

вых кислот, образующихся при разложении углеводородных разбавителей под действием радиации.

Данные французских исследователей (Г. Буржуа и др.) о кинетике экстракции актиноидов ТБФ и ТЛА в основном согласуются с результатами, опубликованными в советской литературе.

В целом данные, изложенные на секциях применения экстракции в атомной технике, являются ценным вкладом в развитие экстракционной химии и технологии ядерных материалов. Можно ожидать, что труды конференции, которые будут изданы, представят значительный интерес для специалистов по экстракции.

ШМИДТ В. С.

Симпозиум МАГАТЭ по дозиметрическому контролю

В Симпозиуме, состоявшемся 5—9 сентября 1977 г. в Портороже (СФРЮ), участвовало около 250 чел. из 30 стран и трех международных организаций. С сообщениями о национальных программах и работах по контролю за жидкими и газообразными радиоактивными выбросами ядерных установок выступили представители СССР, США, Великобритании, Франции, ФРГ, Италии, ГДР, Индии, ЧССР, Канады, Швеции, Югославии, Японии и Люксембурга. Всего было представлено 43 доклада, четыре из них обзорные, один посвящен сличению данных о выбросах, 15 — приборному обеспечению, организации контроля, опыту эксплуатации и выбросам АЭС, остальные — контролю отдельных радионуклидов, представительности пробоотбора, сбора и обработки данных на ЭВМ. Большой интерес и широкую дискуссию вызвали обзорные доклады об анализе общих принципов контроля запланированных и непредусмотренных радиоактивных выбросов.

В докладе о контроле и требованиях к регистрирующей аппаратуре при аварийной обстановке на АЭС (ГДР) отмечается, что при аварийных ситуациях концентрация радиоактивных благородных газов (РБГ) в реакторном здании может достигать 10^4 Ки/м³, изотопов иода 10^3 Ки/м³, мощность дозы в операторном помещении до 10^6 Р/ч. В удаляемом воздухе концентрация радиоактивных благородных газов может составлять 10 Ки/м³, иода 10^{-1} Ки/м³, других продуктов деления 10^{-2} Ки/м³. На основании этих данных уточнены требования к диапазонам измерения регистрирующей аппаратуры, детекторам и точкам контроля.

Много докладов было посвящено организации контроля на АЭС. В них описывались национальные стандарты, которые устанавливают допустимые мощности выбросов, радионуклиды, подлежащие контролю, методика измерения, детектируемые пределы, объем и точки контроля, требования к измерительной аппаратуре, а также методики расчета дозы облучения населения. Выбросы на АЭС контролируют как прямыми методами измерения, так и методами пробоотбора. Широко используют жидкие сцинтилляторы, газоразрядные счетчики, ионизационные камеры и проточные счетчики, а также разнообразные фильтры и сорбенты для улавливания аэрозолей и различных форм иода.

В докладе «Проверка мониторов, предназначенных для контроля газообразных выбросов, непосредственно на месте установки» (Швеция) отмечается, что для изокинетического пробоотбора в газовой трубе предпочтительно использовать несколько широких сопел в плоскости сечения трубы, причем существует оптимальный для данной трубы отбираемый поток газа, обеспечивающий лучший перенос частиц. Как показали эксперименты, перемешивание потока в трубе является неполным, а концентрация аэрозолей и их распределение по размерам изменяются при движении газа от основания трубы к верхней ее части. Кроме того, радио-

активный иод на 90% и более состоит из проникающего иодида, а остальная часть присутствовала в форме частиц размером менее 1,5 мкм.

С большим интересом были заслушаны советские доклады «Контроль газообразных и жидких радиоактивных сбросов и его приборное обеспечение» и «Методы контроля и выбор конструкции устройств для прямых измерений радиоактивных жидких выбросов на АЭС».

Доклады об оригинальных методах и устройствах контроля радионуклидов составляют значительную часть работ, представленных на Симпозиуме.

В докладе об анализе и контроле газообразных выбросов ядерных установок гамма-спектрометрией (Франция) сообщается, что для 20 л измерительного объема Ge(Li)-детектором объемом 100 см³ минимально контролируемая концентрация радиоактивных веществ находится в диапазоне 10^{-6} — 10^{-8} Ки/м³ в зависимости от продолжительности измерения и регистрируемого радионуклида. В другом докладе французских специалистов приводятся методики измерения. Так, для улавливания различных форм иода используется цилиндрический пробоотборник, внутри которого размещены стекловолокнистый фильтр, задерживающий аэрозольную форму, восемь элементов толщиной по 10 мм, покрытых посеребренной медной проволокой, для улавливания молекулярного иода и еще восемь, наполненных активированным углем, для улавливания проникающей формы. Метод позволяет измерять концентрацию иода до $6 \cdot 10^{-10}$ Ки/м³. Для измерения концентрации РБГ ниже 10^{-6} Ки/м³ используют обогатитель, который состоит из ловушки полезным объемом 70 см³, охлаждаемой до температуры -170 °С, и нагревательного элемента. Расход газа через ловушку составляет 100 — 300 л/ч. Тритий в форме НТО улавливают двумя последовательно соединенными барботерами с 250 см³ дистиллированной воды. Газообразный тритий, прошедший через барботеры в форме ³Н₂, окисляется в печи при 360 °С и при выходе из нее регенерируется путем нового барботажа в тритиевую воду. Минимально детектируемая концентрация составляет 10^{-10} Ки/м³.

Конструкция измерительного устройства, содержащего тефлоновый патрон с фильтрующим материалом из алюминия (Al₂O₃), который пропитан нитратом серебра (AgNO₃), и кристалла NaI(Tl) с колодцем, приводится в докладе «Опыт измерения радиоактивного иода в газообразных отходах АЭС кумулятивным методом» (ЧССР). Преимуществом такого фильтра является высокая эффективность улавливания элементарной и неэлементарной форм иода при малой эффективности улавливания РБГ. Чувствительность детектора $\sim 3 \cdot 10^{-14}$ Ки/м³. В докладе о системе контроля ⁸⁵Kr селективными мембранами (Япония) описывается установка, состоящая из пластического сцинтиллятора для

регистрации β -частиц, схемы антисовпадений, свинцовой защиты, колонки обогащения $^{85}\text{Kг}$, которая включает кремнекаучуковую мембрану и колонку с адсорбентом — молекулярным ситом для исключения влияния H_2O и CO_2 . Такая конструкция установки позволяет измерять низкую концентрацию $^{85}\text{Kг}$ в атмосферном воздухе, исключая при этом вклад β -излучения ^3H , ^{14}C , ^{133}Xe . Минимально детектируемая концентрация составляет $1 \cdot 10^{-13}$ Ки/л.

Метод измерения ^{14}C описан в докладе специалистов ФРГ. Воздух, содержащий ^{14}C , пропускается через стекловатный фильтр, наполненный 200 мл 5 М NaOH, со скоростью 1 л/мин в течение недели. ^{14}C выделяется из раствора NaOH осаждением BaCO_3 при добавлении NH_4Cl с раствором 1 М BaCl_2 . Для предотвращения выпадения в осадок цезия и иода перед осаждением BaCO_3 добавляют неактивные носители. ^{14}C в виде $\text{Ba}^{14}\text{CO}_3$ измеряется жидким сцинтиллятором или при высокой концентрации метановым проточным счетчиком. Чувствительность метода 13 пКи/м³ при продолжительности измерения 1000 мин.

Интерес вызвали доклады об обработке данных на ЭВМ. В одном из докладов США, например, описывается программа, которая выполняет ряд статистических

тестов с каждым отдельным результатом, полученным по плану отбора проб утечек, и определяет все данные, которые из-за своих аномальных характеристик будут подвергнуты дальнейшему исследованию. Этим данным присваивается номер, по нему можно судить о месте и результатах отбора проб, о загрязненности и типе аномалии. В другом докладе США сообщается о широком применении систем обработки данных и управления. В национальном масштабе система охватывает более 40 вентиляционных труб, более 400 локальных точек контроля выбросов, более 400 точек контроля во внешней среде. Ежегодный отчет о выбросах каждой установки включает описание аномальной утечки за предыдущий год, карты с указанием мест контроля протечек и загрязнений внешней среды и подробные данные о протечках и загрязнениях.

Симпозиум показал, что контроль газообразных и жидких радиоактивных выбросов ведется на высоком научно-техническом уровне. Обмен информацией подтвердил единство взглядов специалистов по всем основным вопросам и позволил выявить основные тенденции развития систем дозиметрического контроля.

КАМЫШЕНКО В. Д., ШЕРМАКОВ А. Е.

Совещание Консультативной группы МАГАТЭ и ВОЗ

С 29 августа по 2 сентября 1977 г. в Женеве (Швейцария) проходило совещание Консультативной группы по пересмотру и обновлению свода положений МАГАТЭ (Серия изданий по безопасности № 14 «Основные требования к дозиметрическому контролю персонала»). Совещание было созвано МАГАТЭ и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). В его работе участвовали 22 специалиста в области радиационной защиты и дозиметрического контроля персонала из 17 стран, а также представители названных организаций.

С момента издания свода положений МАГАТЭ (1965 г.) в концепции радиационной безопасности произошли некоторые изменения, в связи с чем возникла необходимость пересмотреть и обновить его разделы.

Новая редакция состоит из девяти разделов и трех приложений.

Во введении и разделе 1 определяются цель и область применения свода положений, дается объяснение терминов. В частности, контроль персонала (personnel monitoring) толкуется в смысле радиационного контроля в целях оценки эквивалентной дозы, ожидаемой эквивалентной дозы или поступления радиоактивных веществ внутрь организма работающих. Он включает не только индивидуальный дозиметрический контроль, но и контроль рабочей зоны.

В соответствии с Публикацией № 26 МКРЗ в разделе 2 свода положений «Основные концепции и организация» отмечается, что главной целью контроля облучения персонала является гарантия того, что «административные пределы» (authorized limits) не превышены.

В разделе 2 говорится, что административные пределы для эквивалентной дозы и уровней радиоактивных загрязнений выбираются посредством оптимизации действующей эффективности рабочего процесса и сведения к минимуму облучаемости рабочих.

Раздел 3 касается условий работы, требующих индивидуального дозиметрического контроля. В самом общем виде термин облучение (exposure) включает

эквивалентные дозы и ожидаемые эквивалентные дозы, возникающие в процессе работы с излучением. Для практических целей МКРЗ рекомендует классифицировать рабочие условия по типам А — годовое облучение может достигать или превышать 0,3 предела эквивалентной дозы и Б — превышение 0,3 предела маловероятно. Однако отмечается, что в ряде случаев может использоваться дополнительная уточненная классификация, минимизирующая облучение персонала.

Введены понятия «визитеры», или «посетители» (visitors), и «временные рабочие» (temporary workers). Первые из них должны приравниваться к отдельным лицам из населения. Хотя в их отношении контроль не требуется, но в некоторых случаях индивидуальный дозиметрический контроль внешнего облучения желателен. Ко вторым относятся приглашенные ученые, работники сменных предприятий или учреждений, студенты, лица, присутствующие по контрактам, т. е. те, кто может участвовать в процессе работы с источниками излучения. В отношении радиационного контроля они должны приравниваться к персоналу.

Рабочие зоны классифицируются по уровню облучения, ожидаемому в нормальных условиях. Более детальная классификация указывает на то, что персонал может быть подвергнут воздействию внешнего излучения, радиоактивных загрязнений кожных покровов, внутреннего облучения или их комбинации.

Раздел 4 посвящен организации радиационного контроля в нормальных условиях. Он конкретизирует общие требования к виду и объему радиационного контроля, а также контрольному оборудованию и оценке эквивалентной дозы для случаев внешнего и внутреннего облучения. Оговаривается, что контрольное оборудование должно измерять эквивалентную дозу с погрешностью не хуже $\pm 50\%$ при облучении внешним излучением, не превышающим 2 бар.

В этом же разделе описываются и анализируются характеристики таких дозиметрических систем, как пленочные дозиметры, твердотельные дозиметрические