

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО ГАММА-ФОНА

**В. Г. Батий, А. И. Стоянов, А. А. Правдивый**

*Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль*

**И. М. Копанец, В. В. Селюкова, О. Г. Савчук**

*ИФВЭЯФ ННЦ ХФТИ, Харьков*

Разработаны методика и установка для измерения плотности поверхностного бета-загрязнения объектов в условиях высокого гамма-фона. Установка основана на использовании выносного блока детектирования с коллимированным кремниевым детектором.

### Введение

В процессе обращения с радиоактивными материалами, при выбросах радиоактивных веществ и возможных авариях в ходе эксплуатации радиационно-опасных объектов, при производстве работ на радиоактивно загрязненных территориях и т.п. могут образовываться радиоактивные загрязнения смешанного типа (альфа-, бета- и гамма-загрязнения)

Для решения вопроса дальнейшего обращения с поверхностно загрязненными объектами необходимо контролировать уровень их загрязнения.

Определение общего радиоактивного загрязнения поверхностей сооружений, тела, одежды и т.д. с достаточной точностью может быть выполнено путем измерения плотности потоков бета-частиц дозиметрическими приборами типа МКС-01Р, КРБ, МКС-07 «Пошук», ДКС-01 «Селвис». Обычно при измерениях основным источником гамма-фона являются сами загрязненные поверхности и больших проблем с его учетом не возникает. Однако в некоторых случаях, например при измерении на объекте "Укрытие" и в непосредственной близости от него, в хранилищах РАО и отработанного ядерного топлива и вблизи других интенсивных источников ионизирующих излучений (реакторы, ускорители) вклад гамма-фона может существенно увеличить погрешность измерений уровней поверхностного загрязнения или даже сделать их невозможными.

Целью настоящей работы является описание методики и конкретных технических решений для измерения поверхностных бета-загрязнений в условиях сильного гамма-фона.

### Методика измерений бета-загрязнения в условиях высокого гамма-фона

Для проведения прямых измерений плотности полного поверхностного бета-загрязнения в условиях сильного гамма-фона необходимо снизить вклад гамма-излучения в общее радиационное поле, измеряемое детектором. Этого можно добиться применением экранирования от внешнего гамма-излучения (учитывая, что в условиях объекта "Укрытие" основной вклад в гамма-фон вносит  $^{137}\text{Cs}$ ) и учетом фактора анизотропии углового распределения гамма-поля.

Для измерения плотности полного поверхностного бета-загрязнения в высоких смешанных радиационных полях (где основной вклад в гамма-поле вносит  $^{137}\text{Cs}$ ) целесообразно использовать прямые измерения выносным кремниевым бета-детектором в свинцовом коллиматоре. Кремниевый бета-детектор обладает определенными преимуществами по сравнению с другими типами детектора:

относительно невысокий атомный номер приводит к невысокой эффективности регистрации гамма-излучения, которая уменьшается с ростом энергии гамма-квантов (чувствительность к гамма-излучению с энергией 661,6 кэВ у него в 100 раз ниже, чем к бета-излучению  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ );

небольшой размер блока детектирования, что позволяет добиться приемлемой массы защиты бета-детектора.

В разработанной установке возможно применение прибора ДКС-01М "Селвис" или МКС-07 «Пошук» с выносными блоками детектирования БДИБ-01К или БДИБ-10 производства "Экотест" (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Прибор ДКС-01М "Селвис" с выносным блоком детектирования бета-частиц БДИБ-01К.



Рис. 2. Прибор МКС-07 "Пошук" с выносным блоком детектирования бета-частиц БДИБ-10.

Эти приборы выбраны по следующим соображениям. Они имеют достаточно широкий диапазон измерений мощности дозы гамма-излучения и плотности потока бета-частиц, могут использоваться в разнообразных измерениях. В то же время они имеют несколько различные конструктивные и технические решения, и только полевые измерения позволят определить преимущества и недостатки каждого из них. Эти приборы, что важно для решения данной задачи, можно оснастить выносными блоками детектирования на основе кремниевых детекторов. Причем размер блоков детектирования практически одинаков: диаметр 42 мм, длина 45 мм.

Применение методики измерения полного поверхностного загрязнения установкой с выносным блоком детектирования бета-частиц, помещенным в коллиматор, позволит получать достоверные результаты в условиях сильного гамма-фона. Такая методика дополнит возможности существующих методик определения поверхностного загрязнения и даст возможность получить более полные характеристики радиоактивного загрязнения.

Исследование радиоактивно загрязненных поверхностей такой установкой позволит решить и другие задачи:

более точно определить неравномерность поверхностного загрязнения и границы наиболее загрязненных участков;

поиск "горячих" частиц, осевших на поверхность.

### Конструктивные решения

Для указанных блоков детектирования разработан свинцовый коллиматор с толщиной стенок 30 мм. Толщина защитных стенок коллиматора оптимизирована, исходя из реальных условий измерения на объекте «Укрытие» и вблизи него. Габаритные размеры и масса коллиматора позволяют перемещать его одним человеком, что важно при работе на объекте. В зависимости от величины гамма-фона и решаемых задач предусмотрено применение различных вариантов коллиматора, отличающихся передней съемной частью.

Предполагается для такой установки использовать три типа коллиматоров: с цилиндрическим (вариант "1", рис. 3) и коническим (вариант "2", рис. 4) коллимационными отверстиями, без экранирования в передней полусфере - защита от гамма-фона с задней полусферы (вариант "3", рис. 5).

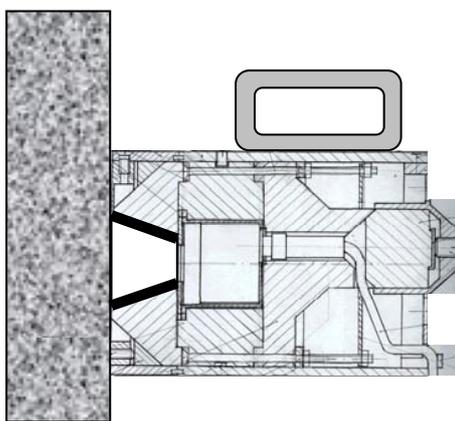


Рис. 3. Вариант с коническим коллимирующим отверстием.

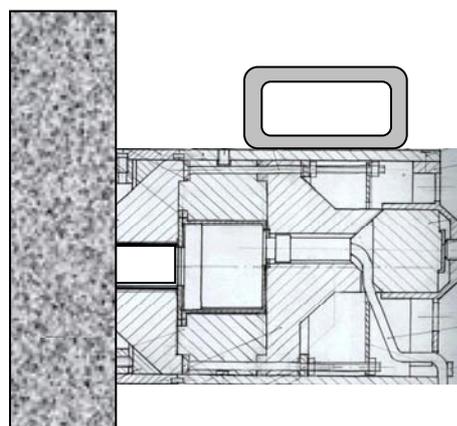


Рис. 4. Вариант с цилиндрическим коллимирующим отверстием.

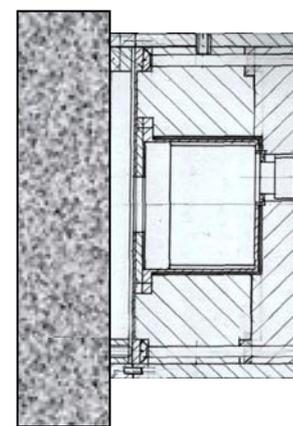


Рис. 5. Вариант с защитой без коллиматора.

Коллиматор в варианте "1" целесообразно применять в случае достаточно сильного гамма-фона, в том числе и с переднего направления. Кроме того, он применяется для поиска "горячей" частицы (когда ее положение уже приблизительно определено при помощи коллиматоров "2" или "3") или оконтуривания небольшого загрязненного пятна.

Коллиматор "2" целесообразно применять, когда интенсивные источники гамма-излучения находятся и в передней полусфере, но не непосредственно в направлении измерения. Он применим и для предварительного определения расположения "горячей" частицы или небольшого загрязненного пятна.

Коллиматор "3" целесообразно применять для измерений невысоких уровней загрязнения (эффективность регистрации в этом варианте существенно выше, чем в других), а также для измерений в случаях отсутствия интенсивных источников в передней полусфере. Например, для измерения поверхностных загрязнений крупногабаритных РАО, если их можно расположить таким образом, чтобы за ними не было интенсивных источников гамма-излучения или при измерении поверхностных загрязнений массивных железобетонных конструкций, которые сами являются хорошей защитой от гамма-фона.

После проведения математического моделирования и полевых испытаний набор и тип коллиматоров были оптимизированы в зависимости от условий измерения.

### Конструкция и основные детали установки

Была разработана и изготовлена установка для полевых измерений в условиях высокого гамма-фона (рис. 6 и 7).

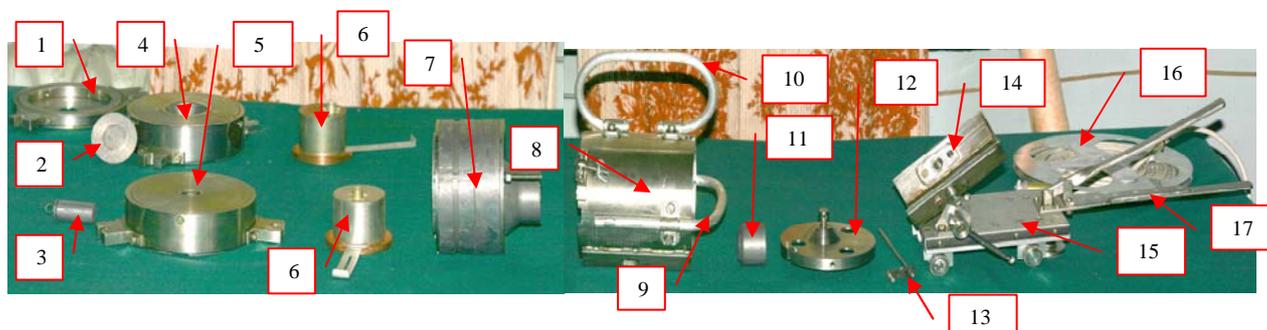


Рис. 6. Основные детали коллимационного устройства:

1 – кольцо фиксирующее; 2, 3 – свинцовые заглушки; 4, 5 – коллиматоры передней части устройства; 6 – детекторы с заслонкой; 7 – средняя часть устройства; 8 – корпус; 9 – выдвижная ручка; 10 – ручка для переноса; 11 – свинцовая заглушка; 12 – крышка задней части устройства; 13 – ограничитель хода каретки; 14 – поддон; 15 – каретка; 16 – катушка с проводом; 17 – тормозное устройство.

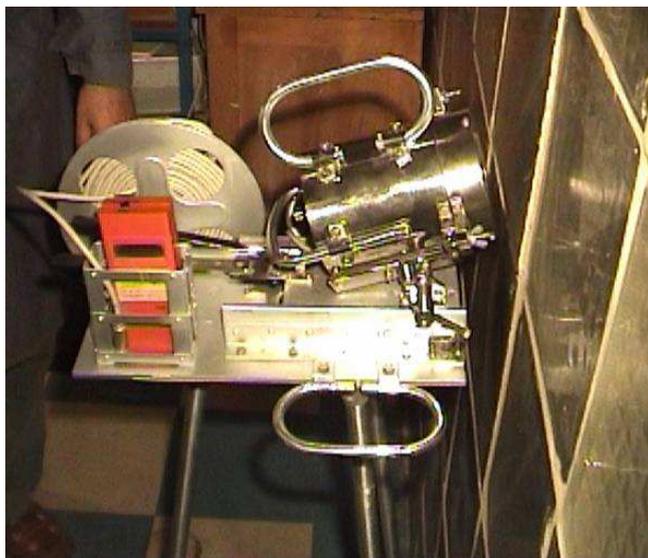


Рис. 7. Общий вид коллимационного устройства с юстировочным столиком.

Для проведения продолжительных измерений разработана подставка с юстировочным устройством, на которой находится коллиматор и каретка. Она служит как для непосредственного проведения измерений поверхностных загрязнений вертикальных (или слегка наклоненных) поверхностей, так и как временная опора для коллиматора при перерывах в измерениях. Фиксирующее устройство, расположенное на каретке, позволяет устанавливать коллиматор на необходимом расстоянии до измеряемой поверхности. Для измерения неровных поверхностей предусмотрено юстировочное устройство. Подставка с юстировочным устройством сборная, ее удобно переносить одному человеку.

### Заключение

Разработанные методика и установка для измерения величины поверхностного бета-загрязнения в условиях сильного гамма-фона предназначены для решения широкого круга задач:

- определения характеристик, сортировки и паспортизации крупногабаритных поверхностно загрязненных РАО, образующихся в процессе производства работ;

- оценки уровня загрязнения инструмента и оборудования для принятия решения о необходимости его дезактивации;

- измерения поверхностных бета-загрязнений на горизонтальных поверхностях рабочих зон, составления картограммы поверхностных загрязнений в зонах производства работ и оценки в них снимаемых загрязнений;

- получения исходных данных для расчета эквивалентных доз внешнего облучения открытых участков кожи и хрусталика глаз персонала;

- оценки отношений полного и снимаемого поверхностных загрязнений;
- поиска "горячих" частиц, осевших на поверхность.

Установка позволит проводить измерения поверхностных загрязнений в различных условиях:

- на вертикальных и наклонных (до  $\pm 10^\circ$ ) поверхностях при помощи подставки;

- на произвольно расположенных поверхностях на удалении до 5 м от подставки с измерительным прибором с отсоединенным узлом детектирования;

- на горизонтальных поверхностях в зонах производства работ (предусмотрена удлиненная ручка на задней части коллиматора для удобства проведения большого количества измерений).

В зависимости от гамма-фона и решаемых задач предусмотрено применение различных вариантов коллиматоров, отличающихся передней съемной частью. При необходимости возможна разработка и применение других вариантов съемной части коллиматоров, более подходящих к конкретным условиям проведения работ.

Разработанная установка может найти применение для измерения поверхностных загрязнений на различных радиационно-опасных объектах: в хранилищах РАО и отработанного ядерного топлива, вблизи других интенсивных источников ионизирующих излучений (реакторы, ускорители и пр.).

Поступила в редакцию 08.02.07

**17 ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНЕВО ЗАБРУДНЕНИХ ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ ВИСОКОГО ГАММА-ФОНУ**

**В. Г. Батій, О. І. Стоянов, О. А. Правдивий, І. М. Копанець, В. В. Селюкова, О. Г. Савчук**

Розроблено методику та установку для вимірювання щільності поверхневого бета-забруднення об'єктів в умовах високого гамма-фону. Установка заснована на використанні виносного блока детектування з колімованим кремнієвим детектором.

**17 DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF SURFACE CONTAMINATED OBJECTS IN CASE OF STRONG GAMMA BACKGROUND**

**V. G. Batiy, A. I. Stojanov, A. A. Pravdivyy, I. M. Kopanets, V. V. Selukova, O. G. Savchuk**

Technique and device for measurement of surface contamination density in case of strong gamma background were developed. The device is based in use of separate detection unit with collimated silicon detector.