

Защита персонала от аэрозольных выбросов при проведении дезактивационных работ при выводе из эксплуатации радиационно опасных объектов

В данной статье рассматривается опыт применения системы пылеподавления с целью снижения пылеобразования при проведении дезактивационных работ при выводе из эксплуатации радиационно опасных объектов в помещениях с экстремально высокими уровнями поверхностного загрязнения альфа-излучающими нуклидами.

Ключевые слова:

вывод из эксплуатации, дезактивация, средства индивидуальной защиты, санитарно-защитная зона, радиационно опасный объект, обеспечение безопасности, защита персонала, аэрозольные выбросы, система пылеподавления.

**А.Б.Майзик^{1,2}, А.Г.Цовьянов²,
И.П.Коренков², Т.Н.Лашенцова^{2,3}**

¹ АО «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара», г. Москва, Россия

² ФГБУ ГНЦ Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, Россия

³ Российский университет Дружбы Народов, г. Москва, Россия

При выводе из эксплуатации ядерных и радиационно опасных объектов (ЯРОО) и реабилитации территорий применяются различные технологии дезактивации, использующие физические и химические методы удаления радиоактивного загрязнения. Дезактивация таких объектов, как здания и сооружения, имеет свои особенности, является важной задачей, которая сейчас остро встала на повестку дня и требует решения. Особенно остро стоит проблема дезактивации поверхностей помещений, которые имеют загрязнения α -излучающими радионуклидами [1-6].

При выводе из эксплуатации зданий и сооружений на первое место выходит проблема уменьшения объема отходов, который необходимо изолировать как радиоактивные отходы. Решением проблемы является предварительная сортировка отходов, которая может быть решена отделением их от незагрязненных строительных отходов и мусора. Для этого необходимо выявить рабочее поверхностное загрязнение помещений и оборудования, которое можно дезактивировать, отделив радиоактивное загрязнение.

Дезактивация таких объектов, как здания и сооружения, направлена на очистку строительных конструкций, бетонных и кирпичных поверхностей сухим методом, который с экономической точки зрения является наиболее приемлемым для таких объектов. Этой проблеме не уделяется должного внимания, так как существующие технологии очистки поверхностного загрязнения, как правило, предполагают образование большого объема аэрозольных отходов, организация эффективной очистки которых требует больших затрат. Трудности связаны с тем, что при этом образуется большое количество аэрозольных выбросов, загрязненных альфа-излучающими радионуклидами, критическим орга-

ном для которых являются легкие.

По этому вопросу есть несколько направлений, которые требуют решения: определение содержания радионуклидов; эффективная технология удаления, позволяющая уменьшить объем образующихся отходов; защита персонала при проведении таких работ. Основное внимание при этом необходимо уделять соблюдению требований радиационной безопасности и гигиенической защите персонала.

Решение проблемы защиты от радиоактивных аэрозолей является актуальной задачей, важность которой не вызывает сомнения и является целью данной работы. Поиск оптимальных технологических решений для решения этой задачи определяет экономическую эффективность применения этих методов.

На практике широкое распространение получили методы сухой очистки струей воздуха с последующим пылеотсасыванием [7]. Технология организации процесса дезактивации заключается в следующем. На первой стадии струей воздуха с поверхности удаляется радиоактивное загрязнение в виде мелких частиц и структурированных масс, все загрязнение переводится во взвешенное и аэрозольное состояние. Для

повышения эффективности и интенсификации процесса снятия верхнего слоя загрязнения в воздушную струю иногда вводят порошок, обладающий абразивными свойствами, в качестве которого применяется песок, карборунд и др. Вторая стадия – очистка воздушной массы, которая находится во взвешенном состоянии.

Цель работы заключается в обосновании эффективности пылеподавления аэрозолей, содержащих альфа-излучающие нуклиды, образующиеся при использовании сухих методов дезактивации рабочих поверхностей помещений.

Методы и методики

Объемную суммарную альфа- и бета-активность аэрозолей воздуха рабочих помещений определяли радиометрическим методом согласно утвержденным методикам. При проведении измерений использовался сцинтилляционный радиометр УМФ-2000 с программным обеспечением. Загрязнение поверхностей альфа- и бета-излучающими нуклидами определяли дозиметрами-радиометрами МКС-АТ 1117М, ДКС-96, в соответствии с инструкциями по эксплуатации.

В качестве технологического оборудования использовались: промышленная пушка для подавления пыли на от-

крытых и полузакрытых площадках модели Virston M30, имеющая насосное поршневое оборудование; промышленный пылесос NILFISK с комплектующими насадками, упаковочные комплекты для сбора радиоактивных отходов; фильтры НЕРА; средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Результаты исследования

Представленные в статье материалы разработаны и реализованы при практическом выполнении в 2014–2015 гг. комплекса работ по дезактивации помещений выводимого из эксплуатации корпуса «Б» АО «ВНИИНМ». Эти работы проводило ООО «Квант» (г. Красноярск) совместно с АО «ВНИИНМ» при научно-техническом сопровождении со стороны АО «ФЦЯРБ» и ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

Исследовательский корпус «Б» (далее – корпус) построен в 1945 г. и являлся одним из старейших корпусов ОАО «ВНИИНМ».

В период активной эксплуатации (1949–2010 гг.) проводилась реконструкция помещений с целью создания лабораторий для проведения работ с открытыми ИИИ. Лаборатории создавались хаотично, что привело к нару-

шению важнейшего принципа обязательного сосредоточения работ с радиоактивными веществами в одной части здания (пп. 3.85–3.86 ОСПОРБ-99/2010).

Корпус представлял собой отдельно стоящее шестиэтажное здание с подвалом, площадь застройки – 2407 м², общая площадь помещений – 7469 м², объем корпуса составляет 40369 м³. Корпус был оборудован системами электроснабжения, отопления, спецканализации, спецвентиляции и газоочистки, водопроводом.

В помещениях находилось значительное количество технологического оборудования, как мелкого, так и крупногабаритного, включая вытяжные шкафы, отдельные перчаточные боксы и цепочки боксов. Также в корпусе были расположены крупногабаритные установки, в первую очередь радиохимический стенд.

В корпусе в рамках оборонных и народно-хозяйственных программ выполнялись лабораторные, стендовые и опытно-промышленные экспериментальные работы с использованием различных ядерных материалов, радиоактивных веществ и источников ионизирующих излучений. В частности, проводились работы со следующими нуклидами: Th-232,

U-235, Np-237, U-238, Pu-239, Am-241, Co-60, Sr-90, Tc-99, Ru-106, Cs-137.

В ходе проведения комплекса работ по выводу из эксплуатации корпуса «Б», в том числе работ по разгерметизации, вскрытию боксов, цепочек боксов с извлечением осадков, отложений, остатков технологических растворов и последующим отбором проб были выявлены помещения с чрезвычайно высокими уровнями загрязнения альфа-излучающими радионуклидами, преимущественно плутонием.

Характерной особенностью загрязнения таких помещений является наличие тонких фракций пыли (размеры аэрозолей), из-за чего существенно усложняется организация работ:

- необходимо предпринимать существенные контрмеры для ограничения распространения радиоактивного загрязнения за пределы аварийных помещений при выполнении работ (организация трехсекционных шлюзов, организация «мокрой» дезактивации в саншлюзах, дополнительная герметизация стыковочных узлов);
- организация повышенной защиты персонала (вплоть до изолирующих костюмов) с целью недопущения внутреннего облучения

- наиболее радиотоксичными альфа-излучателями;
- при проведении радиационного обследования в таких помещениях вероятно не-обратимое (не поддающееся дезактивации) загрязнение поверхностей блоков детектирования для измерения плотности потоков альфа-частиц (т. к. измерения необходимо проводить практически вплотную к загрязненной поверхности);
 - перед проведением пробоотбора и работ по демонтажу (разделке) оборудования необходимо зафиксировать пылевые фракции, в то же время участки оборудования должны быть в последующем доступны для проведения указанных операций.

Радиационное обследование помещений в здании, выводимом из эксплуатации, направлено на измерение уровня поверхностного радио-

активного альфа-загрязнения. В нашей работе предложен метод, позволяющий решить ряд проблем, связанных с этим. Одной из проблем является корректная оценка уровня поверхностного альфа-загрязнения и, самое главное, оценка равномерности распределения загрязнения.

Полученные результаты комплексного инженерного радиационного обследования всех помещений представляют большой объем измерений, которые показали, что уровни α -загрязнения помещений менялись от фоновых значений до аварийных (от 1 до 100000 α -част./см²·мин).

Была проведена статистическая обработка полученных данных. Для качественного анализа полученного массива данных использовали метод многомерной классификации – кластерный анализ, который позволил выделить однородные группы резуль-

татов измерения. Кластерный анализ данных заключался в том, что все пробы разбили на группы (кластеры) методом Уорда (Ward's method), используя вычисление сходства методом городских кварталов (Manhattan distances). Кластерный анализ данных позволил выделить 4 кластера по уровню поверхностного радиоактивного загрязнения по α - и β -загрязнению, которые легли в основу деления радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей, оборудования, разных материалов на зоны.

Было выделено четыре зоны: чистая (фоновая), условно чистая, загрязненная и опасная (грязная) – табл.1.

IV зона соответствует фоновым значениям поверхностей рабочих помещений.

III зона – это уровень загрязнения α -частицами основной спецодежды, внутренней поверхности дополнительных средств индивидуальной

Табл.1. Уровни радиоактивного загрязнения поверхностей оборудования и (или) строительных конструкций, определяющие разделение корпуса «Б» на зоны.

Номер зоны	α -частиц, см ⁻² ·мин ⁻¹	β -частиц, см ⁻² ·мин ⁻¹	Мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч	СИЗ и СКЗ
IV (чистая)	не более 1	не более 50	не более 0,3	Рабочая спецодежда
III (условно чистая)	от 1 до 5	от 50 до 2000	от 0,3 до 0,6	Рабочая спецодежда, бахилы, лепесток
II (загрязненная)	от 5 до 50	от 2000 до 10000	от 0,6 до 2,4	Бахилы, лепесток, изолирующий костюм
Ia (опасная)	от 50 до 100	от 10000 до 50000	от 2,4 до 9,6	Однокамерный саншлюз, изолирующая маска, изолирующий костюм
Ib (чрезвычайно опасная)	от 100 до 1000	от 50000 до 100000	более 9,6	Двухкамерный саншлюз, изолирующая маска, изолирующий костюм
Ic (аварийная)	более 1000	более 100000	более 9,6	Трехкамерный саншлюз с вентиляцией, изолирующие костюмы с подачей воздуха, дезактивационная кабина

защиты, наружной поверхности спецобуви, который соответствует 5 част./см²-мин и 2000 част./см²-мин для β-частиц.

II зона соответствует значениям поверхностного допустимого загрязнения помещений периодического пребывания персонала и находящегося в них оборудования, значения которых не должны превышать 50 част./см²-мин для α-частиц и 10000 част./см²-мин для β-частиц.

I зона – выше этих значений, это наружная поверхность дополнительных средств индивидуальной защиты, снимаемых в саншлюзах, и соответствует уже аварийному загрязнению.

На основе полученных данных по загрязнению напольных покрытий, стен, оборудования в помещениях были построены картограммы, которые характеризуют пространственное распределение α- и β-активных радионуклидов.

Пример построения картограммы приведен на рис. 1.

Обоснование метода сухой дезактивации поверхностного загрязнения помещений

В процессе проведения работ методом сухой дезактивации поверхностного загрязнения помещений выявили, что в воздухе появляются мелкодисперсные фракции пыли с размером аэрозольных частиц менее 10 мкм, которые

задерживаются в легких, являются опасными для здоровья персонала. Это частицы с фракцией 2,5 и 10 мкм, которые имеют индексы РМ10 и РМ2,5, и с 2010 года их содержание нормируется. Данные фракции пыли не задерживаются промышленными пылесосами, практически не оседают за счет гравитационных эффектов и, соответственно, выявление их содержания требуется для защиты персонала с позиций радиационно-гигиенического нормирования [8-10]. В настоящее время в качестве критерия оценки качества атмосферного воздуха в России используются санитарно-гигиенические нормы: предельно допустимые концентрации (ПДК) и

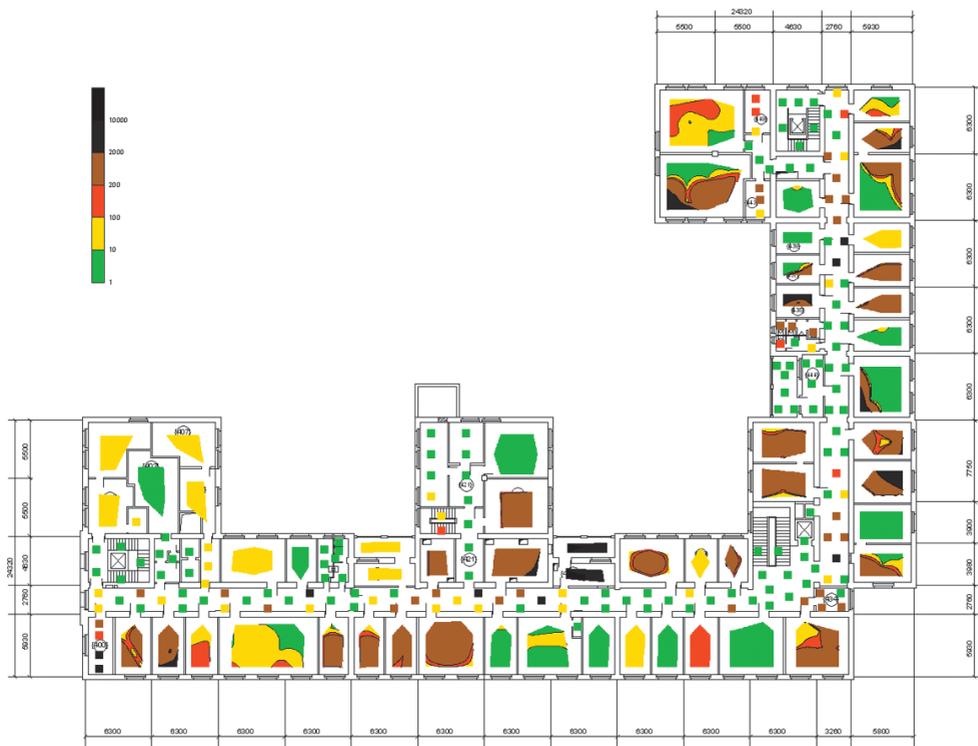


Рис. 1. Зонирование поверхностного радиоактивного загрязнения помещений 4 этажа по уровню загрязнения бета-излучающими радионуклидами.

ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест. Такие нормативы установлены для более 2000 веществ и смесей. Поэтому вполне обоснованным является переход от наблюдения общего содержания взвешенных частиц к наблюдениям за содержанием PM10 и PM2,5. Согласно ГН 2.1.6.3492-17 [11], в России установлены соответствующие ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест, но документы для защиты персонала требуют уточнений.

Для организации работ в помещениях с экстремально высокими уровнями загрязнения альфа-излучателями, прежде всего плутонием, необходимо в первую очередь зафиксировать частицы фракции пыли микронных размеров, для которых воздействие конвективных потоков воздуха в помещении (за счет работы вентиляции, передвижения персонала, проведения каких-либо работ) будет преобладающим. В таких случаях общепринятая практика фиксации загрязнений твердеющими полимерными покрытиями будет малоэффективна.

Для ограничения распространения радиоактивного загрязнения за пределы этих помещений пришлось срочно

принимать меры подавления пылеобразования. Были организованы трехсекционные шлюзы с «мокрой» дезактивацией путем осаждения частиц аэрозольных фракций пыли с каплями водяного тумана.

Организация пылеподавления в помещениях с помощью систем туманообразования

Системы туманообразования низкого давления (рабочее давление до 20 bar) создаются на основе распыляющих форсунок с большим выходным диаметром (не менее 0,50 мм) и позволяют получить капли воды размером от 20 мкм. Нами использовалась промышленная пушка для подавления пыли на открытых и полузакрытых площадках модели Virston M30, имеющая насосное поршневое оборудование с максимальным расходом воды от 21,6 (для рабочего давления 3 bar) до 40,0 л/мин (10 bar). Оборудование спроектировано таким образом, что 64 форсунки распыления, размещенные на короне (выход вентилятора диаметром 410 мм), выбрасывают в воздух капли воды на дистанции от 5 до 30 метров с углом вращения 340° [12].

Улавливание взвешенной в воздухе пыли диспергированной жидкостью протекает под воздействием следующих механизмов:

- инерционный захват частиц пыли, движущихся с большой скоростью с каплями воды с последующим осаждением ассоциата «капля+пылинка» на близлежащие поверхности;
- диффузионный захват пылинок в процессе осаждения капель воды на поверхность через запыленный воздух;
- коагуляция отдельных увлажненных пылинок в крупные агрегаты и более быстрое осаждение их на поверхность;
- конденсационный захват пылевых частиц каплями воды с последующим осаждением.

Инерционный захват движущимися каплями жидкости зависит от вероятности встречи пылевой частицы и капли и эффективности захвата пылинки при встрече с каплей. Вероятность встречи пылинок с каплями зависит от расхода воды через форсунку, диаметра капелек, запыленности воздуха и других параметров орошения и может быть определена по закону Пуассона:

$$P = a \cdot e^{-a}, \quad (1)$$

где

$$a = \frac{3 \cdot Q \cdot \sqrt[3]{(200 \cdot \Pi)^2}}{\pi \cdot d_k \cdot V_o \cdot l^2 \cdot \text{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}, \quad (2)$$

где Q – расход воды через форсунку, м³/с; Π – запыленность воздуха, мг/м³; d_k – размер капелек жидкости, м; V_o – начальная скорость поле-

та капель, м/с; l – расстояние от форсунки, м; α – угол раскрытия факела форсунки, град.

Выражение показывает, что вероятность встречи с пылинками, в первую очередь, зависит от количества диспергированной воды, размера капель, скорости их полета. Эти параметры определяются конструкцией форсунок и давлением воды на распылителе форсунки.

Эффективность инерционного захвата пылинки при ее встрече с каплей воды определяется выражением:

$$E = \frac{K_{Stk}^2}{(K_{Stk} + A)^2}, \quad (3)$$

K_{Stk} – критерий Стокса;
 A – электрический коэффициент, зависит от плотности материала пыли и варьирует от 0,25 до 0,5.

$$K_{Stk} = \frac{\rho_r \cdot d_r^2 \cdot V_{omn}}{18\mu \cdot d_k}, \quad (4)$$

где ρ_r – плотность материала пыли, кг/м³; d_r – размер пылевых частиц, м; V_{omn} – относительная скорость движения капли и пылинки, м/с; $\mu = 1,84 \cdot 10^{-6}$ кг/м·с – вязкость воздуха; d_k – размер капель, м.

Формулы (3) и (4) показывают, что эффективность инерционного захвата зависит от относительной скорости капли и пылинки и диаметра капель. При этом с уменьшением размера капелек эф-

фективность захвата пылинок возрастает. Для капель с диаметром много меньше 100 мкм скорость седиментации будет значительно меньше скорости турбулентной диффузии, поэтому такие капли практически равномерно заполняют объем помещения (рис.2).

На рис.2 приведена полученная зависимость скорости седиментации от размера частиц воды, что дает возможность достаточно корректно оценить поведение частиц пыли такого же диаметра.

Находясь в пространстве турбулентной атмосферы со скоростью движения даже меньшей, чем скорость их собственной седиментации, капли переносятся турбулентными потоками, т. е. имеет место турбулентная диффу-

зия капель в объеме помещения (газожидкостной аналог «броуновского» движения твердых частичек в жидкости).

Из диаграммы рис.2 следует, что для частиц диаметром менее 60 мкм скорость оседания оценивается менее 10 см/с, это означает, что вертикальная составляющая их перемещения уже не является доминирующей, и при интенсивном движении в таких помещениях конвекционные потоки вносят более существенный вклад. Расчеты показывают, что частицы плутония микронных размеров несут на себе активность порядка $n \cdot (1-10)$ Бк, как правило, они ассоциированы с частицами материала значительно меньшей плотности («наездники»).

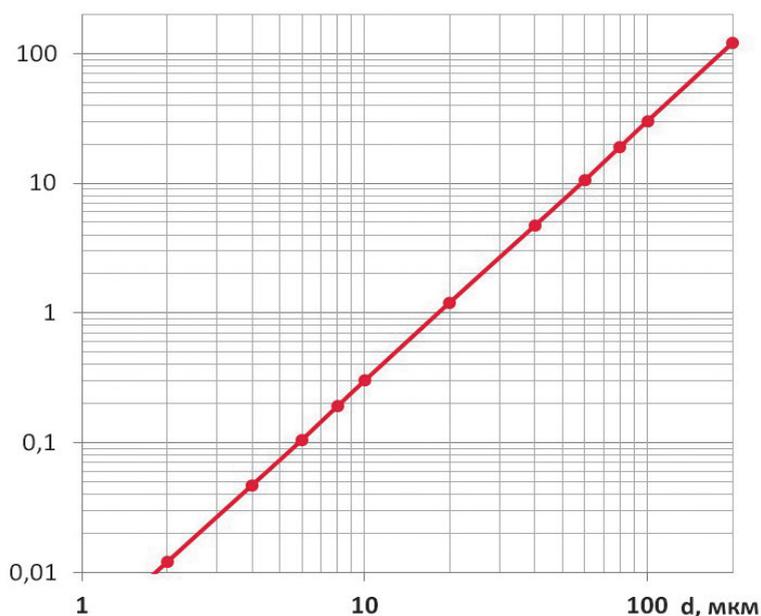


Рис.2. Зависимость скорости оседания капель воды от их размера ($\rho = 1 \text{ г/см}^3$).

Диффузионный захват пылинок определяется уровнем запыленности воздуха, количеством капелек в единице объема и их диаметром. При этом с увеличением размера капелек воды до 200–400 мкм эффективность этого способа очистки воздуха от пыли возрастает. Диффузионный захват пылинок, как правило, сопровождается коагуляцией, что способствует более быстрому их осаждению на поверхность. Эффективность конденсационного улавливания пыли определяется степенью насыщения пылевоздушного потока парами воды и размерами капелек жидкости. Для эффективной реализации этого метода необходимо поддерживать постоянное пересыщение. В этом случае капельки воды становятся ядрами конденсации паров воды.

При конденсации паров воды происходит направленный к капле поток воздуха, что способствует улавливанию пылинок диспергированной водой. С увеличением размера капелек до 300–500 мкм эффективность конденсационного механизма обеспыливания возрастает. Особенно это явление проявляется в условиях высоких температур воздуха. Пылинки в условиях пересыщения также являются ядрами конденсации паров воды, что

способствует увеличению их размеров, слипанию в агрегаты и быстрому осаждению.

Для эффективного пылеподавления (в случае ресуспензии пыли, возникающей за счет конвективных потоков, вызываемых проведением работ в помещении) нами предварительно проводилось распыление водного аэрозоля с размером капель от 100 до 400 мкм.

Для осаждения водного аэрозоля использовали прием, при котором сразу после мокрого пылеподавления в помещении на горизонтальную поверхность наносится слой кварцевого песка фракции 100–200 мкм из расчета 200–400 г на 1 м², это приводит к смешиванию тонкодисперсной аэрозольной фракции с более тяжелыми взвешенными частицами песка, ассоциации которых оседают на горизонтальную поверхность песка. Наши практические исследования показали, что такой фракционный состав песка является оптимальным, при нем достигается максимальная эффективность осаждения.

Для более длительной фиксации загрязнений проводилось незначительное добавление связующих полимеров в воду. За счет такого приема снижается скорость испарения воды из увлажненной пыли, и после высыхания

толщина пленки полимера не окажет существенного воздействия на радиометрические измерения.

Выводы

1. Кластерный анализ данных позволил выделить 4 кластера по уровню поверхностного радиоактивного загрязнения по α - и β -загрязнению, которые легли в основу деления радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей, оборудования, разных материалов на 4 зоны:

- зона I – уровни α - и β -загрязнения превышают 50 и 10000 част./см²-мин соответственно;
- зона II – загрязнение от 5 до 50 для α -частиц и от 2000 до 10000 для β -част./см²-мин;
- зона III – не более 5 α -част./см²-мин и 2000 част./см²-мин для β -радионуклидов;
- зона IV соответствует фоновым значениям поверхностей рабочих помещений.

Деление по уровню поверхностного радиоактивного загрязнения по α - и β -загрязнению поверхности дезактивируемого помещения позволило существенно снизить объем образующихся отходов более высокого класса радиационной опасности, выделить отходы, которые можно классифицировать как промышленные отходы, загрязненные

техногенными радионуклидами, а также позволило обосновать время нахождения персонала в дезактивируемых помещениях и применяемые средства индивидуальной защиты.

2. При сухом методе дезактивации выявлено большое содержание тонкодисперсной аэрозольной фракции пыли, которое требуется для защиты персонала радиационно-гигиенического нормирования за содержанием РМ10 и РМ2,5 и перехода с позиций

общего содержания взвешенных частиц на рабочих местах к содержанию РМ10 и РМ2,5.

3. При организации работ в загрязненных и аварийных помещениях для фиксации взвешенных частиц фракций пыли РМ10 и РМ2,5, мобилизованных конвективными воздушными потоками, а также в процессе радиоактивного распада плутония в загрязнении, сопровождающимся возникновением ядерной отдачи и ионизацией воздуха,

с целью повышения эффективности подавления образования ресуспендированной в объеме дезактивируемого помещения тонкодисперсной (аэрозольной) фракции необходимо предварительное распыление водного аэрозоля с размером капель от 100 до 400 мкм с последующим нанесением на горизонтальную поверхность слоя кварцевого песка фракции 100–200 мкм из расчета 200–400 г на 1 м².

Литература

1. Зимон А.Д., Пикалев В.К. Дезактивация. М.: ИздАт, 1998. 336 с.
2. Коренков И.П., Лашенцова Т.Н., Невейкин П.П., Шандала Н.К. Актуальные проблемы обеспечения радиационной безопасности населения при выводе из эксплуатации радиационно опасных объектов и территорий. Венгрия–Австрия. Сборник материалов VIII Международного симпозиума «Экология человека и медико-биологическая безопасность населения», 20-29 октября, 2012.
3. Емец Е.П., Полуэктов П.П., Симонов В.П., Храбров С.Л., Кабанов А.Б. Патент RU 2210123. Способ очистки металлических поверхностей от радиоактивного загрязнения. Опубликовано 10.08.2003.
4. Ермаков А.И., Семеновых С.В., Коренков И.П., Лашенцова Т.Н., Майзик А.Б. Радиационно-гигиенические подходы при выводе из эксплуатации объектов, загрязненных техногенными α -излучателями // АНРИ. 2015. № 4(83). С. 58-64.
5. Иванов В.Б., Сныгин С.Ю. Анализ и оценка уровня радиационной безопасности предприятия «Московский завод полиметаллов». М.: ООО «Антекс Консалтинг», 2003. 36 с.
6. СТО СРО-П 60542948 00049-2017. Стандарт организации. Объекты использования атомной энергии. Дезактивация оборудования и помещений при выводе из эксплуатации ядерных и радиационно опасных объектов (ЯРОО). Требования к применениям технологий производства работ, 2017.
7. Сафронов В.Г., Осминов А.М. Результаты реабилитационных работ Центра ТПТ и РАР. Сергиев Посад, Сборник трудов к 50-летию ГУП МОСНПО «Радон», 2010. С. 90-96.
8. Гигиенические требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при проектировании работ с ОЯТ и РАО. Руководство Р-ГТП СевРАО-07. ГНЦ ИБФ, 2007.
9. ГОСТ Р 54578-2011. Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия, 2011.
10. Рекомендации по приборному обеспечению дозиметрического и радиометрического контроля в соответствии с НРБ-99 и ОСПОРБ-99. М.: СНИИП, 2003.
11. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.
12. URL: <http://www.tumantorg.ru> (дата обращения 03.09.2015).

Protection of Personnel from Aerosol Emissions During Decontamination Operations During Decommissioning of Radiation-Hazardous Facilities

Mayzik Alexey^{1,2}, Tsovyanov Aleksandr², Korenkov Igor², Lashchenova Tatiana^{2,3}

¹ High technology research Institute for Inorganic materials of a name of the academician A.A. Bochvar (JSC VNIINM), Moscow, Russia

² State Research Center – Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

³ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Abstract. This article discusses the experience of using low-pressure fog generation systems to ensure the safety of work in contaminated and emergency rooms for fixing suspended particles of dust fractions containing alpha-emitting nuclides mobilized by convective air flows, and provides data on the required size of droplets and the method of their further deposition.

Key words: *decommissioning, safety, decontamination, personal protective equipment, sanitary protection zone, the radiation-dangerous object.*

А.Б.Майзик^{1,2} (зам.гл.инж., нач.сл. ЯРБ, асп.), А.Г.Цовьянов² (зав.лаб.),

И.П.Коренков² (д.б.н., к.т.н., гл.н.с.), Т.Н.Лащенко^{2,3} (профессор, д.б.н., к.т.н., в.н.с.).

¹ АО «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара», Москва, Россия.

² ФГБУ ГНЦ Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, Россия.

³ Российский университет Дружбы Народов, Москва, Россия.

Контакты: тел. +7 (906) 739-63-27; e-mail: atsovyan@mail.ru.