

Н.П. ЧЕРНИКОВА

Чернобыльская атомная электростанция, г. Чернобыль

ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЕ - ЛОКАЛИЗУЮЩАЯ ФУНКЦИЯ НА ОБЪЕКТЕ "УКРЫТИЕ"

Одной из главных задач на объекте «Укрытие» (ОУ) является обеспечение защиты персонала, населения, в том числе будущих поколений, и окружающей природной среды от радиологических опасностей, обусловленных наличием на ОУ ядерных и радиоактивных материалов. Функция удержания радиоактивных веществ и ионизирующих излучений в установленных границах и количествах - локализирующая функция, которая является одной из функций безопасности объекта "Укрытие". Для выполнения этой функции используется модернизированная система пылеподавления (МСПП) и специальные составы на полимерной основе - пылеподавляющие покрытия.

Введение

Объект "Укрытие" был возведен всего за семь месяцев и был сдан для эксплуатации в состав ЧАЭС 30 ноября 1986 г.

ОУ представляет собой разрушенный за проектной аварией блок № 4 Чернобыльской АЭС, который утратил все функциональные свойства энергоблока и на котором выполнены первоочередные мероприятия для уменьшения последствий аварии и продолжают работы по обеспечению его ядерной и радиационной безопасности.

Достаточно сложные условия строительства объекта "Укрытие" в 1986 году не позволили создать герметичную оболочку, которая бы надежно изолировала поверхности "развала" бывшего 4-го блока ЧАЭС от окружающей воздушной среды [1,2]. Так, площадь многочисленных щелей в верхней части кровельных конструкций объекта составляет около 100 м². Кроме того, в крыше предусмотрены технологические отверстия и люки, через которые в центральный зал в пространство над "развалом" реактора введена измерительная аппаратура. И, наконец, существует проектная вытяжная вентиляция через ВТ-2 - общую вентиляционную трубу второй очереди ЧАЭС (3 и 4 блоков).

Одной из основных функций безопасности объекта "Укрытие" является локализирующая функция - предотвращение и ограничение распространения радиоактивных веществ, которые находятся на ОУ, и ионизирующих излучений за установленные границы.

В настоящее время из объекта могут выноситься радиоактивные аэрозоли, образовавшиеся как в момент аварии и находящиеся в виде пыли внутри ОУ, так и новые, возникающие в процессе физико-химического разрушения топливосодержащих материалов (ТСМ), в том числе чистого топлива. Процессы разрушения ТСМ происходят под воздействием естественных (радиационные поля, влажность воздуха, колебание температуры и т.п.) и техногенных факторов (проведение любых работ на объекте). Среди таких процессов - механическое охрупчивание ТСМ, приводящее к пылеобразованию, выщелачивание радионуклидов из топливной матрицы и др.

С позиций радиационной безопасности персонала и воздействия объекта «Укрытие» на окружающую среду пылеобразование в его помещениях является быстротечным и дестабилизирующим фактором.

После сдачи объекта «Укрытие» в эксплуатацию был начат комплекс работ по пылеподавлению путем нанесения на строительные конструкции и оборудование специальных составов на полимерной основе [3]. Сначала это делали с помощью опрыскивателей.

Эффективность локализирующего действия покрытий оценивалось путем взятия мазков с образцов-свидетелей до и после нанесения пленки. Снимаемая активность уменьшилась на два - три порядка.

Актуальность темы

Пылеподавление - это предотвращение распространения радиоактивных частиц в виде дисперсионных аэрозолей с твердой дисперсной фазой.

Существующая на ОУ модернизированная система пылеподавления при демонтаже ОУ будет демонтирована, т.к. она связана с нестабильными конструкциями, подлежащими демонтажу. Поэтому в настоящее время актуальной есть проблема создания мобильной передвижной установки для использования её в целях пылеподавления. Разработка установки и создание полимерного покрытия является насущной задачей для решения одной из главных целей при эксплуатации ОУ, а именно - «улучшение условий труда и экологической безопасности». В последующем полученный опыт по её применению может быть распространен на других АЭС при снятии их с эксплуатации.

Пыль в ОУ

В ОУ находится значительное количество мелкодиспергированного топлива, которое образовалось во время аварии и в последующие годы в результате физико-химического и биологического воздействия на ТСМ. Топливная пыль представляет опасность с точки зрения внутреннего облучения человека и распространения радиоактивных веществ за пределы дислокации с загрязнением окружающей среды. По аэрозольным диаметрам топливная пыль ОУ характеризуется диапазоном 1 - 250 мкм. Субмикронные фракции топливной пыли в ОУ по разным оценкам составляют в среднем не более 4% активности. В качестве верхнего предела рассматривается аэродинамический аэрозольный диаметр 250 мкм. Скорость гравитационного оседания частиц пыли такого размера составляет 85 см/сек. Эти частицы не являются респираторными, однако могут переноситься воздушным потоком и формировать радиоактивное загрязнение.

Кроме топливной в ОУ также присутствует значительное количество нерадиоактивной пыли, образование которой связано с деградацией строительных конструкций и разрушением сухих пылеподавляющих покрытий.

Образование этой пыли продолжается вследствие повреждения конструктивных и строительных материалов под воздействием старения и климатических факторов. В процессе выполнения работ на ОУ образование пыли стимулируется проведением монтажных (демонтажных) работ, а также созданием монтажных проемов в стеновых перегородках и потолочных перекрытиях при их бурении.

Принципы пылеподавления на ОУ

С 1988 г. основным средством, позволяющим снизить концентрацию радиоактивных веществ в воздухе и предотвратить загрязнение окружающей среды за счет распространения аэрозольных образований, стало нанесение пылеподавляющих покрытий.

В конце 1989 г. была введена в эксплуатацию стационарная установка пылеподавления (СПИ). Нанесение осуществляется путем распыления пылеподавляющих составов из специальных форсунок, которые опущены через люки в легкой кровле и проходки в трубном накате в подкровельное пространство объекта. Установка содержала один коллектор с 14 форсунками и покрывала центральную часть подкровельного пространства. Пылеподавляющий состав готовится в емкостях-смесителях и подается по трубопроводам (сухотрубу) насосами.

Эффективность локализирующего действия покрытий оценивалось путем взятия мазков с образцов-свидетелей до и после нанесения пленки. Снимаемая активность уменьшилась на два - три порядка.

Управление системой пылеподавления осуществлялось из операторского помещения, расположенного на той же площадке.

Установка предназначалась для уменьшения концентрации радиоактивных аэрозолей в воздухе помещений объекта «Укрытие» и предотвращения их выноса в окружающую среду. В первые годы после ввода ее в действие средняя активность аэрозолей в воздухе локальной зоны снизилась на порядок [4]. В дальнейшем, влияние работы СПП на радиационную обстановку стало не так заметно, хотя прекращение ее работы в долгосрочной перспективе могло бы привести к увеличению выброса и ухудшению радиационной обстановки как внутри ОУ, так и на его площадке.

По результатам работы СПП было установлено, что система работает недостаточно эффективно, поскольку пылеподавление проводилось на ограниченной площади центрального зала (ЦЗ) (примерно 1/3 от общей площади), а используемые (с середины 90-х годов) пленкообразующие составы были с невысоким содержанием сухого остатка.

В 2003 г. была проведена модернизация СПП (рис.1), состоящая в расширении зоны действия системы на все подкровельное пространство ОУ, оптимизации применяемых составов и режимов их нанесения.

Зона действия МСПП ограничена осями 40-53, рядами Б-С и включает в себя подкровельное пространство разрушенного блока №4 (помещение ЦЗ, боксов барабан-сепараторов и т.д.) и межконтрфорсное пространство [6].

Одним из перспективных видов пылеподавляющих покрытий, применяемых на объекте, являются аккумулярующие защитные полимерные покрытия [7]. Они не только способны удерживать (локализовывать) радиоактивные загрязнения на обрабатываемой поверхности, но и активно поглощать их из окружающей воздушной среды. Применение покрытий этого типа особенно эффективно при проведении работ с интенсивным пылеобразованием (например, сварочные или буровые работы). Составы с аккумуляющим эффектом наносили на стены помещений 207/4, 207/5, 318/2, 427/2, 515/3 и др., где проводили основные технологические работы. Наиболее широкое распространение получили составы на основе виниловых сополимеров со специальными добавками, позволяющие значительно увеличить аккумуляющую способность покрытий. Составы наносили при помощи установки безвоздушного распыления "Вагнер" в два - три слоя. Сроки службы таких покрытий - 14-20 дней. Затем верхний слой покрытия необходимо было обновлять.

Согласно "Программе тестирования пылеподавляющих составов" [8] и выполненному обзору научно-технической литературы в качестве объекта тестирования были выбраны следующие пылеподавляющие составы:

- состав марки ВА-502 на основе поливинилового спирта;
- состав марки ВА-504 на основе поливинилового спирта и силаксан-акрилатного связующего марки КЭ-1336;
- состав марки АК-501 на основе силаксан-акрилатного связующего марки КЭ-1336;
- состав марки СКС-501 на основе бутадиенстирольного латекса.

Наибольшее количество баллов набрал состав марки АК-501, который применяется в настоящее время на объекте "Укрытие" в МСПП. По результатам тестирования состав оптимизирован с учетом требований, изложенных в технической спецификации SIP-P-TM- 10-215-TSN-005 редакция от 10.10. 02.

При нанесении пылеподавляющих составов на ранее необработанные поверхности величина снимаемой активности снизилась в среднем почти на два порядка. При повторном проведении пылеподавления величина снимаемой активности снизилась в среднем в 5-10 раз. Это позволяет сделать вывод, что защитное покрытие выполняет локализирующую функцию - ограничение распространения радиоактивных веществ, находящихся в подкровельном пространстве в виде пыли [5].

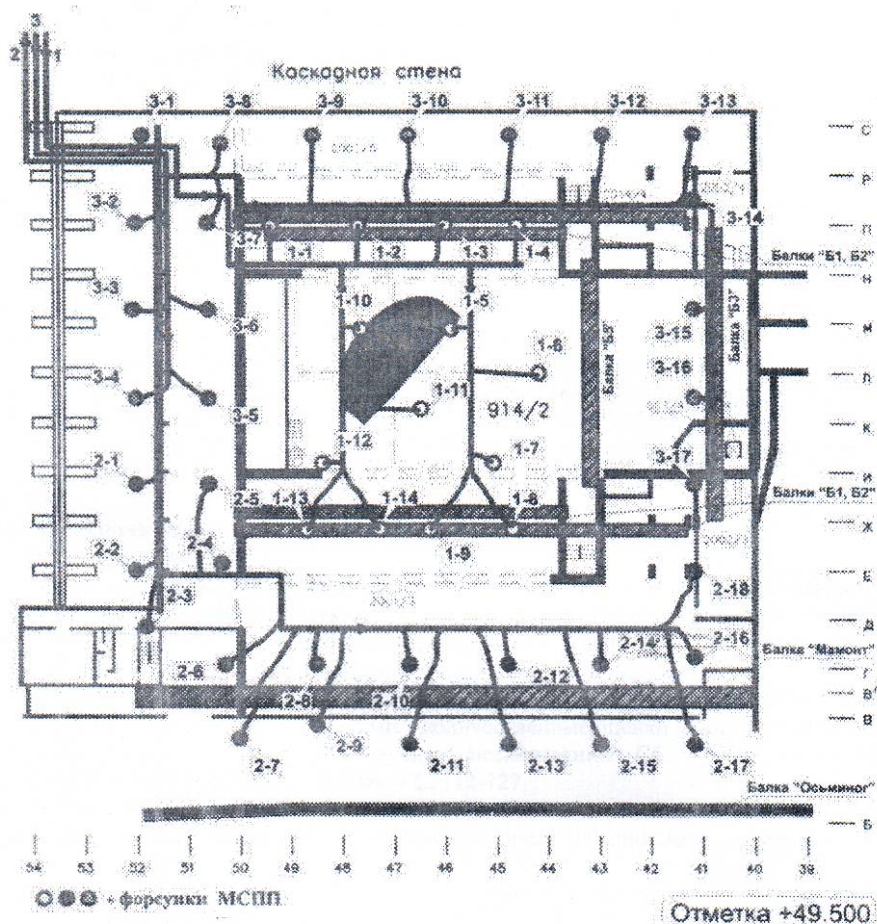


Рис. 1. Блочная схема МСПП

Повышение эффективности работы СПП, уменьшение количества радиоактивной пыли, способной к воздушному подъему, отвечает одной из главных целей ПОМ (План осуществления мероприятий), а именно - «улучшение условий труда и экологической безопасности».

Повышение эффективности СПП отвечает и другой важной цели - «уменьшение последствий аварийного обрушения строительных конструкций», поскольку нанесение пылеподавляющих покрытий в подкровельном пространстве на большую площадь с использованием улучшенного пылеподавляющего состава позволило бы сократить выброс РАУ при аварийных обрушениях.

Оценка эффективности работы МСПП по измерению радиоактивного загрязнения защищаемой поверхности методом мазка (локализирующая способность) показывает высокую эффективность действия МСПП.

Выводы

На основании вышеприведенного следует, что модернизация СПП повысила радиационную и ядерную безопасность ОУ при текущей эксплуатации и аварийных ситуациях, улучшила условия труда персонала, позволила создать защитное полимерное покрытие, которое является важной превентивной мерой безопасности в случае аварийного обрушения конструкций ОУ. А локализирующее полимерное покрытие (ЛПП) обеспечивает полную локализацию пылящих поверхностей в зонах действия установки МСПП. Однако, система пылеподавления эффективна лишь в зонах ее действия, ряд помещений и объектов не охватывается данной системой.

К сожалению, в дальнейшем, в существующем виде МСПП не может быть использована в НБК (Новый Безопасный Конфайнмент), поскольку она связана с нестабильными конструкциями, и она будет демонтирована при демонтаже этих

конструкций. Поэтому разработка мобильной установки пылеподавления является актуальной задачей для улучшения условий труда и экологической безопасности. Так же рассматривается вариант замены существующего ЛПП, потому что применяемые на данный момент покрытия, дорогостоящие и закупаются в России. Так как после ввода в эксплуатацию НБК объект «Укрытие» будет демонтироваться, то нет необходимости в применении ЛПП с большим сроком эксплуатации.

1. Богатое С. А. Взаимодействие аварийного топлива 4-го энергоблока ЧАЭС с конструкционными материалами - количественные оценки / С. А. Богатое // Объект "Укрытие" - 10 лет. Основные результаты научных исследований: Сб. - Чернобыль, МНТЦ "Укрытие" НАН Украины, 1996. – С. 112-127.

2. Боровой А.А. Современное состояние объекта "Укрытие" и его влияние на окружающую среду / Боровой А.А., Богатое С. А., Пазухин Э.М. // Радиохимия. – 1999. – Т. 41, №4. – С. 368-378.

3. Огородников Б.И. Радиоактивные аэрозоли объекта «Укрытие»: 1986-2006 гг.: / Б.И. Огородников, Э.М. Пазухин, А.А. Ключников – Чернобыль: Ин-т проблем безопасности АЭС, 2008, – 456 с.

4. Выполнение работ по анализу неорганизованных выбросов из объекта "Укрытие" (Отчет) / МНТЦ "Укрытие" НАН Украины. - № ГР 0100U004161. - Чернобыль, 2000.

5. Оценка эффективности работы модернизированной системы пылеподавления и ее воздействия на радиационную обстановку внутри объекта «Укрытие» и окружающую среду на этапе пуско-наладочных работ // Отчет МНТЦ «Укрытие» НАН Украины. - Арх. № 3903, Чернобыль, 2003.

6. Программа ввода МСПП в эксплуатацию // Контракт № SIP05-4-011. Документ SIP AOS1 02 0 CP 01 05 от 30.08.04 г., Славутич, 2004.

7. ГОСТ 19465-90. Покрытия полимерные защитные для улучшения радиационной обстановки. Термины и определения. -М.: Изд-во стандартов, 1992. - С.9.

8. SIP UNI 02 10 TEP 03 000 «Программы тестирования пылеподавляющих составов»

Н.П. Чернікова

ПИЛОПРИГНІЧЕННЯ – ЛОКАЛІЗУЮЧА ФУНКЦІЯ НА ОБ'ЄКТІ «УКРИТТЯ»

Одним з головних завдань на об'єкті "Укриття" (ОУ) є забезпечення захисту персоналу, населення, в тому числі майбутніх поколінь і навколишнього природного середовища від радіологічних небезпек, обумовлених наявністю на ОУ ядерних і радіоактивних матеріалів. Функція утримання радіоактивних речовин та іонізуючих випромінювань у встановлених межах і кількостях - локалізуюча функція, яка є однією з функцій безпеки об'єкта "Укриття". Для виконання цієї функції використовується модернізована система пилопригнічення (МСПП).

N. P. Chernikova

DUST CONTROL - LOCALIZING FUNCTION ON THE OBJECT "SHELTER".

One of main tasks on the object "Shelter" is providing of defence of personnel, population, including future generations and the environment from radiological hazards due to the presence of nuclear and radioactive materials on the object "Shelter". Holding function for the radioactive substances and ionizing radiation within the established boundaries and quantities - is a localizing function, which is one of the security features of the "Shelter" object. To perform this function the upgraded dust suppression system is used.