

МСГД:

Стандартизация больших доз в радиационной обработке

Международное сотрудничество
в области дозиметрии
помогает обеспечить качество

Дж.В. Нэм

Ионизирующие излучения являются эффективным средством ускорения химических реакций и повышения качества природных и синтетических материалов, сохранения пищевых продуктов и стерилизации медицинских изделий. Сегодня применение радиационной обработки в промышленности и в современных исследованиях дает технологические преимущества; речь уже идет о признании ее безопасности и экономического значения. В связи с возрастающей тенденцией использования крупных доз облучения необходима широкая стандартизация дозиметрии, поскольку обеспечение качества в радиационной обработке зависит в основном от надежной дозиметрии.

Своевременное начало осуществления Агентством программы по стандартизации больших доз позволило удовлетворить острую потребность в надежной и точной дозиметрии для исследований и радиационной обработки, в которых применяются большие дозы. Основная цель программы Агентства — организация в международном масштабе служб по стандартизации доз и содействие тому, чтобы дозиметрия стала мерой контроля за качеством в радиационной обработке.

Уже в начале осуществления (1977 г.) программы Агентства большое внимание уделялось совершенствованию дозиметрических систем и разработке новых методов. На чувствительность дозиметров при больших дозах влияют некоторые экологические факторы. Они тщательно исследуются. Были проведены исследования по взаимосравнению доз в пределах от 10 Гр до 100 кГр, в которых активно участвовали 19 лабораторий в 14 странах и одна международная организация. Результатом осуществления этой программы явилась успешная разработ-

ка методики электрон-спин-резонансного анализа вызываемых радиацией свободных радикалов в аланине (аланин/ЭСР-дозиметрия). Для больших доз этот анализ используется фирмой „Гезельшафт фюр штрален унд умвельтфоршунг“, Мюнхен — GSF (Федеративная Республика Германии).

В рамках программы МАГАТЭ по стандартизации больших доз в 1985 г. была создана Международная служба гарантирования доз (МСГД), которая должна направлять международные усилия на стандартизацию измерений в дозиметрии и на гарантирование доз для крупных источников излучения. Предполагается, что результаты работы этой службы можно будет использовать для подкрепления дозиметрии, а также контроля качества в радиационной технологии. Кроме того, стандартизация дозиметрии оправдывает регламентационное одобрение облученных изделий и служит основанием для международного развития свободной торговли. МСГД может стать вехой в повышении значения гарантирования качества в исследованиях и в радиационной обработке, в которых применяются большие дозы.

Исследования и связанная с ними деятельность

С начала осуществления программы Агентства по дозиметрии больших доз поддержку с его стороны получили 39 исследований в этой области, включая 15 отдельных исследований и две координированные исследовательские программы (24 исследования). К основным задачам координированной исследовательской программы относятся:

- Отбор систем аланин/ЭСР в качестве эталонных переносных дозиметров
- Разработка методов, которые должны лежать в основе дозиметрических систем, используемых в исследованиях по взаимосравнению доз; повышение надежности этих систем

Г-н Нэм — сотрудник Секции дозиметрии Отдела естественных наук МАГАТЭ.

- Определение влияния и требуемой коррекции на неизбежные экологические факторы, воздействующие на оценку доз (температура, влажность, климат, освещение, неустойчивость)
- Совершенствование калибрования доз и процедур взаимосравнения
- Разработка стандартизированных приборов калибрования и процедур.

В связи с увеличивающейся потребностью в надежной дозиметрии Агентство провело в 1984 г. в Вене первый международный симпозиум по дозиметрии больших доз, предоставив ученым форум для докладов и дискуссий по последним достижениям в этой быстро развивающейся области. Второй симпозиум планируется провести в Вене в МАГАТЭ в 1990 г. Ожидается, что на нем состоится международный обмен информацией и идеями и могут быть приняты новые решения по проблемам дозиметрии, представляющим общий интерес.

Отбор системы аланин/ЭСР

В результате целого ряда исследований по взаимосравнению, проведенных с несколькими видами дозиметров, наиболее подходящей была сочтена система аланин/ЭСР. Она отличалась последовательным и стабильным поведением в широком диапазоне доз гамма-излучения от 10 Гр до 100 кГр, применяемом в практике радиационной обработки. Стабильность свободных радикалов в аланине превосходна. Это выражается в очень малом изменении сигнала при различных условиях накопления. Метод считывания не требует ни химической манипуляции, ни физического контакта с образцом. Образцы обладают необходимыми для дозиметрии архивными свойствами, так как ЭСР-анализ является неразрушающим. Точность считывания может быть увеличена при разработке более стабильного ЭСР-спектрометра с резонатором, имеющим более однородное распределение магнитного поля. В настоящее время достигнута точность до 1,0%. Систему аланин/ЭСР можно применить к меньшим, чем указано, дозам, например, в несколько грей, с более простым считывающим устройством. Длительное изготовление образцов спектрометров из проанализированного материала без активаторов показало превосходные значения рассеяния между образцами и однородности между партиями. Разработанные и изготовленные фирмой GSF образцы дозиметров показывают превосходные рабочие качества, даже в необычных экологических условиях.

Для успешного достижения цели программы очень важен отбор широко приемлемых стандартных переносных дозиметров, по которым можно проверять обычные дозиметры с целью обеспечения точного измерения взаимосравниваемых доз. Успешное функционирование эталонной службы во всемирном масштабе предъявляет жесткие требования к рабочим характеристикам дозиметров. Они должны иметь высокий уровень точности и стабильности до и после облучения, быть надежными в течение нескольких месяцев и не подвергаться экологическим воздействиям или обладать способностью делать на них коррективы. Отбор, основанный на этих критериях, привел к исключению дозиметрических систем,

применяемых в лабораториях и на установках на другой основе или для более узкого диапазона доз.

Учитывая требуемые для эталонного дозиметра качества, Агентство решило использовать для международной службы систему аланин/ЭСР. Необходимость в такой международной службе показало осуществление соответствующего экспериментального проекта, включавшего 15 избранных установок в различных географических районах. Не возникло никаких организационных проблем, связанных с функционированием международной службы или с поведением системы аланин/ЭСР.

Программа МСГД

МСГД работает на основе „Соглашения о предоставлении Агентством услуг по гарантированию доз установкам по облучению в государствах-членах“, вошедшего в силу 12 июля 1985 г. Метрологическая лаборатория, использующая систему аланин/ЭСР, выполняет свои задачи в соответствии с контрактом между Агентством и фирмой GSF. Для участия в работе службы приглашаются коммерческие и некоммерческие установки по облучению, а также институты, проводящие исследования с применением больших доз и имеющие дело с гамма- и электронным излучением от 10 Гр до 100 кГр. Государствам-членам предлагается выделить установки по облучению для участия в работе службы и сообщить о признании соглашения.

Агентство требует от каждой участвующей установки представления технической информации, данных относительно предоставляемых услуг одновременно с уведомлением об участии. Однако назначенные установки могут быть не приняты, если предлагаемые ими услуги ограничены. После получения Агентством от установки уведомления об участии ей определяются конкретные виды услуг и направляется в согласованные сроки требуемое количество дозиметров. Для оказания услуги по одной дозовой проверке в упаковке для дозиметра помещаются три капсулы с аланином (1 для контроля и 2 для облучения) и температурный индикатор.

Оцененные результаты проверки передаются соответствующим установкам вместе с удостоверением в 20-дневный срок после получения метрологической лабораторией облученных дозиметров. Участники облучают две эталонные капсулы вместе со своим собственным дозиметром по каждой интересующей их дозе и в произвольном режиме. Все данные, которые участвующая установка передает Агентству для оказания запрашиваемой услуги, носят конфиденциальный характер. В частности конфиденциальными являются результаты услуги: они не публикуются и никаким образом не сообщаются лицам, не имеющим на то разрешение.

После 18 месяцев бесплатного предоставления услуг, в течение которых заинтересованные установки смогли определить свою полезность, Агентство заявило о необходимости оплаты после 1987 г. услуг по проверке доз. Взымаемая сумма была определена в 100 долл. США за одну проверку. К концу года каждому участнику непосредственно выставляется счет за все запрошенные проверки.

(Выплата осуществляется по получении счета в долларах или в купонах ЮНЕСКО по эквиваленту). Таким образом, участвующие установки несут свою долю расходов, которые берет на себя Агентство при предоставлении услуг.

Показатели прогресса

За три года функционирования МСГД было проведено более 250 проверок доз для 27 установок в 18 странах. Разброс отклонений в процентном выражении заметно улучшился: с $-29\% \sim +24\%$ до $-15\% \sim +19\%$. В 1987 г. отклонения всех проверявшихся доз точностью $\pm 5\%$ составили 51%, а с точностью $\pm 10\%$ достигли 86%.

МСГД стремится содействовать повышению безопасности, экономичности и гарантии качества. Таким образом, служба позволяет развиваться международной торговле облученными продуктами, поскольку юридические требования и гарантии качества в наибольшей мере удовлетворяются надежной дозиметрией. Она не стремится лицензировать такую торговлю или создать единственную или исключительную базу для регламентирующих органов. МСГД обеспечивает точность дозиметров, применяемых на установках для облучения. Она не гарантирует, что конкретный продукт поглотил конкретную дозу.

Появление МСГД вызвало позитивную реакцию государств-членов. Служба была хорошо принята участниками, и не возникало никаких проблем ни по организационным, ни по техническим ее аспектам. МСГД стала для Агентства одним из важных средств содействия повышению качества дозиметрии в радиационной промышленности и в научном мире. Три года работы МСГД показали, что эта служба способствует усилению контроля качества в радиационной обработке и в калибровании дозиметров. Побудительным моментом в дозиметрии радиационной обработки является увеличение числа запросов установок по облучению метрологическим лабораториям на проверку калибрования измерения доз. Целый ряд рассеянных по всему миру институтов занимается установкой у себя измерительного оборудования и внедрением технологии, позволяющей измерительной дозиметрии использовать систему аланин/ЭСР. Она уже признана лучшей среди методов, применяемых в настоящее время в обычной и эталонной дозиметрии, и может быть важным средством создания надежной дозиметрии до появления новых методов.

Для международной стандартизации больших доз следовало бы расширить соответствующую программу и увеличить ее поддержку с тем, чтобы удовлетворить насущные потребности в гарантировании качества в исследованиях и радиационной обработке, применяющих большие дозы.

Научные результаты МСГД

За время осуществления программы МСГД к существенным научным результатам проведенных исследований можно отнести:

Разработку новых дозиметрических систем

- дозиметрия на основе аланин/ЭСР
- люминофесцентная дозиметрия
- разработка пленки с радиохромовым красителем

Совершенствование дозиметрических систем

- методы калибрования в гамма- и электронных полях
- получение образцов, анализ данных и точность дозиметра аланин/ЭСР
- глутаминные люминофесцентные дозиметры
- электрохимическая потенциометрия цериево-сульфатного дозиметра

- результаты усовершенствования этанол-хлорбензолового осциллометрического дозиметра
- улаковка пленочных дозиметров с радиохромовым красителем

Экологические эффекты

- температура при облучении
- температура при оценке
- температура после облучения
- влажность
- освещение

Исследования по взаимосравнению доз

- диапазон больших и средних доз (1–10 кГр, 5–100 кГр)
- диапазон малых доз (0,01–3 кГр – 10 кГр)

