



Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

ЗА НАУКУ В СИБИРИ

ОРГАН
ПРЕЗИДИУМА
И МЕСТНОГО КОМИТЕТА
ПРОФСОЮЗА СО АН
СССР

Год издания 8-й.
28 мая 1969 г.
№ 22 (400).
СРЕДА.
Цена 4 коп.

К 100-летию со дня рождения В. И. Ленина

НЕОРГАНИЧЕСКУЮ химию начинают изучать в школе в самом простом изложении, и иногда создается впечатление, что все в ней просто и понятно. Между тем, даже определение таких основных понятий, как элемент и соединение, имеют громадную литературу, и до сих пор еще идут споры, уточнения и, более того, открываются, например, новые типы соединений (клатраты, фториды благородных газов и др.).

Неорганическая химия изучает все элементы (простейшие химические кирпичики) и соединения, ими образуемые, кроме одного элемента, — углерода. Последний образует «живую» природу и один дает больше соединений (миллионы), чем все остальные. Основным в этом удивительном факте является способность образовывать связь углерод — углерод, которой не обладают большинство других элементов. Окружающие нас соединения «неживой» природы имеют иное строение, и многообразие возникает, например, через связи типа кремний — кислород — кремний, бор — кислород — бор и т. д. Только 0,14 процента из всего числа атомов приходится на углерод. 12 элементов, наиболее распространенных в природе, дают в сумме 99,5 весовых процента, следующие по распространенности 12 элементов составляют уже всего 0,42 весовых процента и от 25 элемента до 40 включительно — 0,06 весовых процента, а все остальные (более 60 процентов элементов) — только 0,01 весовых процента. Другими словами неорганика имеет дело с соединениями, образующими в окружающем нас мире колоссальные скопления по весу. Неорганическая химия тесно связана с геологией и даже образует промежуточную дисциплину — геохимию. Вторая ветвь — это редкие и очень редкие элементы, их около шестидесяти.

Как известно, обеспечение земледелия удобрениями (неорганическими) составляет большую задачу, и она выполняется очень крупной по размерам промышленностью. В настоящее время химические удобрения в СССР по тоннажу действующих элементов (азот, фосфор, калий) сравнялись с их количеством, возвращаемым в почву вместе с обычными органическими удобрениями. Очень тесно с неорганической химией также связаны металлургия, производство строительных материалов, извлечение природных солей и другие многотоннажные области промышленности.

В последний период времени неорганическая химия стала основой ряда важных производств, материалов и веществ, обеспечивающих потребности новой техники: атомной энергетики, полупроводников, сверхпроводников, ракет, лазеров и др. Поэтому нет ничего удивительного, что неорганическая химия и близко связанная с ней химико-техническая дисциплины получили наибольшее развитие за последнее время. Этот процесс и далее будет ускоряться.

Следует отметить одно важнейшее обстоятельство, что методики, разработанные для неорганической химии, обычно переходят в соответствующие производства. Ниже пойдет разговор о ионообменных методах, жидкостной экстракции, высоко- и низкотемпературной перегонке, средах из расплавленных солей и т. д. Они начались в лаборатории и перешли в цеха. Еще два обстоятельства хотелось бы отметить, хотя бы в самых общих чертах: это сближение и частичное слияние неорганической химии с современной физикой и органической химией. Укажу, что деление ядер урана обнаружено и впервые исследовано химиками. Синтез новых элементов осуществляется в тесном сотрудничестве физиков и химиков. Пути синтеза ядер часто определяются химическими соображениями. В качестве примера можно вспомнить, что химическое выделение плутония-239 оказалось проще, чем разделение изотопов урана. При синтезе полупроводников используются самые современные методы физического контроля чистоты (масспектрометрия, электропроводность и т. д.). Установки химических лазеров трудно отличить от установок для изучения химических реакций и т. д. Монокристаллы стали ныне обычными для многих химических работ и лабораторий.

Разделение таких сложнейших смесей элементов, как образующиеся в результате деления урана или плутония, извлечение малых количеств урана из обычных бедных руд и др., привело к развитию прогрессивной ионообменной и экстракционной технологии. А это вызвало создание больших органических производств на потребу неорганической промышленности. Интересно при этом, что синтез органических веществ направляется теперь уже сложными теоретическими соображениями (включая и квантовомеханические), связывающими неорганические и органические соединения. Это вновь возникшее единение двух казалось бы давно разошедшихся областей химии очень показательно и всячески приветствуется химиками. Остановимся на некоторых вопросах, касающихся современного положения с элементами, классами неорганических соединений и связью между составом и свойствами неорганических веществ.

Элементы — их число, как хорошо известно благо-

даря усилиям физиков и химиков (в частности, Сибирг-химик), стало более 103, исчезли пропуски в таблице Д. И. Менделеева. Установлению природы 102 элемента (открыт ряд изотопов) и 104 элемента (Курчатовия) мы обязаны советским работам, а именно работам академика Георгия Николаевича Флорова. Можно ли пойти далее? Теоретики ожидают упрочнения ядер (большие периоды полураспада) где-то в области 126 элемен-

НОВАЯ ЖИЗНЬ „НЕ ЖИВОЙ“ ПРИРОДЫ

Академик А. В. Николаев



та, и уже ведутся соответствующие попытки синтеза ядер, кроме того, если это упрочнение не миф, то искомые элементы могут быть в породах, илах на глубине океанов. Намечается добывать со дна океана глубочайших впадин несколько тысяч тонн пород и при переработке выделить методами современной неорганики малые количества этих элементов. Участвовать в этой работе предложено и нашему институту. Но кроме новых элементов, интересны и сами простые тела, в которых они реализуются. Самым трудным оказался синтез алмазов, где требуются высокие температуры (более 2000°), и большие давления. У нас в институте много

труда вкладывается в изучение природных алмазов, у которых обнаружены своеобразные цепочки из атомов азота, видимо, связанные с возникновением этих удивительных кристаллов.

Соединения в элементарных учебниках представлены немногими типами — соли, кислоты, щелочи, комплексные соединения, гидраты и некоторые другие.

В настоящее время, как известно, исчезли «благородные» газы — ожидают соединения с водой, бензолом и очень прочные соединения со фтором.

Не менее интересны оказались синтезированные у нас аналоги давно известного соединения простого тела — графита и крепкой серной кислоты — графит серной кислоты. Оно оказалось ярко голубого цвета (графит — черный), и серная кислота размещается в тех полостях графита, которые лежат между двумя слоями углеродных атомов в его слоистой решетке.

Оказались близкими к этим соединениям клатраты, образуемые, например, водой с рядом органических экстрагентов. Они устроены как детские погремушки: вода или органика благодаря водородным связям образует большую полость, внутри которой находится как горошинка в погремушке другая молекула. Нашим молодым исследователям в ИНХе удалось показать, что эти клатраты необычного состава, частично плавясь, приводят к расслаивающимся системам с нижней критической точкой, которая ранее трудно поддавалась объяснению.

Связь между составом и свойствами неорганических соединений занимает особый раздел общей химии, называемый физико-химическим анализом. Он возник у нас в Советском Союзе трудами замечательного ученого Николая Семеновича Курнакова. Столетие со дня рождения его неорганики специально отмечали, в частности, в Новосибирске в 1960 году.

Не вдаваясь в подробности этого учения отметим только, что экстремальные значения свойства обычно лежат при составе соединения. Зададимся вопросом, а не подвержена ли этому закону экстремума, например, температура перехода металла в сверхпроводящее состояние? Если учение Н. С. Курнакова действительно имеет общее значение, то так и должно быть. Опыт блестяще подтвердил это для целого ряда соединений металлов. Мы широко пользуемся диаграммами состав — свойства в ряде самых неожиданных областей и всегда имеем полезные и интересные результаты. Это открывает нам пути синтеза веществ с заданными свойствами.

Следует также указать на одно обстоятельство, которое позволяет быть многим новым процессам. Это чистота веществ. Деление ядер прекращается при наличии некоторых загрязнений в количестве большем, чем один к миллиону. То же относится к ядерному синтезу, т. е. синтезу гелия из водорода (тяжелого). Полупроводники требуют еще большей чистоты. Очень высоки требования к чистоте сверхпроводящих материалов. Поэтому изучение очистки и разделения разных веществ и материалов — это работа для новых отраслей техники. В ИНХе для разделения веществ и изотопов используются очень многими методами, среди которых можно назвать ионный обмен, экстракция, дистилляция, направленная кристаллизация, зонная плавка, электромиграция и т. д. Среди веществ, полученных в очень чистом состоянии в нашем институте или при его руководящем участии, можно назвать золото, сурьму, свинец, олово, метилтрихлорсилан и другие. Изучение кристаллов, именно их структуры с помощью рентгеновских лучей, т. е. расположения атомов и их групп в пространстве, ведется в нашем институте при участии академика Н. В. Белова. Нам приятно сообщить, что число полностью исследованных структур кристаллов за краткое время существования института подходит к 100. Это очень большой труд, ибо не выбираются легкие образцы, а можно указать среди изученных очень трудные и нового типа структуры. Эти работы требуют большого счета на ЭВМ, а если учесть, что ведется также машинный счет по методам очистки, по расчету равновесий, по исчислению выхода в очень сложных случаях и т. д., то мы получаем представление, что этот великолепный метод стал в ИНХе обычным. Я не буду говорить о конкретных работах по полупроводникам, экстракции и ионному обмену, по синтезам при высоких температурах и давлениях, о поведении растворов электролитов в этих же условиях и многом другом, представляя возможность сказать об этом моим товарищам по институту.

В заключение хочу сообщить, что ИНХ СО АН СССР связан с большим числом институтов и предприятий как Сибири, так и европейской части Союза. Наши заграничные связи также довольно разнообразны и взаимовыгодны. Рассчитываю на дальнейшее развитие неорганической химии не только в Новосибирске, но и Красноярске, Иркутске, Хабаровске и Владивостоке.

Первые шаги в этом отношении уже делаются.

ДЕНЬ НАУКИ СЕДЬМОЙ. ОТЧИТЫВАЕТСЯ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКОЙ К ПРОЦЕССАМ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И РАЗДЕЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

Природные материалы — руды, представляют собой, как известно, сложные смеси различных химических соединений, содержащие обычно лишь небольшое количество ценных компонентов — металлов. Поэтому металлургический цикл переработки руд представляет собой прежде всего РАЗДЕЛЕНИЕ, КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ и ИЗВЛЕЧЕНИЕ металлов. Новая техника предъявляет все более жесткие требования к этим процессам разделения и извлечения. Главные из этих требований следующие:

Непрерывность процесса; только на этой основе возможно построение автоматизированных и механизированных технологических схем.

Высокая чистота конечных продуктов.

Комплексная переработка сырья с извлечением в готовую продукцию не только основных компонентов, но и «малых» примесей.

В последнее время в связи с развитием новых, прогрессивных методов вскрытия рудных материалов, таких как автоклавное вскрытие и хлорирование, увеличивается значение гидрометаллургических процессов по сравнению с пирометаллургическими. Поэтому вопросы извлечения и разделения металлов из водных растворов эффективными методами становятся наиболее важными.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСАДИТЕЛЬНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ И ЭКСТРАКЦИОННЫХ МЕТОДОВ РАЗДЕЛЕНИЯ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

До настоящего времени основными методами гидрометаллургического разделения и извлечения металлов являются осаждение и фильтрация. Эти методы не обладают совершенством и не отвечают требованиям новой техники, о которых говорилось ранее. Прежде всего они являются периодическими методами; организация непрерывного процесса связана с значительными трудностями. В связи с большой величиной поверхности твердой фазы, а также с образованием твердых растворов сильно развиты процессы осаждения, вследствие чего выделение чистых продуктов может быть достигнуто только ценой многократного переосаждения. Выделение малых примесей очень затруднено, а часто и невозможно. Получается большое число оборотов продуктов, велики потери ценных компонентов, что снижает извлечение. Условия

труда во многих случаях являются тяжелыми и вредными для здоровья. Указанные недостатки привели к усилению поиску новых методов извлечения и разделения. Наиболее перспективными оказались ионный обмен и экстракция.

Термином «экстракция» (жидкостная экстракция) обозначают процесс избирательного (селективного) переноса вещества из водного раствора в жидкую органическую фазу, не смешивающуюся с водой. Процесс экстракции легко осуществляется в виде непрерывного в простых по конструкции аппаратах. Это дает возможность построения полностью автоматизированных и механизированных технологических схем.

Во многих случаях — малополярное вещество с низкой диэлектрической проницаемостью; процессы диссоциации в этом случае сильно подавлены. Ионам энергетически невыгоден переход из водной в органическую фазу. Поэтому для осуществления экстракции необходимо соблюдение, по крайней мере, двух условий: образование незаряженной частицы — электронной молекулы или ионного ассоциата (ионной пары); полное или частичное освобождение от гидратной оболочки с образованием гидрофобного соединения. Эти условия достигаются: за счет присоединения к экстрагируемому катиону крупного органического аниона (обычно — кислотный остаток орга-

нической кислоты); путем присоединения к экстрагируемому аниону, содержащему металл, крупного органического катиона; за счет замены воды в акваионе на органический лиганд.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКЦИИ В МЕТАЛЛУРГИИ ЦВЕТНЫХ, РЕДКИХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ, В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Экстракционные процессы уже нашли некоторое применение в технологии цветных, редких и благородных метал-

лов, а также в химической промышленности. Во всех этих случаях достигнуто значительное упрощение технологии, резкое повышение чистоты получаемых продуктов, повышение извлечения, снижение затрат. Приведем некоторые примеры.

Зарекомендовал себя экстракционный способ разделения редкоземельных элементов. Успешно эксплуатируется экстракционно — электролизный способ получения кобальта высокой чистоты (K — O; Co — 99,99%). Известны способы экстракционного разделения молибдена и вольфрама, а также извлечения ванадия, использующие экстракцию аминами и четвертичными аммониевыми солями с последующим осаждением чистой соли металла аммиаком непосредственно в органической фазе. Большой интерес представляют сообщения о разработке селективного экстрагента для меди Lix — 64.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСТРАКЦИИ В ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экстракционные методы извлечения и разделения металлов являются естественным завершением новых, прогрессивных методов вскрытия рудных материалов — автоклавного, хлорного, бактериального.

Экстракционные процессы должны разрабатываться и внедряться в тесной кооперации с ионообменными и сорбционными методами. В большом числе случаев представляется наиболее целесообразной такая последовательность операций: ионообменная коллективная сорбция из бедных растворов и пульпы; элюирование с одновременно концентрированием; экстракционная переработка элюатов с разделением металлов и получением их в виде осадочных продуктов.

Важным вопросом является выделение металлов после экстракционного цикла. Весьма перспективными и требующими исследовательских разработок являются — непрерывный электролиз, выделение из органической фазы под давлением, выделение из органической фазы под действием газа.

Необходимы широкие исследования по изысканию доступных селективных экстрагентов и разбавителей, а также по созданию теории селективности.

Важным является изучение экстракционных систем с позиций коллоидной химии (вопросы устойчивости и расслаивания эмульсий, образования третьей фазы).

Необходимо также создание надежной высокопроизводительной экстракционной аппаратуры (100 — 500 м³/час).

Решение этих вопросов позволит широко внедрить экстракционную технологию в цветную металлургию. Но и сейчас, используя уже имеющиеся подходы и знания, необходимо широко применять экстракционные процессы в металлургии цветных, редких и благородных металлов.

Л. ГИНДИН,
заведующий лабораторией химии экстракционных процессов, доктор химических наук.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

Процессы экстракционного разделения и извлечения металлов. Их применение в технологии

Высокая чистота продуктов (как правило, не ниже 99,99 процента) достигается за счет селективности экстрагентов и организации многоступенчатого процесса. Становится возможным извлечение малых примесей и переработка бедных руд. Значительно упрощаются технологические схемы, снижаются обороты, резко возрастает извлечение (как правило больше 99 процентов). Процесс осуществляется при комнатной температуре, при нормальном давлении. Оздоровляются условия труда.

СУЩНОСТЬ ЭКСТРАКЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И РАЗДЕЛЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭКСТРАКЦИИ

Как известно, металлы в водных растворах находятся в виде сильно гидратированных ионов (акваионов). Вода является сильнополярным веществом с высокой диэлектрической проницаемостью. Напротив, органическая жидкость в огромном большин-

стве случаев — малополярное вещество с низкой диэлектрической проницаемостью; процессы диссоциации в этом случае сильно подавлены. Ионам энергетически невыгоден переход из водной в органическую фазу. Поэтому для осуществления экстракции необходимо соблюдение, по крайней мере, двух условий: образование незаряженной частицы — электронной молекулы или ионного ассоциата (ионной пары); полное или частичное освобождение от гидратной оболочки с образованием гидрофобного соединения. Эти условия достигаются: за счет присоединения к экстрагируемому катиону крупного органического аниона (обычно — кислотный остаток орга-

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ ЭКСТРАКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

По данным, приведенным на Всемирной конференции по химии жидкостной экстракции (г. Гетеборг, 1966 г.), основные затраты при экстракционном извлечении и разделении металлов складываются следующим образом: амортизация оборудования 6 — 150 рублей на 1 т металла; расход экстрагента — 3 — 30 р/т; реагенты для проведения экстракции (поддержание необходимой величины pH, высаливатели, комплексобразователи) — 90 — 360 р/т. Эта статья составляет наибольшую долю затрат. По работе в силе и вспомогательным материалам затраты в экстракционной технологии существенно ниже, чем в обычной гидрометаллургии.

Был сделан общий вывод, что экстракция конкурентно-способна для металлов, начиная с меди, и для более дорогих, т. е. для большинства цветных, редких и тем более — благородных металлов.

Для уменьшения затрат на реагенты весьма важными являются вопросы создания необходимой среды: высаливатель (комплексобразователь) должен находиться в самом

экстракционном аппарате, а также в химической промышленности. Во всех этих случаях достигнуто значительное упрощение технологии, резкое повышение чистоты получаемых продуктов, повышение извлечения, снижение затрат. Приведем некоторые примеры.

Зарекомендовал себя экстракционный способ разделения редкоземельных элементов.

Успешно эксплуатируется экстракционно — электролизный способ получения кобальта высокой чистоты (K — O; Co — 99,99%). Известны способы экстракционного разделения молибдена и вольфрама, а также извлечения ванадия, использующие экстракцию аминами и четвертичными аммониевыми солями с последующим осаждением чистой соли металла аммиаком непосредственно в органической фазе. Большой интерес представляют сообщения о разработке селективного экстрагента для меди Lix — 64.

В химической промышленности используется метод получения кислотных фосфатов натрия и калия, основанный на сдвиге химического равновесия за счет применения экстрагентов — аминов. Применяется экстракционный способ получения фосфорной кислоты с использованием высших спиртов, экстракционное извлечение брома из рассолов и другие процессы.

В Институте неорганической химии СО АН СССР под общим руководством академика А. В. Николаева широко разрабатывается теория экстракционных процессов и создаются методы их практического использования.

Разрабатывается теория селективности при экстрак-

ДЕНЬ
НАУКИ—
СЕДЬМОЙ

ДЕНЬ НАУКИ— СЕДЬМОЙ



Заведующий лабораторией контроля чистоты полупроводниковых материалов, кандидат физико-математических наук И. Г. Юделевич обсуждает с сотрудниками результаты эксперимента.

Фото А. Зубцова.

СВЕРХЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА

РАЗВИТИЕ основных направлений современной науки и техники требует материалов высокой чистоты. Создание полупроводниковых приборов, квантовых генераторов, сверхпроводящих материалов, установок атомной энергетики, ракетной техники невозможно без особо чистых веществ.

Именно в применяемых здесь материалах минимальные загрязнения отдельными элементами в количествах миллионных долей процента часто имеют решающее значение в смысле пригодности выбранного объекта.

В значительной мере успех очистки вещества зависит от аналитического контроля — контроля исчезающе малых следов примесей (10^{-5} — $10^{-10}\%$). Иными словами, перед аналитиком стоит задача обнаружения одного атома в миллиардах атомов другого вида.

Чтобы стали ясны трудности, стоящие перед аналитической химией при анализе сверхчистых веществ, отметим, что в материалах полупроводниковой техники необходимо определять от 15 до 40 примесей различных элементов.

Поэтому перед аналитиками стоит сложная задача определения большого числа примесей в разнообразных материалах высокой чистоты.

Для определения следов применяется весь арсенал аналитической химии. Наибольшее распространение получили химико-спектральные, радиоактивационные и масс-спектрометрические методы анализа.

Основной задачей лаборатории контроля чистоты полупроводниковых материалов Института неорганической химии является разработка новых методов анализа и проведение анализа металлов высокой чистоты и полупроводниковых материалов, получаемых в нашем институте.

Определение следов элементов (10^{-5} — $10^{-8}\%$) немислимо без предварительного химического и физического концентрирования микропримесей. Концентрат микропримесей в дальнейшем анализируется различными физико-химическими методами. В нашей лаборатории проводятся исследования по разработке новых методов концентрирования следов с использованием экстракции, отгонки, направленной кристаллизации, ионного обмена и электрохимических процессов.

Нами разработаны экстракционно-спектральные методы анализа некоторых полупроводниковых соединений, а также чистых металлов. Методы заключаются в следующем. Большие навески этих веществ растворяются в кислоте, затем основной элемент извлекается в органическую фазу. При этом микропримеси остаются в водной фазе и после ее выпаривания, уменьшение до 20 мг на угольном коллекторе анализируется спектральным методом. Таким образом от навески в 1 г мы приходим к концентрату в 20 мг, то есть повышаем концентрацию примесей в 50 раз. Применение новых для аналитической химии экстрагентов: бета — бета — дихлордиэтилового эфира (хлорекс) и алкилфосфорных кислот позволило нам определять в полупроводниковых соединениях 16 — 20 микропримесей с чувствительностью $1 \cdot 10^{-5}$ — $2 \cdot 10^{-7}\%$ (группы кандидата химических наук Л. М. Буяновой и младшего научного сотрудника Н. П. Протопоповой).

Кроме экстракции успешно используются ионообменные методы концентрирования. Разработан химико-спектральный

метод анализа антимиона алюминия с отделением основы методом ионного обмена.

При анализе олова, сурьмы и арсенида галлия предложены химико-спектральные методы с отгонкой основы в виде легколетучих бромидов олова, сурьмы, галлия и мышьяка. Отгонка основы имеет ряд существенных достоинств. Возможен анализ больших навесок пробы без предварительного измельчения, что предохраняет от дополнительных загрязнений в ходе подготовки пробы к анализу. Используются минимальные количества реактивов (2—3 мл брома). Для сурьмы новый метод дает возможность

Контроль чистоты металлов и полупроводниковых материалов

определить 22 примеси с чувствительностью, для ряда элементов в сто раз более высокой по сравнению с ранее используемыми методами.

Важнейшей задачей анализа следов является поиск методов обогащения в $10\,000$ — $100\,000$ раз. Нами предложен двухступенчатый метод химико-спектрального анализа сурьмы высокой чистоты.

Предварительно проводится направленная кристаллизация пробы сурьмы в виде слитка. Сущность метода, основанная на различной растворимости примесей в жидкой и твердой фазах анализируемого вещества. При направленном ведении процесса кристаллизации примеси концентрируются на одном из торцов слитка сурьмы, который и является аналитическим концентратом. Затем этот концентрат отделяется и подвергается дальнейшему концентрированию экстракцией или отгонкой основы. Второй концентрат анализируется спектрально. Получен коэффициент обогащения 1000 и достигнута чувствительность определения ряда примесей порядка $1 \cdot 10^{-8}\%$, что сравнимо с чувствительностью радиоактивационного метода. Следует отметить, что преимуществом концентрирования примесей направленной кристаллизацией является простота осуществления, возможность автоматизации и несложная аппаратура. Метод может быть пригоден для определения микропримесей также в неорганических и органических соединениях и в биологических объектах.

В настоящее время исследуется возможность концентрирования микропримесей направленной кристаллизацией в олове и кадмии. Работы по кристаллизационным методам концентрирования проводятся совместно с лабораторией зонной плавки (зав. лабораторией доктор химических наук А. Н. Киргинцев).

В последнее время в нашей лаборатории приобретает значение один из очень молодых методов анализа — метод амальгамной полярографии с накоплением и метод вольтамперометрии на графитовом электроде.

Теоретические расчеты и опытные данные показывают, что при приемлемых для практики условиях можно в настоящее время уже уверенно говорить о реальной возможности определения этими методами 10^{-8} — $10^{-9}\%$ искомого элемента в материалах высокой чистоты. И эта чувствительность не является предельной, что выдвигает вольтамперометрию на стационарном электроде в число наиболее перспективных методов для анализа следов.

Этим методом в нашей лаборатории определяют золото, серебро, медь, свинец и сурьму в галлии и в арсениде галлия, хлор-ионы в растворах. Метод используется и для анализа свинца высокой чистоты. В настоящее время разрабатываются новые электрохимические методы концентрирования микропримесей на угольном и пастовом электродах с последующим спектральным анализом (группа Н. Ф. Захарчук).

Дальнейшее повышение чувствительности химико-спектральных методов анализа зависит от повышения чувствительности спектрального анализа концентрата микропримесей. В лаборатории проводятся исследования по оптимизации условий спектрального анализа следов. Исследованы химические процессы в кратере угольного электрода, влияние усиливающих добавок на интенсивность спектральных линий, влияние контролируемой атмосферы на чувствительность анализа. Проведен дисперсионный анализ, позволивший выяснить вклад отдельных операций в общую ошибку анализа. Готовится программа для электронно-вычислительной машины для систематического дисперсионного анализа при химико-спектральных методах анализа веществ высокой чистоты (группа кандидата технических наук И. Р. Шелпаковой).

Лаборатория тесно связана с рядом промышленных предприятий Сибири, Казахстана и УССР. Совместно с группой сотрудников ЦЗЛ (В. Л. Кустас, А. Ф. Федяшиной, Г. В. Лазебной) разработаны новые химико-спектральные, спектрографические и пламенно-фотометрические методы анализа микропримесей в солях редких щелочных металлов. Внедрение этих методов анализа в заводскую практику дало возможность наладить промышленный выпуск новых соединений высокой чистоты.

Сконструированные и изготовленные в ИНХе установки для пламенной фотометрии и атомно-адсорбционного анализа успешно работают на ряде заводов Новосибирска, Кемерово, Чимкента и Лениногорска. Лаборатория постоянно оказывает научно-техническую помощь аналитическим лабораториям ряда институтов при анализе металлов высокой чистоты.

И. ЮДЕЛЕВИЧ,
кандидат физико-математических наук.

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Одним из наиболее интенсивно развивающихся в последнее время разделов неорганической химии является химия координационных соединений, которыми называют сложные частицы (комплексы), возникающие при реакции между ионами металлов и неорганическими или органическими частицами (лигандами).

Интересы сотрудников лаборатории химии и реакционной способности переходных элементов, идейно относящихся к школе академика А. А. Гринберга, привлечены к области комплексов с органическими лигандами, лежащей на стыке неорганической и органической химии. Из многочисленных классов органических лигандов наибольшее внимание уделяется веществам, содержащим в своем составе атомы серы и селена.

В лаборатории изучаются различные аспекты химии координационных соединений с этими интересными лигандами. Большое значение придается синтезу новых комплексных соединений, а также исследованию как химических, так и физико-химических свойств выделенных веществ. В содружестве с другими лабораториями института для рассмотрения вопросов строения и особенностей химической связи в синтезированных комплексах привлекаются и физические методы исследования (инфракрасная, мессбауэровская рентгеновская спектроскопия, магнитные измерения и др.).

Сотрудниками лаборатории исследуются также реакции комплексообразования, протекающие в водных, неводных и смешанных водно-органических средах и не сопровождающиеся выпадением осадков комплексов. Для изучения реакций применяются разнообразные методы (спектрофотометрия, потенциометрия и др.), позволяющие судить о составе и устройстве комплексов, образующихся в растворах.

Наконец, не остаются без внимания и вопросы практического использования изучаемых в лаборатории координационных соединений. Исследования ведутся в двух направлениях: во-первых, проводятся работы, имеющие целью применение комплексов в аналитической химии и экстракции, во-вторых, исследуются возможные способы получения сульфидов и селенидов высокой степени чистоты с помощью комплексообразования.

Деятельность лабораторий в выбранных направлениях привела к определенным успехам, о некоторых из которых следует упомянуть. Синтезировано значительное число новых комплексных соединений металлов с тиосульфатом, селеносульфатом, селенофосфатом и тиоселенофосфат-ионами. В лаборатории разработан новый метод определения констант устойчивости комплексных соединений, основанный на измерении окислительно-восстановительных потенциалов систем металл — лиганд — окисленная форма лиганда. Получены интересные результаты при исследовании большого ряда комплексов с помощью физических методов. С использованием тиомочевинных и селеносульфатных комплексов получены сульфиды и селениды некоторых металлов, представляющие большой интерес для производства ломинаторов и полупроводниковой техники.

В. ШУЛЬМАН,
доктор химических наук,
С. ЛАРИОНОВ,
кандидат химических наук.



Инженер М. П. Анисимов за пультом калориметрической установки.

МОЛОДАЯ наука о химии кристаллов — кристаллохимия опирается на трех китов естествознания: математику, физику и химию, а через свою весьма почтенную прародительницу кристаллографию она исторически и генетически тесно связана и с минералогией. В результате объединенные общностью объектов, экспериментальных методов и целей исследования, часто под одинаковой вывеской трудятся хими-

ков в том, что они находят еще «на зоологическом уровне». Для химика название элемента значит гораздо больше, чем его номер, и оно подобно зоологическому представлению, например, о льве или зайце. Но истинный химик как раз и гордится этими представлениями, этим знакомством с индивидуальными элементами своего звенца, с их индивидуальностью и полагает, что лишь через эту индивидуализацию элементов и соединений он

лохимических подразделений в химических институтах. Кристаллохимия призвана решать большое число разнообразных проблем, начиная от вопросов химического взаимодействия отдельных атомов и кончая вопросами роста кристаллов, энергетики кристаллической решетки и др. Однако ее основное ядро, несомненно, составляет получение и анализ результатов структурных исследований — интерпретация, сопоставление и систематизация кри-

Химия кристаллов

ки — кристаллохимики, физики — кристаллохимики и минералоги — кристаллохимики. Но чем же отличаются они, например, от просто физиков или просто химиков, в большинстве своем также имеющих дело с кристаллами, ибо кристаллическое состояние — одно из самых распространенных в природе? (Сибирякам последнее очевидно без пояснения — кристаллы льда и снега окружают их 7 месяцев в году). На этот вопрос хочется ответить словами старейшины советских кристаллохимиков академика Н. В. Белова, ныне президента Международного союза кристаллографов.

Физики используют, как правило, небольшое число кристаллов, обычно или кому-нибудь специально заказанных, и мало интересуются всеми кристаллами вообще. Таким же образом используют они и химию. Для физики любой элемент в основном описывается его номером, его положением в клетке менделеевской системы, и физики иногда упрекают химию и

достигает успеха. В то же время физики, создавшие более полувека назад рентгенографический анализ атомной структуры кристаллов, как правило, мало интересуются самими результатами своих анализов, обычно уходящими во вне, хотя именно из этих результатов родилась, например, рациональная химия кремнекислородных соединений, которой химики (из-за нерастворимости силикатов) не могли создать. Вот здесь то и выгодное, по нашему мнению, отличие позиции кристаллографа — кристаллохимика, для которого кристаллография представляется активным инструментом познания, а не только схемой, лежащей в основе физики твердого тела. Кристаллохимик, обязанный хорошо разбираться в созданных отчасти для него физиками методах съемки кристаллов, расшифровки и т. п., видит перед собой не отдельные кристаллы, не отдельные соединения, а всю совокупность их.

Уже отсюда, как нам кажется, ясны значение и необходимость развития кристал-

ллических структур с целью выяснения общих закономерностей строения кристаллов, установления точных зависимостей между кристаллической структурой, химическим составом и физическими свойствами соединений. И все это должно работать на решение сверхзадачи — синтез веществ с заранее заданными свойствами.

Кристаллохимические исследования в Институте неорганической химии СО АН СССР ведутся с начала его образования, т. е. более 10 лет. Круг решаемых вопросов достаточно широк: симметрия, теория рентгеноструктурного анализа, вычислительные методы, аппаратура и методика кристаллоструктурных исследований, рост кристаллов, исследование реальной структуры кристаллов, детальное определение кристаллической структуры. За это время, например, сделано более пятидесяти полных структурных расшифровок новых сложных соединений, таких, как комплексные соединения переходных металлов, вольфраматы и молибдаты, природные и синтетические силикаты и их структурные аналоги и т. д.

По материалам кристаллохимических исследований, выполненных в ИНХе, защищено 12 кандидатских диссертаций и сейчас уже в четырех институтах Сибирского отделения АН СССР (не считая стольких же «европейских») работают специалисты, повысившие свою кристаллоструктурную квалификацию в ИНХе.

В. БАКАКИН, зав. лабораторией, кандидат геолого-минералогических наук.

С. БОРИСОВ, старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук.

СОВРЕМЕННАЯ химия характеризуется широким использованием физических методов исследования. При этом часто стираются грани между отдельными отраслями химии и физики и на стыке этих наук возникают новые области знания.

Создание новых химических методов получения особо чистых веществ требует детального знания свойств этих веществ в широком диапазоне физических параметров. В свою очередь, наличие особо чистых объектов исследования позволяет физикам делать более обоснованные выводы о фундаментальных закономерностях поведения вещества.

Одной из наиболее существенной для химии области физики является физика твердого тела. Именно поэтому в состав Института неорганической химии был включен отдел физики твердого тела.

Отдел был организован в 1959 году членом-корреспондентом АН СССР Петром Георгиевичем Стрелковым. За прошедшие годы в отделе был выполнен ряд научных исследований, получивших широкую известность и признание в нашей стране и за рубежом, а некоторые работы оказали зна-

няемых исследований термодинамическая лаборатория отдела является крупнейшей в Советском Союзе, а получаемые результаты относятся к наиболее точным.

Для измерения энтальпии конденсированных фаз в области температур 700—2500° К разработан калориметр смешения, отличающийся от аналогичных использованием автоматической регулируемой адиабатической оболочки. Точность измерений энтальпии 0,5 процента. Измерена энтальпия корунда, молибдена и ряда галогенидов щелочноземельных металлов. Обнаружены фазовые переходы второго рода у фторидов бария и стронция и у хлорида стронция.

Все термодинамические исследования проводятся с особо чистыми веществами, получение которых представляет, как правило, очень сложную проблему. Эта проблема успешно решается другими научными отделами института, что создает исключительно благоприятные условия для развития термодинамических исследований. Значительная часть данных, получаемых при исследовании теплоемкости и энтальпии твердых веществ, включается в

ИССЛЕДОВАНИЯ

чительное влияние на развитие соответствующих областей физики твердого тела и термодинамики.

Основными направлениями научных исследований отдела являются: изучение термодинамических свойств конденсированных фаз в широком интервале температур; экспериментальное и теоретическое изучение фазовых переходов и критического состояния; изучение влияния дефектов структуры на физические свойства твердых тел.

Эти направления продолжают оставаться актуальными как в чисто научном, так и в прикладном отношении. По всем трем направлениям удалось за истекшие годы получить важные научные результаты.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ свойства конденсированных фаз (теплоемкость, энтальпия, тепловое расширение) изучаются в широком интервале температур — от 12 до 3000° К. Для прецизионных исследований теплоемкости при низких температурах (12—350° К) используется вакуумный адиабатический калориметр с погрешностью измерения 0,1 процента.

По полученным значениям теплоемкости рассчитываются абсолютные энтропии и энтальпии при стандартных условиях. Эти данные используются в термодинамических расчетах, в частности для вычисления констант равновесия химических реакций.

Исследованы соединения группы щелочных металлов (сульфаты, галогениды, карбонаты, метабораты). При изучении полупроводников халькогенидов лантана и неодима наблюдались аномалии типа Шотки. Точные измерения теплоемкости позволили вычислить электронные составляющие теплоемкости, связанные с переходами между энергетическими подуровнями, возникающими в результате расщепления вырожденного основного уровня трехвалентного иона неодима в поле кристаллической решетки.

Выполнены измерения низкотемпературной теплоемкости ряда тугоплавких соединений (карбидов, нитридов и др.). Показано, что в карбидах титана с высоким содержанием углерода теплоемкость и производные термодинамические функции слабо зависят от состава, что указывает на определяющую роль межатомной связи в соединениях этого типа.

Ведутся разработки адиабатических вакуумных микрокалориметров, которые позволят проводить измерения с образцами объемом до 0,3 см³.

По числу прецизионных низкотемпературных калориметрических установок и объему выпол-

фундаментальный справочник термодинамических констант индивидуальных веществ, издаваемый АН СССР.

Для измерения теплоемкости металлов при высоких температурах были разработаны различные варианты модуляционного метода. Этот метод заключается в том, что создаются периодические колебания подводимой к образцу мощности и регистрируются колебания его температуры около среднего значения. Использование периодических колебаний температуры образца создает определенные преимущества. При достаточно высокой частоте модуляции температуры поправка на теплообмен может быть сделана малой даже при весьма высоких температурах, и в этом отношении метод близок к методу адиабатического калориметра. В то же время возможно осуществление компенсационных схем, уравниваемых независимо от амплитуды колебаний температуры образца. Для расчета теплоемкости используется зависимость электрического сопротивления образца от температуры, либо применяются фотоэлектрические и термоэлектрические датчики.

При помощи модуляционного метода была измерена теплоемкость вольфрама, тантала, молибдена, ниобия, циркония, титана, платины, меди, золота. Измерения теплоемкости вольфрама были проведены до температуры 3600° К. У всех изученных металлов обнаружено возрастание теплоемкости, связанное с образованием вакансий в кристаллической решетке.

ПРОБЛЕМА фазовых переходов второго рода и критического состояния является одной из фундаментальных. Она относится к числу сложнейших физических проблем и является предметом многочисленных экспериментальных и теоретических исследований. Фазовые переходы второго рода — довольно распространенное физическое явление. Такие переходы испытывают ферромагнетики и сегнетоэлектрики, сверхпроводники и жидкий гелий. Решение проблемы фазовых переходов имеет поэтому большое прикладное значение. Полученные в последние годы данные противостоят классической теории, основанной на разложении в ряд термодинамического потенциала. Экспериментальное изучение характера аномалий физических свойств позволит установить характер особенности термодинамического потенциала в точке перехода.

По проблеме фазовых переходов и критического состояния получены существенные результаты. Так, создание так называемой размерной теории фазовых переходов второго рода А. З. Паташинским (совместно с В. Л. Покровским)

**Д Е Н Ъ
Н А У К И —
С Е Д Ъ М О Й**

явилось одним из крупнейших достижений теории твердого тела за последние годы и стимулировало развитие целой области физики. Был выполнен целый ряд экспериментальных исследований свойств ферромагнетиков и антиферромагнетиков вблизи точек Кюри и Нееля. Изучены аномалии теплоемкости в точке перехода железа, кобальта, никеля, диспрозия. Оказалось, что теплоемкость имеет логарифмический (или близкий к нему) характер с одинаковым коэффициентом при логарифме по обе стороны от точки перехода, как это и предсказывается теорией. Регулярная часть испытывает скачок.

Изучена аномалия теплоемкости при фазовых превращениях в некоторых галогенидах щелочноземельных металлов.

При изучении низкотемпературной теплоемкости ряда замещенных гексафторбензола у трех соединений обнаружены фазовые превращения, которые классифицируются как ориентационное разупорядочение молекул в кристаллической решетке. Такой вывод сделан на основании параллельного исследования этих соединений методом ядерного магнитного резонанса. При фазовых

превращениях наблюдается резкое уменьшение второго момента линии поглощения.

Логарифмическую особенность имеет производная электросопротивления ферромагнетиков и антиферромагнетиков в точках Кюри и Нееля.

Построена теория, описывающая аномалию электросопротивления при фазовых переходах второго рода в магнетиках.

При помощи разработанного в отделе вибрационного магнитометра изучена температурная зависимость магнитной восприимчивости гадолиния вблизи точки фазового перехода.

Обнаружена и изучена аномалия микротвердости в хроме и гадолинии вблизи точки фазового перехода второго рода.

Фазовые превращения в твердых телах изучаются также оптическими методами. Исследовано изменение спектров люминесценции при фазовых превращениях. Начато изучение флуоресценции явлений при фазовых превращениях в ферромагнетиках и сегнетоэлектриках. С пуском гелиевого ожигателя отдел получит возможность исследования фазовых переходов в сверхпроводниках с температурой перехода ниже 10^4 К.

Изучаются кинетические свойства систем вблизи критической точки двухфазного равновесия. Методом микрорентгеновской фотографии замедленного движения броуновских частиц вблизи критической точки, связанное с увеличением радиуса корреляции флуктуаций.

Измерена подвижность ионов и вязкость двойных растворов вблизи критической точки смешения. Разработан метод измерения коэффициентов диффузии в плотных газах, включая критическую область. Показано, что замедление диффузии в критической точке происходит только в том случае, если наблюдается изменение объема при растворении диффундирующих газов. Исследование кинетических коэффициентов в критической области представляет и практический интерес. Например, резкое замедление диффузии некоторых молекул в однофазной области без существенного изменения температуры позволит проводить по выбору химические реакции между отдельными компонентами раствора.

Фазовые переходы второго рода и критическое состояние имеют много общих черт, и комплексное изучение термодинамических и кинетических свойств на различных объектах позволит выявить фундаментальные физические закономерности, которые проявляются в этих явлениях.

Фазовые переходы первого рода изучаются при высоких давлени-

ях. Было разработано несколько конструкций аппаратов высокого давления с гидростатическим давлением до 20 кбар и квазигидростатическим до 60 кбар.

Предложен расчетный метод определения давления, сравнимый по точности с общепринятым методом реперных точек. Исследованы кривые плавления ряда веществ (йод, бром, сера, селен).

В настоящее время заканчивается изготовление нового шести-пуансонного аппарата для создания квазигидростатических давлений до 100 кбар. Он позволит с большой надежностью проводить исследования свойств вещества при этих давлениях. В частности, предполагается продолжить поисковые работы по синтезу новых метастабильных фаз под высоким давлением и при температурах до 1500°C .

После получения жидкого гелия будет проводиться изучение электронных свойств веществ при высоких давлениях и низких температурах.

ХОРОШО известно, что многие свойства твердых тел существенным образом связаны с микродефектами структуры (вакансиями, дислокациями, примесями атомами) или макродефек-

тами образцов (порами, трещинами, вкраплениями иных фаз). Часто для самого существования какого-либо свойства требуется присутствие определенных дефектов (например, примесная люминесценция) или почти полное отсутствие дефектов (например, отсутствие примесей и дислокаций в полупроводниках). В связи с использованием твердых тел в технике в качестве элементов приборов и конструкционных материалов исследование влияния дефектов на их свойства представляет непосредственный практический интерес.

Одним из распространенных равновесных дефектов являются вакансии — незанятые атомами узлы кристаллической решетки. До последнего времени точные сведения о концентрации вакансий в кристаллах отсутствовали, так как существовавшие методы не позволяли изучать вакансии в равновесных условиях. Разработанный в отделе метод измерения теплоемкости при высоких температурах является наиболее подходящим для изучения образования вакансий в кристаллической решетке твердых тел в равновесных условиях. Он позволяет определять не только энергии образования, но и равновесные концентрации вакансий. В результате измерений теплоемкости были найдены энергии образования и концентрации вакансий в ряде металлов. Эти данные вместе с известными ранее позволили установить некоторые закономерности образования вакансий в металлах. Основным результатом изучения образования вакансий в металлах методом измерения теплоемкости является установление того, что равновесные концентрации вакансий в металлах достигают при температуре плавления величин порядка 1 процента. Существовавшие ранее представления о малости равновесных концентраций вакансий в металлах (порядка 0,1 процента в точке плавления) были связаны с тем, что для изучения образования вакансий обычно использовались методы, дающие заниженные значения концентраций вакансий, и с ограниченным числом исследованных металлов (в частности, совершенно не было данных об энергиях образования и концентрациях вакансий в тугоплавких металлах). Полученные результаты вынуждают пересмотреть представления о малости концентрации вакансий в металлах. Большие значения предэкспоненциального множителя в выражении для концентрации вакансий, которые приводят к высоким концентрациям, находясь в согласии с экспериментальными данными по самодиффузии и испарению металлов и вполне объясняются в рамках существующей теории.

В отделе проводятся исследования свойств нитевидных кристаллов — микроскопических объектов, обладающих весьма интересными и перспективными в практическом отношении свойствами. Разработан ряд методик и создана специальная микротехника, позволяющая проводить манипулирование и изучение упругости, прочности и пластичности кристаллов толщиной до 0,1 микрона.

Одной из наиболее близких к широкому практическому использованию является «аномалия» прочности нитевидных кристаллов, которая заключается в том, что нитевидные кристаллы прочнее массивных на 1—3 порядка. С целью выяснения причины этой «аномалии» проведены исследования механических свойств кристаллических щепок — нитевидных осколков, получаемых при раскалывании массивных кристаллов по плоскостям спайности, подобно обычным щепкам при раскалывании дерева. В кристаллических щепках много дислокаций и других дефектов. Сопоставление прочности щепок, массивных кристаллов, из которых получены щепки, и обычных выращенных из раствора нитевидных кристаллов позволило установить, что спе-

цифическая высокая прочность нитевидных кристаллов обусловлена их малыми размерами. В самых тонких нитевидных кристаллах малая толщина может приводить к бездислокационности, которую следует называть естественной, т. к. дислокации самопроизвольно покидают кристалл, в отличие от искусственной или технологической бездислокационности, которая может быть получена как в нитевидных кристаллах, так и в массивных. Но и при наличии дислокаций и других дефектов нитевидный кристалл прочнее массивного в связи с тем, что малая толщина уменьшает размеры и, следовательно, эффективность концентраторов напряжений, снижающих прочность.

Естественным развитием работ по прочности нитевидных кристаллов явилась разработка метода получения прочного многослойного материала с использованием масштабного эффекта прочности тонких пленок и твердого поверхностного слоя, полученного окислением. Нарращиванием большого количества тонких слоев можно получать массивный металлический пакет, значительно более прочный, чем обычный металл такой же толщины. Полученные этим методом многослойные пакеты алюминия в 2—3 раза прочнее массивного образца.

Распространенным типом дефектов кристаллической решетки являются примесные атомы внедрения и замещения. Примесные центры, образуемые внедренными в кристаллическую решетку атомами тяжелых, переходных и редкоземельных элементов, как правило, способны люминесцировать под воздействием радиационного, термического, электрического и др. возбудителей. Привлечение люминесцентного метода открыло возможность изучения деталей микроскопического строения центров свечения и механизма выщивания возбуждающей энергии. С помощью этого метода исследовались условия возникновения и кинетика взаимопревращений центров свечения разного состава в щелочногалогенидных кристаллах, а также процессы обмена энергией между ними. В кристаллах с повышенной концентрацией примесных атомов обнаружены дополнительные центры свечения, спектры которых не совпадают со спектрами основных центров.

Установлено, что эффективность резонансного переноса энергии к активатору от дополнительных центров свечения в несколько раз превосходит эффективность переноса от основных.

Д. МИРИНСКИЙ,
зав. отделом физики твердого тела.

Я. КРАФТМАХЕР,
заведующий лабораторией фазовых переходов.



На снимке: старший научный сотрудник Римма Федорова Клевцова готовит к эксперименту рентгеновский гониометр, на котором производится съемка исследуемых монокристаллов.

Метод очистки веществ

СОВРЕМЕННАЯ техника нуждается во многих очень чистых веществах, поэтому вполне естественно, что вопросы получения веществ высокой чистоты занимают в той или иной степени многие лаборатории нашего института. В лаборатории методов очистки веществ, наряду с применением традиционных способов очистки веществ, физико-химические основы которых хорошо разработаны, — из них, в первую очередь, следует назвать ректификацию, — приводятся также исследования по новым перспективным направлениям.

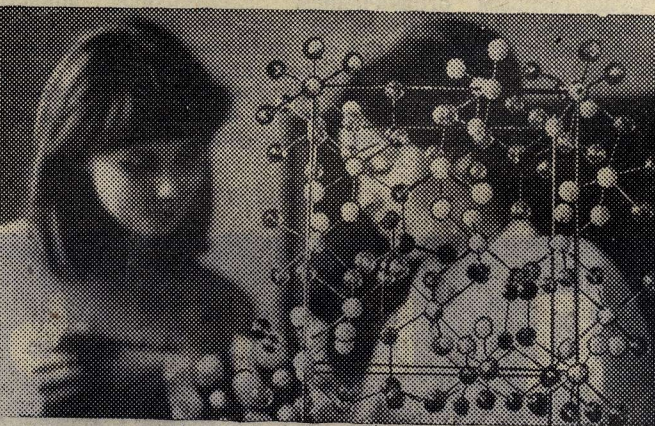
Я расскажу здесь о двух группах таких работ.

Экстракционный способ разделения и очистки веществ, исследованию и применению которого в значительной мере посвящена деятельность Института неорганической химии со дня его основания, требует для решения разнообразных задач большого набора различных экстрагентов. Одним из важных классов экстрагентов являются так называемые нейтральные экстрагенты, при применении которых переход металла в органическую фазу происходит в самом простом случае вследствие координации ионом металла молекул экстрагента. Из нейтральных экстрагентов в аналитической и технологической практике применяются, главным образом, кислородсодержащие экстрагенты, координация молекул экстрагента осуществляется в этом случае за счет неподеленной электронной пары атома кислорода.

На заре развития экстракционных методов в качестве нейтральных экстрагентов применялись, в основном, простые и сложные эфиры, кетоны, спирты. В молекулах всех этих веществ ответственный за экстракцию атом кислорода присоединен к атому углерода. Возможности экстракционных методов существенно расширились после того, как было найдено, что гораздо более эффективными экстрагентами часто являются фосфорорганические соединения — средние эфиры фосфорной и фосфиновых кислот, в которых атом кислорода присоединен к атому фосфора (фосфорильная группировка). Необычайно быстрое развитие во всем мире исследований по фосфорорганическим экстрагентам привело к решению многих практических важных задач, но оно имело и свою обратную сторону — химики на долгое время как бы забыли, что кислород можно присоединить не только к фосфору, но и к азоту, к мышьяку, к сере, а образующиеся при этом соединения, будучи во многих случаях вполне доступными, должны быть не менее активными экстрагентами, чем фосфорорганические.

Систематические исследования возможностей одного из классов таких экстрагентов — пиридин — N — оксидов — было начато в лаборатории в 1960 году в тесном сотрудничестве с лабораторией профессора И. Л. Котляревского в Институте химической кинетики и горения, осуществлявшей синтез новых экстрагентов. Впоследствии эти работы, проводимые группой старшего научного со-

(Окончание на 6 стр.)



Нет такого прибора, с помощью которого можно было бы увидеть атомы, тем более определить их взаимное расположение. Но в лаборатории структурной химии Института неорганической химии с помощью дифракции рентгеновских лучей и математических методов определяют пространственные расположения атомов в сложных природных и синтезированных в институте соединениях (силикатах, боратах, вольфраматах и молибдатах). Детальный анализ кристаллоструктурных данных позволяет объяснить многие физические свойства веществ, раскрыть природу химической связи, установить важные кристаллохимические закономерности. На снимке: шариковая модель кристаллической структуры.

Метод очистки веществ

(Окончание. Начало на 5 стр.)

трудника кандидата химических наук В. Г. Торгова, были расширены и охватили, помимо пиридин- N -оксидов, окиси жирных аминов и различные сульфоксиды. Интересными экстрагентами оказались также органические сульфиды различного строения, использовавшиеся первоначально лишь для синтеза сульфоксидов. Пиридин — N — оксиды, окиси жирных аминов и сульфоксиды оказались эффективными экстрагентами не только для уранилнитрата — классического объекта при испытаниях новых кислородсодержащих экстрагентов, некоторые из них пригодны для разделения ниобия и тантала, кобальта и никеля, для экстракции рения и платиновых металлов. Органические сульфиды хорошо экстрагируют из водных растворов золото, серебро, ртуть, палладий. Экстрагенты, разработанные лабораторией, используются пока только для аналитических целей, с их помощью удалось, например, осуществить ряд трудных разделений при проведении активационного анализа некоторых объектов. Интересные работы по использованию новых экстрагентов проведены в лаборатории контроля чистоты полупроводниковых материалов под руководством кандидата физико-математических наук И. Г. Юделевича. В настоящее время нами предпринимаются усилия для внедрения некоторых из новых экстрагентов в технологическую практику, большое внимание уделяется при этом вопросам обеспечения сырьевой базы для их производства. Хотя экстракция многих металлов из различных сред новыми экстрагентами уже изучена, предстоит еще большая работа по исследованию механизма их действия в различных условиях. Только после этого будут выявлены все факторы, определяющие эффективность и избирательность извлечения того или иного металла.

Экстракция комплексобразующими экстрагентами является типичным химическим методом очистки. Другой метод очистки, принципиальные возможности которого в течение ряда лет исследуются в лаборатории, основан на чисто физическом явлении — электродиффузии примесей в сплавах металлов. Явление электродиффузии или электропереноса в жидком металле заключается в направленном движении атомов примесей вследствие воздействия на них потока электронов проводимости при пропускании через металл постоянного тока достаточной силы. В результате направленного движения примесей в столбике заключенного в капилляр жидкого металла с первоначально однородным распределением примеси создается градиент концентрации, что вызывает появление встречного диффузионного потока. В конце концов достигается некоторое стационарное распределение примеси по длине капилляра, при котором поток электродиффузии и обратный диффузионный поток уравновешивают друг друга. Хотя само явление электродиффузии известно уже более ста лет, приемы его практического использования для целей глубокой очистки жидких металлов никем не разрабатывались и даже сама возможность достижения этим способом заслуживающих внимания результатов большинством исследователей подвергалась сомнению. Дело в том, что неизбежно возникающие при высокой плотности тока термические неоднородности и обусловленные ими неоднородности плотности приводят к сильному конвективному перемешиванию сплава, т. е. к многократному увеличению смазывающего эффект обратного диффузионного потока. Идеальным способом подавления конвективных потоков, обусловленных неоднородностями плотности, явилось бы проведение процесса в условиях невесомости, что, очевидно, станет возможным лишь после создания сети орбитальных космических станций. Пока же единственным доступным способом частичного устранения вредного влияния конвективных потоков является, как показывают расчеты и опыты, увеличение длины электродиффузионного устройства, одновременно приходится увеличивать и продолжительность цикла очистки. В ряде случаев хорошие результаты удается получить при сравнительно небольшой длине разделительной трубки. Так, в ячейке длиной один метр нам удалось в течение трех недель снизить концентрацию примеси висмута в жидком галлии на пять порядков.

Наряду с определением электрической подвижности различных примесей в жидких металлах, главным образом в галлии в лаборатории ведется также работа по получению решений дифференциальных уравнений электродиффузии для различных начальных и граничных условий, а также создаются и испытываются модели различных электродиффузионных устройств. Интересную конструкцию предложила недавно младший научный сотрудник Р. А. Половинкина.

Существенным ограничением электродиффузионного метода очистки является низкая скорость процесса. Однако расчеты показывают, что на нескольких параллельно работающих установках, очистка килограммовых количеств вещества этим методом при достаточной подвижности подлежащих удалению примесей вполне возможна при разумных затратах времени и электроэнергии.

В. МИХАЙЛОВ,
кандидат химических наук.



В лаборатории электрохимии органических сред проводятся исследования по извлечению драгоценных металлов из отходов пирометаллургического производства. Кроме того, закончен и внедряется в производство чистых ме-

таллов разработанный в лаборатории метод получения особо чистой сурьмы, содержащей 10^{-5} — 10^{-6} примесей. На снимке: доктор химических наук Николай Дмитриевич Бирюков определяет содержание сурьмы в пробе.

Начнем с простых истин: бывают металлы и бывают неметаллы. А самым неметаллическим является фтор. Фтор и его неорганические соединения прочно обосновались в нашем институте. Целый ряд лабораторий в большей или меньшей степени занимаются исследованиями неорганических фторидов, но среди них есть одна «лаборатория-однолюб», все внимание которой направлено на фтор и его неорганические производные. Это лаборатория синтеза неорганических веществ.

Почему же этот, находящийся на краю периодической системы элемент столь любим у нас? И не только у нас, а и в институте, в Сибирском отделении, в Советском Союзе, в мире — в мире многих химиков. Объяснение очень простое: это элемент ряда отраслей новой техники и, кроме того, это элемент, которому в значительной степени обязаны многие новые методы исследований, новые воззрения и понятия. Достаточно сказать, что, например, ракетная техника, алюминиевое производство, производство целого ряда редких металлов в большей или меньшей степени связаны с химией неорганических фторидов. С другой стороны, развитие метода ядерного магнитного резонанса, комплексной химии, новый взгляд на благородные газы также в той или иной степени связаны с фтором и его неорганическими производными. Говоря о благородных газах, я имею в виду то, что с недавних пор их перестали называть «инертными», да и «благородство» их тоже в значительной степени пошатнулось. И все это из-за

неорганических фторидов, с помощью которых оказалось возможным синтезировать целый ряд соединений этих элементов. Мне кажется это одним из самых интересных событий в химии последних лет (датой рождения химии благородных газов можно

считать, очень велик, пожалуй больше, чем в какой-либо другой лаборатории.

Вероятно, в какой-то степени я не прав, но мне кажется, что не будет чувствовать полного удовлетворения химик-неорганик, не синтезировавший за свою жизнь ни

А. ОПАЛОВСКИЙ,

кандидат химических наук.

На краю

считать лето 1962 года, когда несколько ученых открыли существование богатой и сложной химии ксенона и, в первую очередь, химии фторидов ксенона).

Весь разговор о фторе. Но почему же мы называемся лабораторией синтеза неорганических веществ? Синтез — это наша задача, наша цель, наше, если хотите, лицо. Самое интересное, самое важное, самое нужное и самое трудное в химии неорганических фторидов сегодняшнего дня — это синтезы: новые методы синтеза, более простые, более доступные, более надежные для известных веществ; синтезы новых веществ со специально заданными свойствами.

А ведь это не так просто в наше время: синтезировать новое соединение вообще и особенно неорганическое. Прошли добрые старые времена Берцелиуса: прилил, нагрел и почти обязательно получишь что-то новое (я, конечно, несколько утрирую). Приходится зачастую «поднимать» почти весь арсенал современной химии для успеха в синтезе нового, нужного нам соединения. Поэтому «ассортимент» методов исследования, используемый на-

одного нового вещества. В нашей лаборатории их синтезировано уже более полусотни, а ведь мы еще относительно молоды и надеемся отметить юбилей — сотенное новое соединение.

Кстати, о возрасте и немного истории. Идея «фторной» лаборатории возникла с первых дней существования института. «Вызрела» она, правда, несколько позже. Но, учитывая молодость всего Сибирского отделения, мы не так уж и юны: 12 мая 1969 года нам исполнилось шесть лет. За это время создан квалифицированный «фторный» коллектив, в котором есть семь кандидатов (из них четыре — «доморощенные»). Может, я ошибаюсь, но вся лаборатория, наверное, влюблена во фтор. Уж очень труден, а часто и просто опасен эксперимент, и только большая любовь может заставить им заниматься. Возвращаясь к истории, может быть, не безынтересно отметить и то, что среди выпускников-химиков НГУ первый, кто был удостоен ученой степени кандидата химических наук — это член нашего «фторного» коллектива.

Что наиболее интересное, как мне представляется, по-

Сотрудник лаборатории физических методов исследования природы химической связи Элла Андреевна Гальцова подготовила кандидатскую диссертацию, посвященную исследованию электронной структуры экстрагентов методами рентгеновской спектроскопии.

Полученные результаты представят большой интерес для теоретического осмысления процессов экстракции.

На снимке: Э. А. Гальцова у рентгеновского спектрометра, разработанного и созданного в институте.



ДЕНЬ
НАУКИ—
СЕДЬМОЙ

ЭКСТРАКЦИЯ—ВАЖНЫЙ РАЗДЕЛ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Экстракция или извлечение нужного вещества из одной жидкости в другую, с ней не смешивающуюся, приобрела в настоящее время большое значение в химической технологии и особенно гидрометаллургии. Так, в нефтехимии процессы экстракционного разделения применяются уже давно и связаны с многотоннажным производством. В гидрометаллургии экстракционная технология приобрела права гражданства лишь в самое последнее время.

Извлечение неорганических веществ, чаще всего металла, обычно происходит за счет химической реакции органического реагента с неорганическими веществами, которые избирательно переходят в органический слой. Этот слой легко отделяется от водного механическим путем, из него затем выделяют нужное вещество.

В связи с этим одной из важнейших задач является теория экстракционной способности в зависимости от молекулярного строения органических реагентов для самых различных элементов периодической системы Д. И. Менделеева. В настоящее время эта теория в общих чертах довольно хорошо разработана. Определены основные классы экстрагентов, способные хорошо извлекать и разделять большинство элементов периодической системы в зависимости от условий водной среды. Эта теоретическая база является прочным фундаментом для технологов, которым открывается широкое поле деятельности в смысле организации новых технологических процессов.

Однако теория экстракции далеко не исчерпывается определением основных классов экстрагентов, которые относительно хуже или лучше экстрагируют определенные элементы в той или иной форме. Так, например, за исключением ряда счастливых находок почти неясна теория селективного извлечения нужного элемента на фоне большого числа примесей. И поиск таких экстрагентов ведется практически вслепую. А именно селективная экстракция сулит наибольшие выгоды применительно к химическим производствам и гидрометаллургии. Прогресса на этом пути можно достигнуть, лишь углубляя наши знания о механизме элементарных химических процессов.

Проблема селективности связана с решением многих задач неорганической химии, и успех здесь в значительной мере определяется достижениями в области химии комплексных соединений, где центральным вопросом является выяснение взаимодействий типа металл — лиганд.

В этой области в институте ведутся большие работы усилиями многих лабораторий с использованием новейших физических методов.

Важным моментом в разработке теоретической теории селективного извлечения является выяснение влияния разбавителя на процесс разделения. Существенные результаты в этой области получены в лаборатории, руководимой доктором химических наук Л. М. Гиндиным.

Экстракция — гетерогенный процесс и представляет, вообще говоря, частный случай фазовых равновесий. Поэтому подход к экстракционным равновесиям с позиции правила фаз Гиббса и физико-химического анализа, развитого Н. С. Курнаковым и его школой, является наиболее естественным. В этом направлении под общим руководством академика А. В. Николаева проведена большая работа. Получен и систематизирован большой материал по простым и многокомпонентным системам, по результатам его написана монография «Экстракция неорганических веществ», которая в ближайшее время выходит из печати. Знание экстракционных диаграмм дает возможность расчета процесса и его оптимального использования.

Важным следствием детального изучения систем экстрагент — вода явилось открытие кватерного механизма взаимодействия многих важных классов экстрагентов с водой. Помимо теоретического, эти работы могут представить и большой практический интерес.

И. ЯКОВЛЕВ,
кандидат химических наук.

лучено в нашей лаборатории.

В лаборатории большое развитие получили методы физико-химического анализа. Ряд веществ оказалось возможным синтезировать только таким путем. Эти методы особенно плодотворны при исследовании и установлении

«фтористоводородные» схемы получения, разделения и очистки некоторых элементов; второе — теоретическое, различными физическими методами изучены сольваты неорганических фторидов, относимые к классу гидрофторидов, определены их строе-

привлечение физических методов), что растворимость имеет молекулярный характер.

Большое развитие получили работы по синтезу новых фтористых соединений на основе таких элементов как бор, бериллий и редкоземель-

вестных). Часто «удача» приходила не сразу: одна термография и термогравиметрия «не справлялась», информация оказывалась недостаточной. Во многих случаях помогало сочетание этих методов с методами физико-химического анализа, ядерного магнитного резонанса и электронного парамагнитного резонанса.

Подробно не останавливаясь на значимости синтезированных нами соединений, можно отметить, что многие из них представляют большой интерес для ряда отраслей новой техники.

Соединения получены, а это только половина дела, нужно еще доказать «что есть что». И в этом заключается вторая половина работы лаборатории: всестороннее изучение свойств неорганических фторидов. Ну это уже особый длинный разговор, не уместающийся в объем статьи.

Мы отмечаем день рождения нашей лаборатории, мы отмечаем День химика и, наверное, поэтому статья получилась юбилейная, без недостатков. Они, конечно, есть, но, во-первых, их не так уж и много, а, во-вторых, — праздник, есть праздник. А все, что получено нового, интересного и полезного — это заслуга всего нашего коллектива.

периодической системы

путей синтеза именно неорганических фторидов — соединений, отличающихся многообразием своих «капризов» (неустойчивость, большая гигроскопичность, часто высокая летучесть, чрезвычайная агрессивность и т. п.). Большое развитие получила химия фторидов молибдена: в первую очередь при использовании методов физико-химического анализа. Здесь: новые методы синтеза, новые соединения, новые свойства, новые закономерности.

Предпринятое всестороннее исследование процессов сольватации неорганических фторидов фтористым водородом позволило получить ряд новых соединений, установить факт устойчивости некоторых комплексных соединений, в безводном фтористом водороде, выделить их сольваты. Эти работы имеют два следствия: первое — практическое, нами предложены новые

и закономерности в изменении комплексного аниона в зависимости от количества сольватированных молекул фтористого водорода и природы центрального атома.

В лаборатории получили «постоянную прописку» неводные среды, используемые при синтезах. Это фтористый водород, фторгалогенные соединения, некоторые фтористые производные азота. Впервые, например, именно с использованием неводной среды получено новое соединение благородного газа ксенона, новые фториды молибдена; с помощью такого мощного фторокислителя как трехфтористый хлор получен целый ряд фторидных комплексов платины; показано необычное поведение фторидов ксенона в гидрофториде нитрозила, заключающееся в их чрезвычайно высокой растворимости, причем установлено (здесь понадобилось

новые металлы. Синтезированные соединения явились с одной стороны основой для создания различных оптических стекол, с другой — для установления структурных закономерностей в фторпроизводных (и здесь — взаимопроникновение теории и практики).

В лаборатории используется самый обширный набор термографических и термогравиметрических установок (т. е. приборов, позволяющих изучать процессы, протекающие при нагревании). Отметим, что диапазон температур, изучаемый нами, очень широк и находится в интервале от почти -200°C до $+1200^{\circ}\text{C}$. Использование этих методов позволило изучить механизм и характер протекания целого ряда реакций, а отсюда — разработать методы синтеза многих неорганических фторидов (как новых, так и ранее из-

ИОНООБМЕННЫЕ смолы до недавнего времени находили преимущественное технологическое использование для получения деионизированных водных или водно-органических растворов. В настоящее время сфера применения их в различных отраслях промышленности резко расширилась. Особое место начинают занимать иониты в цветной металлургии для избирательного извлечения ценных компонентов из природного сырья.

В Институте неорганической химии СО АН СССР проводятся обширные теоретические и экспериментальные исследования как по изучению свойств самих ионитов и особенностям

ИОНООБМЕННЫЕ СМОЛЫ

протекания ионообменных процессов, так и в плане направленного синтеза новых ионообменных высокомолекулярных соединений. Разрабатываются также новые технологические приемы использования ионитов.

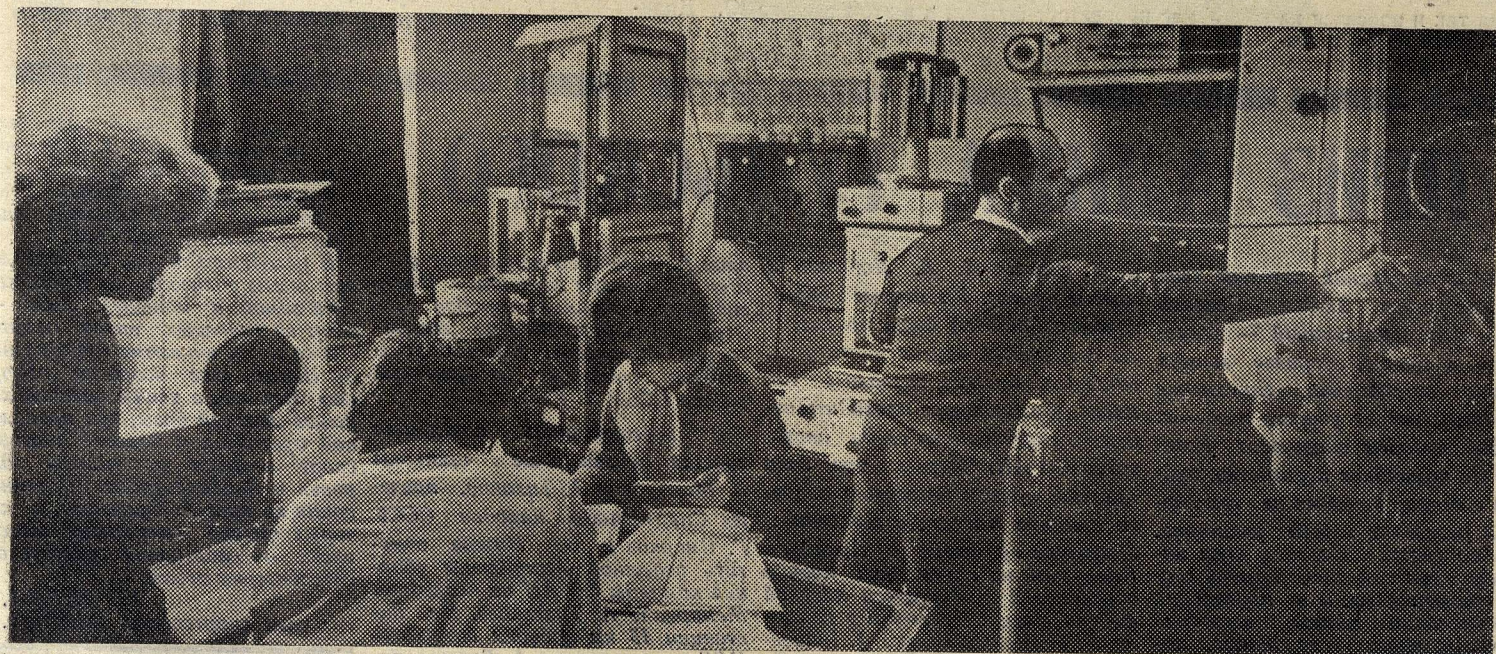
Из работ теоретического характера следует отметить исследование механизма и кинетики гидролиза солевых форм сильных и слабоионизированных ионитов. На основании обширного экспериментального материала предложены различные гидролитические модели, охватывающие все возможные варианты обменного взаимодействия ионитов и воды, и дано их термодинамическое описание. Модели основаны на рассмотрении процесса гидролиза ионитов как гетерофазной реакции с диффузионным механизмом распределения продуктов реакции между водной и ионитовой фазами. Работы по гидролизу дают возможность вплотную подойти к интерпретации чрезвычайно интересного явления — контактного обмена смесей ионитов.

С целью возможного повышения эффективности ионообменных процессов проводятся работы по изучению поведения ионитов в концентрированных растворах электролитов. С помощью разработанного в лаборатории метода лучей, позволяющего получить полную информацию по распределению ионов между раствором любого состава и ионитом, определяются факторы, влияющие на направление ионообменного процесса. С этой целью исследуется взаимосвязь селективности ионита с его набухаемостью и активностями в твердой и жидкой фазах.

Значительное место занимают работы по отысканию новых ионитов для селективного извлечения цветных и благородных металлов из минерального сырья и сточных вод. Как показали исследования, весьма перспективными в этом направлении являются иониты с биполярными функциями — амфиониты. Основываясь на теоретических положениях, в лаборатории выдаются рекомендации по направленному синтезу амфионитов с заданными функциональными группами, работающими по механизму комплексобразования. В этом направлении уже достигнуты определенные успехи по избирательному извлечению меди и других элементов из кислых растворов.

И, наконец, логическим завершением большой серии теоретических и экспериментальных работ сотрудников лаборатории сорбционных и ионообменных процессов было оформление и опубликование в 1968 году монографии по ионитам в смешанном слое. Этот специфический прием использования ионообменных смол, в значительной мере развитый в нашей лаборатории, уже получил широкое распространение в практике заводских и исследовательских лабораторий и для разнообразных промышленных процессов.

В. БОГАТЫРЕВ,
кандидат химических наук.



В лаборатории синтеза неорганических соединений молодые исследователи кандидаты химических наук Татьяна Федотова и Владимир Федоров работают с фтором, едва ли не самым капризным и трудным элементом. Они изучают процесс сольватации комплексобразования

неорганических фторидов фтористым водородом термогравиметрическим методом, который позволил им установить механизм взаимодействия, определить термодинамические константы и впервые в мире синтезировать новые гидрофториды. Фото А. Зубцова.

СРЕДИ институтов Академгородка наш институт по работе в области изобретений и открытий занимает не последнее место. С 1966—1968 гг. в Комитет по делам изобретений и открытий было подано 94 заявки на изобретения. Если смотреть по годам, то в 1966 г. было подано 32 заявки, из них 16 защищены авторскими свидетельствами. Наиболее активными в оформлении работ на предмет изобретения были лаборатории В. К. Вальцева и А. Н. Киргинцева. В 1967 году подано 27 заявок на изобретение, из них 9 защищены авторскими свидетельствами. В 1968 году подано 38 заявок, из них на 13 получены положительные решения, а 8 — находятся еще на рассмотрении. Из 10 заявок, поданных ла-

Защита приоритета

бораторией А. А. Опаловского, на 6 получены положительные решения.

В этом году в Комитет по делам изобретений и открытий направлено уже 23 заявки. В числе наиболее интересных нужно отметить заявку Н. Д. Бирюкова, Л. И. Щукина и Л. И. Осадчей «Способ получения сурьмы», реализация которой на укрупненной установке ИНХ позволяет получать за смену 1 кг особо чистой сурьмы, чистота которой превосходит международный эталон чистоты — сурьму «Су-Экстра»;

заявку А. В. Николаева и В. Л. Богатырева «Способ опреснения воды». Интересными также являются заявки на способы получения неорганических фторидов, поданные от лаборатории А. А. Опаловского; заявки по синтезу новых экстрагентов и ионообменных смол для извлечения ценных металлов из промышленных растворов от лабораторий А. В. Николаева, Л. М. Гиндина, Б. И. Пещевикова; заявки на способы экстракционного извлечения и разделения металлов, поданные от лабораторий А. В. Николаева, Б. И. Пещевикова, Л. М. Гиндина, В. А. Михайлова.

А. МАРКОВА.

ИЗ ОБЩЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ ИНСТИТУТА

Основной формой учебы научных сотрудников Института неорганической химии СО АН СССР является философский методологический семинар. Руководит работой семинара бюро, председателем которого является кандидат химических наук А. Н. Попов. В семинаре участвуют около ста научных сотрудников. Проведено четыре заседания философского семинара, на которых выступили квалифицированные лекторы. В конце учебного года (июнь) планируется проведение конференции по философским вопросам естествознания.

Работает семинар по вопросам международной политики, членами которого являются сотрудники СКБ и КИП. Руководит семинаром коммунист Л. Г. Пельман. Занятия семинара проходят живо и интересно при высокой активности слушателей.

В институте работают три кружка текущей политики для работников механических мастерских и энергоцеха (руководитель зам. директора Д. Б. Зильберман), для технических работников (руководитель И. З. Лунев), для работни-

ков бухгалтерии, отдела технического снабжения и канцелярии (руководитель кандидат химических наук А. И. Юртов). Занятия во всех кружках проводятся регулярно.

Пятый год в нашем институте работает лекторий «Мир сегодня» (руководитель И. Г. Ларионов), на занятиях которого выступают сотрудники нашего и других институтов, побывавшие в других странах мира. Регулярно выходит стенная газета «Неорганик» (редактор Л. К. Чучалин), которая освещает актуальные вопросы жизни нашей страны и института. Кроме стенной газеты, редколлегией выпускается фотомонтажи. Внимание сотрудников привлекает стенд «Экспресс-информация», на котором вывешиваются наиболее интересные вырезки из газет и журналов.

Организована выставка «Мир наших увлечений» (руководитель Т. Тищенко) для показа «хобби» сотрудников. В мае месяце показана была на выставке коллекция марок М. З. Грайфера.

А. КАМАРЗИН, кандидат химических наук.



В лаборатории контроля чистоты полупроводниковых материалов используются полярографический, атомно-абсорбционный, спектральный анализ особо чистых веществ. На снимке: стажер-исследователь Т. А. Чанышева проводит спектральный анализ особо чистого вещества с применением аргоновой дуги.

СПОРТ у нас любят и понимают. К многочисленным определениям общественного лица института смело можно добавить еще одно: ИНХ — спортивный. На доске объявлений одно спортивное сообщение сменяет другое. В дни мировых чемпионатов в институте чувствуется своеобразное оживление, в дни собственных чемпионатов — праздничное ожидание. Один заместитель директора относится к числу лучших стрелков в институте, другой — постоянный участник лыжных и легкоатлетических соревнований. Приятно, конечно, всегда иметь благословение свыше, но главное кроется, видимо, не в этом. Главное, что в институте сформировалась спортивная общественность, понимающая задачи малого спорта и много делающая для его развития. И в этом смысле все прошедшие 10 лет в жизни института вели к вершине. От стихийных спортивных празднеств к традиционным спартакиадам, от всплесков энтузиазма к более регулярным занятиям спортом. Об успехах спорта следует судить не по возросшему мастерству, а по количеству вновь в него вовлеченных, по тому, как настоящая физическая культура становится достоянием все возрастающего количества людей. Если человек из 23-летнего стажера-исследователя превратился за 10 лет в младшего научного работника и понял, что спорт, как источник энергии и бодрости, должен стать его постоянным жизненным спутником, то вряд ли будет уместно говорить что-либо об увядании мастерства.

Движение, подвижность — эти слова так и просятся на бумагу, когда вспоминаешь, что тренировки по баскетболу, например, из-за недостатка залов приходится прово-

дить в двенадцатом часу ночи, а футбольные баталии — среди кочек и камней. Но, пожалуй, самое замечательное и многогранное слово для малого спорта — это массовость. Приходишь на соревнование или тренировку, смотришь: народу — масса. На душе радостнее становится... От того ли, что среди многих последним обяза-

ИНХ — СПОРТИВНЫЙ

тельно не будешь, а если первым, то за тобой масса; от того ли, что у тебя единомышленников прибавилось и ты почувствовал себя вдруг сильнее и ловчее. Или... Когда говоришь, тебе повезло: ты попал на праздник. Но для этого кому-то пришлось немало поработать, подумать, что-то понять.

Нам удавались такие праздники. И всякий раз тогда, когда имелись застрельщики — опытные спортсмены, которые могут и умеют сделать привлекательными и соревнования, и тренировки, и повести за собой остальных. Опытный спортсмен невольно сам становится украшением спортивного состязания и при наличии такта вселяет уверенность и увлеченность в новичков.

У нас процветает футбол, и в этом заслуга Ю. Дядина, В. Торгова, Ю. Виноградова, Б. Смолякова, В. Баканова. У нас популярен баскетбол, и в этом заслуга

В. Варанда, А. Беляева, А. Канева, И. Бартицкого. У нас любят лыжи и легкую атлетику, и в этом заслуга В. Соколова, Ю. Евдокимова, Г. Гришина, С. Соколовой, И. Васильевой. Но ничего пока не получается у нас с такими распространенными видами спорта, как волейбол и настольный теннис. Нет лидеров, нет привлекательности.

Мы за группы здоровья, но считаем, что на сегодняшний день там почти упущен соревновательный элемент. А это значительно обедняет эмоциональную сторону занятий спортом. Соревновательный элемент приносит с собой все олимпийские надежды, радости и волнения. Надо было видеть команду баскетболистов ИНХа, вырвавшуюся в решающем матче победу, принесшую ей звание чемпиона СО АН СССР 1969 года, чтобы понять, что малый спорт во всем значительном повторяет большой спорт. Кстати, средний возраст игроков этой команды уже далеко не олимпийский — 33 года.

Спорт, в том числе и малый, помогает глубже понять и себя, если это еще возможно в зрелом возрасте, и окружающих, он сближает людей и дает еще, ни много, ни мало, верных друзей.

И оптимизма спортсменам не занимать! Сейчас у нас проходит V спартакиада ИНХа, и кое-кто поговаривает провести лет через двадцать для ее участников соревнования по комплексному многоборью, а потом еще лет через двадцать...

Э. ЛИНОВ, председатель спортсовета, член местного комитета института.

ПРИЗ АЛИКА ТУЛЬСКОГО

Морозным январским утром 1962 г. в роше напротив Института неорганической химии собралась группа людей — сотрудников этого института. 32 человека вышли на старт лыжных соревнований, посвященных памяти одного из первых сотрудников нашего института, первого чемпиона СО АН по лыжам Алика Тульского, за несколько месяцев до этого трагически погибшего в III научной экспедиции по исследованию Тунгусского метеорита.

Так началась история этих соревнований, которые стали традиционными и без которых трудно представить спортивную жизнь института. Популярность соревнований росла очень быстро. Уже в 1964 году в них участвовало 114 человек, а в 1968 на старт вышло 123 человека. Расширилась программа. Последние 4 года соревнования проводятся в 2 тура: к гонкам добавились эстафеты, вид

лыжных состязаний, который Алик больше всего любил. Главная цель этих соревнований — массовость, а значит, здоровье многих наших сотрудников. Положение предусматривает участие пожилых людей, которые оказывают влияние на командное первенство, причем в основу положен не технический результат такого участника, а само участие. Поэтому всем интересно так или иначе помочь своим «зачетникам», и в протоколах соревнований можно встретить фамилии многих сотрудников, которые уже далеко за 40 и даже за 50. Это — А. А. Колесников, Л. Г. Пельман, А. А. Сорокина,

В. И. Синкин, Б. А. Лопатин и многие другие. На вторые соревнования (1963 г.) были приглашены сотрудники других институтов, однако желающих оказалось так много, что пришлось проводить отдельно соревнования среди институтов СО АН. Первые три года главным призом неизменно владела команда Института геологии и геофизики во главе с Аркадием Павловым, но потом приз прочно обосновался в Институте ядерной физики, хотя с приходом в команду ИГГ мастера спорта А. Бишаева геологи вновь заставили о себе говорить.

С 1965 г. в соревнованиях на

приз А. Тульского принимают участие сильнейшие лыжники г. Новосибирска и лыжники городов Сибири. Здесь безраздельно господствуют динамовцы Новосибирска, которых тренирует заслуженный тренер СССР Е. Глинский.

В соревнованиях принимали участие олимпийские чемпионы В. Маматов и А. Тихонов, призерами Спартакиады народов СССР Г. Смирнов и др. Нужно отметить успешное выступление сборной команды СО АН на последнем Мемориале А. Тульского. На дистанции 15 км победил сотрудник ИГГ мастер спорта А. Бишаев, оставив позади себя многих призванных мастеров лыжного спорта.

В командном зачете лыжники СО АН после первого дня соревнований делили первое место с динамовцами и лишь досадный срыв не позволил нашей команде развить успех во второй день.

В условиях Сибири, где снег лежит около полугода (а иногда, как этой зимой, и больше), лыжи — один из основных видов спорта. Лыжам, как никакому другому виду спорта, «все возрасты покорны». Все это, а также наличие хорошей лыжной базы, при правильной организации делает лыжный спорт мощным источником здоровья в Академгородке. Соревнования на приз А. Тульского, в которых удачно сочетается массовость и спортивное мастерство, способствуют этому.

Ю. ДЯДИН, член спортсовета института.

И. о. редактора Т. А. ДРЕМОВА.

Адрес редакции: г. Новосибирск, 90, ул. Терешковой № 30, комн. 221, телефон 65-09-03.