

Что у инспектора в багаже?

Обзор оборудования по гарантиям

Венсан Фурнье

Инспекции на местах – основной элемент деятельности МАГАТЭ по ядерной проверке, поэтому снабжение инспекторов всеми необходимыми техническими средствами является главным условием для эффективного применения ядерных гарантий. Для проверки формы, изотопного состава и количества ядерного материала инспекторы МАГАТЭ используют более сотни разновидностей оборудования.

Как правило, инспекторы отбирают от трех до пяти переносных приборов для каждой инспекции. “Не существует такого понятия, как стандартная инспекция, – говорит Ален Лебрён, руководитель Секции неразрушающего анализа, которая снабжает инспекторов приборами для мониторинга. – Инспекторы выбирают разное оборудование для каждого отдельного случая.”

Приборы готовятся, калибруются и упаковываются техниками, затем инспекторы везут их с собой до места назначения или, если приборы слишком большого размера, их отправляют туда заранее. Наиболее широко используемое переносное оборудование – приборы для неразрушающего анализа. Они позволяют обнаружить наличие ядерного материала (урана, плутония и тория) и определить его характеристики. С помощью специализированных приборов оцениваются физические

характеристики (температура, вес, объем, толщина и излучение/поглощение света) ядерного материала.

“Оборудование должно быть высокотехнологичным, многофункциональным, надежным и удобным в обращении”, – говорит г-н Лебрён. Эксперты по оборудованию постоянно анализируют и оптимизируют приборы, чтобы не отстать от технологического прогресса и сделать их интерфейс более простым для пользователя.

В одних случаях имеющееся в открытой продаже оборудование можно использовать, в минимальной степени приспособив его под нужды МАГАТЭ, в других – оборудование разрабатывается индивидуально для МАГАТЭ и/или силами МАГАТЭ. “Некоторые из этих приборов стоят больше, чем спортивный автомобиль”, – говорит г-н Лебрён.

Детекторы излучения

Одним из наиболее часто используемых приборов является **НМ-5**. Он имеется на рынке и был приспособлен для нужд проверок для целей гарантий. Инспекторы носят его с собой для обнаружения радиоактивного материала. При наличии излучения, превышающего определенный уровень, прибор издает звуковой сигнал и позволяет определить нуклид, испускающий это излучение. С его



помощью можно также измерять степень обогащения урана. Благодаря своей многофункциональности НМ-5 используется практически во всех инспекциях МАГАТЭ.

Степень обогащения – это важно

Уран, обогащенный по урану-235, необходим для поддержания ядерной цепной реакции. Вместе с тем применяемые на установках по обогащению ядерный материал и технологии могут использоваться также и для производства оружейного урана. На объектах, где перерабатывается и/или хранится уран, инспекторы измеряют его вес и степень обогащения, чтобы подсчитать общее количество делящегося материала.

Чтобы взвесить цилиндрический контейнер и тем самым определить количество содержащегося в нем материала, например, урана, инспекторы используют большие **тензометрические весы**. Она имеет два рабочих диапазона нагружения: до 5000 кг и до 20 000 кг.

Для измерения степени обогащения инспекторы часто пользуются высокотехнологичными детекторами, работающими по принципу гамма-спектрометрии – метода мониторинга и оценки гамма-излучения, испускаемого тем или иным источником. Одним из таких приборов является **электроохлаждаемая система на основе германия (ЭСГ)** – компактный портативный детектор с высокой разрешающей способностью, работающий на активном кристалле германия, который при охлаждении до температуры минус 140 градусов Цельсия способен фиксировать гамма-излучение, испускаемое ураном. Этот прибор можно использовать вне лаборатории, поскольку в отличие от традиционных германиевых детекторов он охлаждается от аккумуляторов, а не при помощи жидкого азота, который непросто в обращении и не всегда имеется в наличии.

Как показано на рисунке, анализируемый материал иногда содержится в больших цилиндрических контейнерах. Чтобы обеспечить точность оценки и анализа данных при помощи ЭСГ или других приборов, инспекторы используют **ультразвуковой толщиномер** для настройки чувствительности детектора на гамма-излучение с учетом толщины стенок цилиндра.

Под водой

Для измерения характеристик отработавшего топлива, фильтров и отходов на ядерных объектах инспекторы применяют системы обнаружения различных типов.

Так, **измеритель характеристик облученных объектов** состоит из небольшого, размером с мелкий драгоценный камень, но чувствительного детектора гамма-излучения, помещенного в





защитную трубку, которая опускается в бассейн выдержки отработавшего топлива для замеров характеристик находящихся в нем объектов. Детектор проводами соединен с анализатором, который располагается рядом с бассейном.

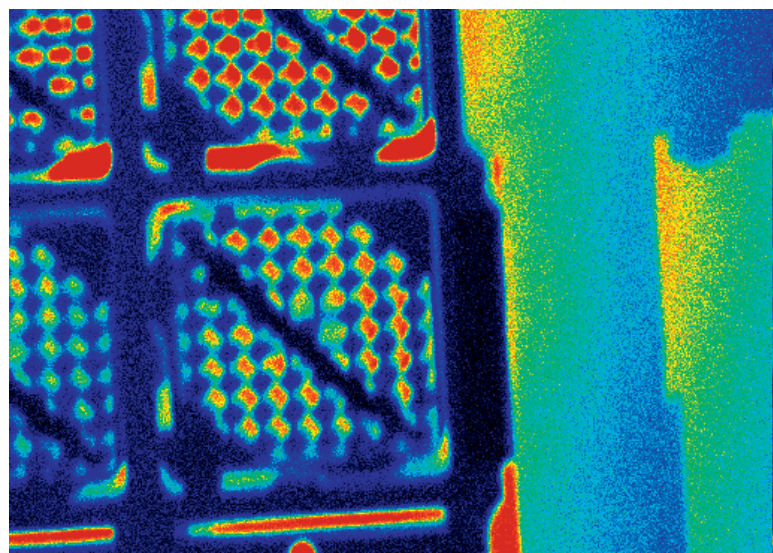
Прибор измеряет интенсивность гамма-излучения на разных энергетических уровнях. Каждый изотоп любого атома испускает характерное только для него гамма-излучение, поэтому при помощи гамма-спектрометрии можно проверить состав объектов, находящихся в бассейне выдержки отработавшего топлива. Если отработавшее топливо было извлечено из бассейна или была произведена его замена, инспектор узнает об этом из данных спектрометрии.

Взгляд внутрь бассейна для отработавшего топлива без контакта с водой

Для целей проверки отработавшего топлива одной из альтернатив анализатора облученных объектов является **цифровое устройство для наблюдения излучения Черенкова**, в основе которого лежит сверхчувствительная камера, фиксирующая ультрафиолетовое излучение. Камера соединена с компьютером, в котором полученное изображение анализируется при помощи специального программного обеспечения. Это устройство было разработано на заказ для МАГАТЭ на базе астрономического оборудования. Однако вместо наблюдения за звездами специальная линза и датчик этой камеры фиксируют ультрафиолетовое излучение, испускаемое отработавшими тепловыделяющими сборками, и полученные оптические изображения содержат основные данные об их характеристиках. Устройство используется для проверки бассейнов выдержки отработавшего топлива, а именно – чтобы подтвердить, что отработавшее топливо не используется в иных целях и не было заменено на сборки, не содержащие топлива. Важно, что устройство не надо погружать в воду бассейна, поэтому оно не подвергается загрязнению радиоактивными элементами.

Дополнительный протокол в действии

Дополнительный протокол расширяет права МАГАТЭ на доступ к информации и объектам и позволяет предоставить более твердые гарантии отсутствия незаявленных ядерных материалов и деятельности в государствах, в которых действуют соглашения о всеобъемлющих гарантиях (см. статью на стр. 4).



Для оценки полноты сведений, содержащихся в заявлениях государств, которые представляются в соответствии с дополнительными протоколами, инспекторы могут провести посещения в рамках дополнительного доступа с использованием набора для дополнительного доступа. Набор содержит несколько приборов, используемых для сбора информации и проверки заявлений. В набор входит камера, лазерный дальномер, прибор GPS, диктофон, фонарик, универсальная система измерения излучения, например, НМ-5, и набор для отбора проб окружающей среды (см. статью на стр. 14). Эти средства помогают МАГАТЭ удостовериться в отсутствии в данных государствах незаявленных ядерных материала и деятельности.

Планы на будущее

Технологический прогресс неизменно открывает новые возможности для работы по мониторингу и проверке и позволяет повысить ее эффективность. Средний срок службы оборудования составляет около десяти лет, после чего его надежность снижается. МАГАТЭ прилагает усилия к тому, чтобы не отставать от технологического развития, и государства-члены оказывают ему в этом неоценимую поддержку.

“Повышение эффективности инспекций – одна из приоритетных задач МАГАТЭ. Мы стремимся повысить скорость и эффективность текущей работы без ущерба для рабочего процесса, – говорит Димитри Фенкер, специалист МАГАТЭ по прогнозированию развития технологий. – Мы делаем это за счет постепенных изменений и приспособления уже имеющегося на рынке оборудования и технологий под собственные нужды”.

Так, усовершенствование набора для дополнительного доступа позволит инспекторам в ближайшем будущем повысить скорость и точность работы и затрачивать меньше усилий на составление отчетов по возвращении в Вену.

Они станут пользоваться **электронной ручкой** для записи информации при работе на местах; **автономной системой позиционирования**, в которой инерциальный блок закрепляется на ноге инспектора, для фиксирования мест, посещаемых инспектором; различными камерами, оснащенными дальномерами, в том числе инфракрасными камерами, и новым миниатюрным детектором излучения, способным обнаруживать и идентифицировать различные источники излучения. Собранные на местах данные будут обрабатываться специальными программами, и вся информация будет сводиться воедино для формирования высокоточного, привязанного к определенному географическому местоположению отчета об инспекции, содержащего сведения о времени, уровне излучения, точных местах отбора проб, а также фотографии для всего периода проведения инспекции.

“Вместо того, чтобы тратить половину времени на сбор информации для составления отчета, инспекторы будут пользоваться технологическими средствами, которые позволят им высвободить большую часть своего времени для анализа этой информации”, – говорит г-н Фенкер.

В настоящее время МАГАТЭ проводит также оценку преимуществ от применения для целей проверки технологии трехмерного лазерного сканирования, позволяющей оперативно составлять план зданий, по которым проходит инспектор с соответствующим прибором. Для целей проверки представленных государствами заявлений об установках такие трехмерные планы гораздо полезнее стандартных фотографий.

Фото: МАГАТЭ

