры серийно выпускались Новосибирским заводом «Труд».

Другим примером многолетней практической работы лаборатории было сотрудничество с заводом «Сибсельмаш». Оно касалось модернизации процесса цинкования и фосфатирования цинковых покрытий, а также автоматизации контроля состава гальванических электролитов.



Полупромышленные испытания пористых электролизеров
ящичного типа на Нижне-Куранахской ЗИФ.
Конец 1960-х гг.

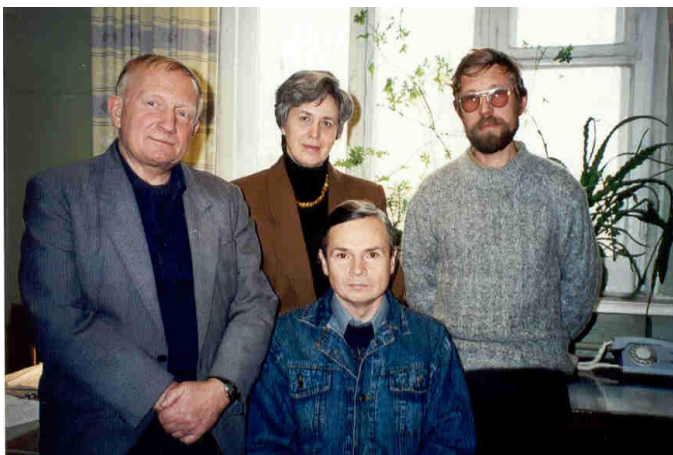
Можно было ожидать, что лаборатория, хорошо известная электрохимикам страны и имеющая тесные связи с промышленностью, легко адаптируется к рыночным взаимоотношениям. Однако реальность оказалась намного сложнее.

Скоропалительная перестройка и резкое уменьшение финансирования науки в начале 90-х годов привели к сокращению лаборатории примерно вдвое, причем наибольшие потери были среди квалифицированных сотрудников среднего возраста: кто-то уехал за границу, кто-то попытался заняться бизнесом, кто-то перешел в преподаватели и на предприятия с более высокой оплатой. Тем не менее, лаборатория сохранилась: остался высококвалифицированный костяк старшего поколения и немного молодежи. Лаборатория переехала из главного корпуса ИФХИМС на 5-й этаж корпуса на ул. Мичурина, 15. Заведующим с января 1994 года был избран Александр Иванович Маслий.

Лаборатория сконцентрировала свои усилия на одном фундаментальном направлении (кинетика процессов электроосаждения и растворения металлов) и двух тесно связанных с ним приложениях (теория и практика пористых электродов и электроанализ). С учетом резко изменившихся условий работы, каждому из этих направлений потребовалось существенное обновление. Так, основой нового направления фундаментальных исследований стал электрокатализ. Группой Р.Ю. Бека была поставлена задача разобраться в причинах низкой скорости растворения некоторых благородных металлов (чаще всего, золота) в комплексных электролитах и разработать пути ускорения за счет

использования катализаторов (ионы тяжелых металлов и серосодержащие соединения).

Были сформулированы новые задачи и для катодного осаждения металлов. Первая из них связана с получением так называемых "multilayers" – многослойных микрослоистых покрытий, в том числе из чередующихся нанослоев



Группа Р.Ю. Бека. 1995 г.
Р.Ю. Бек, Н.А. Рогожников, Л.И. Шураева,
Г.В. Косолапов.

магнитного (Ni, Co) и немагнитного (Cu) металлов. Интерес к этим покрытиям связан с их уникальным свойством – гигантским магнитосопротивлением (резкое изменение сопротивления в магнитном поле). Другой интересной и новой задачей для этого направления оказалось изучение специфики нанесения функциональных покрытий (Au, Ag, Ni, Cu) в трехмерные литографические микроструктуры (так называемая ЛИГА-технология).

Значительной переоценки потребовали и прикладные направления. Развал отраслевой науки, курировавшей внедрение новых технологий в золотодобывающей промышленности, привел к переходу предприятий на менее совершенные, простейшие методы и оборудование. Поэтому спрос на электролизеры с проточными пористыми катодами из УВМ постепенно сокращался, и их выпуск на заводе «Труд» иссяк. Развалилось и само производство УВМ, остались в продаже только высокоомные волокна. В то же время возникло много мелких частных и государственных предприятий с задачей извлечения драгметаллов (чаще – серебра) из небольших объемов разбавленных растворов. Прежние материалы и оборудование оказались громоздкими и дорогими. Необходимо было разработать новый более эффективный пористый катод и новую небольшую и недорогую комплексную установку для



Группа А.И. Маслия. 1990 г.
Н.П. Поддубный, А.И. Маслий и
стажеры НГУ.

эффективного решения подобных задач. Жизнь потребовала существенно изменить подходы к проблемам электроанализа. Датчики с ручным обновлением поверхности твердых индикаторных электродов с последующей аналоговой регистрацией аналитического сигнала на громоздких полярографах и ручной обработкой результатов уже не соответствовали быстро меняющемуся уровню исследований. Необходимо было существенно модернизировать как

сам датчик, так и автоматизацию процесса измерения.

Немного о кадрах. Поскольку пригласить, как раньше, стажеров-электрохимиков из других городов стало невозможно, пополнение шло за счет новосибирских кадров. Во-первых, это наши бывшие сотрудники, которые вернулись в лабораторию (А.Г. Зелинский, М.А. Захаров, А.Ж. Медведев, В.О. Лукьянов). Во-вторых, это стажеры из НГУ: А.В. Деменко, А.В. Панасенко, П.А. Ласкаржевский. Все они были очень способными, но затем предпочли науке бизнес и, в общем-то, не затерялись в нем.

В 2000 г. в НГТУ с участием лаборатории организована подготовка инженеров-электрохимиков на кафедре химии (зав. кафедрой проф. В.К. Варенцов). Лаборатория была и остается научной и методической базой подготовки новых специалистов. Часть спецкурсов и лабораторных работ читались и выполнялись сотрудниками лаборатории (В.К. Варенцов, Н.А. Рогожников, Т.П. Александрова, С.Н. Овчинникова, А.Ж. Медведев). Было два выпуска по этой специальности. Из них в состав лаборатории вошли трое: О.Н. Новгородцева, О.В. Карунина и С.И. Юсин. Все они защитили кандидатские диссертации и успешно работают в лаборатории. Кроме того, мы искали нужных и близких по духу специалистов в других организациях, и иногда нам везло (доцент НГТУ Н.Э. Унру).



Второй выпуск электрохимиков НГТУ. 2006 г.



45-летний юбилей лаборатории электрохимии. 2006 г.



Сотрудники лаборатории электрохимии. 2014 г.

К числу наиболее важных научных и прикладных результатов лаборатории в постсоветский период следует отнести:

I. В области кинетики процессов электроосаждения и растворения металлов:

а) Предложено и на огромном экспериментальном материале (электрохимическое поведение Au, Ag и Cu в цианистых, тиокарбамидных, сульфитных и тиосульфатных растворах) проверено и подтверждено *правило Р.Ю. Бека* о взаимосвязи скорости электрохимических процессов растворения металлов в комплексных электролитах с составом и структурой образующихся при этом комплексов. Если металл (например, Au) образует с данным комплексообразователем единственный двухлигандный комплекс линейной структуры, то процесс растворения сильно заторможен и характеризуется аномально низкими токами обмена и пониженными значениями коэффициента переноса и порядка реакции по комплексообразователю. Если же при растворении данного металла (например, Ag, Cu) образуются несколько комплексов разной структуры, то отмеченного выше аномального торможения не наблюдается.

б) Показано, что наиболее перспективными катализаторами заторможенного растворения Au в различных комплексных электролитах являются адатомы тяжелых металлов (Tl, Bi, Pb и Hg) и S^{2-} -анионы. Полученные данные являются основой для научно обоснованного поиска катализаторов для подобных реакций и создания предпосылок для замены ядовитых цианистых солей на экологически более безопасные тиосульфаты в ряде технологических процессов.

в) Предложены новые пути использования миграционных эффектов для регулирования ионных потоков при электроосаждении металлов и сплавов. Один из них – высоковольтное электрохимическое накопление металлов на индикаторных твердых электродах, позволяющее в сотни раз повысить скорость накопления металлов и, соответственно, снизить предел их обнаружения. Вторым примером – снижение содержания немагнитного компонента (Cu) в магнитном слое (Ni) и улучшение магнитных характеристик многослойных покрытий: за счет комплексообразования ионов меди и ее перевода в форму многозарядных анионов.

г) Разработаны пути интенсификации и условия нанесения слоев Au, Cu и Ni в различные трехмерные литографические структуры.

II. В области пористых электродов:

а) Проведена оценка эффективности работы поверхности различных пористых материалов (по толщине слоя с режимом предельного тока). Показано, что большинство углеродных войлоков с высокой удельной поверхностью недостаточно эффективны для большинства реальных процессов извлечения металлов из разбавленных растворов. Необходимы материалы с еще более высокой пористостью и большим эффективным диаметром пор.

б) Предложен новый способ улучшения распределения тока в пористых электродах за счет создания определенного профиля проводимости пористой матрицы. Теоретически обоснованы идеальные формы профилей для разных условий работы пористых электродов. Экспериментально доказано влияние профиля на примере трехслойного электрода с разной проводимостью слоев.

в) Для описания процессов электроосаждения металлов внутри пористых электродов впервые разработана динамическая модель проточного пористого электрода, учитывающая неизбежное изменение во времени его геометрических и электрических параметров. Проанализированы особенности динамики процесса для ряда характерных вариантов электролиза.

г) Предсказаны и подтверждены экспериментально:

- сильное влияние скорости и направления протока раствора и причины этого влияния;
- возможность возникновения локальных анодных зон растворения внутри ПЭ в процессе электроосаждения металла и меры борьбы с ними;
- существенная роль локальных профилей проводимости твердой фазы при осаждении металлов на ПЭ с низкой исходной электропроводностью.

III. В области практического применения:

а) Разработан электрохимический способ регенерации травильных растворов на основе FeCl_3 , позволяющий повторно использовать раствор и обеспечить требуемые скорость и качество травления.

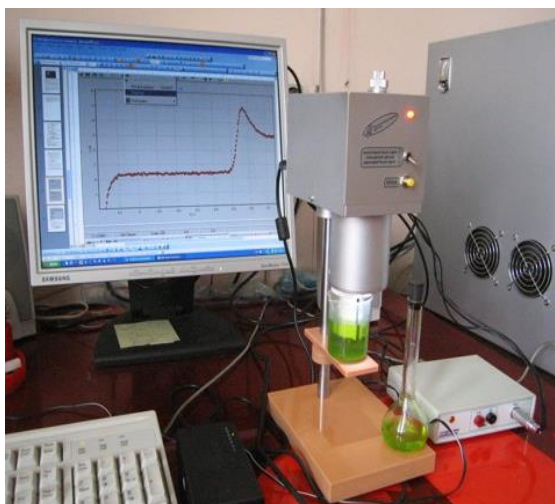
б) Разработан усовершенствованный вариант механического обновления поверхности твердых электродов и на его базе создан автоматизированный

вольтамперометрический комплекс «ВАК-фото» для экспрессного определения Ag в фоторастворах. Экспрессный вольтамперометрический метод аттестован и внесен в Федеральный реестр методик выполнения измерений.

в) Разработан процесс химической металлизации (Ag, Cu, Ni) синтетических волокнистых материалов на основе полиакрилонитрильных или полиэфирных волокон (торговая марка – синтепон) и способы последующего перевода металлов в нужные соединения.

г) Разработан автономный электрохимический комплекс АК-1 с проточным пористым катодом из металлизированного синтепона. Это новое поколение электролизеров для извлечения металлов из небольших (до 200 л в сутки) объемов разбавленных растворов. И это действительно комплекс: он содержит погружной электролизер, встроенный насос для прокачки раствора и программируемый источник питания с автоматическим контролем окончания процесса. АК-1 – одна из наиболее востребованных разработок лаборатории. На данный момент их было произведено около 90 штук.

В настоящее время десятки автономных комплексов АК-1 успешно эксплуатируются во многих городах России. Комплекс АК-1 поставлялся также по зарубежным контрактам в Данию, Южную Корею, Китай, Украину, Белоруссию, Киргизию и Казахстан. Оборудование защищено патентами РФ.



Вольтамперометрический комплекс «ВАК-фото».



АК-1 на ПО «Севмаш»
(г. Северодвинск).

В 2005 году комплекс АК-1 был награжден дипломом и удостоен Большой золотой медали Сибирской ярмарки. Лицензию на его производство приобрели две российские фирмы.

д) С использованием полученных результатов совместно с Институтом горного дела СО РАН разработана и проверена в укрупненном лабораторном масштабе комбинированная технология очистки природных и техногенных растворов от ионов тяжелых металлов. Она основана на различных сочетаниях электрохимического (электролиз на проточных пористых электродах) и сорбционного (сорбция на природном минеральном сорбенте – брусите) методов очистки и позволяет удачно сочетать достоинства обоих методов.

ж) Благодаря высокой проводимости металлизированный синтепон проявляет высокие экранирующие свойства и поэтому является перспективным гибким экраном от электромагнитного излучения для живой силы и электронной техники. На использовании экранирующих свойств металлизированного синтепона основано устройство для временной блокировки сотовых телефонов «Блок-30» (2013 г.).

з) С учетом высокой биологической активности ионов серебра синтепон с покрытиями из серебра и его соединений имеет широкие перспективы применения в медицине (в качестве противовирусного фильтрующего материала в медицинских масках; в качестве электродов для электрофореза; в качестве антимикробных фильтров в системах очистки и кондиционирования воздуха и воды):

В настоящее время в лаборатории работает 21 человек (2 доктора и 11 кандидатов наук). Лаборатория электрохимии до сих пор остается крупнейшим на востоке страны специализированным электрохимическим научным подразделением.

РАЗВИТИЕ В ИНСТИТУТЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

В.В. Болдырев
академик, советник РАН, ИХТТМ СО РАН

В области топохимических реакций в Институте физико-химических основ переработки минерального сырья были продолжены работы, которые проводились ранее в Институте химической кинетики и горения. Основное внимание было уделено исследованию природы и причин автолокализации процессов термического разложения, а если более узко, – природе процессов, происходящих на границе раздела двух фаз: продукта и исходного вещества, т.е. в реакционной зоне.

Природа обратной связи рассмотрена как на уровне машинного моделирования (Е.В. Болдырева), так на уровне детальных экспериментальных исследований, начиная с полиморфных переходов. Показана роль напряжений, возникающих в результате несоответствия молярных объемов и структур продукта и исходного вещества (А.А. Сидельников, А.А. Матвиенко, А.П. Чупахин). В последнее время предметом исследований стали молекулярные кристаллы, их поведение под действием гидростатического давления и инициируемые в них давлением (Е.В. Болдырева) и давлением со сдвигом (А.А. Политов) фазовые превращения.

Объектами исследования являлись кристаллогидраты, комплексные соединения и соли. На кристаллогидратах исследована природа аномальной зависимости скорости реакции от парциального давления водяных паров (эффект Топли-Смита). Изучались дегидратация сегнетовой соли в сегнето- и параэлектрической фазе, состав продуктов



А.А. Сидельников, А.П. Чупахин. 1984 г.

дегидратации внутри
реакционных ядер различной
формы, топография и механизм
инконгруэнтного плавления
кристаллогидратов (А.П. Чупахин,
А.А. Сидельников, Н.З. Ляхов).
Важным результатом явилось
обнаружение внутренних
напряжений в кристаллах квасцов
методом ЭПР (В.В. Зырянов).

Удалось сконструировать установку и найти значение истинной скорости дегидратации на границе раздела фаз (В.Б. Охотников).

Логическим завершением этих работ стали исследования, показавшие, что решетка деформирована по обе стороны реакционной зоны и что напряжения и их релаксация с образованием новой поверхности являются причиной положительной обратной связи, приводящей к гетерогенному протеканию процесса дегидратации. Важным результатом, полученным группой А.А. Сидельникова, является доведение этой модели до количественного совпадения результатов эксперимента с теоретическим расчетом (С.С. Чижик, А.А. Сидельников).

Другим направлением исследований являлось изучение кинетики и механизма термических и фотохимических превращений комплексных соединений. Исследовались как процессы, протекающие гетерогенно (Е.Ю. Иванов, Т.П. Шахтшнейдер), для которых проведено сопоставление развития реакции фронта с кристаллохимическими особенностями, так и гомогенные реакции типа связевой нитро-нитрито изомеризации в нитропентааммиакатах кобальта с различными анионами (Е.В. Болдырева).



На семинаре лаборатории химии твердого тела. Начало 1980-х гг.

Т.П. Шахтшнейдер, Л.П. Бурлева, Е.Ю. Иванов, В.П. Исупов, А.Я. Ягодин,
В.Б. Охотников, А.А. Политов, В.В. Болдырев.

При изучении последних применялись современные методы исследования, с тем чтобы сравнить поведение этих соединений при изменении температуры или давления; установлено влияние на характер превращения внешнесферных анионов, соотношение между процессами связевой изомеризации, инициируемыми нагреванием и действием света (Е.В. Болдырева).

Работы по исследованию явлений переноса в твердых телах относились в основном к механизму аномально высокой диффузии ионов в суперионниках (Н.Ф. Уваров, В.Г. Пономарева). Начало работ было положено детальными исследованиями механизма ионной диффузии в кристаллах, связи диффузии с энтальпийными характеристиками решетки (Э.Ф. Хайретдинов, Н.Ф. Уваров). Эти исследования позволили сформировать собственное научное направление, которое и после отъезда его создателя Э.Ф. Хайретдинова продолжает развиваться в институте (Н.Ф. Уваров, В.Г. Пономарева).

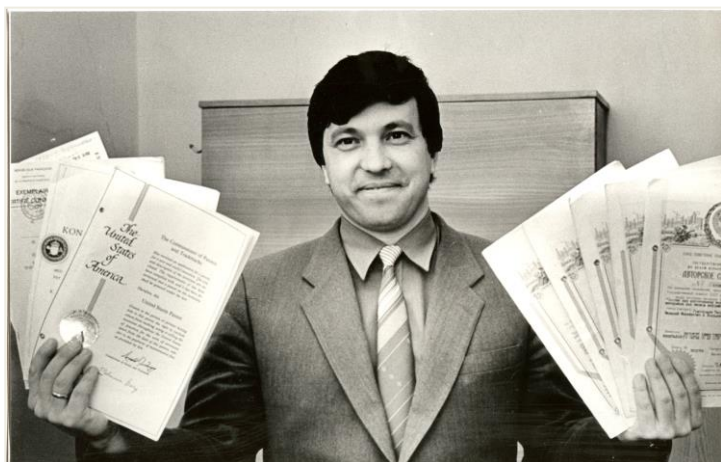
В области горения продолжены исследования по влиянию добавок оксидов на горение дины и показано, что эффект ускорения связан с выделением добавочного тепла за счет каталитической реакции горения газообразных продуктов термолитиза дины. Более поздние исследования посвящены технологическому горению вначале в бинарных системах металл-неметалл, а затем и на предложенных нашим институтом смесях оксидов, один из которых является восстановителем, а другой окислителем (Н. Новиков). Важным результатом явилось использование дифрактометрии на синхротронном излучении для исследования зоны горения в процессах самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (В.В. Болдырев, В.В. Александров, Б.П. Толочко). Исследования по горению были направлены также на разработку методов получения металлических, оксидных и сульфидных продуктов заданной морфологии путем сжигания комплексных соединений никеля, цинка, меди и кадмия при регулировании температуры в зоне горения изменением внешнего давления инертного газа над образцом (Р.К. Тухтаев, В.В. Болдырев). Другим направлением исследований является изучение условий перехода механохимических процессов синтеза в режим самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (Ф.Х. Уракаев, В.С. Шевченко, В.В. Болдырев).

Из работ института по термическому разложению солей можно выделить два основных направления исследований, проведенных в 1980-е гг.

Первое из них относится к исследованию механизма фотохимического и термического разложения гидрида алюминия на уровне элементарных стадий, результаты которого позволили предложить новый термопроявляемый фотографический материал (Ю.И. Михайлов, Ю.Г. Галицын, В.В. Болдырев). Используя разработанный авторами комплекс физических и химических методов, удалось провести исследование элементарных стадий и довести модель до числа, что крайне редко бывает при изучении топохимических реакций разложения.

Второе – детальное исследование механизма термического разложения гипофосфита меди. Результаты исследований позволили разработать методы управления скоростью этого процесса и получить твердый продукт реакции – медь – в высокоактивной каталитической форме. Полученные данные послужили основой для создания новой малооперационной технологии металлизации диэлектриков, которая использована в технологии металлизации отверстий печатных плат (О.И. Ломовский, Ю.И. Михайлов, В.В. Болдырев, А.Я. Лушников).

В середине 1980-х гг. начались исследования по интеркаляционной химии в институте. Первоначальной задачей являлось изучение процесса селективной сорбции ионов лития в межслоевое пространство решетки гидраргиллита из природной рапы (Н.П. Коцупало, В.П. Исупов, А.П. Немудрый, В.В. Болдырев). Обнаружено, что интеркалирование ионов лития и хлора позволяет ввести в межслоевое пространство ряд других неорганических и органических ионов и молекул и тем самым использовать это пространство в качестве микрореактора для проведения разнообразных неорганических и органических синтезов. В их числе следует отметить разработанный



О.И. Ломовский. Конец 1980-х гг.

авторами (В.П. Исупов, К.А. Тарасов, Р.П. Митрофанова, Л.Э. Чупахина) способ получения наночастиц металлов.

Из всех направлений в области химии твердого тела механохимия ближе всего подходила к тематике института в середине 1970-х гг., в момент перехода лаборатории кинетики

химических реакций в твердой фазе из ИХКиГ СО АН СССР. Вокруг этой стержневой тематики удалось объединить усилия лаборатории вяжущих материалов (применение механической активации для использования в качестве строительного материала зол уноса электростанции – М.А. Савинкина, А.Т. Логвиненко), лаборатории редких щелочных металлов (использование механической активации для улучшения процессов вскрытия литийсодержащего алюмосиликатного сырья лепидолита и сподумена – А.С. Бергер, Н.П. Коцупало), лаборатории солей (разработка бескислотного метода переработки фосфоритных руд в минеральные удобрения – А.С. Колосов, М.В. Чайкина), лаборатории электрохимии (использование механохимии для активации гальванических пар при гидрометаллургическом переделе сульфидных руд – В.К. Варенцов, В.И. Варенцова), а также группы механохимии лаборатории химии твердого тела, занимавшейся общими проблемами механохимии в ИХКиГ (Е.Г. Аввакумов).

Подробно этот вопрос раскрыт в статье, опубликованной в журнале «Химия в интересах устойчивого развития»¹, поэтому ограничимся перечислением наиболее важных, с нашей точки зрения, результатов. Доказательством результативности разрабатываемых в Институте проблем являются крупные работы, опубликованные в 1970–1990-е годы².

В области теории механохимических процессов продолжалось развитие кинетической модели, предложенной В.В. Болдыревым в 1972 г., учитывающей импульсный и локальный характер механохимического воздействия на частицу (Н.З. Ляхов, Ю.Т. Павлюхин). Предложено уравнение для описания происходящих в реакторе механохимических процессов с участием различного сорта частиц (Е.Г. Аввакумов, Ф.Х. Уракаев). Предложен подход для разделения процессов измельчения и активации, происходящих в реакторе (Е.Л. Гольдберг, С.В. Павлов).

¹ В.В. Болдырев. Химия в интересах устойчивого развития. 2002. Т.10. № 1-2. С. 3-12.

² V. Boldyrev, M. Boulens, B. Delmon. The Control of the Reactivity of Solids. Amsterdam: Elsevier Sci. Publ., 1979; Болдырев В.В. Экспериментальные методы в механохимии твердых неорганических веществ. Новосибирск: Наука, 1983; V.V. Boldyrev. Control of the reactivity of solids. Ann. Rev. Mater. Sci. 1979. Vol. 9. P. 455-469; V. Boldyrev. Reactivity of Solids: Past, Present and Future. Oxford: Blackwell Sci. Ltd., 1996. (IUPAC Series Chemistry for the 21-st Century. Monographs); Болдырев В.В. Реакционная способность твердых веществ (на примере реакции термического разложения). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997; E. Boldyreva, V. Boldyrev. Reactivity of Molecular Solids. New York a.o.: John Wiley & Sons, LTD, 1999.

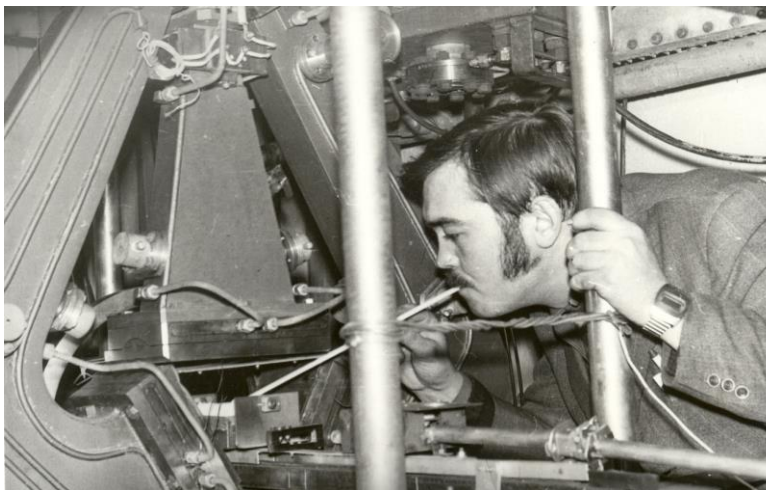
Произведена оценка роли флюидной промежуточной фазы в механохимических твердофазных реакциях (К.Б. Герасимов). Образование линейных и точечных дефектов в кристалле при механическом воздействии прослежено методом машинного моделирования (Ю.Т. Павлюхин, И.И. Гайнутдинов). Изучена возможность механохимического синтеза икосаэдрических структур (Е.Ю. Иванов, Б.Б. Бохонов, И.Г. Констанчук), аномальных твердых растворов и интерметаллидов (Т.Ф. Григорьева, Е.Ю. Иванов), твердофазного синтеза сложных солей и керамических материалов (Е.Г. Аввакумов, В.В. Зырянов). Разработан «мягкий» механохимический синтез (Е.Г. Аввакумов, Н.В. Косова). Показана возможность осуществления гидротермальных процессов в условиях механохимического реактора (В.В. Болдырев). Как показали исследования, путем механической активации фосфорных удобрений можно добиться перевода в усваиваемую растениями форму содержащегося в них фосфора и тем самым создать новый технологический процесс получения фосфорных удобрений (А.С. Колосов, М.В. Чайкина). Разработан механохимический метод получения материалов для аккумуляторов водорода (Е.Г. Констанчук, Е.Ю. Иванов), материалов для стоматологии (Т.Ф. Григорьева, Е.Ю. Иванов), высокоточных ионных проводников (Н.В. Косова), керамических наночастиц (Г.Р. Карагедов). Отдельно следует отметить применение механохимии для упрощения и удешевления органического синтеза, в том числе синтеза лекарственных препаратов (А.В. Душкин, В.В. Болдырев) и их модифицирования с целью солубилизации (Т.П. Шахтшнейдер,



Ю.Т. Павлюхин и В.В. Болдырев. 1989 г.

В.В. Болдырев, А.В. Душкин). Результатом этих работ явилось создание «аскопирина» – быстрорастворимой формы аспирина.

Исследования по радиационной химии продолжили работы, выполнявшиеся группой В.В. Болдырева еще в Томске, но с учетом новых возможностей, появившихся в Новосибирске в связи с созданием в Институте ядерной физики мощных электронных ускорителей. В результате обнаружен радиационно-термической эффект, суть которого сводится к тому, что при



А.П. Воронин. 1980-е гг.

больших мощностях дозы облучения часть создаваемых радиацией дефектов не успевает отжечься и может принимать участие в твердофазных химических процессах, инициируемых термически (В.В. Болдырев, А.П. Воронин, Н.З. Ляхов).

К достижениям в области методики эксперимента и экспериментальной техники тех лет можно отнести следующие результаты: 1) Применение синхротронного излучения для исследования гетерогенных процессов. Исследования проводились в лаборатории электрохимии для изучения катодного наводороживания никеля (А.И. Маслий), затем методика развивалась как в Дебайевском варианте, так и для Лауэ-съемок, для изучения строения реакционной зоны в реакциях термического разложения и синтеза (Б.П. Толочко, В.В. Болдырев, Н.З. Ляхов); 2) Установка для изучения скорости дегидратации кристаллогидратов (В.Б. Охотников); 3) Методы исследования спектров поглощения в оптической и УФ областях с микрообъемов кристалла (А.А. Политов); 4) Разработка различных конструкций механических активаторов (М.Г. Денисов, В.М. Березняк); 5) Метод оценки теплового баланса при проведении механической активации (К.Б. Герасимов); 6) Центробежный классификатор для разделения высокодисперсных материалов (Е.Л. Гольдберг, А.Ф. Еремин).

РАЗВИТИЕ В ИНСТИТУТЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МЕХАНОХИМИИ

*В.В. Болдырев
академик, советник РАН, ИХТТМ СО РАН*

Начало работ по механохимии в 1960–1975 гг.

В Сибирском отделении АН СССР работы по механохимии были начаты в Институте геологии и геофизики (ИГиГ) группой молодых ученых: В.И. Молчановым, Т.С. Юсуповым, Г.М. Гусевым¹. Стимулом для развития исследований явилось создание сотрудником этого института С.И. Голосовым экстрактора-измельчителя – планетарной мельницы, весьма эффективной в работе. Она позволяла не только быстро готовить пробы для аналитических целей, но и проводить интересные работы по гидрометаллургическому вскрытию различного рода минерального сырья. Кроме того, делались попытки моделирования природных процессов формирования полезных ископаемых, например, нефти.

Возможности, которые появились после создания экстрактора-измельчителя, вызвали интерес у химиков и стимулировали поиск совместных с геологами направлений. А.Т. Логвиненко и М.А. Савинкина в ИФХИМС предприняли поисковые исследования с целью использовать машину Голосова в качестве активатора зол уноса при разработке технологии получения из этих зол эффективных вяжущих материалов. Возможности проведения механохимических исследований стимулировали возвращение интереса к ним лаборатории кинетики и механизма химических реакций в твердой фазе (КХРТФ) в ИХКГ, сформированной в основном из специалистов Томска. В 1968 г. заведующий лабораторией проф. В.В. Болдырев организовал группу механохимии во главе с перешедшим из ИНХ к.х.н. Е.Г. Аввакумовым. Дополнительным стимулом для возобновления тематики по механохимии стало посещение В.В. Болдыревым Центрального Института физической химии АН ГДР, в котором под руководством проф. П.И. Тиссена проводились исследования в области теории механохимических процессов, изучались возможности их применения в технологии.

¹ Физико-химические явления при сверхтонком измельчении: Труды Института геологии и геофизики / под ред. В.М. Кляровского, В.И. Молчанова. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1966. С. 1–134; Механохимические явления при сверхтонком измельчении / под ред. В.М. Кляровского, В.И. Молчанова. Новосибирск: Изд. Ин-та геологии и геофизики СО АН СССР. 1971.

Предстояло разобраться в механизме механохимических процессов: во-первых, выяснить, правильным ли было существовавшее в то время объяснение механохимических процессов как простое следствие выделения джоулевого тепла при механическом воздействии на твердое тело; во-вторых, проверить правильность постулата о том, что механическая активация твердых веществ есть следствие происходящего при механической обработке измельчения, т.е. изменения соотношения между поверхностью и объемом, и что наблюдаемое в ходе механической активации увеличение реакционной способности есть следствие, как тогда говорили, «сверхтонкого измельчения».

Выбрав в качестве модельной системы механохимическое разложение нитратов, мы сопоставили ряды устойчивости нитратов щелочных металлов к нагреванию, механическому воздействию и радиолизу. Основная идея этого сопоставления заключалась в следующем. Если ряды устойчивости к термическому и механическому воздействию совпадут, то «тепловая теория» верна, если нет, то механизм химических реакций при механическом воздействии отличается от термического. Отсутствие корреляции между рядами термической и механической стабильности, обнаруженное экспериментально при самых различных способах механического воздействия, заставило поставить под сомнение справедливость и универсальность «тепловой теории»².

Этот вывод был подкреплён последующими экспериментами. Выяснилось, что и состав продуктов, и чувствительность к действию каталитических добавок при механолизе и термолизе также различны³. Совместные эксперименты, проведенные Ф.Х. Уракаевым и физиками ленинградского Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе показали, что состав продуктов, образующихся при раскалывании монокристаллов нитрата калия непосредственно в ионном источнике времяпролетного масс-спектрометра, отличается от состава продуктов, образующихся при термическом разложении нитрата, тем в большей степени, чем больше скорость движения трещины⁴.

² Болдырев В.В., Зарко Е., Дерibas А.А. Химия высоких энергий, 1 (1967) 177–180; V.V. Boldyrev, E.G. Avvakumov, H. Harenz, G. Hernicke, Z. Anorg. Allg. Chem., 393 (1972) 152–158.

³ Болдырев В.В., Аввакумов Е.Г., Гусев А.А. Доклады АН СССР, 184 (1969) 119–121.

⁴ Болдырев В.В., Регель В.Р., Уракаев Ф.Х., Поздняков О.Ф. Доклады АН СССР, 221 (1975) 634–636; Уракаев Ф.Х., Болдырев В.В., Поздняков О.Ф., Регель В.Р. Кинетика и катализ, 18, (1977) 350–358.

В это же время предложена кинетическая модель процессов, происходящих в аппаратах, предназначенных для механической активации, которая учитывала особенности импульсного характера механического воздействия. Появилась гипотеза о возможности проведения гидротермальных процессов не в автоклавах, как обычно, а в условиях, существующих в механических активаторах⁵. Результаты исследований опубликованы в трудах ИГиГ, изданиях «Доклады Академии наук СССР», «Кинетика и катализ», обзор «Механохимия неорганических веществ» – в журнале «Успехи химии»⁶. Статьи в содружестве с немецкими учеными появились в немецких журналах, совместные результаты опубликованы в главах книги «Festkörperchemie», изданной в Лейпциге⁷.

В 1969 г. делегация сибирских механохимиков приняла участие во Всесоюзной конференции по механоэмиссии и механохимии во Фрунзе⁸. Один из видных специалистов в области химии процессов, происходящих при разрушении твердых веществ, проф. П.Г. Фокс написал в своем обзоре⁹: «...Интерес к этой области науки (*имеется в виду механохимия*) всегда был отрывочным, особенно на Западе, где было сделано в этой области очень мало, кроме одного направления – инициирования механическим воздействием взрыва взрывчатых веществ, интерес к которому стимулировался последней мировой войной. Существенным исключением на этом фоне представляют две научные школы. Одна в Советском Союзе, результаты работы которой ... изложены в обзоре Болдырева и Аввакумова. Другая в ГДР, руководимая проф. П. Тиссенем...».

Параллельно с развитием теоретической механохимии делались попытки использовать механохимию и механическую активацию для решения прикладных проблем. В совместной работе сотрудников ИХКГ и ИГиГ, выполнявшейся для

⁵ Болдырев В.В. Кинетика и катализ, 13 (1972) 1411–1417.

⁶ Болдырев В.В., Аввакумов Е.Г. Успехи химии, 40 (1971) 1835–1851.

⁷ V. Boldyrev, K. Meyer, Festkörperchemie, Beiträge aus Forschung und Praxis. Vlg. Grundstoffindustrie. Leipzig, 1973.

⁸ Болдырев В.В., Аввакумов Е.Г., Шмидт И.В., Стругова Л.И. О механизме механохимического разложения галогенатов и нитратов // Механоэмиссия и механохимия твердых тел / под ред. Б.В. Дерягина. Фрунзе: «Илим», 1969. С. 43–49; Логвиненко А.Т., Савинкина М.А. Механическая активация золы бурого угля // Там же. С. 266–268. Гусев Г.М., Молчанов В.И., Гонцов А.А., Кляровский В.М. Механохимические процессы в геологии // Там же. С. 208–271.

⁹ P.G. Fox, Journal of Materials Science, 10 (1975) 340.

Новосибирского завода редких металлов Министерства цветной металлургии в 1969 г., показано, что применение механической активации позволяет существенно сократить время вскрытия ванадийсодержащего сырья и обойтись гораздо меньшим количеством вскрывающего реагента. Для авиационного завода им. Чкалова механохимиками ИХКиГ разработана методика получения металлических покрытий путем проведения первой стадии процесса Монда в режиме механической активации.

Наши работы заинтересовали Министерство цветной металлургии СССР. На коллегии Минцветмета институтам Министерства было поручено использовать опыт ученых СО АН СССР в интересах отрасли, а Госкомитет по науке и технике принял решение о дополнительном целевом финансировании Сибирского отделения для обеспечения совместных работ ИХКГ, ИГиГ, ИФХИМС в области механохимии и механической активации. Внутри Сибирского отделения эта работа координировалась межинститутским научным семинаром. Семинар объединил нас и способствовал формированию коллектива механохимиков.

В Сибирском отделении новое научное направление было встречено с некоторым скепсисом. Нас поддержал академик А.А. Трофимук, а впоследствии – академик Г.И. Марчук. Важным событием стало обсуждение вопроса о развитии механохимии на заседании Научного совета по коллоидной химии и химической механике под председательством академика П.А. Ребиндера в АН СССР. Совет не только одобрил направление наших исследований, но и рекомендовал их усилить. Позиция Академии наук развеяла последние сомнения руководства Сибирского отделения по поводу целесообразности проводимых исследований. Это позволило нам провести первую Всесоюзную конференцию по механохимии.

Развитие механохимических исследований в 1975–1990 гг.

В 1975 г. лаборатория кинетики химических реакций в твердой фазе переведена из ИХКиГ в ИФХИМС, а заведующий лабораторией проф. В.В. Болдырев вначале являлся заместителем директора по научной работе, а затем стал директором Института. Переход происходил, когда председателем Сибирского отделения был академик М.А. Лаврентьев, а завершился при академике Г.И. Марчуке. Оба они и курировавший тогда химические науки академик Г.К. Боресков ставили перед новым директором задачу на будущее: институт, чтобы называться академическим, должен существенно нарастить объем фундаментальных исследований и сосредоточиться на

монопрофильной тематике.

На первый взгляд, было бы естественным выбрать основным направлением исследований химию твердого тела. Это направление считалось основой прикладных работ, проводимых в Институте (технология получения новых строительных материалов, начальные стадии переработки минерального сырья, осаждение металлов из растворов). Однако мы выбрали механохимию, поскольку в этом случае можно было рассчитывать на безболезненное переключение на данное направление сразу нескольких лабораторий ИФХИМС.

Так, в общем, и произошло. В лаборатории солей начались исследования по бескислотному механохимическому методу получения фосфорных удобрений из апатитов и фосфоритов¹⁰. В лаборатории редких щелочных металлов – по применению механической активации для вскрытия литийсодержащих руд¹¹ и приготовлению селективных сорбентов для извлечения лития из природных высокоминерализованных вод¹², в лаборатории вяжущих материалов – для получения стройматериалов из



В.В. Болдырев. 1975 г.

активированных механических отходов¹³, а в лаборатории физических методов исследования получены первые механические сплавы¹⁴ и начато исследование структурных изменений в ферритах–шпинелях¹⁵.

Известность сибирской школе механохимии принесли такие исследования, как обнаружение

¹⁰ Болдырев В.В., Колосов А.С., Чайкина М.В., Аввакумов Е.Г. Доклады АН СССР, 233 (1977) 892.

¹¹ Бергер А.С., Болдырев В.В., Коцупало Н.П., Лапухова Е.С., Пушнякова В.А., Юсупов Т.С. Доклады АН СССР, 240 (1978) 851–854.

¹² Немудрый А.П., Исупов В.П., Коцупало Н.П., Самсонова Т.И., Большев А.И., Кокаулина Э.В. Изв. СО АН СССР, 4 (1984) 28–33.

¹³ Савинкина М.А., Логвиненко А.Т. Изв. СО АН СССР, 6 (1974) 141–144.

¹⁴ Павлюхин Ю.Т., Манзанов Ю.Г., Аввакумов Е.Г., Болдырев В.В. Изв. СО АН СССР, 6 (1981) 84.

¹⁵ Павлюхин Ю.Т., Медиков Я.Я., Болдырев В.В. Доклады АН СССР, 266 (1982) 1420–1422.

инверсии заполнения окта- и тетра-пустот при механическом активировании ферритов-шпинелей¹⁶; формирование активных центров процессов растворения на кристаллах фторида натрия¹⁷; получение икосаэдрических структур методом механической активации¹⁸; механохимическое активирование гидраргиллита¹⁹; интенсификация гидрирования металлов и сплавов²⁰; механохимический синтез сложных оксидов²¹; изменение поведения электрохимических электродов в результате механической активации²². Впервые проведена оценка скачка температуры и давления в механических активаторах²³.

Механохимические исследования проводились и в других институтах Сибирского отделения. В ИГиГ получены интересные и важные результаты по интенсификации обогащения оксидных и сульфидных руд, в Институте горного дела – по бактериальному выщелачиванию сульфидных руд цветных металлов, в Институте неорганической химии – по механохимическому синтезу боргидридов. В эти годы начаты работы по применению механической активации для приготовления катализаторов и модифицирования подложек для их нанесения.

Получила дальнейшее развитие кинетическая модель процессов, происходящих в механическом активаторе, основанная на учете импульсного характера воздействия²⁴.

Из работ прикладного характера можно назвать технологию вскрытия

¹⁶ Y.T. Pavlukhin, Ya.Ya. Medikov, V.V. Boldyrev, Material Reseach Bull., 18 (1983) 1317–1320; Y.T. Pavlukhin, Ya.Ya. Medikov, V.V. Boldyrev, Journal of Solid State Chemistry, 53 (1984) 155–158; Y.T. Pavlukhin, V.V. Boldyrev, Rev. Solid State Science, 2 (1988) 603-621.

¹⁷ Еремин А.Ф., Гольдберг Е.Л. Изв. СО АН СССР. Сер. хим. наук., 66 (1985) 3–7; Гольдберг Е.Л., Рыков А.Н., Еремин А.Ф. Изв. СО АН СССР, 6 (1985) 7–11.

¹⁸ E.Yu. Ivanov, I.G. Konstanchuk, B.B. Bokhonov, V.V. Boldyrev, Reactivity of Solids, 7 (1989) 167–172; Иванов Е.Ю., Констанчук И.Г., Бохонов Б.Б., Болдырев В.В. Доклады АН СССР, 304 (1989) 653-655.

¹⁹ Немудрый А.П., Исупов В.П., Коцупало Н.П., Болдырев В.В. Изв. СО АН СССР, 15 (1984) 28–33.

²⁰ E. Ivanov, I. Konstanchuk, A. Stepanov, V.V. Boldyrev, Journal of Less-Common Metals, 131 (1987) 25-29; M.Y. Song, E. Ivanov, P. Darriet, M. Pezat, P. Hagenmuller, Journal of Less-Common Metals, 131 (1987) 71-79; I.G. Konstanchuk, E.Yu. Ivanov, M. Perat, B. Darret, V.V. Boldyrev, P. Hagenmuller, Journal of Less-Common Metals, 131 (1987) 181-189.

²¹ Уракаев Ф.Х., Аввакумов Е.Г., Чумаченко Ю., Болдырев В.В. Изв. СО АН СССР, 5 (1985) 59-63; Копылов Л.В., Аввакумов Е.Г., Уракаев Ф.Х. Изв. СО АН СССР, 4 (1979) 45-50; Уракаев Ф.Х. Изв. СО АН СССР, 3 (1978) 5-10.

²² Варенцова В.И., Варенцов В.К., Болдырев В.В. Доклады АН СССР, 258 (1981) 639-641.

²³ Болдырев В.В., Александров В.В., Смирнов В.И., Герасимов К.Б., Иванов Е.Ю. Доклады Академии наук, 317 (1991) 663-665.

²⁴ Аввакумов Е.Г., Молчанов В.В., Буянов Р.А., Болдырев В.В. Доклады АН СССР, 306 (1989) 367-369.

вольфрамового сырья, внедренную на Чирчикском комбинате – результат содружества сибирских ученых, института Гидроцветмет и Московского института стали и сплавов; разработку бескислотного метода получения удобрений из фосфорных руд совместно с Институтом химизации сельского хозяйства ВАСХНИЛ; разработку получения никелевого катализатора Реня совместно с Институтом химии Казахской АН; разработку метода получения амальгамы для детской стоматологии, внедренного в производство на Никольском комбинате на Украине; технологию получения сорбента на основе гидраргиллита для селективного извлечения лития из подземных термальных вод. Испытаны в производственных условиях строительные материалы, полученные из механически активированных зол уноса тепловых электростанций.

По мере усиления исследований, связанных с механохимией, расширялись контакты со специалистами в Советском Союзе и за рубежом. Появились совместные работы с учеными из Института химической физики (г. Москва), Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе, Белгородского витаминного завода, Красноярского политехнического института. Установлены контакты с Таллинским СКТБ «Дезинтегратор», Ивановским химико-технологическим институтом, Дальневосточным политехническим институтом, Институтом химии Таджикской АН.

Сибирские ученые становятся неперенными участниками симпозиумов по механоэмиссии и механохимии, проводимых АН СССР, а также механохимических секций на совещаниях по реакционной способности твердых тел и химии твердого тела. Международные связи включали совместные работы с Институтом геотехники Словацкой АН (проф. К. Ткачева), Институтом обогащения во Фрейберге, с японскими исследователями (профессора Джимбо и Сенна). Ученые ИФХИМС участвовали в конгрессах по порошковой технологии в Нюрнберге и Киото, симпозиумах по механохимии и механоэмиссии в Берлине, секции по механохимии на Международном симпозиуме «Реакционная способность твердых тел» в Дижоне, конференции TATRAMAN, организуемой Словацкой АН.

В Новосибирске организованы Всесоюзные совещания, на которых рассматривались вопросы механохимии, совещания по применению механохимии в неорганическом синтезе прошли также в Душанбе (1988 г.) и Владивостоке (1990 г.).

С 1986 г. регулярно проходили советско-японские и японо-советские семинары (два из них организованы в Новосибирске и Иркутске, два – в японских городах Токио

и Нагойя).

В 1988 г. на конференции в Ломницах (TATRAMAN) принято решение о создании Международной ассоциации, президентом которой избран В.В. Болдырев, вице-президентом – проф. М. Сenna (Япония), а ученым секретарем – проф. К. Ткачева (Словакия). Через полтора года Международная механохимическая ассоциация вошла в состав организаций, находящихся под эгидой IUPAC – Международного Союза по чистой и прикладной химии.



Регистрация участников советско-японского семинара в Новосибирске. 1986 г.

Под эгидой ассоциации организованы Международные конференции по механохимии и механическому сплавлению (INCOME), в которых сибирские ученые приняли активное участие. В Советском Союзе при Госкомитете по науке и технике при СМ СССР создана комиссия с целью координации работ по созданию механохимических активаторов и технологических процессов, базирующихся на использовании механохимии.

Особенностью этого периода развития механохимических исследований является рост числа публикаций сибирских ученых в престижных изданиях, в зарубежной

периодической печати. Появились монографии Е.Г. Аввакумова, В.В. Молчанова и Т.С. Юсупова, В.В. Болдырева, В.Г. Кулебакина²⁵. Сотрудниками институтов Сибирского отделения получено свыше ста авторских свидетельств и патентов на изобретения, связанные с использованием механохимии для решения прикладных проблем.

Усилились работы по конструированию и изготовлению новых механических активаторов, созданы более совершенные по сравнению с экстрактором-измельчителем активаторы с водяным охлаждением, появились первые машины, которые могли использоваться промышленностью для малотоннажных производств. В ИФХИМС удалось собрать коллекцию механических активаторов различных типов, которая является пока единственной в России и по разнообразию, и по возможностям.

Исследования в области механохимии и механической активации в 1990–2001 гг.

В постсоветский период произошло резкое сокращение бюджетного финансирования, возникли трудности в обеспечении материалами, реактивами и оборудованием. Невозможность использовать Опытный завод Сибирского отделения для изготовления опытных образцов машин, предназначенных для активации, изменение отношения к науке и ученым – все это заставило искать пути адаптации к новым условиям и критически пересмотреть результаты, полученные в прошлом.

Произошло сокращение работ, относящихся к фундаментальным проблемам механохимии. Вместе с тем организованы работы по исследованию влияния гидростатического давления и давления, сопровождаемого сдвигом, на физические и химические свойства кристаллов – то, что надо было сделать давно, поскольку без результатов этих исследований невозможно понять, что происходит в такой сложной системе, которую представляет аппарат для проведения механической активации²⁶.

Объекты исследований, которыми раньше являлись в основном неорганические системы, пополнились молекулярными кристаллами, главным образом, имеющими

²⁵ Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. Новосибирск: Наука, 1979; Молчанов В.В., Юсупов Т.С. Физические и химические свойства тонкодиспергированных минералов. М.: Недра, 1981. Болдырев В.В. Экспериментальные методы в механохимии твердых неорганических веществ. Новосибирск: Наука, 1983; Кулебакин В.Г. Превращения сульфидов при активировании. Новосибирск: Наука, 1983.

²⁶ E.V. Boldyreva, Mol. Cryst. Liq. Cryst. Incl. Non-Lin. Optics, 242 (1994) 17-52; E.V. Boldyreva, T.P. Shakhtshneider, M. Vasilchenko, H. Ahsbahs, H. Uchmann, Acta Cryst. B.56 (2000) 299; V. Boldyrev, Solid State Ionics, 63-65 (1993) 537-543; V. Boldyrev, Mater. Sci. Forum, 269-272 (1998) 227-235.

отношение к фармации и малотоннажному органическому синтезу²⁷. В области неорганического синтеза возникло новое научное направление – «мягкий неорганический синтез»²⁸, реанимированы исследования, основанные на гипотезе о возможности гидротермального синтеза в условиях существующих механических активаторов²⁹.

Расширились направления, связанные с использованием механохимии при приготовлении высокоактивных катализаторов³⁰ и с применением механической активации в органическом синтезе³¹. Проведены исследования по получению карбида вольфрама в металлической матрице, синтезу силицида железа с аномально высокой концентрацией допантов³². Определенные успехи достигнуты в области компьютерного моделирования процессов, происходящих при деформировании твердых тел³³. Начаты исследования по механохимическому инициированию процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза³⁴. Аспирант В. Шепеляк (Словацкая АН) в 1995 г. успешно защитил в ИХТТМ кандидатскую диссертацию³⁵.

²⁷ V. Boldyrev, Proc. of the Fourth Japan-Russia Symposium on Mechanochemistry. Nagoya, 1992, Publ. by Japan. Soc. Powder. Techn., p.1-21; T. Shakhtshneider, V. Boldyrev, Drug Dev. Ind. Pharm., 19 (1993) 2055-2067; Чуев В.П., Лягина Л.А., Иванов Е.Ю., Болдырев В.В. Доклады АН СССР, 307 (1989) 1429; Душкин А.В., Рыкова З.Ю., Болдырев В.В., Виноградов Е.А., Гусс Ф.В., Четвериков В.П. Патент РФ № 2099058 от 20.12.97; Душкин А.В., Наговицина Е.В., Болдырев В.В., Друганов А.Г. Сибирский химический журнал, 5 (1991) 75-81; Т.Р. Shakhtshneider, М.А. Vasilchenko, А.А. Politov, V.V. Boldyrev, Int. J. Pharm., 130 (1996) 25-32; Т.Р. Shakhtshneider, V.V. Boldyrev, Mechanochemical synthesis and mechanical activation of drugs. In: Reactivity of Molecular Solids. Ed. E. Boldyreva and V. Boldyrev. John Wiley and Sons, Ltd. England, 1999, p. 271-312.

²⁸ E.G. Avvakumov, E.T. Devyatkina, N.V. Kosova, J. Solid State Chem. 113 (1994) 379-385; E. Avvakumov, M. Senna, N. Kosova, Soft Mechanochemical Synthesis: a Basis for New Chemical Technologies, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2001.

²⁹ Болдырев В.В. Кинетика и катализ, 13 (1972) 1411-1417; V.V. Boldyrev, A.Kh. Khabibulin, N.V. Kosova, E.G. Avvakumov, J. Mater. Synth. Proc., 4 (1996) 377; N.V. Kosova, A.Kh. Khabibulin, V.V. Boldyrev, E.G. Avvakumov, Solid State Ionics, 101-103 (1997) 53 –58.

³⁰ Молчанов В., Буянов Р. Успехи химии, 69 (2000) 476-493; V.A. Sadykov, L.A. Isupova, S.F. Tikhov, O.N. Kimkhal. Mater. Res. Soc. Symp., 368 (1995) 293-298.

³¹ Душкин А.В., Карнатовская Л.М., Чабуева Е.Н., Павлов С.В., Кобрин В.С., Стариченко В.Ф., Болдырев В.В. Доклады Академии наук, 371 (2000) 632-633; A.V. Dushkin, L.M. Karnatovskaya, E.N. Chabueva, S.V. Pavlov, V.S. Kobrin, V.V. Boldyrev, V.N. Kobrina, A.E. Grazhdannikov, V.V. Knyazev, V.F. Starichenko, Synthetic Communications, 31(7) (2001) 71-75.

³² Yu. V. Baiklova, O.I. Lomovsky, J. Alloys Comp., 297 (2000) 87-91; E. Belyaev, S. Mamylov, O. Lomovsky, J. Material Sci., 35 (2000) 2029-2035.

³³ I.I. Gainutdinov, Yu.T. Pavlukhin, V.V. Boldyrev, J. Alloys Comp., 234 (1996) 101-105.

³⁴ Уракаев Ф.Х., Шевченко В.С., Болдырев В.В. Доклады Академии наук, 377, № 1 (2001) 69-71.

³⁵ V. Sepelak, Thermal stability and reactivity of mechanically activated zinc ferrite. Ph. D. Thesis. 1995. Inst. of Solid State Chemistry, Novosibirsk.

Работы Института получили высокое общественное признание. В 1993 г. сотрудники ИХТТМ Е.Г. Аввакумов, В.В. Болдырев, Е.Ю. Иванов, Ю.Т. Павлюхин удостоены Государственной премии РФ.



Е.Ю. Иванов с дипломом лауреата
Государственной премии РФ.

Из прикладных исследований можно отметить важные результаты в области применения механохимии в фармацевтической химии, закончившиеся получением солюбилизованных форм аспирина и созданием технологии получения аскопирина; получение высокоактивных катализаторов гидрирования и очистки выхлопных газов; новые сорта функциональной керамики, начиная от материалов для

термоэлементов и кончая сенсорными устройствами для газового анализа; получение косметики; применение механохимии при добыче золота на одном из рудников Тувы. В 1996–1997 гг. в Монголии запущена опытная установка по получению фосфорных удобрений. Особенностью прикладных работ стало стремление заняться малотоннажными дорогими процессами вместо совершенствования многотоннажных производств (получение строительных материалов, металлургия, химическая и фармацевтическая промышленность).

Продолжали усовершенствоваться машины, предназначенные для проведения механической активации. В дополнение к планетарным мельницам сконструированы вибромельницы с большой амплитудой колебаний барабана и осуществлены попытки сделать барабан мельницы трехсекционным так, чтобы операции измельчения, смешения и химический процесс были бы разделены.

В 1997 г., а потом и в 2006 г., в Новосибирске прошли международные конференции по механохимии и механическому сплавлению (INCOME).

Интерес к механохимии и механической активации продолжает возрастать. В программе интеграционных проектов Сибирского отделения в проектах по механохимии кроме ИХТТМ принимали участие новосибирские институты: Институт

химии нефти (Томск), Институт угля (Кемерово), Институт химии и химической технологии (Красноярск), Институт неметаллических материалов (Якутск). Часть проекта «Молекулярный дизайн и экологически безопасные технологии» Научно-образовательного центра при НГУ, выполняемого в рамках российско-американской программы «Фундаментальные исследования и высшее образование», также была посвящена исследованию механохимических процессов.

Хотя характер международного сотрудничества в значительной степени изменился, у нас сохранились контакты с японскими коллегами (Кейо университет в Иокогаме, Институт проблем материаловедения в Сендае), американскими учеными университета штата Мериленд в Балтиморе и фирмы «Тосох», а также южно-корейским Центром материаловедения в Сеуле. Если говорить о российских коллегах, то мы по-прежнему поддерживаем контакты с Институтом химической физики и Институтом общей неорганической химии (Москва), Физико-техническим институтом им. А.Ф. Иоффе (Санкт-Петербург), Институтом физики металлов (Екатеринбург), Российским химико-технологическим университетом им. Д.И. Менделеева (Москва), Красноярским политехническим институтом, Физико-техническим институтом (Ижевск).



Международная конференция по механохимии и механическому сплавлению
INCOME-2. 1997 год.

В заключение несколько слов о путях развития механохимии в Сибири. Свой взгляд на развитие механохимии я изложил в 2000 г.³⁶ Коротко мои соображения сводятся к следующему. Период накопления первичных экспериментальных данных завершен. Теперь прогресс дальнейших исследований следует ожидать только в том случае, если мы научимся управлять процессами механической активации и механохимического синтеза, а для этого необходимо знать механизм. Для этого необходимо развивать фундаментальные исследования в области механического воздействия на реакционную способность твердых тел в зависимости от характера механического воздействия, химического состава и строения твердого тела.

Необходимо по-новому взглянуть на проблему конструирования и изготовления аппаратов для проведения механической активации. До сих пор для этой цели использовались мельницы. Но главное назначение мельниц – получить максимальную удельную поверхность при минимальных затратах энергии – существенным образом отличается от тех задач, которые ставятся при проведении механической активации, – накопить в твердом теле максимальное число нарушений и дефектов за счет подведенной энергии. Необходимо создание специальных аппаратов для эффективного применения результатов фундаментальных исследований в механохимии.

Серьезной и важной задачей является обучение специалистов. Пока для этой цели приходится переучивать специалистов других смежных специальностей. Пришло время вводить преподавание механохимии в вузах, для начала хотя бы в виде спецкурсов.

И, наконец, проблема комплексного подхода к использованию полученных результатов. Получив интересные результаты по инверсии катионного распределения в ферритах-шпинелях в ходе их механической активации, мы не позаботились о том, чтобы наряду с изучением физических свойств активированных ферритов организовать изучение их химических свойств, хотя особый характер их активности был нам известен. В результате весьма важные данные о способности ферритов-шпинелей усиливать после механической активации поглощение сернистого водорода из промышленных газов получены немецкими учеными, использовавшими наши наработки.

Подводя итоги, хотелось бы подчеркнуть, что работы сибирских ученых оказали большое влияние на развитие механохимии как в нашей стране, так и за ее пределами.

³⁶ V.V. Boldyrev, K. Tkáčová, Journal of Materials Synthesis and Processing, 8, N 3/4 (2000) 121-131.

ОТ ЛАБОРАТОРИИ СОЛЕЙ К ЛАБОРАТОРИИ МЕХАНОХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

А.С. Колосов
кандидат химических наук
заведующий лабораторией солей ХМИ – ИХТТИМС

Е.Г. Аввакумов
доктор химических наук
заведующий лабораторией механохимических реакций и неорганического синтеза,
главный научный сотрудник ИХТТМ СО РАН

Андрей Селафилович Колосов прибыл на работу в лабораторию легких металлов ХМИ как молодой специалист после окончания химического факультета ТГУ в 1948 г. В лаборатории под руководством проф. И.С. Лилеева проводилась большая работа в области технологии переработки глиноземного и редкометального сырья. К сожалению, сульфатно-известняковая технология получения глинозема из сибирских кремнеземистых бокситов с использованием сульфата натрия Кулундинских озер носила отпечаток требований военного времени с его дефицитом щелочей, утратой бокситовых месторождений на западе страны. С окончанием войны все эти факторы постепенно утрачивали силу, а сложная «многокомпонентная» технология так и не показала преимуществ по сравнению с уже известными технологиями, и работы над ней были прекращены.

Осенью 1953 г. А.С. Колосов получил приглашение от Ю.П. Никольской работать в ее лаборатории солей, и прошел в этом коллективе путь от младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией. Тематика лаборатории была связана с изучением многообразия процессов солеобразования в природе и их использованием, с работой на стыке физико-химического анализа водно-солевых систем, гидрохимии, геохимии солей. Научные основы этого направления были заложены работами Кулундинской комплексной экспедиции АН СССР начала 1930-х гг., в которой принимал участие Н.И. Висягин, основатель лаборатории солей.

Первые работы лаборатории по Кулундинской тематике связаны с сохранением и развитием сырьевой базы Бурлинского соляного промысла на оз. Бурлинском. Сотрудники курировали состояние озера, вели многолетние наблюдения за его гидрохимическим режимом. Длительное время на промысле существовал стационар лаборатории. Работы по Бурсольпрому проводили супруги И.В. Новик и В.Ф. Новик

(Вера Фоминична работала вплоть до 1975 г.). В сотрудничестве с лабораторией гидротехники ТЭИ (зав. лабораторией д.т.н. И.Д. Абрамович) разработан комплекс мероприятий по зарегулированию гидрохимического и гидротехнического режимов озера. Эта работа была одной из первых, которую Сибирское отделение АН СССР в 1961 г.



А. Пустыльников, А.С. Колосов, Е.В. Чернякова,
И.А. Мошкина, В.Я. Пронина, В.Ф. Новик.

включило в перечень по внедрению результатов научных исследований в производство.

В 1950-х гг. работы лаборатории по изучению процессов в водах и соляных озерах Кулунды, формирования химсостава природных вод, соленакопления в современных континентальных солеродных бассейнах носили комплексный характер и охватывали практически всю территорию Кулунды. Лаборатория участвовала в развитии и становлении таких объектов, как Яровской бромный завод (И.А. Мошкина), Кучукский сульфатный комбинат (гидрохимия и режим озер Кучук и Кулундинского, с организацией стационара для комбината, изучение мирабилита – сырьевой базы комбината). Изучались перспективы оз. Большой Ажбулат, как источника сульфатного сырья, и общая картина соленакопления в бассейне р. Бурлы, конечной котловиной стока которой является оз. Б. Ажбулат (эти работы, к сожалению, не нашли конечного практического завершения).

Результаты многолетних исследований Ю.П. Никольской легли в основу ее монографии «Процессы солеобразования в водах и озерах Кулундинской степи»¹ – капитального научного труда, позволившего на основе междисциплинарных исследований уяснить четкую связь процессов почвообразования в различных растительных зонах с формированием конкретных типов вод и, соответственно,

¹ *Никольская Ю.П.* Процессы солеобразования в озерах и водах Кулундинской степи. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1961. 181 с.

конкретных типов соленых континентальных озер. Едва ли найдется другое такое (по охвату материала, по научным итогам) исследование по конкретному району обширного континентального накопления.

Не прерывалась связь лаборатории с геологическими организациями Сибири. На рубеже 1940–1950-х гг. совместно с Кулундинской экспедицией ЗСГУ (главный геолог В.П. Казаринов) проведена колоссальная работа по созданию сводки материалов по месторождениям солей и гипсов, по соляным озерам для Кулундинской степи. Получен и обобщен материал практически для всего Обь-Иртышского междуречья. Совместная работа с геологами ЗСГУ не прекращалась и в дальнейшем.

В 1950-х гг. начаты исследования по физико-химическому анализу водно-солевых систем «континентального типа» с участием карбонатов и сульфатов кальция, в продолжение и развитие работ школы Н.С. Курнакова по системе $\text{Na, Mg} // \text{Cl, SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ в область расширения компонентности систем. Это было необходимо для понимания процессов образования труднорастворимых сульфатов и карбонатов кальция и магния, накопления растворимых хлоратов и сульфатов натрия и магния, карбонатов натрия.

Карбонатные системы изучались И.А. Мошкиной и Г.И. Гордеевой, сульфатные – А.С. Колосовым. Изучение подобных систем оказалось практически на пределе, если



Ю.П. Никольская, А.С. Колосов, И.А. Мошкина.

не «за пределом терпения экспериментатора» (по выражению Я.Г. Вант-Гоффа): равновесия в системах устанавливались месяцами и даже годами. На современном этапе науки о водно-солевых системах и теории водных растворов возможно построение диаграмм компьютерными методами, но тогда приходилось работать в рамках экспериментальных методик и запасаться

долготерпением. Результаты исследований, проводившихся при $t=25^{\circ}\text{C}$, позволили понять условия формирования гипса, ангидрита, роль сульфатов кальция в поведении сульфата Na и отложений его минералов и пр.

В Сибири, кроме Кулундинской соленосной провинции, известен мощный океанический кембрийский соленосный бассейн на Сибирской платформе в междуречье Лены и Енисея. И хотя о наличии солей в недрах региона известно давно, истинная картина запасов солей стала выявляться в ходе послевоенных геологических исследований. В среде геологов существовали сомнения о возможности нахождения калийных солей, т.к. калийные месторождения столь древнего, кембрийского возраста ранее не были известны.

В 1959–1960-х гг. лабораторией солей совместно с сотрудниками ИОНХ АН СССР проведено обследование наличия в нефтепоисковых и опорных скважинах каменной соли, опробованы и проанализированы воды соленых источников и рассолов района Троицко-Михайловского вала в пределах Канско-Тасеевской впадины на юго-западе соленосного бассейна (при участии Ивановской экспедиции Красноярска). Выявлен целый ряд геохимических (и минералогических) показателей, важных для прогноза калиеносности отложений.

Полученные результаты обсуждались с академиком А.В. Николаевым и вызвали у него необычайно живой интерес. В 1962 г. опубликована совместная с А.В. Николаевым статья в журнале «Доклады АН СССР». С 1960 г. начала действовать комиссия СО АН СССР по солевым ресурсам во главе с А.В. Николаевым и его заместителем Ю.П. Никольской. Одно из первых заседаний комиссии было посвящено организации планомерного поиска калийных солей в Восточной Сибири с привлечением представителей региональных управлений МинГео СССР, институтов АН СССР, других заинтересованных организаций.

На первом этапе этого поиска лаборатории не хватало поддержки геологов. А.С. Колосов и Ю.П. Никольская обратились в Институт геологии и геофизики к академику А.Л. Яншину. Вначале он проявил скепсис к обозначенной проблеме, однако после консультаций с А.В. Николаевым и специалистами-солевики (М.П. Фивег, М.Г. Валяшко) быстро уловил суть вопроса и в дальнейшем помог с геологическим обоснованием работ по калию. В ИГиГ создали лабораторию во главе с М.А. Жарковым, хорошо знающим геологию Сибирской платформы. В Сибирском

отделении была создана Межведомственная комиссия по поискам калийных солей и фосфоритов под председательством А.Л. Яншина. Усилия двух комиссий привели к тому, что с 1963 г. на Сибирской платформе начались работы по поиску калия с бурением скважин до глубины 1200 м (Красноярское, Иркутское ГУ).

Работы проводились при постоянном мониторинге двух комиссий СО АН, программа дальнейших действий обсуждалась на ежегодных совместных совещаниях. Поиск калийных солей в Восточной Сибири увенчался обнаружением мощного калийного месторождения на севере Иркутской области в районе рек Непы и Гаженки, в том самом районе, который нами по гидрохимическим показателям был определен, как перспективный.

В ходе работ накоплен колоссальный материал по физико-химическим условиям древнего соленакопления, геохимии и минералогии пород соленосных отложений. Роль лаборатории солей в химической, минералогической обработке получаемого геологами материала была ведущей. В обработке, кроме А.С. Колосова, принимали участие А.М. Пустыльников, практически все лаборанты, на более позднем этапе – И.А. Мошкина, З.М. Мельникова, Г.К. Гордеева. Особая роль в постановке работ принадлежала Ю.П. Никольской.

Поскольку тематика лаборатории была на стыке химии и геологии, она не вписывалась в постепенно менявшиеся направления Института. В начале 1970-х гг. преобладающей становится тематика, связанная с изучением Сибирских месторождений фосфоритов и созданием технологий их переработки. Работы, начатые еще Ю.П. Никольской, в дальнейшем проводились при активном участии М.В. Чайкиной, Э.Е. Помощникова, Г.И. Гордеевой, Г.Д. Урываевой. После ухода Ю.П. Никольской на пенсию тематикой руководил А.С. Колосов.

Еще один аспект работы лаборатории солей – это ее многочисленные связи с научными и производственными учреждениями страны. Коллектив сотрудничал с ИОНХ им. Н.С. Курнакова АН СССР, Институтом галургии (Ленинград), МГУ, ГИГХС, МХП (Люберцы), с вузами, НИИ и геологическими организациями Сибири и Средней Азии. При сотрудничестве с химиками и геологами Карабогазской партии выявлены характеристики состояния и зональности донных осадков залива Карабогаз-Гол. Статья А.С. Колосова, А.М. Пустыльникова, В. Федина об этих исследованиях, опубликованная в ДАН СССР, оказалась наиболее цитируемой. Интерес к изучению

залива Карабогаз-Гол сохраняется, ибо он является самой гигантской моделью динамичного соленакопления.

Новый этап в истории лаборатории начался с приходом в Институт В.В. Болдырева вместе с сотрудниками ИХКГ СО АН. Группу механохимии, которую Е.Г. Аввакумов возглавлял в лаборатории КХРТФ в составе: И.В. Шмидт, Л.И. Разворотнева, И.Д. Кособудский, Ю. Гимаутдинов, А. Мельчуков, В. В. Шрейдер, «внедрили» в лабораторию солей, руководителем которой был А.С. Колосов. «Внедрение» группы (как потом признавались сотрудники лаборатории солей) прошло практически безболезненно, поскольку нашлись общие интересы, было желание работать в новом направлении. Почти все сотрудники лаборатории солей во главе с А.С. Колосовым включились в исследования по механохимии: М.В. Чайкина, Г.И. Гордеева, М.И. Таранцова, Э.Е. Помощников, лаборанты В.Г. Бюллер, Н.Н. Николаева, В.М. Трemasова, Л.П. Рыбкина, В.Я. Пронина, Е.В. Чернякова, Л.П. Науменко.



Т.С. Колчина, М.В. Чайкина, А.С. Колосов, Ю.П. Никольская, И.А. Мошкина, В.Ф. Новик, Э.Е. Помощников, М.И. Островская, Е.В. Чернякова, В.Я. Пронина, А.М. Пустыльников, В.Г. Бюлер, Т. Кокурова, Г.И. Гордеева, С. Сельвинский, З.М. Мельникова, А. Исакова, И. Косых, М.И. Таранцова и др.

С подачи директора Института В.В. Болдырева большинство из них сосредоточились на перспективной идее активации фосфоритов. Первые опыты по их активации были опубликованы в ДАН СССР в 1977 г.², где было четко показано, что увеличение растворимости связано не с размерными факторами (удельной поверхностью), а со структурными изменениями.



Л.И. Разворотнева, М.В. Чайкина, В.И. Варенцова, М.И. Таранцова,
А.С. Колосов, Р. Петиг, Е.Г. Аввакумов, Н.А. Федорова, В.Я. Пронина,
Е.В. Осинцева, Н.Н. Николаева, В.Л. Шапкин, Л.П. Наumenко,
Ф.Х. Уракаев, Л. Емельянова, О.И. Самарин, Е.В. Чернякова.

Эта работа развивается в течение многих лет, как в направлении изучения механизмов активации, так и в направлении разработки методов синтеза твердых растворов на основе апатита, перспективных в лечебной практике. По результатам этих исследований М.В. Чайкина защитила докторскую диссертацию и написала монографию «Механохимия природных и синтетических апатитов» (2002 г.)³. Технология испытывалась на монгольских фосфоритах, и сейчас продолжают работы по практической реализации данной разработки.

² Болдырев В.В., Колосов А.С., Чайкина М.В., Аввакумов Е.Г. Доклады АН СССР. 1977. Т.233, N 5. С.892-895.

³ Чайкина М.В. Механохимия природных и синтетических апатитов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. 223 с.

Продолжались исследования, начатые в КХРТФ. Это работы по активации простых (SnO_2 , TiO_2 , PbO_2 , WO_3 и др.) и сложных оксидов (ферриты Zn , Ni), а также сульфидов (FeS_2 , CuFeS_2 , NiFeS_2). Они проводились в сотрудничестве со специалистами по мессбауэровской спектроскопии В.А. Варнеком (ИНХ СО РАН), Ю.Т. Павлюхиным, Я.Я. Медиковым. Натир железа для этих измерений категорически не допустим, поэтому использовались керамические барабаны, изготовленные на НЭВЗ.

В результате этих исследований было установлено, что под влиянием механической активации в кристаллической решетке ферритов реализуются переходы катионов шпинели из тетраэдрического окружения в октаэдрическое. При неизменном химическом составе шпинелей химические и физические свойства их существенно изменялись. В частности, переход в октаэдрическое окружение усиливает основные свойства шпинелей, что обеспечивает ускоренное растворение их в кислотах. Работа, опубликованная Е.Г. Аввакумовым совместно с Ю.Т. Павлюхиным и В.В. Болдыревым в «Известиях Сибирского отделения СО АН СССР»⁴, оказалась незаслуженно забытой. Понятно, почему не знали о ней Бенджамин и Кох – журнал не переводился на английский язык, но непонятно, почему ее не знают специалисты по механическому сплавлению в России. Работы Е.Г. Аввакумова, выполненные с Ю.Т. Павлюхиным, вошли составной частью в отмеченную позднее Государственной премией РФ серию статей Института, опубликованных В.В. Болдыревым, Е.Г. Аввакумовым, Ю.Т. Павлюхиным, Е.Ю. Ивановым (1993 г.).

Для простых оксидов развиты подходы, объясняющие изменение свойств оксидов за счет их частичной диссоциации под влиянием механической активации и образованием в результате в их структуре дефектов по механизму кристаллографического сдвига. Первые доказательства их образования были приведены Е.Г. Аввакумовым в совместной статье с Н.В. Косовой и В.В. Александровым, опубликованной в «Неорганических материалах» (1979 г.), а в последующем они были подтверждены методом ЭПР в совместных работах с В.Ф. Ануфриенко и В.А. Полубояровым.

Однако больший интерес представляло не «активационное», а «реакционное»

⁴ Павлюхин Ю.Т., Медиков Я.Я., Аввакумов Е.Г., Болдырев В.В. Известия СО АН СССР. 1981. N 9. Сер. хим. наук, вып. 4. С.11-16.

направление, т.е. механическая активация твердофазных реакций, в частности, реакций синтеза, позволяющая избегать использования растворителей. В этих исследованиях были задействованы сначала Л.И. Разворотнева (Стругова), И.Д. Кособудский, Ф.Х. Уракаев (двое последних сейчас доктора наук), несколько позднее к ним подключились Н.В. Косова, Е.Т. Девяткина, Г.Н. Томилова, А.А. Гусев, В.А. Полубояров (ныне доктор наук), О.В. Андриюшкова, И.А. Паули, О.Б. Винокурова и др. Защитили кандидатские диссертации Л.И. Разворотнева, О.В. Андриюшкова, И.А. Паули, А.А. Гусев.

По результатам исследований в 1979 г. Е.Г. Аввакумовым издана монография «Механические методы активации химических процессов» (отв. ред. А.С. Колосов, рецензенты П.Ю. Бутягин и А.С. Бергер), а в 1986 г. вышло второе дополненное издание. Эта монография цитируется в большинстве статей по механохимии, на сегодняшний день число ссылок на нее составляет более 1000 (см. индекс цитируемости в Scientific.ru).

Большая работа проводилась в лаборатории в области совершенствования измельчительно-активирующей аппаратуры, расширения ее парка и исследования ее возможностей. Существующая аппаратура (планетарная мельница С.И. Голосова, ИГиГ СО АН СССР) при работе сильно перегревалась и не обеспечивала корректности проведения экспериментов. Требовалось охлаждение рабочей зоны аппаратов. Е.Г. Аввакумов предложил конструктору А.Р. Поткину поместить барабаны существующей мельницы в емкость, по которой можно было бы пропускать большие объемы охлаждающей жидкости.

В совершенствовании этой мельницы принимали также участие инженер О.И. Самарин и слесарь А.П. Шатохин. Название мельнице придумал О.И. Самарин: активатор с гидростатическими обоймами, сокращенно АГО. Первый патент на этот принцип получен в 1982 г. С использованием этого принципа запатентовано не менее двух десятков конструкций. Планетарная мельница АГО-2 получила широкое распространение, она отмечена медалью ВДНХ.

На Ученом совете Института неоднократно отмечалось, что ее использование позволило Институту занять лидирующее положение по механохимии в мире.

Позднее появились и промышленные аппараты (виброцентробежные мельницы). Заслуга в их создании и организации их производства принадлежит М.Г. Денисову.



Е.Г. Аввакумов и О.И. Самарин. 1980 г.

Усилия по совершенствованию активаторов не прекращаются. В лаборатории на участке измельчения и активации собраны модели активаторов-измельчителей, на которых сотрудники Института проводят опыты при непосредственном участии Ольги Борисовны Винокуровой. Ее деятельность в течение многих лет обеспечивает функционирование и освоение новых аппаратов. Среди заказчиков – не только сотрудники ИХТТМ, но и других институтов Сибирского отделения РАН и городов



О.Б. Винокурова у мельницы АГО-2.
2003 г.

России. Результатом работы О.Б. Винокуровой являются десятки патентов и публикаций. Сотрудники Института благодарны О.Б. Винокуровой не только за ее труд, но и за опеку ветеранов войны и труда.

В последнее время в Институте начинают приживаться также центробежные дисковые (роликовые) проточные мельницы-активаторы, созданные с участием лаборатории. Это позволит смелее внедрять методы механохимии в производство, о чем

мечтают многие исследователи.

В 1987 г. Е.Г. Аввакумов защитил докторскую диссертацию на тему: «Механическая активация твердофазных реакций». В следующем году его группу из 11 сотрудников объединили с лабораторией А.С. Бергер, состоящей из 8 сотрудников. В 1988 г. состоялись выборы заведующего объединенной лабораторией механохимических реакций и неорганического синтеза. С этим названием она просуществовала до 2004 г.

Кроме А.С. Бергер, в лабораторию влились кандидаты наук Н.П. Томилов и Г.Р. Карагедов. Николай Платонович Томилов, талантливый ученый-химик, имел большой задел в области литиевого материаловедения. Судьба не была к нему благосклонной – в 1990 г. он ушел из жизни. Но его труды до сих пор служат науке. А.С. Бергер, Г.Р. Карагедов и еще несколько сотрудников на следующий год обособились в отдельную группу. В лабораторию механохимических реакций и неорганического синтеза из группы Г.Р. Карагедова пришел к.х.н. А.А. Гусев, сотрудничество с которым позволило получить много важных научных результатов, в частности, по активации диоксида титана с образованием фаз Магнели и синтезу пьезоэлектрических материалов.

Основным направлением лаборатории было исследование реакций механохимического синтеза. В развитие данного метода предложена его разновидность, названная мягким механохимическим синтезом, где механической активации подвергаются смеси твердых соединений, содержащих гидроксильные группы и связанную воду (твердые кислоты и гидроксиды, основные и кислые соли, кристаллогидраты и т.п.).

Установление особенностей и преимуществ данного метода для разного типа реакций проводилось Е.Г. Аввакумовым с активным участием Н.В. Косовой, Е.Т. Девяткиной, Г.Н. Томиловой. На основании совокупности полученных данных установлено, что, как и для других классов реакций, ведущую роль играет различие в кислотно-основных свойствах соединений.

Первый обзор на данную тему был опубликован в 1994 г., а затем совместно с Н.В. Косовой в 2001 г. издана монография «Мягкий механохимический синтез как

основа новых химических технологий» в издательстве Kluwer Academic Publishers⁵. Данный метод активно используется как отечественными, так и зарубежными учеными. В совместных работах Е.Г. Аввакумова и Л.Г. Каракчиева показано, что в получении нанодисперсных частиц он практически не уступает «золь – гель» методу, широко используемому химиками для этих целей. С применением данного метода разработаны пути создания керамических материалов в нанодисперсном состоянии. Сначала это был кордиерит, затем муллит и керамика на основе соединений циркония, титана, свинца и других. Работы выполнены с активнейшим участием А.А. Гусева и Л.Г. Каракчиева. Особенно простым и эффективным оказался способ получения стабилизированного иттрием диоксида циркония после низкотемпературной (600°C) термической обработки механически активированных смесей солей циркония и иттрия.

Полученные результаты суммированы Е.Г. Аввакумовым в совместных с А.А. Гусевым двух монографиях: «Кордиерит – перспективный керамический материал» (1999 г.)⁶ и «Механические методы активации в переработке природного и техногенного сырья» (2009 г.)⁷. Монографии не остались незамеченными специалистами. Е.Г. Аввакумов избран действительным членом Международного Института наук о спекании (г. Белград, Сербия), в 2004 г. ему присвоено звание «Заслуженный деятель науки РФ», а в 2013 г. работы Е.Г. Аввакумова отмечены премией РАН им. Н.В. Мельникова за создание научных основ комплексной переработки минерального сырья.

В 2004 г. произошло объединение лаборатории механохимических реакций и неорганического синтеза с группой интеркаляционных реакций, и заведующим объединенной лаборатории стал д.х.н. Виталий Петрович Исупов. В настоящее время коллектив лаборатории интеркаляционных и механохимических реакций продолжает работы как по мягкому механохимическому синтезу, так и по активации природных литийсодержащих материалов.

⁵ Avvakumov E., Senna M., Kosova N. Soft Mechanochemical Synthesis: a Basis for New Chemical Technologies. Boston; Dordrecht; London: Kluwer Academic Publishers, 2001.

⁶ Аввакумов Е.Г., Гусев А.А. Кордиерит – перспективный керамический материал. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. 170 с.

⁷ Аввакумов Е.Г., Гусев А.А. Механические методы активации в переработке природного и техногенного сырья. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2009. 155 с.

МЕЧТЫ СБЫВАЮТСЯ!

М.В. Чайкина
доктор химических наук,
ведущий научный сотрудник ИХТТМ СО РАН

В моей жизни было немало случаев, когда я мечтала о чем-то, и мечта моя сбывалась сама собой, без особых усилий с моей стороны. Так случилось и с поступлением на работу в Химико-металлургический институт (ХМИ) Западно-Сибирского филиала АН СССР. В 1957 г. в связи с пуском первой очереди Новосибирской ГЭС началось наполнение Новосибирского водохранилища. Наполнение водохранилища до проектной отметки проходило в три очереди, с 1957 по 1959 год. Это был один из первых сибирских искусственных водоемов, который предназначался не только для получения электроэнергии, но также для разведения ценных пород рыб, водоснабжения и строительства зон отдыха в прибрежной части. Поэтому с момента его наполнения в 1957 г. начались всесторонние исследования, в которых участвовали специалисты из различных институтов г. Новосибирска.

В то время я работала в Новосибирском филиале Института рыбного хозяйства, научные сотрудники которого принимали активное участие в этих исследованиях. Я занималась изучением химического состава растворенных компонентов в воде, т.е. гидрохимией. У института не было своего здания, и гидрохимическая лаборатория ютилась в небольшой комнате деревянного домика. Дистиллированную воду мы брали в ХМИ. Каждый раз, приходя в здание института по улице Державина, 18, я думала: «Какое счастье работать в институте Академии наук, в таком замечательном здании, таких оборудованных лабораториях! Как бы мне хотелось работать здесь!»

В 1959 г. президиум Сибирского отделения АН СССР решил объединить под своим началом комплексное исследование Новосибирского водохранилища, для этой цели началось формирование групп в ряде институтов. Группу по гидрохимии было решено создать в лаборатории солей ХМИ, где занимались изучением соляных озер Кулунды и гидрохимией впадающих в них рек. В апреле 1959 г. зав. лабораторией солей Юлия Павловна Никольская предложила мне работу в своей лаборатории. Я с великой радостью приняла предложение. Моя мечта работать в академическом институте сбылась!

Коллектив лаборатории принял меня дружелюбно. Здесь работали четыре

кандидата химических наук: зав. лабораторией Ю.П. Никольская и три старших научных сотрудника – Ираида Александровна Мошкина, Михаил Федорович Ляпунов, Тимофей Михайлович Сосипатров, а также младшие научные сотрудники – Вера Фоминична Новик и Андрей Селафиилович Колосов, который готовил кандидатскую диссертацию. В то время в Институте не было докторов наук, и состав лаборатории свидетельствовал о высокой квалификации ее сотрудников, у которых было чему поучиться. Главным направлением исследований было изучение современного солеобразования в водах и озерах Кулундинской степи, а также физико-химический анализ водно-солевых систем, который являлся основой для понимания природных процессов в озерах. Для проведения этих исследований требовалась большая аналитическая работа по определению химического состава рассолов и рапы озер, которую выполняли весьма квалифицированные лаборанты: Татьяна Семеновна Колчина, Людмила Степановна Ефремова, Антонина Ивановна Шумилова, Вера Яковлевна Пронина, а в конце 1959 г. штат лаборантов пополнили две юные девушки – Людмила Павловна Рыбкина и Надежда Николаевна Николаева. Моей помощницей была старший лаборант Елена Владимировна Чернякова.

Летом сотрудники, занимающиеся изучением озер, уезжали в экспедицию в Кулунду, а мы с Леной Черняковой – на Новосибирское водохранилище. Наблюдение за составом воды проводилось во все сезоны, не менее четырех раз в год. В комплексных экспедициях участвовали сотрудники институтов Сибирского отделения и других ведомств. При образовании водохранилища под затопление пошли вырубки леса и кустарников, пашни и луга, а также территории населенных пунктов, которые были перенесены на новое место. Нужно было определить влияние затопленных угодий на качество воды, на живые организмы – зообентос, фито- и зоопланктон, населяющих донные отложения и толщу воды; определить рыбные запасы выше плотины водохранилища; изучить характер разрушения берегов; решить еще ряд задач. В исследованиях участвовали гидрохимики, микробиологи, биологи, ихтиологи, гидрологи и другие специалисты. Транспортным средством и одновременно плавучей лабораторией в открытый период водохранилища был катер «Наука-1».

Хочу немного рассказать о том, как мы работали на этой небольшой плавучей лаборатории. Группы биологов и ихтиологов занимали отдельные кубрики или устраивались в ясную погоду прямо на палубе. Сотрудники Биологического института

СО АН определяли «микронаселение» водохранилища. Микробиологи предварительно «драили» кубрик в кормовой части катера, чтобы избежать посторонний «посев» бактерий. Другие специалисты этого института разбирали грунт, определяя зообентос, и фильтровали воду, анализировали фито- и зоопланктон. Ихтиологи из Института рыбного хозяйства проводили контрольный улов рыбы, измеряли, взвешивали пойманную рыбу и препарировали ее для выяснения наличия гельминтов.

Мы с Леной Черняковой занимали кубрик в носовой части катера с открывающимся люком, который заменял нам вытяжной шкаф. Морским батометром на каждой станции отбирали воду с разных горизонтов. Непосредственно на палубе сразу же фиксировали растворенный в воде кислород, определяли концентрацию углекислоты и рН воды. Эти показатели наиболее ярко свидетельствовали о санитарном состоянии воды и влиянии на ее качество затопленных угодий, характеризуя среду обитания живых организмов. Анализ воды на биогенные элементы – разные формы азота, неорганические формы фосфата и компоненты, концентрация которых тоже могла быстро изменяться, определяли в тот же день. Эти анализы требовали большой аккуратности, поэтому соблюдалась последовательность их проведения и исключалась вероятность влияния условий одного анализа на другой. Например, анализ на аммонийный азот всегда проводился до работы с реактивами, содержащими растворы аммиака, содержание паров которого в кубрике могло повлиять



М.В. Чайкина на Обском водохранилище.
Январь 1960 г.

на результаты анализа. Чтобы успеть сделать все анализы, работали «от зари до зари». Но молодость есть молодость, перед обедом успевали сделать «заплыв», а вечером, когда катер приставал к берегу, сидели у костра и пели песни под гитару.

Зимой и ранней весной работа на водохранилище не была столь романтической. В зимнее время транспортным средством при отборе проб на разрезах были лошади.

Чтобы пробы воды, в которых на месте нужно было зафиксировать кислород и оттитровать свободную углекислоту, в тридцатиградусный мороз не замерзли, на обычных санях была смонтирована кибитка, которая отапливалась маленькой железной печкой. В полу кибитки был сделан открывающийся люк. В защищенных от мороза условиях отбирались батометром пробы воды, проводились срочные анализы, пробы упаковывались в ватные мешки, и остальные анализы проводились во временных «лабораториях» в арендованных у местных жителей прибрежных поселков комнатах.

Были и драматические моменты. В октябре 1961 г. на водохранилище работала комплексная «бригада» из 14-ти исследователей. Когда пробы отбирались в самой широкой части водоема, поднялась сильная буря, волны перекатывались через рубку. Катер потерял управление, не слушался штурвала, и его сносило к плотине Новосибирской ГЭС. Обстановка была угрожающей. Капитан дал распоряжение одеть всем спасательные жилеты и, на всякий случай, приготовиться прыгать в воду, температура которой была всего 8 градусов. Недалеко от плотины катер выбросило на берег, и мы были спасены.

За период становления водохранилища с 1957 по 1962 год, когда проводились систематические исследования, было сделано около 10000 анализов на содержание растворенных газов, биогенных веществ, микроэлементов и главных ионов минерального состава воды. Это позволило сделать прогноз гидрохимического режима Новосибирского водохранилища на ближайшее десятилетие, который послужил основой для прогнозирования качества воды водохранилищ строящихся ГЭС и на других сибирских реках.

В 1966 г. на основании полученных результатов мною была защищена кандидатская диссертация на тему «Гидрохимический режим Новосибирского водохранилища в период его становления». На основании полученных данных, а также материалов систематических гидрохимических наблюдений, проводимых в 1967–1973 гг. Западно-Сибирским региональным научно-исследовательским гидрологическим институтом, в 1975 г. издана монография М.В. Чайкиной «Гидрохимический режим Новосибирского водохранилища»¹.

С 1962 г. в лаборатории солей изменилось направление работ. Совместно с сотрудниками Института геологии СО АН СССР начались исследования подземных

¹ М.В. Чайкина. Гидрохимический режим Новосибирского водохранилища. Новосибирск: Наука, 1975. 131 с.

вод в районах предполагаемых месторождений калийных солей, основным исполнителем которых являлся Андрей Селафилович Колосов. Были начаты работы по геохимии фосфатных руд на основании изучения в них микроэлементов (главным исполнителем была наша группа) с целью помочь геологам определить генезис уже открытых в Сибири и в поиске новых месторождений фосфоритов. Группа пополнилась новыми сотрудниками. В Новосибирск переехала Марта Ивановна Таранцова, которая до этого работала вместе с Людмилой Павловной Рыбкиной на стационаре лаборатории солей на оз. Кучук. Она занялась исследованием содержания урана в фосфоритах, результаты которых составили основу ее успешно защищенной кандидатской диссертации. Лаборатория постепенно пополнялась молодыми кадрами: были приняты на работу Эдуард Еводович Помощников и Галина Ивановна Гордеева, которые совместно с сотрудниками лаборатории силикатов занимались вопросами получения элементарного фосфора и цемента из кремнистых фосфатных руд Каратау, а затем и механохимией фосфатных руд.

Наряду с изучением геохимии фосфатных руд для понимания их генезиса был проведен физико-химический анализ водных фосфатно-кальциевых систем в области низких концентраций, выявлены области существования 15 изоморфных разновидностей апатита. Результаты этих исследований позволили предложить структурно-химическую классификацию апатитов. Эта классификация используется для характеристики физико-химических свойств вновь найденных и еще мало исследованных фосфатных руд, в частности, монгольских месторождений фосфоритов.

Работы по исследованию геохимии фосфатных руд курировал академик А.Л. Яншин. Был проведен ряд экспедиций совместно с сотрудниками Института геологии и геофизики СО АН СССР в районы залегания сибирских месторождений фосфоритов в Красноярском крае и Кемеровской области, а также бассейна Каратау в Казахстане. Для изучения химического состава фосфоритов и апатитов был собран обширный каменный материал из месторождений различных регионов СССР. Для этого были предприняты экспедиции на месторождения Якутии, Дальнего Востока и командировки на разрабатываемые в Европейской части России месторождения фосфатных руд – Егорьевское, Вятско-Камское, Кингисеппское, Хибинский апатитоносный бассейн. Собранные пробы фосфатных руд в дальнейшем послужили ценным материалом для исследования их свойств в качестве фосфорных удобрений

после механической активации.

В середине 70-х годов, когда Институт возглавил доктор химических наук, а ныне академик В.В. Болдырев, снова изменилась тематика лаборатории солей. В ней были начаты работы по механической активации фосфатных руд с целью использования их в качестве готовых фосфорных удобрений. Я стала заниматься исследованием процесса механической активации фосфатных руд, а также механохимическим синтезом фосфатов. Эта была новая, далекая от прежней тематики область науки. В отличие от проводимых исследований по гидрохимии водохранилища, физико-химического анализа водных систем и геохимии фосфатных руд, где на основании экспериментальных данных можно было сделать определенные выводы, механохимия в те годы представлялась «черным ящиком», но это и было особенно интересно.

Результаты многолетних исследований механохимии природных и синтетических фосфатов, данные физико-химического анализа фосфатно-кальциевых систем и предложенная на их основе структурная классификация апатитов послужили материалом докторской диссертации, которая была защищена в 1996 г. На ее основе в 2002 г. написана и издана монография «Механохимия природных и синтетических апатитов».



М.В. Чайкина, Е.В. Чернякова, Л.П. Наumenко около активатора АПФ. 1990 г.

В 1988 г. после объединения лаборатории механохимии с группой А.С. Бергер заведующим лабораторией механохимических реакций и неорганического синтеза стал д.х.н. Е.Г. Аввакумов. В 2004 г. наша лаборатория в связи с объединением с группой интеркаляции получила новое название – лаборатория интеркаляционных и механохимических реакций. Коллектив пополнился молодыми талантливыми сотрудниками.

В последнее десятилетие направление тематики нашей группы расширилось и изменилось, хотя предмет исследования – апатит – сохранился. Уникальная структура апатита склонна к широкому спектру замещений, как в анионной, так и катионной подрешетке, что позволяет изменять свойства полученного продукта и назначение его применения. Синтезированные соединения с апатитовой структурой широко используются в качестве материалов в медицине при получении функциональной керамики, сорбентов, катализаторов, в косметике и легкой промышленности. Расширились связи нашей группы с институтами СО РАН, различными организациями и предприятиями.

Так, совместно с сотрудниками Института катализа им. Г.К. Борескова успешно проведены исследования силикатов лантана со структурой апатита как перспективных соединений, обладающих высокой кислород-ионной проводимостью в области средних температур, в связи с возможностью их использования в качестве твердых электролитов в топливных элементах.



М.В. Чайкина. 2002 г.

Поскольку силикаты лантана со структурой апатита стехиометрического состава обладают низкой проводимостью, необходимо было получить соединения, модифицированные различными катионами и анионами. Механохимическим методом были синтезированы силикат-лантановые оксиапатиты с включением в их решетку различных заместителей. Допированные ионами алюминия, стронция и железа силикат-лантановые оксиапатиты обладали высокой ионной проводимостью, сопоставимой с допированными гадолинием и диоксидом церия, при меньшей энергии активации

проводимости.

Использование механохимического метода при синтезе силикат-лантановых оксиапатитов оказалось более простым, быстрым и успешным по сравнению с методом Печини (Pechini).

В последние годы создаются консорциумы и технологические платформы для объединения усилий ученых, инженеров, материаловедов и других специалистов для эффективного решения важных социальных задач. Наша группа «апатитчиков» как представитель ИХТТМ СО РАН участвует в Технологической платформе «Медицина будущего». В 2009 г. ИХТТМ, наряду с другими институтами СО РАН, вошел в Консорциум «НЭВЗ-Союз» для участия в проекте «Создание производства изделий медицинского назначения для травматологии и ортопедии из наноструктурной биокерамики». Фосфатно-кальциевый гидроксилapatит является аналогом минеральной компоненты костных и зубных тканей человека и широко используется в медицине. Нашей задачей была разработка механохимического метода и синтез изоморфных разновидностей гидроксилapatита для получения покрытий имплантатов для более быстрого вживления. Институтом в 2010 г. передана в «НЭВЗ-Союз» лицензия на «ноу-хау» способа механохимического синтеза гидроксилapatита. В настоящее время в его дочернем предприятии «НЭВЗ-Н» построен цех с современным оборудованием по изготовлению медицинских имплантатов для позвоночника, тазобедренных суставов и других изделий для травматологии и ортопедии. Опытная партия этих изделий проходит клинические испытания в НИИТО. Сотрудники цеха «НЭВЗ-Н» продолжают отработку режима получения корундовой, модифицированной оксидами циркония и иттрия керамики, по качеству и прочности превышающей импортные образцы. Наша группа продолжает сотрудничество с «НЭВЗ-Н» по синтезу различных фосфатов кальция в качестве материала для использования в травматологии и ортопедии.

В КНР возник интерес к нашей, пока не внедренной в России, разработке по механохимической активации фосфатных руд с целью получения фосфорных удобрений. Особый интерес проявляет руководство отдела плодородия почв и удобрений Шэньянского Института прикладной экологии Китайской академии наук.



Доклад М.В. Чайкиной на Всекитайской конференции в г. Чанчунь.
Июль 2011 г.

Ученые Китая занимаются исследованием агрохимических свойств механически активированных фосфоритов, так как страна испытывает большой дефицит фосфорных удобрений из-за малых запасов руд, пригодных для переработки традиционными методами.

Представители отдела пригласили меня для чтения лекций, в 2011 г. я сделала доклад по механохимической переработке фосфатных руд на Всекитайской конференции по экологии почв и их рациональном использовании для обеспечения продовольственной безопасности КНР. Осенью 2013 г. коллеги из Института прикладной экологии КАН пригласили меня прочесть лекцию по механохимической переработке фосфатных руд и заключить договор о публикации на китайском языке совместной монографии «Теория и практическое использование механической активации апатитов для получения фосфорных удобрений». В основу этой книги войдут главы моей монографии «Механохимия природных и синтетических апатитов», несколько глав по механической активации фосфатных руд Китая и их агрохимической эффективности напишут китайские коллеги во главе с профессором Ши.

Уже 55 лет я работаю в нашем славном Институте, название которого за это время изменялось три раза, практически полностью обновился состав сотрудников, изменилось научное направление, изменилась сама страна, но неизменным остался дух

дружелюбного отношения коллег в Институте. Я рада, что мне посчастливилось проработать практически всю жизнь с прекрасными талантливыми людьми, которые являются не просто коллегами, а добрыми друзьями.



Сотрудницы лаборатории механохимических реакций и неорганического синтеза. 1993 г.

Н.Н. Николаева, Е.В. Чернякова, В.Я. Пронина, М.В. Чайкина, Л.П. Науменко.

Эта дружба на долгие годы сохранилась и с ближайшими моими помощницами и сотрудницами: Леной Черняковой, Верой Прониной, Людой Рыбкиной, Надей Николаевой. Сейчас моя ближайшая помощница – Людмила Петровна Науменко. Эта хрупкая женщина ведет механохимический синтез в мощных активаторах с тяжелыми барабанами. Её умелыми руками за прошедшие десятилетия выполнены тысячи механохимических синтезов образцов апатита и сделано множество анализов природных фосфатных руд. Хочу поблагодарить Л.П. Науменко и всех своих бывших сотрудниц за добросовестный труд на наше общее дело – развитие науки и реализацию ее плодов на благо людям. Хочу пожелать всему коллективу нашего Института успехов и процветания на многие годы, чтобы его научные и практические достижения всегда служили интересам нашей прекрасной Родины – России!

МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Н.В. Косова

кандидат химических наук,

руководитель группы материалов для литий-ионных аккумуляторов ИХТТМ СО РАН

Это направление появилось в Институте, можно сказать, случайно. В конце 1998 г. к нам обратились сотрудники Новосибирского завода химконцентратов с просьбой помочь разобраться, можно ли использовать имеющиеся на заводе запасы литиевых соединений для получения катодных материалов для литий-ионных аккумуляторов (ЛИА), тем самым расширить список выпускаемой продукции. Ими был проведен предварительный синтез литий-маргацевой шпинели – самого «интригующего» на тот момент катодного материала. На заводе уже тогда был установлен механохимический активатор и имелся положительный опыт его использования для синтеза некоторых материалов. «Механохимический» опыт синтеза ряда функциональных материалов был и у нас, но материалами для ЛИА мы не занимались. Тем не менее, согласились и начали работать.

Нам были поставлены жесткие сроки: за месяц получить первые результаты и оформить заявку на изобретение. Мы справились – получили первые образцы, оформили заявку и получили патент¹. На этом цепочка неожиданных событий не закончилась. Мы поняли, что для характеристики полученных образцов данных только рентгенофазового анализа и электронной микроскопии недостаточно. Начали подключать различные виды спектральных методов. Процессы, происходящие при механохимическом воздействии, исследовали методами *ex situ* ЯМР и РФЭС². Так судьба свела нас с коллегами из ИНХ СО РАН: проф. С.П. Габудой и д.х.н. С.Г. Козловой – известными специалистами в области спектроскопии ядерного магнитного резонанса; к.х.н. И.П. Асановым, с которым мы совместно проводили работы по РФЭС.

¹ Аброськин И.Е., Аввакумов Е.Г., Александров А.Б., Девяткина Е.Т., Косова Н.В., Мирошник Н.П., Рожков В.В., Соломенцев С.Ю., Томилова Г.Н., Мухин В.В. Патент РФ № 2132818, 1999.

² Косова Н.В., Козлова С.Г., Габуда С.П., Аввакумов Е.Г. Докл. АН. 1998. Т. 362 (4). С. 493–496; Kosova N.V., Asanov I.P., Devyatkina E.T., Avvakumov E.G. J. Solid State Chem. 1999. V. 146. P. 184–188.

Оказалось, что механохимия позволяет не только сокращать температуру и время твердофазного синтеза и при этом получать катодные материалы в наноразмерном состоянии, но и влиять на процессы их структурного разупорядочения. После первых публикаций отважились выступить на международных конференциях. Первой из них стала конференция Solid State Ionics, организованная в 1999 г. в г. Салоники (Греция)³. Организаторы заинтересовались нашими тезисами по наноразмерной литий-марганцевой шпинели, полученной твердофазным методом с применением механической активации (МА), и нам был предоставлен устный доклад. Было много вопросов и в конце доклада, и в перерыве, поскольку впервые было предложено использовать в качестве катодов наноразмерные материалы. На тот момент ученые в области ЛИА были абсолютно уверены в том, что такие материалы использовать нельзя, так как большая удельная поверхность приведет к возрастанию побочных реакций с электролитом (трудно было представить, что уже через несколько лет практически все начнут синтезировать наноматериалы). Поэтому многие отнеслись к нашим результатам с недоверием, но некоторым это показалось интересным. Проф. К. Жюльен (Париж) пригласил на школу НАТО по ЛИА в Болгарию, а проф. Ж.М. Тараскон – поработать к нему в лабораторию в г. Амьен (Франция). Эти научные командировки дали громадный толчок в понимании и освоении новой для нас области – электрохимии материалов для ЛИА.

Становилось очевидным, что без электрохимических устройств по циклированию заниматься данной темой невозможно. Но шел 2000 год... Купить такие приборы стоимостью 1–2 млн. руб. было не на что. И опять вмешался случай. Проходивший у нас практику студент НГУ как-то сказал, что его друг из НГТУ также хотел бы заниматься этой темой. При встрече обсудили, какая нам нужна установка по циклированию. На вопрос: «Можешь ли сделать такую?», студент НГТУ ответил: «Могу». Через неделю он привел своего однокурсника, вместе они решили сделать установку за летние каникулы. Заведующий кафедрой НГТУ проф. В.К. Макуха предложил оформить эти работы в качестве дипломных работ. Сотрудничество между химиками и электронщиками складывалось непросто. Доклады студентов НГТУ оставались непонятыми на институтских конференциях, работали студенты не

³ Kosova N.V., Uvarov N.F., Devyatkina E.T., Avvakumov E.G. Solid State Ionics. 2000. V. 135. P. 107–114.

настолько быстро, как хотелось бы нам. Ошибки в схемах и программах сразу становились понятными при испытаниях электрохимических ячеек с нашими образцами. Испытания шли до поздней ночи, с неподдельным энтузиазмом. В итоге к концу 5 курса установка заработала⁴, студенты успешно защитили свои дипломные работы в НГТУ.

В нашем распоряжении оказалась единственная в СО РАН установка по электрохимическому циклированию, и начались совсем другие исследования. Научный прогресс в области материалов для ЛИА развивается с невероятной стремительностью, что, конечно же, обусловлено быстрым внедрением научных разработок в практику. В 1979 г. Джон Гуденаф (Университет Техаса, Остин) впервые продемонстрировал электрохимическую ячейку с напряжением 4 В, в которой в качестве катода был использован кобальтат лития (LiCoO_2), а в качестве анода – металлический литий. Это было наиболее значимым событием и сделало создание ЛИА реальностью. Прототип электрохимической ячейки с катодом из кобальтата лития и углеродным анодом был создан в 1985 г., а через шесть лет японская компания *Sony* выпустила первые коммерческие ЛИА.

Кобальтат лития LiCoO_2 получил наиболее широкое распространение. Преимуществами этой системы являются слоистая структура, обеспечивающая двумерную диффузию ионов лития, высокая электронно-ионная проводимость, что способствует циклированию при больших плотностях тока, высокое рабочее напряжение (4 В), относительная простота синтеза и т.д. Нами было проведено исследование влияния различных прекурсоров и условий МА на его кристаллическую и электронную структуру и электрохимические свойства⁵. Впервые показано влияние исходного соотношения Li/Co на структуру и свойства, а также возможность участия ионов кислорода O^{2-} , помимо ионов Co^{3+} , в окислительно-восстановительных процессах при циклировании LiCoO_2 ⁶.

Однако у LiCoO_2 имеется и немало недостатков: токсичность, невысокая практическая удельная емкость (около половины от теоретической), недостаточная

⁴ Эйхлер В.В., Лукашенко А.И., Макуха В.К., Косова Н.В. Электрохимическая энергетика. 2005. Т. 5, № 2. С. 135–138.

⁵ Kosova N.V., Anufrienko V.F., Larina T.V., Rougier A., Aymard L., Tarascon J.M. J. Solid State Chem. 2002. V. 165. P. 56–64.

⁶ Kosova N.V., Kaichev V.V., Buchtiyarov V.I., Kellerman D.G., Devyatkina E.T., Larina T.V. J. Power Sources. 2003. V. 119–121. P. 669–673.

термическая и структурная устойчивость и др. К тому же кобальтовое сырье довольно дорого. Используют два основных подхода: (1) проводят частичное замещение кобальта никелем и марганцем и (2) осуществляют поверхностное модифицирование LiCoO_2 наноразмерными инертными соединениями. В обоих случаях удастся повысить удельную разрядную емкость на 30–60 %. Такие исследования были проведены нами с использованием МА. Оказалось, что для получения $\text{LiNi}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_2$ с различным значением y можно использовать не только дорогостоящие двойные гидроксиды $\text{Ni}_{1-y}\text{Co}_y(\text{OH})_2$, но и простые оксиды никеля и кобальта. Была детально изучена локальная структура полученных материалов в зависимости от состава ⁷. Информативным оказалось использование в данной работе метода MAS ЯМР (к.ф.-м.н. А.Б. Слободюк, Институт химии ДВО РАН, г. Владивосток). Кстати, снимать спектры $^{6,7}\text{Li}$ в парамагнитных соединениях было тогда диковинкой. В катодных материалах $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ ионы d -металлов присутствуют в различных степенях окисления: Ni^{2+} , Co^{3+} и Mn^{4+} . При циклировании реализуется двухэлектронный окислительно-восстановительный процесс $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}^{4+}$. Первоначально предпочтение отдавали составу $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$. Понятно, что чем больше концентрация никеля, тем больше емкость катодного материала. Нами было показано⁸, что оптимальным является состав $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$, - это и было подтверждено впоследствии. Поверхностное модифицирование LiCoO_2 проводили не только традиционным жидкофазным методом, но и твердофазным с использованием МА. Такие композиты способны устойчиво циклировать до 4.5 В (против 4.3 В для LiCoO_2) и имеют емкость на 30 % больше⁹.

В последние годы большой интерес уделяется исследованию катодных материалов с каркасной структурой на основе соединений лития и переходных металлов (Fe, Mn, Co, Ni) с полианионами, такими как $(\text{PO}_4)^{3-}$, $(\text{AsO}_4)^{3-}$ и др., обладающих чрезвычайно низкой электропроводностью. Фаворит в данной группе – железо-фосфат лития LiFePO_4 , характеризующийся высоким разрядным напряжением (3.4 В по отношению к Li/Li^+), наличием плато на зарядно-разрядных кривых и

⁷ Косова Н.В., Девяткина Е.Т., Слободюк А.Б. Химия в интересах устойчивого развития. 2009. Т. 17, № 12. С. 141–149.

⁸ Kosova N.V., Devyatkina E.T., Kaichev V.V. J. Power Sources. 2007. V. 174, № 2. P. 965–969.

⁹ Kosova N.V., Devyatkina E.T. J. Power Sources. 2007. V. 174, № 2. P. 959–964; Kosova N., Devyatkina E., Slobodyuk A., Kaichev V. Solid State Ionics. 2008. V. 179. P. 1745–1749; Косова Н.В., Девяткина Е.Т., Томилова Г.Н. Патент РФ № 2307429, 2007.

теоретической разрядной емкостью $\sim 170 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}^{-1}$. Но главное, что LiFePO_4 отличается высокой структурной, химической и термической устойчивостью при циклировании, а также нетоксичностью и доступностью реагентов. В ходе многочисленных исследований были разработаны методы для улучшения проводящих и электрохимических свойств LiFePO_4 , включая наноразмерность, допирование и создание высокопроводящего углеродного покрытия. На сегодняшний день наноразмерные композиты железо-фосфата лития с углеродом практически не уступают по электрохимическим показателям другим известным катодным материалам и поэтому являются перспективными для использования в крупногабаритных аккумуляторах для гибридных энергетических систем и электромобилей, где большое значение имеют цена и безопасность.

С чем же связано улучшение мощностных характеристик электродных материалов, особенно с низкой электронно-ионной проводимостью, при повышении их дисперсности?

Уменьшение размеров частиц до наноуровня увеличивает поверхность контакта электрод/электролит и способствует уменьшению диффузионных расстояний для ионов лития в твердой фазе. Это приводит к ускорению ионного транспорта и, соответственно, процессов заряда-разряда в аккумуляторах. Кроме того, меньшие по размеру частицы лучше адаптируются к объемным изменениям в ходе внедрения и экстракции ионов лития, что способствует повышению структурной стабильности материалов. С увеличением дисперсности наблюдается и повышение электрохимической емкости за счет более полного использования всего объема частиц.



Н.В. Косова. 2012 г.

Нами был разработан механохимически стимулированный твердофазный способ получения наноразмерного LiFePO_4/C со средним размером частиц $< 50 \text{ нм}$ путем карботермического восстановления соединений Fe^{3+} . Особенность способа в том, что синтез LiFePO_4 из исходных реагентов идет одновременно с модифицированием поверхности его

частиц высокопроводящим углеродом¹⁰. В результате образовавшийся композит приобретает высокую проводимость и удельную разрядную емкость (150-160 мА·ч·г⁻¹). Метод лег в основу проекта ОАО «Роснано» по созданию первого в России производства катодного материала на базе ООО «Катодные Материалы»¹¹.

Список исследованных в нашей группе катодных и анодных материалов достаточно широк¹². Он включает в себя кобальтат лития LiCoO₂, твердые растворы на основе никелата лития LiNi_{1-y}Co_yO₂, LiNi_{1-x-y}Co_xMn_yO₂, литий-марганцевую шпинель



Аспирант В.Р. Подугольников за синтезом новых материалов. 2013 г.

¹⁰ Kosova N.V., Devyatkina E.T., Petrov S.A. J. Electrochem. Soc. 2010. V. 157, № 11. P. A1247–A1252; Косова Н.В., Девяткина Е.Т. Химия в интересах устойчивого развития. 2012. Т. 20. С. 85–93.

¹¹ Косова Н.В., Девяткина Е.Т., Томилова Г.Н., Ляхов Н.З., Александров А.Б., Снопков Ю.В., Резвов С.А., Рожков В.В. Патент РФ № 2444815, 2012.

¹² Косова Н.В., Девяткина Е.Т. Электрохимия. 2012. Т.48, № 2. С. 351–361; Kosova N.V., Devyatkina E.T., Slobodyuk A.B., Petrov S.A. Electrochim. Acta. 2012. V. 59. P. 404–411; Косова Н.В., Девяткина Е.Т. Химия в интересах устойчивого развития. 2007. Т. 15, № 2 (приложение). С. 77–85; Kosova N.V., Devyatkina E.T., Stepanov A.P., Buzlukov A.L. Ionics. 2008. V. 14, № 4. P. 303–311; Kosova N.V., Devyatkina E.T., Slobodyuk A.B., Gutakovskii A.K. J. Solid State Electrochem., DOI 10.1007/s10008-013-2213-1; Подгорнова О.А., Косова Н.В. Химия в интересах устойчивого развития. 2014. Т. 22. С. 55–61; Kosova N.V., Devyatkina E.T., Slobodyuk A.B. Solid State Ionics. 2012. V. 225. P. 570–574; Kosova N.V., Devyatkina E.T., Kaichev V.V., Slobodyuk A.B. Solid State Ionics. 2011. V. 192. P. 284–288; Подугольников В.Р., Косова Н.В. Химия в интересах устойчивого развития. 2014. Т. 22. С. 63–69.

LiMn_2O_4 , $\text{LiMn}_{2-y}\text{Me}_y\text{O}_4$, литий-ванадиевый оксид LiV_3O_8 , литий-железо-марганец-фосфат $\text{LiFe}_{1-y}\text{Mn}_y\text{PO}_4$, литий-титановую шпинель $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, литий-титановый оксид $\text{Li}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$ и фосфат $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$, фосфат $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ и фторофосфат LiVPO_4F лития и ванадия, фосфат LiCoPO_4 и фторофосфат лития и кобальта LiCoPO_4F и др.

Среди новейших разработок можно выделить композиционные материалы на основе двух активных составляющих с целью использования преимуществ обеих ($\text{LiCoO}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$, $\text{LiFePO}_4/\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$, $\text{LiVPO}_4\text{F}/\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$), а также натрий-содержащие электродные материалы для натрий и литий-ионных аккумуляторов ($\text{Na}_2\text{FePO}_4\text{F}$).

Мы продолжаем осваивать новые современные методы исследования, в том числе *in situ* дифрактометрию синхротронного излучения. Исследования проводятся в международных синхротронных центрах немецкой ассоциации Гельмгольца: BESSY (г. Берлин) и DESY (г. Гамбург)¹³. Для чего это нужно? Оказывается, что в ходе интеркаляции-деинтеркаляции лития катодные материалы претерпевают изменения фазового состава и структуры. При этом процесс проходит либо через образование твердых растворов, либо по двухфазному пути. В первом случае наблюдается ниспадающий профиль зарядно-разрядных кривых, а во втором – плато. Второй вариант, более редко встречающийся, предпочтителен для потребителя, так как напряжение поддерживается постоянным, однако возникающая граница раздела фаз лимитирует кинетику процесса интеркаляции-деинтеркаляции лития. Путем уменьшения размеров частиц удастся перейти от двухфазного режима к более предпочтительному однофазному.

Изучать структуру соединений, содержащих ионы щелочных металлов, методом РФА довольно сложно из-за их низкой рассеивающей способности. Более информативными являются исследования методом нейтронной дифракции, которые мы начали проводить в Объединенном Институте ядерных исследований (г. Дубна) на импульсном реакторе ИБР-2 совместно с проф. А.М. Балагуровым и к.ф.-м.н. И.А. Бобриковым.

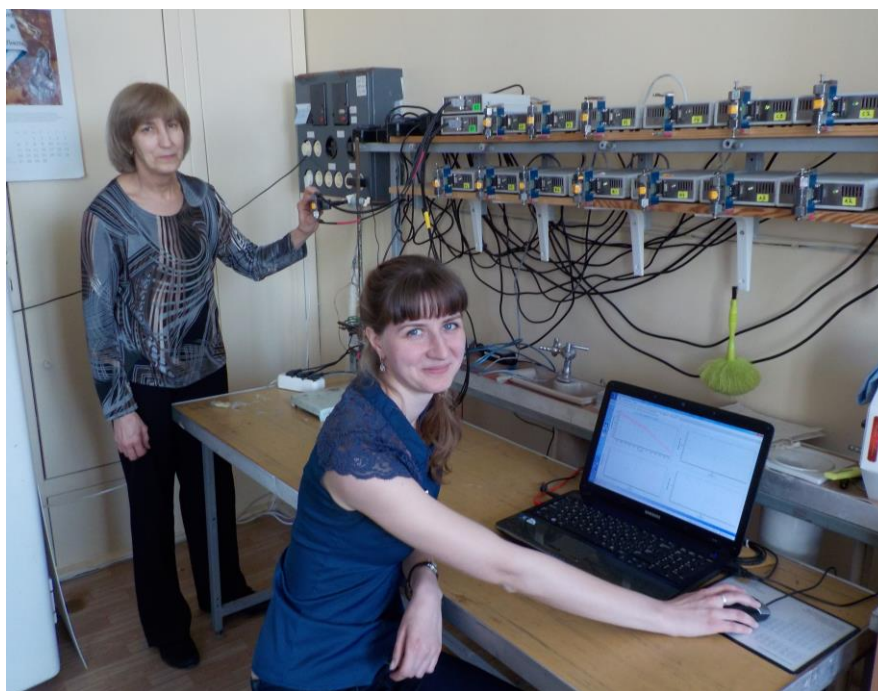
Кроме того, наша группа постоянно сотрудничает с промышленными предприятиями г. Новосибирска. Так, в настоящее время проводятся анализы катодных

¹³ Kosova N.V., Devyatkina E.T., Ancharov A.I., Markov A.V., Karnaushenko D.D., Makukha V.K. Solid State Ionics. 2012. V. 225. P. 564–569.

и анодных материалов, поставляемых в компанию ООО «Лиотех». Результатом сотрудничества с зарубежными компаниями САФТ и ЮМИКОР стало опубликование международных патентов¹⁴.

С целью дальнейшего развития работ в данном направлении в январе 2013 г. в институте было создано новое структурное подразделение «Группа материалов для литий-ионных аккумуляторов».

В заключение хочется выразить благодарность основным участникам исследований: научному сотруднику Е.Т. Девяткиной, ведущим инженерам Г.Н. Томиловой и С.А. Петрову (Мессбауэровская спектроскопия), ассистенту кафедры РЭФ НГТУ А.В. Маркову, а также В.В. Эйхлеру (разработка и создание установок по циклированию), к.ф.-м.н. В.В. Каичеву (рентгенофотоэлектронная спектроскопия, Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН), к.ф.-м.н. А.К. Гутаковскому (просвечивающая электронная микроскопия, Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН), аспирантам О.А. Подгорновой и В.Р. Подугольникову и др.



Исследование электрохимических характеристик материалов на установках по гальваностатическому циклированию.

Научный сотрудник Е.Т. Девяткина и студентка 4 курса физфака НГУ А.М. Цапина.

¹⁴ *Jordy C., Caillon G., Levasseur S., Kosova N.V., Devyatkina E.T., Hezeque T. Matériau d'électrode positive pour accumulateur lithium-ion. EP 2 498 324 A1, 2012.*

ОТ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КРИСТАЛЛОВ ДО КРИСТАЛЛОГРАФИИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Е.В. Болдырева

доктор химических наук

руководитель группы реакционной способности твердых веществ ИХТТМ СО РАН

В 1980 г., будучи студенткой НГУ, я пришла на производственную практику в институт. Основными объектами исследования в то время были кристаллогидраты неорганических солей, ферриты-шпинели, вяжущие материалы, разные виды минерального сырья. Мне хотелось заняться чем-то совершенно иным, новым, и я выбрала для себя координационные соединения, благо, студенты были свободны в выборе темы своего исследования – творческая свобода не только разрешалась, но и поощрялась. Дипломная работа была посвящена фото- и термо-разложению гексааммиакатов кобальта(III). За два года удалось исследовать эти реакции методами масс-спектрометрии, электронной и оптической микроскопии, опубликовать четыре статьи, выступить на нескольких конференциях. Все было хорошо, но как-то «обыкновенно». Все вокруг изучали реакции с образованием и ростом зародышей, с распространяющейся границей раздела между фазами. Чтобы «выделиться», я решила исследовать реакции в кристаллах, которые шли бы гомогенно.

Я вышла на связевую внутрисферную нитро-нитрито изомеризацию в пентааммиакатах кобальта(III) – соединениях, максимально близких к гексааммиакатам, с которых начиналась моя работа в институте. Только одна молекула аммиака во внутренней сфере комплексов была заменена на нитро-группу, которая могла присоединяться к центральному атому кобальта либо через атом азота (нитро-изомер), либо через атом кислорода (нитрито-изомер). Я не могла тогда предположить, сколь интересной окажется эта новая система, и сколько новых интересных направлений исследований из нее впоследствии вырастет.

Нитро- и нитрито-изомеры были известны с конца XIX в. и описаны, в частности, в справочнике Гмелина. Реакция связевой изомеризации описана Йоргенсеном – нитро-нитрито- фотоизомеризация под действием солнечного света, и обратная нитрито-нитро- термоизомеризация при нагревании или просто при хранении при комнатной температуре. К моменту начала наших работ эти реакции были уже достаточно подробно исследованы в разных аспектах несколькими исследовательскими группами.

Так, например, Грензе и Нордин исследовали структурные изменения в ходе твердофазной термической нитрито-нитро изомеризации методом рентгеновской дифракции, Адель исследовал кинетику фото- и термо-изомеризации в твердых образцах, Розэ и Макклюре измерили зависимость квантового выхода фото-изомеризации от длины волны используемого света.

Для меня нитро- и нитрито-изомеры навсегда связаны с самыми лучшими воспоминаниями. Это кандидатская диссертация, защищенная в 1988 г., первое Авторское свидетельство, первые доклады на международных конференциях, первая Международная школа по кристаллографии в Эриче (Италия) в 1991 г., где я была первой участницей из СССР за всю историю. Впоследствии я неоднократно была лектором данной школы, стала первым российским директором школы и неоднократно отправляла туда в качестве слушателей своих молодых аспирантов и сотрудников. Проблеме нитро-нитрито-изомеризации в комплексных солях кобальта(III) были посвящены проекты, поддержанные в 1990-е гг. стипендиями ряда зарубежных научных фондов, включая фонд Гумбольдта, позволившие поработать в ведущих лабораториях многих стран, причем по той теме, которая меня интересовала.

Работа, начатая в 1982 г., включила и моделирование методом Монте–Карло, на которое меня вдохновил один из моих любимейших учителей в НГУ Кев Минуллин Салихов, и обнаружение совместно с Анатолием Сидельниковым и Алексеем Чупахиным фото-механических эффектов, выражавшихся в изгибе,



Е. Болдырева готовит перфокарты для компьютерного моделирования. 1983 г.

растрескивании, прыгании кристаллов, и кинетические исследования методами колебательной спектроскопии, и дифракционные исследования, в том числе – при переменных температурах и высоких давлениях. Почти двадцать лет работы нашли отражение в многочисленных статьях, обобщены в обзорах и главах в

монографиях¹ и завершились защитой в 2000 г. докторской диссертации.

И тридцать лет спустя после первых экспериментов с Анатолием Сидельниковым я помню то изумление и восторг, которое мы тогда испытали: кристаллы куда-то исчезали при попытках посмотреть на них в микроскоп за то время, которое требовалось для наведения резкости.



Е. Болдырева, В. Охотников, Н. Уваров, Э. Хайретдинов, А. Чупахин,
А. Сидельников, Ю. Павлюхин. Начало 1980-х гг.

Внимательное «расследование» с использованием масла для закрепления кристалла показало, что при освещении светом от источника самого микроскопа

¹ *Boldyreva E.V.* Proceed. 4th Japan - Russia Symposium on Mechanochemistry, 1992, 125–135; *Boldyreva E.V.* Mol. Cryst. Liq. Cryst. Inc. Non-Linear Opt. 1994, 242, 17–52; *Boldyreva E.V.* In: Reactivity of Solids. Past, Present, Future, IUPAC Series “Chemistry in the 21st Century”, Ed. V. Boldyrev, Blackwells: Oxford, 1996, 141–184; *Boldyreva E.V.* In: Reactivity of Molecular Solids. Ed. E. Boldyreva and V. Boldyrev, Wiley: Chichester, 1999, p. 1–50; *Boldyreva E.V., Boldyrev V.V., Shakhmurov T.P.* In: Reactivity of Molecular Solids. Ed. E. Boldyreva and V. Boldyrev, Wiley: Chichester, 1999, p. 133–174; *Болдырева Е.В.* Коорд. химия, 2001, 27(5), 323–350.

кристаллы внезапно начинали прыгать, причем на расстояния, на порядки превышающие их линейные размеры. Это можно сравнить с тем, как если бы человек прыгнул на километр с того места, где находился. Нам тогда не могло прийти в голову, что в XXI в. подобные наблюдения «фотомеханических эффектов» внезапно станут «сверхмодными», их начнут проводить во многих странах мира, а результаты публиковать в самых престижных журналах, включая Science и Nature.

Мы решили использовать этот эффект как инструмент для изучения роли механических напряжений в твердофазных реакциях. Тонкие длинные кристаллы не прыгали и не разрушались под действием света, но упруго изгибались, и это было не менее интересно и увлекательно! Результаты этой работы опубликованы в Докладах АН СССР², что в то время было столь же «престижно» для нас, сколь сегодня – публикация в Nature.

В.В. Болдыреву пришла идея использовать наши результаты для создания фотометра, поскольку кривизна кристалла однозначно коррелировала с числом поглощенных квантов света. Мы подали заявку и получили Авторское свидетельство на изобретение, что было для нас, молодых, событием. Характерная деталь: сам автор идеи фотометра, В.В. Болдырев, в состав авторов заявки входить отказался, сославшись на то, что не он обнаружил сам эффект и не он проводил эксперименты. В.В. Болдырев всегда предоставлял молодым свободу творчества и радовался их успехам.

В то же самое время, когда мы обнаружили изгиб кристаллов в ходе фотоизомеризации в наших соединениях, появились публикации исследователей из Горького и Новокузнецка, в которых сообщалось о внешне похожих, но имеющих в основе иные процессы, явлениях, наблюдавшихся в других соединениях. За рубежом этими явлениями тогда мало кто интересовался – бум начался спустя тридцать лет.

Изгибающиеся кристаллы были не просто «курьезом». Мы использовали их для того, чтобы количественно связать реакционную способность и механические напряжения в кристаллах. В 1980-е гг. роль механических напряжений в твердофазных реакциях активно изучалась не только в нашем институте, ИХКГ СО АН СССР, в Москве и Черноголовке, но и во многих лабораториях мира: в США – Макбрайдом, в

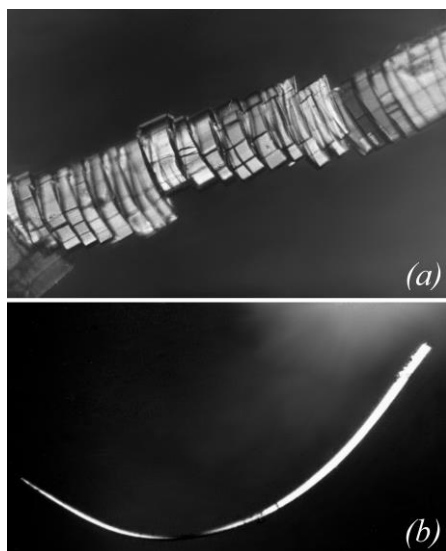
² Болдырева Е.В., Сидельников А.А., Чупахин А.П. и др. Доклады АН СССР, сер. физ. химия, 1984, 277 (4), 893–896.

Польше – Лютым, и многими другими учеными. Качественных экспериментов было поставлено и описано много, но прямых количественных исследований практически не было.

“Изгибающиеся кристаллы” дали нам в руки уникальный инструмент количественных исследований. Не имея сложного оборудования, мы смогли получить количественную зависимость квантового выхода фотоизомеризации от величины упругой деформации кристалла за счет приложения внешней нагрузки³. Борисом Якобсоном была предложена модель, позволившая количественно описать наблюдавшиеся явления⁴. И лишь спустя тридцать лет начали появляться зарубежные публикации, в которых, по сути, та же модель положена в основу наблюдения сходных явлений в других по химической природе кристаллах. Объяснялось это просто: современные приборы способствовали бурному развитию экспериментальной

фотокристаллографии.

В начале 1990-х гг. вместе с коллегами из ИНХ СО РАН и Миланского университета мы смогли проследить за структурными изменениями, вызываемыми в образцах облучением, расшифровать и уточнить структуры фаз продуктов по данным порошковой дифракции⁵. Твердофазная связевая изомеризация использовалась как модель для отработки концепций обратной связи⁶ а также «гибкой и активной реакционной полости»⁷. Именно при исследовании обратной связи возникла идея подвергнуть образцы гидростатическому сжатию в ячейке с алмазными наковальнями. Из первых экспериментов, которые изначально



Растрескивающиеся на
правильные одинаковые
фрагменты (а) и
изгибающиеся (б) кристаллы.

³ Болдырева Е.В., Сидельников А.А. Изв. СО АН СССР, Сер. хим. наук, 1987, 5, 139–145.

⁴ Якобсон Б.И., Болдырева Е.В., Сидельников А.А. Изв. СО АН СССР, Сер. хим. наук, 1989, 1, 6–10.

⁵ Болдырева Е.В., Подберзская Н.В., Вировец А.В. и др. Ж. структ. хим., 1993, 34, 128–138; Masciocchi N., Boldyreva E.V., Sironi A. et al. Inorg. Chem. 1994, 33, 2579–2585.

⁶ Boldyreva E.V. Reactivity of Solids. 1990, 8, 269–282; Boldyreva E.V. J. Therm. Anal. 1992, 38, 89–97.

⁷ Boldyreva E.V. Solid State Ionics, 1997, 101–103, 843–849.

задумывались как проверка влияния давления на одну конкретную реакцию, вырос мой интерес к технике экспериментов при высоких давлениях. В результате я работаю в этой области уже свыше двадцати лет, и многие даже не подозревают, что до этого я занималась чем-то иным.

В 1990-е гг., проводя эксперименты в Марбурге (Германия) и сотрудничая с замечательными специалистами из Института катализа СО РАН, я начала исследования влияния давления на ИК-спектры⁸, затем на порошковые дифрактограммы⁹, и, наконец, перешла к монокристалльным дифракционным экспериментам¹⁰. Для того времени работы были абсолютно пионерскими не только по постановке, но и по методикам экспериментов. Не случайно до сих пор активно ссылаются на наши публикации того времени. Все приходилось изобретать «почти с нуля» – методы, развитые для неорганических минералов, не годились для изучения низкосимметричных структур координационных соединений. Мой тогдашний аспирант Дима Наумов (сейчас он работает в ИНХ СО РАН) написал программное обеспечение как для первичной обработки экспериментальных данных¹¹, так и для кристаллохимического анализа структур, включая анализ распределения свободного пространства, размеров и формы реакционной полостей¹², многогранников Вороного-Дирихле¹³. Сегодня для этих целей создано множество программ, но в то время мы были первыми. Через несколько лет нам удалось достичь рекордной для того времени (и до сих пор непревзойденной) экспериментальной точности определения кристаллических структур в условиях высоких давлений, которая не уступала данным, полученным от «свободных кристаллов». Это позволило не только надежно устанавливать молекулярные упаковки, но и достоверно измерять вызываемые давлением деформации межмолекулярных водородных связей и даже искажения во внутренней сфере комплексов – искажения валентных связей и повороты нитро-группы¹⁴.

⁸ Boldyreva E.V., Burgina E.B., Baltakhinov V.P., et al. Ber. Bunsengesell. phys. Chem., 1992, 96(7), 931–937.

⁹ Boldyreva E.V., Ahsbahs H., Uchtmann H. Ber. Bunsengesell. phys. Chem. 1994, 98(5), 738–745.

¹⁰ Boldyreva E.V., Naumov D.Yu., Ahsbahs H. Acta Cryst. B, 1998, 54, 798–808.

¹¹ Болдырева Е.В., Наумов Д.Ю., Ахсбахс Н. Поверхность, 1999, 2, 44–47.

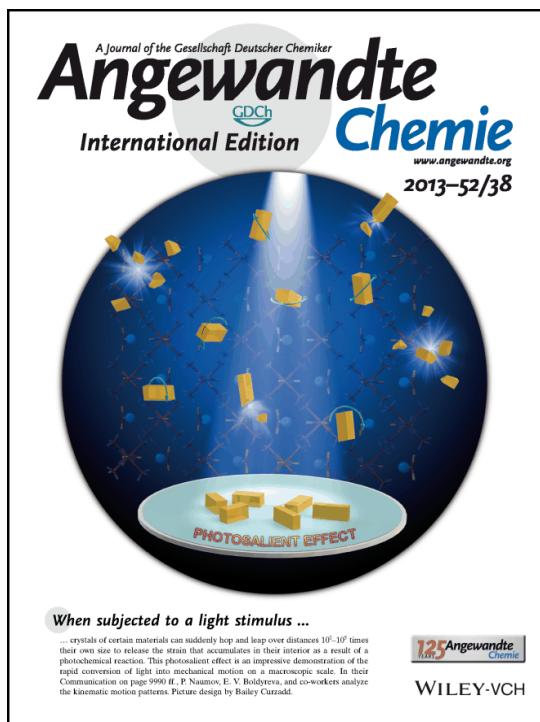
¹² Наумов Д.Ю., Болдырева Е.В. Ж. структ. хим., 1999, 40(1), 102–110.

¹³ Kashcheeva N.E., Naumov D.Yu., Boldyreva E.V. Z. Krist. 1999, 214, 534–541.

¹⁴ Boldyreva E.V., Naumov D.Yu., Ahsbahs H. Acta Cryst. B, 1998, 54, 798–808.

Из наших экспериментов с нитро-нитрито-изомеризацией выросли новые, самостоятельные направления дифракционных исследований в условиях высоких давлений кристаллов лекарственных веществ и биомиметиков. И здесь мы были первыми в мире. Первые эксперименты с полиморфными модификациями парацетамола, проведенные совместно с Татьяной Шахтшнейдер в Марбурге, сегодня называют «классическими» и повторяют на новых объектах уже во многих странах. Начатые нами исследования аминокислот и пептидов также подхвачены и активно развиваются. В самостоятельное направление ответвились работы в области механохимии лекарственных веществ, исследования по разработке новых лекарственных форм¹⁵.

Наши работы по связевой фотоизомеризации спустя много лет привлекли внимание зарубежных исследователей. «Переоткрытые» фото- и термо-механические эффекты стали «хитами», о них заговорили в связи с возможной перспективой использования при создании супрамолекулярных и биоимитационных устройств. Число публикаций, в которых описываются «изгибающиеся кристаллы» и иные фото- и термо-механические эффекты, стремительно растет. Вернулись после длительного перерыва к этой теме и мы – сначала опубликовав совместную статью¹⁶ с представителями нового, молодого поколения, а затем возобновив исследования «старым составом» в рамках работы над проектом РФФИ.



Обложка журнала Angewandte Chemie с графическим представлением результата Е.В. Болдыревой с соавторами. 2013 г.

¹⁵ Boldyreva E. Chem. Soc. Rev., 2013, 42 (18), 7719–7738.

¹⁶ Naumov P., Sahoo S.C., Zakharov B.A., Boldyreva E.V. Angew. Chem. Int. Ed. 2013, 52, 9990-9995

Таким образом, изучение фотомеханических эффектов в кристаллах переживает «вторую молодость». Чувствуем себя моложе и мы сами, словно вновь очутившись в том времени, когда ученые не знали таких слов как «рейтинг», «цитируемость», «импакт-фактор», «заявка на финансирование», а свободно и радостно изучали природу вещей ...

Мои молодые аспиранты и сотрудники сегодня продолжают и развивают то, что началось тридцать лет тому назад.



Е.В. Болдырева с аспирантами и сотрудниками. 2013 г.

«Зеленой» химии – дорогу!

*А.Л. Бычков
кандидат химических наук
научный сотрудник ИХТТМ СО РАН*

*И.О. Ломовский
кандидат химических наук
младший научный сотрудник ИХТТМ СО РАН*

Развитие методов механохимической переработки растительного сырья является актуальной и востребованной задачей как с точки зрения фундаментальной науки, так и с точки зрения рационального, экологически чистого использования промышленностью природных ресурсов Российской Федерации.

Растительное сырьё широко распространено и обладает огромным потенциалом, освоение которого – приоритетное направление промышленности развитых стран. Так, в программе США «Зеленая химия» на государственном уровне ставится задача довести к 2025–2030 годам долю биовозобновляемого сырья в химической промышленности до 25 %. В Российской Федерации для аналогичных целей создана Технологическая платформа «БиоТех 2030», успех которой в ближайшие годы будет напрямую зависеть от наличия передовых научных разработок в области переработки растительного сырья.



Заведующий лабораторией химии твёрдого тела ИХТТМ СО РАН
д.х.н. Олег Иванович Ломовский.

С точки зрения строения и свойств растительное сырьё является объектом изучения химии твёрдого тела, а реакции, протекающие в отсутствии растворителей при механическом воздействии на твёрдые материалы, относятся к быстроразвивающейся области химии твёрдого тела – механохимии. Несмотря на то, что большой задел по данной тематике был сделан еще в 30–70-е гг. XX века, до сих пор не существует общей теории механохимических процессов, что, в свою очередь, препятствует широкому и систематическому внедрению прогрессивных механохимических технологий в различные отрасли экономики, в том числе и в отрасли, занятые переработкой растительного сырья. Внутри механохимии в последние годы появился огромный интерес к изучению механизмов процессов, происходящих при механическом нагружении полимеров, специфичном направленном разрушении ковалентных связей, контролю кинетики процессов.

В 2013 г. в одном из самых высокорейтинговых журналов в области химии – «Chemical Society Reviews» опубликован тематический номер по механохимии. В основном представленные обзоры посвящены фундаментальным основам механохимических процессов. Особого внимания заслуживает мнение ведущих мировых учёных в данной области, которые считают, что «аспекты механохимии, связанные с окружающей средой, являются особенно привлекательными» и что «механохимическая экстракция биологически активных компонентов является одним из “горячих” направлений современной механохимии» (профессор П. Балаж, Словакия). «Механохимическая обработка позволяет получать комплексы с уникальными свойствами, отличными от исходных веществ и обычных смесей. Однако в настоящее время большая часть технологически значимых результатов сформирована методом проб и ошибок, требуется большая работа для обобщения и переноса знаний, полученных на модельных системах, на эти технологически значимые объекты» (профессор Е.В. Болдырева, Россия).

Если говорить о популярности механохимии растительного сырья в мире, то следует признать такой факт: существует не так много учреждений, где проблемы изучались бы всеобъемлюще и для широкого спектра растительного сырья. Традиционно сильные механохимические научные центры существуют в России (Москва, Новосибирск, Иваново), США, Германии, Японии, Словакии, Румынии. При

этом новосибирские механохимики заслуженно являются лидерами в данном направлении.

Главным преимуществом механохимии растительного сырья является *возобновляемость исходных материалов*¹ (здесь и далее курсивом выделены выдержки из «принципов зелёной химии»). Кроме того, большинство продуктов, полученных из растительного сырья, являются биоразлагаемыми и *после использования не остаются в окружающей среде, а превращаются в безопасные продукты*.

Существует множество примеров механохимических процессов, протекающих *без вспомогательных веществ (растворителей, экстрагентов)* в твёрдой фазе либо, *при необходимости, с использованием воды*. Так, проведение механохимических реакций, переводящих серотонин, тритерпеновые кислоты, гиперин и т.д. в более растворимую солевую форму, облегчает последующую экстракцию биологически активных веществ. При этом последующая экстракция не требует использования органических растворителей, а проходит в водной фазе или, в случае употребления продукта механохимической обработки в качестве компонента корма, физиологическими жидкостями животных. Получаемые в твёрдой фазе продукты



Студенты Т.С. Уразова и Е.М. Подгорбунских на конференции FBMT-2013 вместе с итальянским аспирантом Джованни Кагнетта, занимающимся в ИХТТМ СО РАН механодеструкцией органических соединений, загрязняющих окружающую среду.

¹ Anastas P.T., Warner J.C. Green Chemistry: Theory and Practice. New York: Oxford University Press, 1998. 148 p.

стабильны во времени, *минимизируется риск чрезвычайной ситуации, включая утечки, взрыв и пожар.*

С физико-химической точки зрения экстракция биологически активных веществ из природного сырья осложняется специфическим строением растительных тканей и природой исходных компонентов. Содержание целевых минорных веществ в растительном сырье редко достигает нескольких процентов. Для их эффективной экстракции необходимо предварительно разрушить прочные клеточные стенки или разупорядочить их супрамолекулярную структуру. При этом очень важно, чтобы воздействия на клеточную стенку были подобраны так, чтобы минимизировать разложение неустойчивых биологически активных веществ внутри клетки. Умение разрушать материал клеточных стенок при сохранении неустойчивых внутриклеточных веществ и контролировать гетерогенные процессы массопереноса в системе «экстрагент – растительное сырьё» определяют успех современных экстракционных технологий, продвигаемых в высокоразвитых странах.

Исследования ИХТТМ в некоторых направлениях переработки растительного сырья оказались пионерскими. Так, первые попытки обобщить данные о некоторых механохимических эффектах при обработке растительного сырья были предприняты в обзоре «Mechanochemically assisted extraction» О.И. Ломовского и И.О. Ломовского, опубликованном в монографии «Enhancing Extraction Processes in the Food Industry» в 2011 г.² В работе показано, что с помощью механохимических методов можно влиять на последующие процессы – химические реакции, экстракцию, ферментативный гидролиз. Проиллюстрированы потенциальные возможности механохимической активации для оптимизации процессов экстракции. С помощью механохимической активации удаётся изменять селективность экстракции, выделять комплексы плохо растворимых соединений, заменять токсичные органические растворители на более экологически безопасные, например, воду.

Систематизация результатов первых 15 лет развития механохимии растительного сырья определила подходы, которые можно было бы с успехом применять для разработки новых технологий получения продуктов из широкого спектра биовозобновляемых ресурсов.

² Lomovsky O.I., Lomovsky I.O. In: Enhancing Extraction Processes in the Food Industry. Contemporary food engineering series. N. Lebovka et al. (Ed.). Taylor & Francis Group. Boca Raton. London, New York. 2011. P. 61-398.

Неполнота передачи энергии к обрабатываемому веществу (не более 3–5 % от энергии, затрачиваемой на обработку) во многом сдерживает широкомасштабное применение механохимических методов в промышленности. И если для дорогих продуктов, например, маннанолигосахаридных или микроэлементных кормовых добавок (А.Л. Бычков и др.), вопрос экономической эффективности стоит не так остро, то для процесса получения биоэтанола из лигноцеллюлозы необходимо *учитывать и минимизировать энергетические затраты, влияние на окружающую среду и стоимость продукта.*

Детальное изучение процессов, протекающих при механической активации лигноцеллюлозы, позволило предложить комплексную схему получения биотоплива из отходов растениеводства. Применение предварительного охрупчивания сырья (А.А. Политов и др.) позволило уменьшить энергетические затраты на проведение активации лигноцеллюлозы. Выпуск дорогостоящих побочных продуктов из дрожжей, образующихся на стадии сбраживания углеводов в биоэтанол (совместно с ПО «Сиббиофарм»), либо использование высоколигнифицированных остатков в виде мелкодисперсного топлива (совместно с ИТ СО РАН) повысило суммарную экономическую и энергетическую эффективность процесса.

Управление механической стабильностью и реакционной способностью фермент-субстратных комплексов ведёт также к снижению затрат на целлюлозолитические ферменты. Показано, что при совместной обработке лигноцеллюлозного субстрата и ферментного комплекса значительно увеличивается устойчивость ферментов к механическому воздействию (В.А. Бухтояров и др.). Для сохранения каталитической активности в результате обработки в мельнице-активаторе смесей субстрата и фермента необходимо максимально уменьшить время пребывания ферментного препарата в зоне обработки при одновременном увеличении степени заполнения аппарата. Целесообразно использование предварительно аморфизованного субстрата и ферментного препарата в твёрдой фазе с контролируемой влажностью.

Проведенные работы служат хорошей базой для диссертационных работ молодых сотрудников ИХТТМ СО РАН. В работе К.Г. Королёва «Механохимия карбоксил- и гидроксилзамещенных органических соединений и ее технологическое применение» впервые рассмотрены механохимические эффекты, влияющие на протекание реакции

между компонентами растительного сырья – тритерпеновыми кислотами, фитоэкдистероидами, фитостеринами.

Дальнейшее развитие направления привело к пониманию механизмов механохимических реакций низкомолекулярных растительных веществ с добавленными реагентами (Ломовский И.О. «Механохимические реакции фенольных соединений растительного происхождения и их технологическое применение»), а также осуществлению превращений между двумя компонентами, входящими в матрицу растительного сырья (Шаполова Е.Г. «Исследование реакций диоксида кремния с ортофенольными соединениями и применение полученных результатов для механохимической трансформации пищевого возобновляемого сырья»). Проведение современных электронномикроскопических исследований растительных тканей и дрожжевых клеток (А.Л. Бычков совместно с сотрудниками ИХБФМ СО РАН) позволило установить вклад разупорядочения супрамолекулярной структуры клеточных стенок в реакционную способность материала.



Сотрудники лаборатории химии твёрдого тела за работой.

Слева – В. И. Березин контролирует процесс механической активации растительного сырья в центробежной роликовой мельнице. Справа – студенты Е.М. Подгорбунских и Д.В. Орлов отрабатывают технологию на полупромышленной механохимической линии.

Таким образом, можно заключить, что современной тенденцией развития мировой экономики является глубокая (эффективная и комплексная) переработка растительного сырья. Максимальную эффективность и комплексность переработки различных видов растительного сырья способна обеспечить механохимия, повсеместное внедрение которой сдерживается отсутствием общей теории механохимических процессов переработки растительного сырья.

Этап разработки механохимических технологий методом проб и ошибок исчерпан и заканчивается, необходимо установление основополагающих закономерностей в данной области. Стоит отметить, что особое внимание при разработке новых механохимических технологий необходимо уделять вопросу энергоэффективности обработки, стремиться к осуществлению процессов с участием возобновляемого сырья, ферментативных превращений без органических растворителей или агрессивных реагентов.



Сотрудники лаборатории химии твердого тела. 2013 г.

Верхний ряд – Е.М. Подгорбунских, В.И. Березин, Г.Н. Нестерова, Т.С. Уразова, Д.В. Дудина, О.И. Ломовский, Е.Г. Шаполова, О.В. Голязимова, С.Ю. Абрамов;
нижний ряд – А.Л. Бычков, В.А. Бухтояров, И.О. Ломовский, Д.В. Орлов.

ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА – НАША СУДЬБА

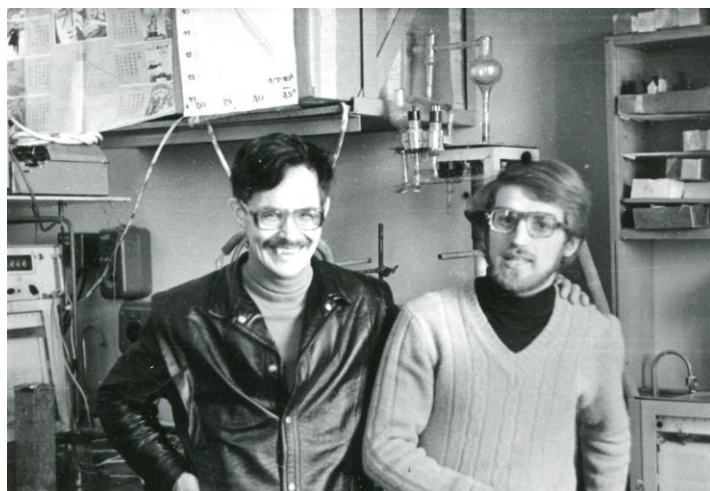
Н.Ф. Уваров

доктор химических наук

заведующий лабораторией неравновесных твердотелов ИХТТМ СО РАН

Шел 1977 год. В общежитии № 8 НГУ шли дебаты о том, на какую специализацию идти молодым студентам-химикам. По наводке учившегося на год старше Анатолия Политова я решил пойти на дипломную практику на кафедру химии твердого тела. Лаборатория химии твердого тела находилась тогда в ИХКГ СО АН СССР, где занимала несколько комнат. Во время экскурсии мне понравилась идея о том, что кристаллы можно модифицировать самыми различными способами, как увеличивая, так и уменьшая концентрацию самых разных дефектов. Эти идеи развивал Эрнест Фаррахович Хайретдинов, в группу которого я и распределился. Параллельно со мной в другие группы лаборатории ХТТ пришло еще несколько моих однокурсников. Из нашего выпуска в Институте остались и до сих пор работают Борис Борисович Бохонов, Анатолий Анатольевич и Ольга Николаевна Сидельниковы.

Основатель и руководитель группы явлений переноса, Эрнест Фаррахович Хайретдинов, в то время был одним из наиболее ярких и активных ученых лаборатории ХТТ, секретарем семинара, президентом Футбольного клуба ХТТ. В те годы в состав группы входили И.В. Шмидт, А. Мищенко, В.Г. Пономарева, Н.Г. Хайновский, А.Л. Чернышевский. Регулярно в год выпускалось по 2–3 дипломника НГУ. Среди дипломников, прошедших через «горнило» группы, можно встретить нынешних докторов наук (например, О.И. Ломовского, зам. директора ИХТТМ СО РАН или



Э.Ф. Хайретдинов и Н.Ф. Уваров. 1984 г.

Ю.В. Миронова, зав. лабораторией ИНХ СО РАН). Группа базировалась в комнате 213 в здании ИХКГ и в комнате 508 корпуса ИФХИМС на улице Мичурина. Конец 1970-х и начало 1980-х годов можно смело назвать расцветом химии твердого тела. Собранный воедино Владимиром Вячеславовичем Болдыревым

лаборатория ХТТ представляла собой большой и чрезвычайно активный коллектив молодых ученых, которые изучали самые тонкие вопросы механизмов твердофазных реакций, механохимических процессов, фотохимии, химии дефектов и явлений переноса в кристаллах. Научные семинары лаборатории, через которые проходили все, начиная со студентов, стажеров и соискателей, и кончая докторами наук, уже прочно вошли в историю. О том, какой «эxecуции» подвергались доклады на этом семинаре, я неоднократно слышал от ученых из Екатеринбурга, Москвы и других научных центров. Это было время подъема науки, вдохновения и азарта.

До начала восьмидесятых годов Э.Ф. Хайретдинов занимался механизмом протонного переноса в аммониевых солях, в частности в перхлорате аммония. Результаты его исследований позволили выяснить механизм термолиза этого важного соединения, определить лимитирующую стадию реакции и найти способы контроля реакционной способности этих соединений. Уже тогда пришло понимание того, что процесс переноса представляет собой сложное явление, включающее стадии перескока и релаксации структуры.

В начале восьмидесятых направление работ группы изменилось: начались поисковые исследования новых твердых электролитов – суперионных проводников. В СССР этими работами интенсивно занимались на Урале и в Черноголовке. В качестве первой системы для исследований нами был выбран натриевый бета-глинозем. В работу были вовлечены Валентина Георгиевна Пономарева, Николай Платонович Томилов и Гарегин Раймондович Карагедов (бывший дипломник Хайретдинова).



В.Г. Пономарева. 1980-е годы.

Работа с бета-глиноземом дала хороший толчок к дальнейшему изучению явления быстрого ионного переноса. В дальнейшем исследования продолжились в трех основных направлениях:

- изучение протонных суперионных проводников. Исследования проводили Никита Хайновский и Валентина Пономарева, позднее – Галина Лаврова. Изучен широкий

класс протонных суперионных проводников на основе гидросульфатов. Этими проблемами до сих пор занимается группа, возглавляемая В.Г. Пономаревой;

- изучение катионных и анионных проводников. Э.Ф. Хайретдиновым и Н.Ф. Уваровым предложены методы оценки энергии образования точечных дефектов в кристаллах, обнаружена высокая ионная проводимость в ориентационно-разупорядоченных фазах нитратов, изучена проводимость ряда систем;

- исследование диэлектрической релаксации, в том числе с помощью высокочастотных измерений. Эти проблемы решали А.Л. Чернышевский и Э.Ф. Хайретдинов, который предложил изящный способ оценки частоты ионных перескоков в кристаллах по методу Олмонда-Веста.

Кроме того, в группе разрабатывались газовые сенсоры, источники тока, аппаратура и методики измерений. Доклады по результатам наших исследований занимали первые места на конференциях ИХТТИМС, нас уважали и охотно приглашали на всесоюзные конференции.

К середине 1980-х годов стало ясно, что с территории ИХКГ нам придется выселяться. Сначала нас стали «уплотнять», в результате чего мы вынуждены были переехать из комнаты 213 в комнату 323, где нам пришлось поместиться вместе с сотрудниками группы О.И. Ломовского. Параллельно началось строительство Мехцентра на базе большого склада, в котором силами сотрудников Института (под руководством профессионалов) были возведены и заштукатурены перегородки. На время строительства всё имущество нашей группы было перевезено в ИЯФ, а так как получить пропуск туда нам так и не удалось, то мы целый год занимались строительными работами. Нас перевели из лаборатории ХТТ в группу структурных исследований, руководимую Юрием Тихоновичем Павлюхиным. К 1986 г. основная часть помещений Мехцентра была сдана в эксплуатацию. Кроме нас, в Мехцентр въехала часть группы структурных исследований из города (Ю.Т. Павлюхин, Б.Б. Бохонов, А.Н. Колышев, А.И. Рыков) и группа топочимиков из ИХКГ (А.П. Чупахин, А.А. Сидельников), которые образовали лабораторию структурных исследований.

В 1987 г. настала бурная пора исследований высокотемпературных сверхпроводников. Заведующий лабораторией Ю.Т. Павлюхин возглавил эти работы. При поддержке директора Института В.В. Болдырева нам удалось получить мегагрант,

за счет которого Институт закупил электронный микроскоп высокого разрешения, на тот момент лучший в Сибирском отделении.

До начала «перестройки» бурно развивались работы в области механохимии, структурных исследований и мессбауэровской спектроскопии. За достижения в этой области Ю.Т. Павлюхину вместе с В.В. Болдыревым, Е.Г. Аввакумовым и Е.Ю. Ивановым была присуждена Государственная премия.



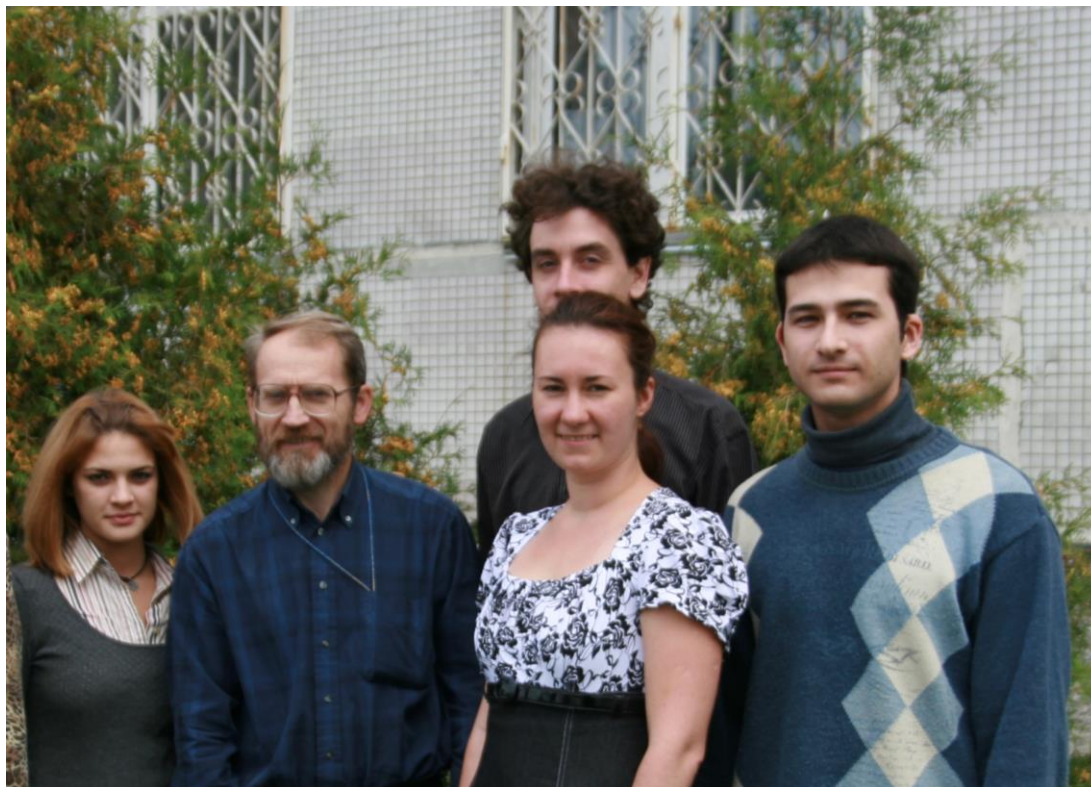
Ю.Т. Павлюхин. Конец 1980-х г.

Что касается нашей группы, то в уже конце 1980-х годов нами были начаты работы в области нового класса твердых электролитов — композиционных ионных проводников. В то время такие исследования проводились лишь в Германии (Й. Майер) и США (Дж. Вагнер). Нам удалось достаточно быстро выйти на высокий научный уровень, обнаружить ряд новых эффектов (например, аморфизацию ионных солей) и разработать несколько перспективных композиционных систем с высокой протонной и катионной проводимостью.

К сожалению, «перестройка» вызвала отток кадров: сначала лабораторию покинули, выехав за границу, Н.Г. Хайновский и А.И. Рыков, а затем в 1995 г. в Германию эмигрировал руководитель группы Э.Ф. Хайретдинов. Лучшие студенты после защиты дипломной работы уходили в фирмы или уезжали за рубеж.

Несмотря ни на что, группа упорно продолжала работать в области ионных проводников. Нами проводились исследования различных классов твердых электролитов, в том числе совместные работы с сотрудниками других лабораторий Института (В.П. Исуповым, В.В. Зыряновым, М.В. Чайкиной, Е.Г. Аввакумовым и др.). Осуществлялись совместные работы с сотрудниками других учреждений России (институты РАН, институты Уральского, Сибирского и Дальневосточного отделений РАН, УрГУ и др.) и зарубежных организаций (Университет Бордо, Институт исследований твердого тела (Штутгарт), Институт физики (Прага), Делфтский университет и др.).

После 2000 г. в группу начала прибывать молодежь: Елена Шутова, Юлия Матейшина, Артем Улихин, Юрий Охлупин, студенты и аспиранты. Им суждено продолжать дело, начатое нашими учителями и наставниками.



А.А. Исакова, Н.Ф. Уваров, Ю.Г. Матейшина, Ю.С. Охлупин, А.С. Улихин.

2009 г.

НА СЛУЖБЕ У НАУКИ

Говоря в канун Юбилея о научных достижениях Института, нельзя не сказать о тех, кто обеспечивал и сейчас обеспечивает эти достижения.

Их много – этих замечательных людей, которые не являются научными сотрудниками, но без них была бы невозможной полноценная научная деятельность Института. Эту деятельность обеспечивают: секретарь в приемной директора, который встречает посетителей приветливой улыбкой; сотрудники бухгалтерии, экономисты, кассиры; референты (в прошлом секретари-машинистки); сотрудники канцелярии; отдела кадров; библиотекари, патентоведы; инженеры по технике безопасности, сотрудники ГО, 1 отдела; конструкторы, инженеры информационного обеспечения; работники группы материального снабжения, энергетики, электрики, слесари, токари, столяры, сантехники, водители, коменданты, вахтеры, уборщицы.

Первыми, кто стоял у истоков создания этих служб, были наши герои войны: начальник отдела кадров Б.А. Ганичев, 1-ого отдела – Т.Ф. Любимов, ГО – А.Т. Лаврентьев, инженер по технике безопасности Б.Ф. Львов, начальник опытного участка Г.В. Корякин, зав. библиотекой Л.К. Беляева, зам. директора по общим вопросам С.М. Королев.



И. Зайцев, П.К. Кухарь, В.Ф. Шалагин, А.Н. Березин, С.М. Королев, С.С. Кузнецов, А.П. Шатохин, Б.Ф. Жигулин, Г.Г. Куряев, В. Шахурдин, Комиссаров, П.Г. Муханов, В. Шишов, К.А. Ганитулин, В.П. Буйнов, Ю. Тимофеев, Н.Р. Батраков, А. Гобзовский, Н. Новоселов. 1975 г.

Одним из первых комендантов была М.Ф. Арвакова – это она во время войны, работая санитаркой, вывозила раненых из прифронтовых госпиталей. Юридические консультации в Институте обеспечивал бывший «сын полка» А.А. Громов.

Виртуозными стеклодувами являлись бывшие бойцы В.В. Кузьмин и В.Г. Шульгин, замечательным столяром-краснодеревщиком – герой Балатона В.В. Маслов. Слесари высокой квалификации, руками которых создавались установки в Институте, в свое время ковали победу в тылу врага – В.В. Овчинников, А.Ф. Рогожников. Создавал свои знаменитые планетарные мельницы АГО талантливый конструктор А.Р. Поткин.

В более позднее время трудно себе представить научный процесс без деятельности наших «кулибиных» и «ползуновых»: В.С. Болта, А.П. Шатохина, Н.С. Басалаева, В.С. Романова, В.П. Батурлова, Ю.Е. Коя, В.И. Березина.

В широком отечественном и зарубежном информационном поле наш Институт некогда замечательно представляла В.А. Пушнякова, а дорогу в широкий мир компьютерных технологий и Интернета проторил А.Н. Колышев.

Отдавая дань вкладу всех этих служб в канун 70-летнего юбилея Института, мы с благодарностью говорим, что и сейчас их заслуги трудно переоценить!



В.П. Королева, А.Е. Шураев, В.М. Иванова, Р.Ф. Буренкова, В.М. Березняк, Ю.В. Кислицын, Г.П. Коломеец, В.Л. Гаденов, Ю.Н. Шишкин. 2010 г.

НИКТО НЕ ЗАБЫТ...

В нашем Институте есть Книга Памяти, куда с чувством глубокой скорби и благодарности занесены имена наших сотрудников, ушедших из жизни. Есть в этом скорбном списке и имена бывших участников Великой Отечественной Войны.

Вот наш обелиск:

Архипов Леонид Григорьевич	Каптелов Петр Иванович
Бастрыгин Владимир Семенович	Королев Станислав Михайлович
Беличенко Андрей Иванович	Корякин Геннадий Васильевич
Бояринов Дмитрий Терентьевич	Кузьмин Виктор Васильевич
Буйнов Василий Петрович	Лаврентьев Анатолий Трофимович
Бутырин Валентин Федорович	Логвиненко Александр Титович
Воробьев Николай Федосеевич	Любимов Трофим Фомич
Ворсин Александр Николаевич	Львов Борис Федорович
Висягин Николай Иванович	Маслов Владимир Васильевич
Ганичев Борис Александрович	Махнович Борис Валерианович
Глебов Василий Андреевич	Михеев Николай Иванович
Гнусин Николай Петрович	Новик Иван Васильевич
Громов Анатолий Иванович	Тюменцев Михаил Данилович
Еремеева Мария Витальевна	Шульгин Василий Георгиевич
Ермолов Владислав Николаевич	Яворский Иван Афанасьевич

В этом списке за каждым именем не только мирная институтская биография, с которой многие из нас знакомы, биография ученых, специалистов, руководителей, рабочих, но и военная биография солдат, матросов, офицеров, командиров, с которой мы, увы, знакомы не были.

Наш директор Александр Титович Логвиненко, заслуженный деятель науки РСФСР, лауреат Государственной премии СССР, кавалер орденов Ленина, Октябрьской революции, доктор технических наук, один из основателей Западно-Сибирского филиала АН СССР, был бойцом народно-революционной армии Дальневосточной республики, участником Гражданской войны.

Замечательный ученый, профессор, доктор наук, известный специалист в области

топочных процессов, в нашей памяти необыкновенно тихий и скромный человек, Иван Афанасьевич Яворский проявлял чудеса отваги и героизма во время войны. О нем писали фронтовые газеты. Будучи командиром огневого взвода, затем командиром батареи, он воевал на Брянском, Степном фронтах. Участвовал в боях на Курской дуге, в захвате плацдарма на Днестре у Переяславль–Хмельницкого, при освобождении Украины, в боях в Польше, на Сандомирском плацдарме, награжден Орденом Красной звезды и многими медалями.

Форсировал Днепр и бывший столяр Маслов Владимир Васильевич. Начал он свой боевой путь ездовым в артиллерийском полку, а закончил связистом. Не сосчитать, сколько километров проволоки разматал он со своих катушек по дорогам войны. С боями прошел он до озера Балатон.

Виртуоз-стеклодув, скромный и тихий Кузьмин Виктор Васильевич свой боевой путь начал в финскую кампанию, а закончил вместе с войсками 1^{го} Прибалтийского фронта в Кенигсберге.

Фронтовыми шоферами были слесари Василий Петрович Буйнов и Андрей Иванович Беличенко. Андрей Иванович возил боеприпасы на передовую, а оттуда вывозил раненых.

На своей полуторке с двумя прицепами Василий Петрович возил тяжелые минометы. Затем стал автоматчиком взвода охраны штаба полка. После форсирования Вислы штаб полка попал в засаду. Пять часов автоматчики, вызывая огонь на себя, вели неравный бой с фашистами и победили. В этом бою он получил свое первое ранение, второе ранение получил под Одером. До этого путь Василия Петровича проходил через Москву, Ржев, Орел, Смоленск, Бобруйск, Барановичи, Польшу. Стрелок-пехотинец Буйнов Василий Петрович награжден Орденом Отечественной войны и медалью «За Победу над Германией».

Слесарь Каптелов Петр Иванович на войне был артиллеристом. Однажды, пробираясь на высоту, только что отбитую у фашистов, он обнаружил там исправный вражеский танк. Залез на сиденье – ключ зажигания в замке. Разобраться в управлении для бывшего тракториста не составило труда – так и приехал на свою батарею на личном транспорте.

Военная профессия у Василия Андреевича Глебова - пулеметчик. Боевое крещение получил в Прибалтике в боях под Шауляем. Дважды был тяжело ранен. За

свой героизм гвардии ефрейтор Глебов награжден Орденом Славы 3^й степени и медалью «За боевые заслуги».

Вместе с войсками 2^{го} и 3^{го} Украинских фронтов дошел до Чехословакии бывший начальник опытного химического участка Корякин Геннадий Васильевич. На Ленинградском фронте воевал его коллега Михеев Николай Иванович. Они кавалеры орденов Отечественной войны и медалей «За боевые заслуги».

Боевой путь Бояринова Дмитрия Терентьевича начался на Тихоокеанском флоте. Затем были Хасан, Халкин–Гол, Пинская флотилия, Днепр, Дунай, Вена, Будапешт. Героизм Дмитрия Терентьевича отмечен многими орденами и медалями.

Красноармеец войск противовоздушной обороны Еремеева Мария Витальевна с боями дошла до Берлина.

Боевые биографии Ворсина Александра Николаевича, Шульгина Василия Георгиевича и Воробьева Николая Федосеевича связаны с Дальним Востоком, с боевыми действиями против фашистской Японии. Ворсин Александр Николаевич был начальником химической службы авиационной дивизии на Дальневосточном фронте, Василий Георгиевич участвовал в героическом походе через Большой Хинган, а Николай Федосеевич громил на своем эсминце «Резвый» вражеские порты. Они – кавалеры орденов Отечественной войны и медалей «За победу над Японией».

В 1942 году начался фронтовой стаж бывшего начальника отдела кадров нашего Института Ганичева Бориса Александровича, командира минометной батареи, а затем начальника штаба отдельного минометного дивизиона 53^й отдельной Чудовской Краснознаменной стрелковой бригады. Волховский, Ленинградский, 2^й Прибалтийский фронты прошел он за годы войны. Три Орденами Красной Звезды и 15-ю медалями отмечен его боевой путь.

На Юго-Западном, 2^м и 3^м Украинских фронтах воевал командир взвода разведки Анатолий Трофимович Лаврентьев, в мирное время наш начальник ГО. 18 боевыми наградами отметила Родина его боевые заслуги, 13 благодарностей имел он от Верховного Главнокомандующего. Позднее руководство ЧССР наградило его своим боевым орденом.

Не сосчитать орденов на груди наших сотрудников, блестящих офицеров Королева С.М., Любимова Т.Ф., Львова Б.Ф., Махновича Б.В., которых мы знали как замечательных руководителей подразделений Института.

Вот фрагменты военной биографии Александра Титовича Логвиненко.

1941 год - заведующий кафедрой технологии силикатов в Томском политехническом институте. С первых дней войны - секретарь партийной организации Института. Тыл несет огромную ответственность перед фронтом. Нужно работать много, упорно, с хорошей отдачей.

Провели осенний набор студентов, разместили в общежитиях и на занятиях (половина площадей занята для военных нужд, часть преподавателей ушли в армию). Организовали занятия, питание. Отправили студентов в Алтайский край для уборки урожая.

Организовали сбор и пошивку теплой одежды для фронта. Расселили по квартирам эвакуированных с запада. Участвовали в подготовке города к первой военной зиме, в размещении эвакуированных предприятий. Перестроили научную работу кафедр на военные нужды.

В 1942–1943 гг. – зам. секретаря химической промышленности Новосибирского, а затем Кемеровского обкома КПСС. Восстановление и пуск эвакуированных химических заводов в Новосибирске, Томске, Кемерово, Юрге. В 1943 г. в комиссии академика А.А. Скочинского участвует в решении вопроса, где и в каком составе быть Западно-Сибирскому филиалу АН СССР.

В 1944 г. и позже – один из организаторов Западно-Сибирского филиала АН СССР и нашего Института. Организация научных работ для нужд фронта. Подготовка научной базы и кадров для исследований ресурсов Сибири для нужд послевоенного восстановления народного хозяйства.

В октябре 2003 года в честь 100-летия со дня рождения А.Т. Логвиненко на фасаде здания по Красному проспекту, 56 (где он проживал с 1951 по 2000 гг.) установлена мемориальная доска.

Велика горечь утраты, но согревает мысль, что среди нас живут участники и страшной Великой Отечественной, и блокадники, и участники локальных войн. Среди них – Колосов Андрей Селафиилович, ученый, имя



Мемориальная доска в честь
А.Т. Логвиненко. 2003 г.

которого широко известно в области геохимии, боец-фронтовик, кавалер многих орденов и медалей. Он из тех 17-18-летних воинов-мальчишек, юных и бесстрашных, которые самоотверженно сражались за Победу.



День Победы. 1975 г.



День Победы. 1981 г.

Б.Ф. Львов, А.Т. Логвиненко, В.В. Маслов, М.Ф. Арвакова, В.П. Буйнов,
П.И. Каптелов, И.А. Яворский, В.Г. Шульгин, А.Т. Лаврентьев, А.С. Колосов,
З.С. Ткачева, Б.А. Ганичев, Л.К. Беяева, Б.В. Махнович.



Празднование 60-летия Победы в ИХТТМ. 2005 г.

А.С. Колосов, Е.А. Плеханова, В.А. Навроцкая, Н.З. Ляхов, Л.К. Яковлев,
В.Я. Гололобов, М.А. Савинкина, Г.М. Носиков.



Празднование 60-летия Победы в ИХТТМ. 2005 г.

Т.П. Шахтшнейдер, В.В. Болдырев, Е.Г. Аввакумов, А.С. Колосов,
О.Б. Винокурова, Е.А. Плеханова.

Пришли другие времена и уже другие мальчишки, впоследствии наши сотрудники – Борис Анашкин, Георгий Носиков – прошли горнила локальных боевых конфликтов: Венгрию и Корею.

Свои награды, в том числе и ордена Красного знамени, получили в Афганистане Аркадий Гаврилов и Сергей Маслаков.

Есть у нас и второй монумент, не менее значимый и уважаемый. На нем имена ушедших из жизни ветеранов, награжденных медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. ».

Вот эти славные труженики:

Авдеева Тамара Ивановна	Колчина Татьяна Семеновна
Алехина Валентина Ильинична	Куперштейн Магда Абрамовна
Арвакова Мария Федоровна	Конотопцева Наталья Васильевна
Астапович Зинаида Ивановна	Кухарь Порфирий Корнеевич
Баркова Фаина Федоровна	Лаврик Сусанна Николавна
Бастрыгина Ираида Ананьевна	Маслова Елена Ивановна
Беляева Любовь Козьмовна	Никольская Юлия Павловна
Берсенева Нина Сергеевна	Овчинников Виктор Владимирович
Вахрушева Анна Ивановна	Осташевская Надежда Сергеевна
Гололобов Владимир Яковлевич	Постникова Валентина Михайловна
Горюнова Александра Алексеевна	Рогожников Андрей Федорович
Даурцева Мария Петровна	Селезнева Мария Ивановна
Дмитриева Лидия Игнатьевна	Ткачева Зинаида Семеновна
Евтеева Ольга Гавриловна	

Со слов ветеранов с этой медалью на груди, мы знаем, что такое – трудовой фронт и чудеса трудового героизма.

Не скрывая слез, рассказывали эти ветераны о себе и о своих ушедших друзьях. В годы войны, молодые специалисты, химики, аналитики, технологи были задействованы на оборонных заводах, химических лабораториях, предприятиях, складах с нефтепродуктами, боеприпасами.

Исключение составляла Арвакова Мария Федоровна, которая с первых дней войны на санитарных поездах вывозила раненых из переполненных госпиталей Челябинска, Рыбинска, Ярославля, Кирова в глубокий тыл, в частности, в Новосибирск.

Такого количества крови, увечий, страданий, как она, не видел никто из наших сотрудников.

Все тяготы войны перенесла на себе выпускница ТГУ Авдеева Тамара Ивановна. 1942 год. Она – сотрудница комплексной химической лаборатории, положившей начало нашему ХМИ. Под руководством Лилеева Ивана Сергеевича коллектив работает над созданием новых химических технологий. Стране нужен алюминий, и в лаборатории разрабатывается сульфатный способ получения глинозема из сибирских руд с заменой дефицитной соды на сульфат натрия, кроме того, лаборатория выполняет многочисленные анализы нужной для фронта продукции. Сотрудники по ночам грузят вагоны, ящики со снарядами по 45 кг, выгружают раненых. Осенью в нечеловеческих условиях работают в подшефных колхозах, до снега помогают убирать урожай овощей для фронта. С одной из таких сельхозработ Тамара Авдеева вернулась с брюшным тифом.

Военспецем на оборонном заводе № 188 г. Новосибирска начала свою военную биографию Ткачева Зинаида Семеновна. Ее определяют технологом на один из тяжелейших участков завода – цех гальванопластики пуль и снарядов. Ежедневная по 12 часов работа в горячих парах гальванических растворов, кровоточащие раны на теле - и все это во имя Победы. Сутками на казарменном положении находились работники цехов Чкаловского и других военных заводов Рогожников Андрей Федорович, Быстрыгина Ираида Ананьевна, Березин Александр Михайлович, Лаврик Сусанна Николаевна, Вахрушева Анна Ивановна. На станках делала снаряды еще совсем девочкой Лидия Игнатьевна Дмитриева. Ей даже ящики к станку подставляли, чтобы она дотягивалась до деталей. Под бомбежками рыла окопы под Киевом Досик Мириам Минашевна. В блокадном Ленинграде, распухая от голода, вместе со взрослыми стойко держался Архипов Алеша. Студенткой все тяготы трудового фронта познала Екатерина Ивановна Александрова. 16-летний студент химического факультета Томского государственного университета Болдырев Владимир в 1944 году создавал новые трассирующие пули. Молодой инженер Плеханова Евгения Александровна работала на самых трудных участках стройиндустрии области диспетчером, технологом, главным инженером треста заводов строительных материалов.

Мы благодарны всем участникам Войны и ветеранам трудового фронта.

Ныне живущим ветеранам говорим «Ради Бога, не уходите!».

НЕ НАУКОЙ ЕДИНОЙ...

В свободное от научной деятельности время сотрудники ИХТТМ столь же творчески одарены и разносторонни. Не перечислить всех «хобби» и увлечений наших сотрудников.

Страстным коллекционером является академик Болдырев Владимир Вячеславович. Его коллекция кукол собрана со всех континентов. Доктор наук Елена Болдырева – мастер по плетению макраме. Заядлый нумизмат – А.П. Замятин.



Выставка работ М.В. Чайкиной в фойе
к/т «Академия». 1996 г.

Знатком аквариумных рыбок был – А.Ф. Рогожников. Оригинальными коллажами знаменит доктор наук Зырянов Владимир Васильевич.

Некогда все мы восхищались картинами самобытного живописца Матвеева Василия Егоровича. Теперь наш взор радуют живописные полотна доктора наук Марины Васильевны Чайкиной. На ее картинах оживает природа, они будто одухотворены особым свечением. Марине Васильевне в равной степени подвластны и мольберт с кистями, и перо поэта.

Стихи Марины Васильевны пронзительно чисты и романтичны.

Покаяние

Вхожу я в храм походкою несмелой
Беру свечу дрожащею рукой
И ставлю перед ликом Чистой Девы,
Молю: «Прости и сердце успокой.
Прости, что в суете греховной
Не всех детей на свет я родила.
Что в жизни вольно иль невольно
Недоброй с кем-то я была.

В тайны молитв непосвященных
От всех напастей сбереги!
Прости невинно убиенных,
Расстрелянных в глухой ночи,
Когда под пыткой непомерной
Их истязали палачи.
И палачей простить бы надо,
Чтоб зло уменьшить на Земле,

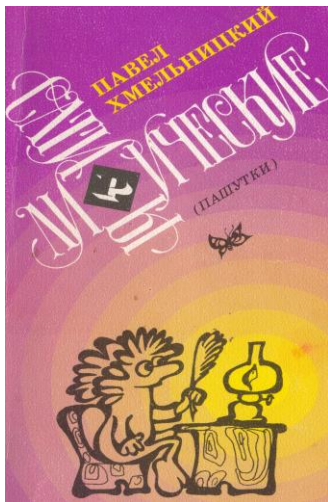
Прости родителей и дедов
Без покаяния ушедших в мир иной,
По жизни путь их легким не был,
Их светлым душам дай покой.

Детей и внуков некрещеных
Прости за мелкие грехи,

Хотя печать исчадья ада
У них застыла на челе».

Дрожит слеза, и плачут свечи,
Молитвы в небо льется нить.
Здесь – жизни миг, Там – жизни вечность,
Прости нас, Бог, и сохрани!

Совсем в ином жанре пишет Павел Хмельницкий. Свои стихи Павел называет «пашутки». К большой радости наших сотрудников Павел издал печатный сборник своих «пашуток». Стихи Павла лаконичны, афористичны, полны искрометного юмора:



В тени счастливая звезда –
Ее затмили тучи.
И мы имеем «как всегда»,
А хочется «как лучше».

Готов прижать к себе все туже
Одну – и вроде бы все ту же,
И поджидает эта же
Меня на каждом этаже.

Мужчин и женщин беспокоит
Вопрос: «стоит или не стоит?»

Становишься старше -
За годы расплата,
Но лучше быть «старшим» -

Мне, как и множеству поэтов,
Три женщины волнуют кровь.

Побольше зарплата.

Я назову их по секрету:
Надежда, Вера и Любовь.

В жанре возвышенной оды творит Валентина Федоровна Долгова, хороши стихи Зиновьевой Ларисы, Галузо Альбины, Емелькина Владимира, Андрея Скворцова, Владимира Неронова, Ольги Фрид; в жанре патетической прозы упражняется Винокурова Ольга.

Невозможно читать без слез стихи Зяблицкой Светланы Вениаминовны. Одно из ее стихотворений посвящено одноклассникам, юным мальчишкам, ушедшим на фронт.

Пронзительны стихи Владимира Неронова, написанные им к 100-летию А.Т. Логвиненко:

Печально, что его уж нет,
И нам ему не позвонить.

Нам повезло. Мы были с ним,
Трудились вместе – для людей.

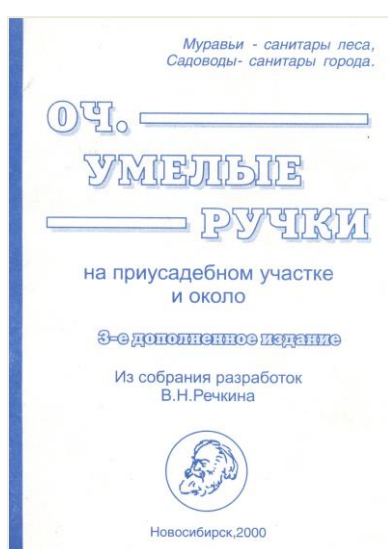
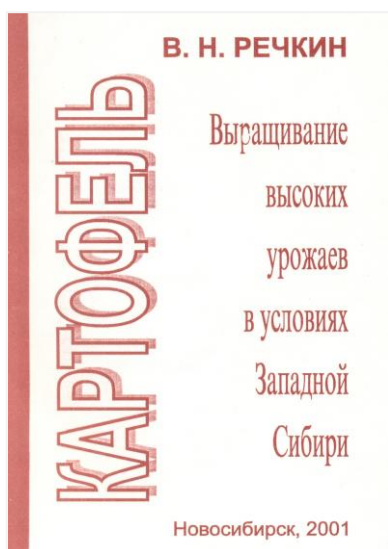
Не даст он мудрый нам совет,
Что делать и как дальше жить.

И занимая важный пост,
Он ЧЕЛОВЕКОМ оставался,
С людьми всегда был добр и прост
И сердцем чутким отзывался.

Горели помыслом одним:
Чтоб РОДИНА была сильней.

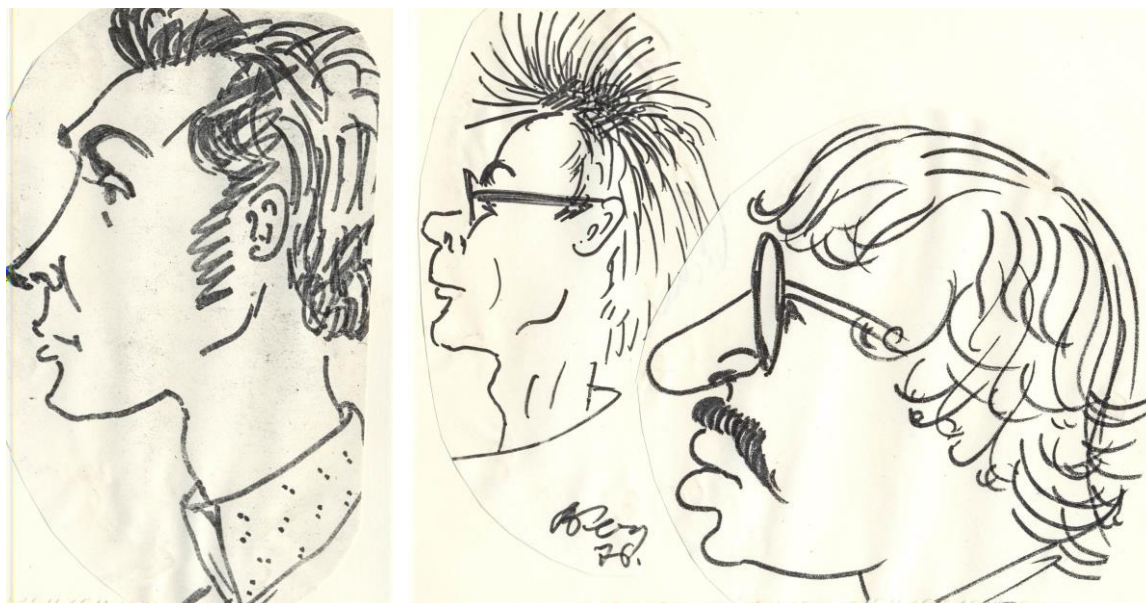
С ним не прервется связи нить.
Средь трудных жизненных стремлений
Он продолжает с нами жить –
УЧЕНЫЙ, ДРУГ и ГРАЖДАНИН!

Особое место в теории и практике садоводства и земледелия занимал кандидат технических наук Речкин Виктор Николаевич. Некогда талантливый ученый в области металловедения стал «профессором» в области земледелия. Общеизвестны его теоретические и практические разработки по выращиванию высоких урожаев в Западной Сибири. За эти работы ему присуждены премии «Национальный Олимп» и Малая золотая медаль Сибирской ярмарки. Он был страстным популяризатором агрономических знаний, выпустил несколько книг, читал лекции, выступал по телевидению. Сделанные им средства малой механизации на приусадебных участках пользовались большой популярностью у садоводов.



Книги, изданные В.Н. Речкиным.

Таланты Виктора Николаевича были неисчерпаемы. Он и художник, его шаржи неоднократно экспонировались в Институте, и талантливый резчик по дереву, капе, и мастер оригами.



Дружеские шаржи В.Н. Речкина. 1980-е гг.

Большая часть наших сотрудников летом свободное время проводит на дачных участках. Обнаруженный у многих садоводов талант потрясает воображение. Невиданными урожаями и размерами овощей славится Тукало Нелли Алексеевна. Выращенные ею тыквы имеют вес более 40 кг. Замечательный сад у Сухоруковой Л.В., диковинные цветы выращивает Девяткина Евгения.

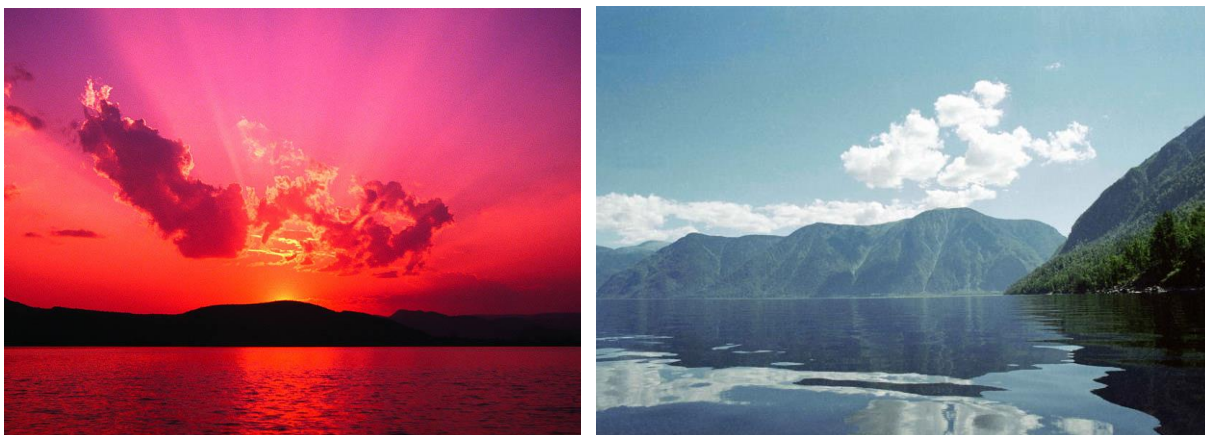
Многие сотрудники – страстные путешественники. В Институте много спортсменов: увлекался альпинизмом доктор наук Бек Роберт Юльевич, был заядлым лыжником кандидат наук Кирюшов Владимир Никитович, горнолыжницей – Зинаида



Л.П. Науменко, В.С. Данькова, Н.А. Тукало.
2004 г.

Кормилицина, экстремал–спелеолог – кандидат наук Зелинский Александр Георгиевич, мастер по каратэ – кандидат наук Гусев Алексей Алексеевич, теннисист – кандидат наук Тухтаев Роман Каримович. Президентом спортивного клуба «Грация» до сих пор является доктор наук Марина Васильевна Чайкина.

Стены наших холлов украшают работы замечательного фотохудожника, певца красот Горного Алтая, доктора наук Душкина Александра Валерьевича.



Виды Горного Алтая. Автор - А.В. Душкин.

В Институте с 1973 года и по настоящее время действует футбольный клуб «ФЭД», члены этого клуба каждую неделю выходят на тренировки и неоднократно участвовали в соревнованиях Академгородка. Клуб имеет свою страничку в интернете <http://www.solid.nsc.ru/rus/index.htm>.



«ЧОС» футбольного клуба. 2005 г.

В памяти остались также поездки сотрудников Института в Горную Шорию, на Красноярские столбы, Горный Алтай, а также выезд в День Химика на базу отдыха СО РАН в Боровое, где были организованы (при участии дирекции (В.Н. Арбеков) и профкома (К.И. Бочкарева)) соревнования по волейболу, комбинированной эстафете с бегом, прыжками, греблей, плаванию с призами и подарками. Команда института (Зырянов В.В., Некрасов В., Яровой В., Белых А.К., Маслий А.И., Варенцов В.К., Юхин Ю.М.) участвовала в соревнованиях по волейболу на первенстве СО РАН. Волейболисты, футболисты, пловцы, лыжники (Камбург В., Кошев А., Замятин А., Кирюшов В. и др.) успешно участвовали в соревнованиях городского куста СО РАН. Команда пловцов с участием Юхина Ю.М., Косовой Н.В. и Шершневой Т.А. в течение пяти лет являлись чемпионами городского куста институтов Сибирского отделения по плаванию. В Институте постоянно проводились спартакиады по волейболу с участием команд лабораторий (бессменный главный судья соревнований - Речкин В.Н.), а также по шахматам (главный судья - Колышев А.Н.).



Чемпионы СО РАН по плаванию. 1977 г.
А. Кошев, Н. Косова, В. Камбург, Ю. Юхин.

Долгие годы в институте выпускалась газета «За передовую химию». Выпуск газеты всегда был событием. Параллельно выпускались газеты лабораторий и подразделений. Лучшие газеты награждались грамотами и призами.



Редколлегия институтской газеты «За передовую химию». 1975 г.

Е. Аввакумов, В. Емелькин, С. Гусенко, Г. Лячина, А. Галузо, Э. Дьякова,
В. Селибакина.

В 1970-х годах в институте блистал «Театр миниатюр», спектакли которого пользовались неизменным успехом. Долгие годы действовал интеллектуальный клуб «Палестра».

Традиционными были трудовые десанты сотрудников во время сельхозработ и субботников.



А.Я. Галузо и В.Е. Матвеев на уборке картофеля.



В.В. Болдырев и О.И. Ломовский на субботнике.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие редактора. <i>Н.З. Ляхов</i>	3
История Института химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения РАН. <i>Н.А. Куперитох</i>	5
От Химико-металлургического института до Института химии твердого тела и механохимии. Два лидера. <i>Н.П. Коцупало</i>	43
Профессор И.С. Лилеев. <i>С.Л. Лилеев</i>	50
Краткая история лаборатории огнеупоров и спецкерамики. <i>Е.А. Плеханова</i>	54
Директорская лаборатория. <i>М.А. Савинкина</i>	59
Лаборатория легких и редких металлов. Люди и годы. <i>Н.П. Коцупало</i>	63
Воспоминания о прошлом. <i>Т.И. Авдеева</i>	69
О лаборатории углехимии. <i>А.Я. Галузо</i>	71
Воспоминания. <i>С.Н. Лаврик</i>	75
Лаборатория физических методов. <i>И.А. Ворсина</i>	79
Из истории аналитической лаборатории. <i>В.А. Навроцкая</i>	82
От аналитической химии до синтеза порошковых материалов. <i>Ю.М. Юхин</i>	84
«Петровская эпоха» (из истории лаборатории галогенидов). <i>О.Б. Винокурова</i>	88
Теплота горения (из истории лаборатории топочных процессов). <i>О.Б. Винокурова</i>	91
Лаборатория сплавов. <i>В.А. Неронов</i>	93
Лаборатория электрохимии со дня основания до наших дней. <i>А.И. Маслий</i>	97
Развитие в институте исследований по химии твердого тела. <i>В.В. Болдырев</i>	110
Развитие в институте исследований по механохимии. <i>В.В. Болдырев</i>	117
От лаборатории солей к лаборатории механохимических реакций. <i>А.С. Колосов, Е.Г. Аввакумов</i>	130
Мечты сбываются! <i>М.В. Чайкина</i>	142
Механохимический синтез материалов для литий-ионных аккумуляторов. <i>Н.В. Косова</i>	152
От исследований молекулярных кристаллов до кристаллографии в экстремальных условиях. <i>Е.В. Болдырева</i>	160
«Зеленой» химии – дорогу! <i>А.Л. Бычков, И.О. Ломовский</i>	168
Явления переноса – наша судьба. <i>Н.Ф. Уваров</i>	175
На службе у науки.....	180
Никто не забыт.....	182
Не наукой единой.....	190

Научно-популярное издание

С ХИМИЕЙ ПО ЖИЗНИ

(к 70-летию Института химии твердого тела и механохимии СО РАН)

Сборник очерков и воспоминаний

Статьи издаются в авторской редакции

Редактор Н.А. Куперштох
Компьютерная верстка И.В. Бурдукова

Подписано в печать 30.04.2014 г.
Формат 60х84 1/8. Уч.-изд. л. 24,4. Усл. печ. л. 22,7
Тираж 140 экз. Заказ № 103

Редакционно-издательский центр НГУ.
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2