

оснащены установками биологической, механической, химической и физико-химической очистки, которые уменьшают содержание вредных веществ в стоках перед их выпуском в водоемы до практически безопасных количеств.

В области защиты воздушного бассейна от промышленных загрязнений основные проблемы возникают при создании энергетических комплексов переработки природного топлива, а также в производствах, сопровождающихся образованием различных газообразных продуктов — соединений серы, окислов азота, фторсодержащих соединений. Основным направлением в развитии энергетики является создание безотходного производства, основанного на использовании малосернистого топлива, предварительной газификации жидкого топлива, внедрении высокоэффективных агрегатов по улавливанию и утилизации газообразных отходов.

Большое внимание уделяется разработке технологических систем, обеспечивающих комплексную переработку минерального сырья. Создание подобных комплексов предполагает новые принципы построения технологии, при которых возникают необходимые взаимосвязи между отдельными производствами, способами получения и использования энергии и минеральных ресурсов, включая воду и воздух, качеством и номенклатурой выпускаемой продукции.

В основу безотходной переработки свинцово-цинкового сырья положен разработанный для широкого круга полиметаллических концентратов и промпродуктов (медных, медно-цинковых, медно-никелевых, никелевых, медно-оловянных и др.) процесс КИВЦЭТ.

Одним из перспективных направлений, обеспечивающих производство алюминия и алюминиевых сплавов практически без отходов, минуя гидрохимическую стадию, являются электротермические процессы, основанные на энерготехнологических принципах. По этому способу в результате восстановительной плавки смеси

исходного сырья с углеродистым восстановителем в мощных руднотермических печах получают черновой алюминий-кремниевый сплав, из которого затем извлекают чистый алюминий, а кремнистые остатки, содержащие железо, титан, ванадий, хром, могут быть использованы в качестве комплексного раскислителя для производства стали.

В практике народного хозяйства понятие «отходы производства» все больше уступает место понятию «вторичные минеральные ресурсы», и многие отрасли промышленности во все больших масштабах переходят на выпуск продукции из таких вторичных ресурсов. Например фторсодержащие отходы промышленности минеральных удобрений в настоящее время повсеместно утилизируются для выпуска фторпродуктов, используемых в атомной промышленности, цветной металлургии, стекольной промышленности и т. п. В свою очередь отходы этих отраслей промышленности применяют для выпуска минеральных удобрений, серной кислоты и других неорганических продуктов.

Особая роль в развитии безотходной технологии, особенно в части крупнотоннажного производства, принадлежит таким технологическим процессам, которые позволяют наряду с основной продукцией перерабатывать отходы и получать из них нетоксичные материалы длительного пользования, например строительные материалы.

Большое внимание в работе конференции было уделено экономике, планированию и информации, а также социально-экономическим аспектам создания территориально-промышленных комплексов на базе безотходной технологии.

Конференция разработала рекомендации по ускоренному внедрению мало- и безотходных технологических процессов и схем в основных отраслях народного хозяйства.

СЕНИН В. Н.

## Первая Всесоюзная конференция по аналитической химии радиоактивных элементов

В работе Конференции, проводившейся в Москве 26—28 сентября 1977 г., участвовали около 300 специалистов — представителей академических и отраслевых научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений и заводских лабораторий, а также ученые социалистических стран.

Потребность в организации и проведении такой конференции обусловлена широким развитием работ в области контроля различных процессов ядерного топливного цикла, необходимостью обобщить достигнутые результаты, наметить задачи дальнейших исследований и определить пути их решения. На пленарном и шести секционных заседаниях конференции было обсуждено около 90 докладов.

На первом пленарном заседании были заслушаны обзорные доклады по аналитической химии природных радиоактивных элементов: радия (Ю. В. Дубасов), актиния (З. К. Каралова), протактиния (А. В. Давыдов), астата (В. А. Халкин), франция и прометия (А. К. Лаврухина), технеция (А. Ф. Кузина). В них обобщались результаты разработки новых методов выделения, разделения и определения этих элементов. Значительные достижения имеются в изучении техно-

ция и протактиния: синтезированы и изучены свойства многих новых твердых соединений элементов, разработаны эффективные методы выделения, избирательные и высокочувствительные методы определения. Интересные результаты получены при исследовании свойств астата и актиния.

Основное направление аналитической химии радиоактивных элементов связано с развитием методов их разделения и определения.

Методы разделения радиоактивных элементов обсуждались в 26 докладах, большая часть из них касалась использования экстракции, экстракционной хроматографии и разделения в газовой фазе. Так, в сообщении Г. В. Корпусова и Ю. С. Крылова приводилась оценка возможностей применения различных экстракционных методов для выделения и идентификации индивидуальных радиоактивных элементов в аналитических пелях. Интерес вызвал доклад И. Кртила, в котором рассматривались методы выделения некоторых продуктов деления урана и плутония, используемые в Центральной контрольной лаборатории Института ядерных исследований в Рязани (ЦОСР) для определения степени выгорания ядерного топлива.

Условия экстракционного выделения актиния, америция и европия из щелочных сред четвертичными аммониевыми основаниями рассматривались В. В. Некрасовой и др. В ряде докладов описывались методы избирательного выделения и разделения отдельных радиоактивных элементов, в том числе из сложных по составу растворов: трансплутониевых элементов (В. М. Николаев и др.), америция и кюрия (Н. Г. Яковлев и др.), берклия и церия (Д. А. Маликов и др.), родия и палладия (Н. Горский и Б. Горский, ГДР), технеция и молибдена (В. А. Яценко и В. В. Багреев).

Экстракционная хроматография с успехом используется для разделения актиноидных элементов (В. П. Шведов и др.), количественного выделения тория, урана, нептуния и плутония из сложных радиохимических смесей (В. Н. Ушатский и др.), концентрирования плутония (Н. И. Гусев, Е. И. Балашова) и т. п. Несколько докладов было посвящено разделению радиоактивных элементов в газовой фазе, в том числе выделению ультрамикрочастиц спалогенных радионуклидов (М. Адилбиш и др., Г.-Ю. Байер и др.). С интересом было встречено сообщение М. П. Волюнец и М. С. Милуковой о выделении и разделении актиноидных элементов тонкослойной хроматографией.

Существенные успехи достигнуты в разработке новых методов определения радиоактивных элементов, в том числе химических, физико-химических и ядерно-физических. Основной тенденцией в развитии этих методов является повышение точности определения радиоэлементов (0,01%) и чувствительности (доли микрограмма) при сохранении приемлемой точности, что особенно важно при анализе особо ценных и высокорadioактивных веществ. Особое внимание было уделено применению автоматизированных систем анализа и аналитического контроля различных технологических процессов, которые позволяют в ряде случаев повысить оперативность управления технологическими процессами и снизить затраты на аналитический контроль. Так, в докладах А. Г. Рыкова и Г. А. Тимофеева сообщалось об аналитических методах контроля технологических процессов выделения трансплутониевых элементов, Г. А. Акопова и др. — о разработке методов аналитического контроля экстракционной технологии регенерации топлива АЭС, В. Я. Габескирия и др. — о физико-химическом определении состава отработавшего топлива ВВЭР. Я. Моравец рассказал об определении урана и плутония в лаборатории Института ядерных исследований Ржежа.

Для автоматизированных систем анализа особенно перспективно применение ядерно-физических методов. На заседаниях конференции обсуждались различные варианты рентгенофлюоресцентного определения урана и трансурановых элементов в высокорadioактивных растворах (доклады А. А. Гавриша и др., В. В. Бердикова и др.), масс-спектрометрическое определение урана, плутония, трансурановых и редкоземельных элементов, отношения изотопов плутония (Ф. Сус и др., Ржеж; В. Я. Габескирия и др.; Г. М. Кукавадзе и др.; В. С. Прокопенко и др.). Большое число работ посвящалось гамма-спектрометрическому анализу. Так, в докладах Ф. Э. Гофмана и др. описывался автоматизированный лабораторный гамма-спектрометрический контроль технологического процесса экстракционной переработки твэлов, В. А. Пчелкина и др. — автоматизированная система анализа радиоактивных материалов. О новых ядерно-физических методах определения изотопного состава и содержания тория, урана и плутония и  $\gamma$ -спектрометрическом методе определения плутония в твердых отходах сообщил Т. Драгнев (НРБ).

Большое значение для контроля технологических процессов до настоящего времени имеют электрохимические (в первую очередь кулонометрический) и спектрофотометрические методы. В докладах И. С. Складенко и др., А. Я. Купермана и др. сообщалось об определении актиноидных элементов в ядерном топливе кулонометрическим методом. Прецизионным потенциометрическим методом определения миллиграммовых количеств урана был посвящен доклад М. В. Рыжвинского и др. Дифференциально-спектрофотометрическое определение урана, тория, плутония с применением арсената III описано в докладе С. А. Никитиной и др.

Для разработки новых и совершенствования уже имеющихся методов определения радиоактивных элементов важно знание их окислительно-восстановительных свойств, состояния ионов в водных и органических растворах, склонности к комплексобразованию, направления и скорости радиационно-химических процессов. Заслушанные на двух специальных секционных заседаниях доклады показывали, что такие исследования ведутся на достаточно высоком теоретическом и экспериментальном уровне.

Доклад А. А. Баранова и др. посвящен исследованию окислительно-восстановительных свойств системы  $Vk(IV)/Vk(III)$  и  $Ce(IV)/Ce(III)$ . В некоторых докладах приводились результаты исследования условий окисления  $Am(III)$  и устойчивости  $Am(IV)$  и  $Am(VI)$  в растворах фосфорвольфрамата калия (Е. А. Ерин и др.), устойчивости  $Am(V)$  и  $Am(VI)$  в растворах перексодисульфата и бромата натрия (В. А. Ермаков и А. А. Фролов) и влияния ионизирующего излучения на стабилизацию валентных форм актиноидных элементов в растворах (М. В. Владимирова и др.). С интересом были встречены сообщения об применении ЯМР к изучению состояния ионов  $Np(IV)$  и  $Np(VI)$  (В. А. Глебов и др.), о новых хемилуминесцентных окислительно-восстановительных реакциях уранил-иона (В. П. Казаков и др.), а также о получении и свойствах астатат- и перастатат-ионов (Р. Драйер и др., ГДР).

Использование кинетики диссоциации и окислительно-восстановительных реакций трансурановых элементов с 1,2-диаминдиклогексантетрауксусной кислотой в аналитических целях рассматривалось в докладе Т. П. Макаровой и др. О применении гетерополианионов для маскировки примесей при экстракции и фотометрическом определении шестивалентных актиноидов сообщил В. П. Шилов.

Исследованию ассоциации четвертичных аммониевых и фосфониевых солей был посвящен доклад И. Палигорич и И. Гал (СФРЮ). В докладе В. И. Спирьина и др. сообщалось об изучении свойств кластерного аниона  $(Te_2Cl_8)^{3-}$ , А. В. Давыдова и др., Э. Херманна и др. (ГДР) — об исследовании новых летучих фторсодержащих  $\beta$ -дикетонатов редкоземельных и трансплутониевых элементов.

Данные о комплексных формах нахождения радиоактивного рутения в объектах внешней среды приводились в докладе Г. М. Варшал и И. А. Косеевой. Механизм сорбции урана на катионитах с комплексобразующими группами рассмотрен в докладе Э. М. Кап и др.

Заслушанные на конференции доклады и развернувшаяся по ним дискуссия свидетельствуют о широм научно-исследовательских работ, проводимых в СССР по аналитической химии радиоактивных элементов, и достигнутых больших успехах.

На конференции обращено внимание на необходимость дальнейшего повышения точности, чувствительности и избирательности аналитических методов определения радиоактивных элементов; усиления исследова-

ний в области направленного синтеза новых реагентов, пригодных для экстракционного выделения сильнорadioактивных веществ, изучения их свойств, кинетики и механизма экстракции; расширения исследований в области аналитической химии природных радиоактив-

ных элементов, в том числе современных методов их выделения и определения.

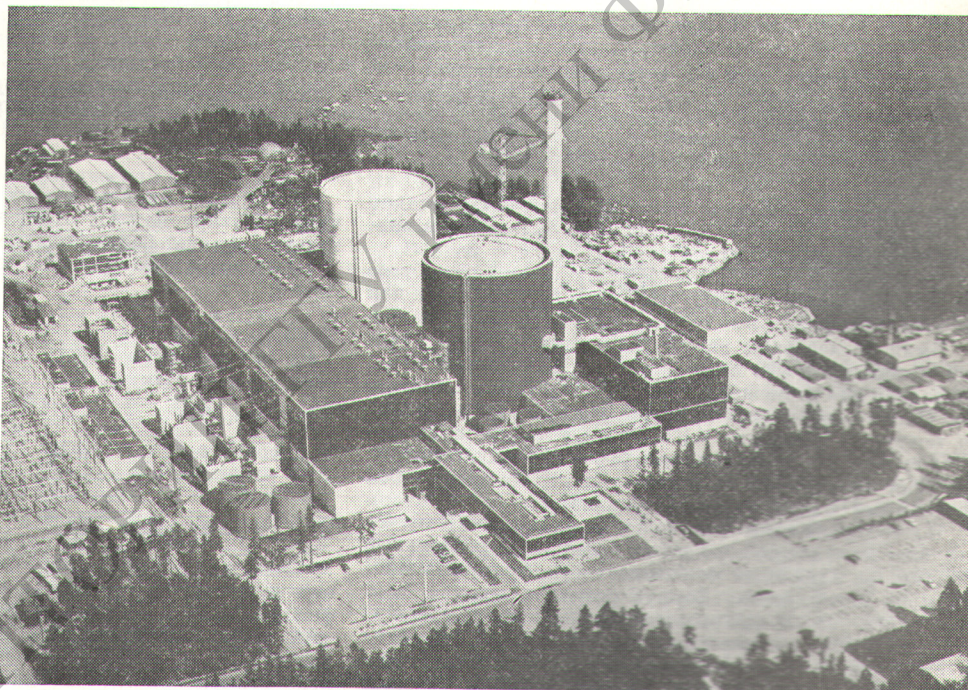
МЯСОЕДОВ Б. Ф., ДАВЫДОВ А. В., МОЛОЧНИКОВА Н. П.

## Строительство АЭС в Финляндии\*

В конце 60-х—начале 70-х годов потребление электроэнергии в Финляндии ежегодно увеличивалось на 9%. Однако в последнее время оно стабилизировалось в связи с резким повышением мировых цен на органическое топливо. Выход следовало искать в создании и развитии собственной ядерной энергетики. По мнению финских экспертов, в ближайшие годы производство электроэнергии будет увеличиваться главным образом за счет АЭС, мощность которых в 1980 г. намечено довести до 2100 МВт(эл.).

тирование, поставку и монтаж оборудования между государственным акционерным обществом «Иматран войма» и В/О «Техноспромэкспорт» (впоследствии обязательства советской стороны по контрактам взяло на себя В/О «Атомэнергоэкспорт»).

Советский Союз поставил для АЭС «Ловиса» реакторы, СУЗ, парогенераторы, турбины, трубопроводы, оборудование для хранения отходов и выполнил проектные, монтажные и пусконаладочные работы по основным системам и сооружениям АЭС. На финский



Атомная электростанция «Ловиса» (Финляндия)

Начало развитию ядерной энергетики было положено в марте 1977 г., когда был пущен первый блок АЭС «Ловиса» — первой АЭС страны, сооруженной с участием Советского Союза.

Межправительственное соглашение о совместном строительстве двух блоков с ВВЭР-440 было подписано в 1970 г. Тогда же были подписаны контракты на проек-

предприятиях изготавливаются главные циркуляционные насосы, перегрузочные машины, подъемные краны реакторного отделения и некоторое другое оборудование. Финские ученые, инженеры и строители в своих докладах на московском Симпозиуме высоко оценили опыт совместной работы по сооружению АЭС «Ловиса» и качество советского оборудования.

Кроме АЭС «Ловиса», второй блок которой намечено пустить в 1979 г., в Олккилуото акционерное общество «Теоллсууден войма» в контракте со шведской фирмой «АСЕА-Атом» сооружает два энергетических блока мощностью по 660 МВт (эл.). Основное энергетическое

\* По материалам финско-советского Симпозиума по ядерной энергетике, состоявшегося в Москве 12—13 октября 1977 г.