

Первый международный симпозиум по приборам и методам радиометрии аэрозолей и газов

В Вене с 3 по 7 июля 1967 г. МАГАТЭ провело первый симпозиум по приборам и методам радиометрии аэрозолей и газов. В его работе приняли участие 149 делегатов из 24 стран и трех международных организаций (Международной комиссии по радиационной защите, Всемирной организации здравоохранения и Евратома). Было представлено и обсуждено 56 докладов.

На симпозиуме были подробно рассмотрены вопросы влияния режима засасывания аэрозоля в пробоотборную трубку, потерь аэрозольных частиц в пробоотборных коммуникациях и осаждения и проникновения таких частиц в тело фильтра. Общая тенденция в контроле аэрозолей состоит в увеличении объема контроля с помощью более детального исследования, в первую очередь самих свойств аэрозоля. Симпозиум показал, что эта тенденция проявляется в работах как общего, так и прикладного характера.

Так, Андерсен и Нельсон (США) сообщили, что при измерении концентрации плутония в воздухе предприятий по переработке плутония определяют размеры частиц плутониевого аэрозоля с помощью автордиографического метода и выясняют судьбу вдыхаемых аэрозолей плутония с учетом полученных средних размеров частиц на базе модели легких, предложенной группой по динамике легких при МКРЗ. Подсчитывается количество плутония, накапливаемого в различных органах (легких, лимфатических железах и т. п.), и делается вывод о возможности интерпретировать полученные результаты в дозиметрических единицах, применяя модель легких и измеряя основные параметры аэрозоля.

По более конкретным вопросам отбора проб аэрозолей в основном были приведены результаты экспериментов, подтверждающих или уточняющих известные положения, а именно: 1) влияние анизокINETИЧНОСТИ отбора существенно практически только для относительно крупных частиц (больше 1 мк); 2) осаждение в пробоотборных трубках возрастает с увеличением размеров частиц, однако, начиная приблизительно с величин чисел Рейнольдса, равных 2360, и диаметров частиц 25 мк, наблюдается унос частиц; 3) скорость осаждения частиц в трубках зависит от обработки внутренней поверхности; 4) потери частиц в результате действия силы тяжести существенны для частиц больше 1 мк на горизонтальных участках трубок; 5) потери частиц из-за диффузии заметны для частиц меньше 0,1 мк; 6) электрические эффекты с точки зрения осаждения на стенках играют роль только для заряженных частиц при прохождении в трубках из диэлектриков, поэтому рекомендуется использовать металлические заземленные трубки; 7) пробоотборные трубки должны быть по возможности наиболее короткими, большого диаметра, без горизонтальных участков, сужений и препятствий. Объемная скорость прокачки Q (в см³/сек) должна быть связана с диаметром трубки D (в см) следующим соотношением: $Q = 150D$.

Большое распространение получил созданный в последние годы Хаузом и Шервудом так называемый каскадный центрифугатор, который позволяет изучать отдельные фракции радиоактивного аэрозоля, не нарушая аэрозольного состояния системы. В этом устройстве, продемонстрированном французскими учеными, исследуемый аэрозоль проходит несколько от-

верстий, размеры которых постепенно уменьшаются; скорость воздуха и размеры подбираются такими, чтобы линии тока вблизи отверстий изгибались, наиболее крупные частицы концентрировались в центре газовой струи и отбирались затем с помощью коаксиального зонда, расположенного напротив отверстия. Более мелкие частицы огибают зонд и направляются к следующему отверстию. Частицы разделяются по размерам, оставаясь в аэрозольном состоянии.

При рассмотрении приборов и методов радиометрии аэрозолей основное внимание было уделено долгоживущим α -излучателям. Принципы компенсации естественного фона, основанные на псевдосовпадениях и на постоянстве $\beta - \alpha$ -отношения, а также на энергетической дискриминации продолжают совершенствоваться и применяться в радиометрах аэрозолей. Для целей энергетической дискриминации наиболее подходящим оказалось применение полупроводниковых детекторов α -излучения в качестве регистратора и спектрометрических фильтрующих материалов для отбора проб. Последнее было показано в докладах советских авторов (В. Ф. Болотин и др., К. П. Марков и О. А. Чуткин).

Большое внимание в некоторых докладах уделялось вопросам экономики контроля аэрозолей, автоматизации и механизации процессов измерения. Сэндэрс (США) описал систему, в которой применяется вмонтирование фильтров разового отбора в перфокарты для обеспечения машинной обработки данных.

В нескольких докладах сообщалось о генераторах радиоактивных аэрозолей, которые применялись авторами для испытаний и калибровки различных радиометров аэрозолей. Для получения тонкодисперсных аэрозолей в настоящее время чаще всего используется распыление радиоактивных жидкостей с последующим высушиванием; для получения грубодисперсных аэрозолей — распыление порошков с помощью дисковых генераторов.

Значительное место на симпозиуме было отведено радиометрии α - и β -активных газов и в особенности трития. Бек и Флек (Австрия) описали низкофоновую установку, предназначенную для идентификации газобразных изотопов, испускающих жесткое β -излучение. Она состоит из трех проточных цилиндрических коаксиально расположенных счетчиков внутреннего наполнения, которые включены по схеме совпадений — антисовпадений и окружены свинцовым экраном. Счетчики работают в пропорциональном режиме. Чувствительность установки 10^{-13} кюри/л.

Большинство сообщений по контролю трития было посвящено определению концентрации трития в воздухе в составе водяных паров, поскольку при работе на ядерных установках и в производствах, связанных с применением трития, радиационная опасность обусловлена в основном парами тритированной воды. Наиболее перспективным является известный метод измерения активности сорбированных, сконденсированных или вымороженных паров воды с помощью жидкостного сцинтилляционного счетчика. Осборн (Канада) показал, что с помощью такого счетчика можно осуществить оперативный контроль содержания трития в крови или моче, что позволяет решить проблему индивидуальной дозиметрии трития. В докладе Биро (ВНР) затронута малоисследованная область радиометрии аэро-

зольного трития в соединениях с металлом (Ti — T и Zr — T). Общая активность пробы аэрозольного трития определялась после сжигания фильтра в кислородной струе, насыщенной водяными парами, в электрической печи с медным окислителем. Образующаяся тритированная вода НТО собиралась в ловушке, охлаждаемой сухим льдом, и ее активность измерялась с помощью жидкостного скинтилляционного счетчика.

В большинстве докладов, посвященных радиометрии α -активных газов и их дочерних продуктов, рассматривались результаты решения некоторых частных задач, специфичных для одного какого-либо направления исследований. Альбрехт и Кауль (ФРГ) предложили использовать известный принцип электроосаждения ионов продуктов распада радона для непрерывного измерения концентрации самого радона. Регистрация дочерних продуктов радона, осаждающихся в специальной камере, осуществляется с помощью полупроводникового детектора и одноканального анализатора, позволяющего регистрировать только α -частицы RaA. Гейдер и Кауль (ФРГ) описали систему определения концентрации торона, содержащую специальные охладители для понижения температуры исследуемого воздуха и патронов с активированным углем. Концентрации торона измеряются по интенсивности γ -излучения Pb^{212} в энергетическом интервале 210—270 кэВ.

Для измерений содержания свободных атомов дочерних продуктов радона в воздухе урановых рудников Фусумура, Куросава и Марияма (Япония) применяли диффузионные методы, основанные на осаждении дочерних продуктов с высокой подвижностью на стенках трубки.

Большое внимание на симпозиуме было уделено вопросам, связанным с составом, уровнями и контролем газовых радиоактивных выбросов. Для этих целей применяют уже известные методы. Интересен предложенный Томасом и Перкинсом (США) метод отбора проб радиоактивного йода из сбросов с разделением на неорганические (с помощью батарей из тонких серебряных проволочек) и органические формы (с помощью активированного угля). Котрапп и др. (Индия) отметили, что на участке бетонной сбросной коммуникации длиной 20 м осаждается до 85% паровой фазы радиоактивного йода. Определено, что осаждение аэрозолей в трубе высотой 135 м составляет 1,5% сбрасываемой активности. В докладе В. Ф. Болотина и др. (СССР) сообщено об успешном конструктивном решении по устранению загрязненности (при контроле больших активностей сбросов) внутренних поверхностей датчиков аэрозолей и по исключению влияния вклада радиоактивных газов в этих измерениях. Это решение заключается в герметизации заборного тракта и непрерывной продувке внутреннего объема датчика чистым воздухом.

На заключительном заседании экспертов было отмечено, что в настоящее время проблема создания и обеспечения ядерных установок средствами радиометрии аэрозолей и газов решена. Поэтому центр тяжести смещается в сторону разработки совершенных приборов для научных исследований в этой области, чтобы с их помощью решить наиболее важные научные задачи: определение дисперсности, изучение распределения активности по дисперсности аэрозоля, химического состава дисперсной фазы и т. д.

К П МАРКОВ

Симпозиум по применению ядерных активационных методов в биологии

В мае 1967 г. в Амстердаме (Нидерланды) состоялся организованный МАГАТЭ симпозиум по применению методов ядерной активации в естественных науках. В его работе приняли участие около 200 ученых из 26 стран и двух международных организаций. На симпозиуме было заслушано и обсуждено 49 докладов.

Задачей симпозиума являлось обсуждение современного состояния радиоактивационного анализа применительно к проблемам биологии, медицины, сельского хозяйства, криминалистики, полученных результатов в этой области за последнее время и перспектив развития этого метода. Особое внимание было уделено сравнению активационного метода с другими методами элементарного анализа и комбинациям активационного метода с другими.

Значительная часть докладов была посвящена методическим вопросам. В одном из двух обзорных докладов рассматривались физические методики радиоактивационного анализа (Лайон, США), в другом — радиохимические (Джирарди, Евратом).

Наиболее крупным достижением последнего времени в методическом отношении явилось использование германий-литиевых детекторов с достаточно большим объемом (до 50—100 см³). Эти детекторы обладают на порядок большим разрешением, чем кристаллы иодистого натрия. Таким образом, стало возможным проводить чисто инструментальный анализ многих

смесей радиоактивных изотопов, которые требовали прежде радиохимического разделения.

В этом отношении весьма показательной была приведенная Лайоном спектрограмма выпадений, обусловленных последним взрывом китайской атомной бомбы. Были отмечены определенные достижения в использовании для активации тяжелых заряженных частиц (в частности, ионов Ne^3), фотонов высокой энергии и быстрых нейтронов. Совершенствуются приемы обработки спектрограмм с помощью быстродействующих вычислительных машин.

Все же полностью отказаться от операций радиохимического разделения, по крайней мере в ближайшие годы, не удастся. При рассмотрении этих операций в обзоре Джирарди было уделено особое внимание вопросу разрушения биологических образцов, так как этот этап требует больших затрат времени и труда.

Доклад Смита и Бекера (США) был посвящен весьма важному практическому вопросу — созданию биологических стандартов для микроэлементарного анализа. Была показана гомогенность стандартов на основе кукурузной кукурузы, дубовых листьев и бычьей печени, которые, таким образом, могут служить эталонами.

О результатах фотоядерного активационного анализа было сообщено в докладе Андерсона и др. (США). Авторы использовали пучки электронов двух ускорителей. Энергия электронов могла изменяться от 2 МэВ