

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦОВ ЗАЩИТНОГО ПЛЕНОЧНОГО ПОКРЫТИЯ ПОДКРОВЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ»

В. А. Краснов, Н. И. Павлюченко, В. Н. Щербин

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль

Приведены результаты исследований по определению характеристик защитного пленочного покрытия подкровельного пространства объекта «Укрытие». Исследования выполнены ИПБ АЭС НАН Украины в сентябре - декабре 2009 г.

Ключевые слова: модернизированная система пылеподавления, подкровельное пространство, защитное пленочное покрытие, измерения толщины.

Для уменьшения концентрации радиоактивных аэрозолей в воздухе помещений объекта «Укрытие» и предотвращения их выноса в окружающую среду в конце 1989 г. была введена в эксплуатацию стационарная система пылеподавления (СПП), которая покрывала центральную часть подкровельного пространства (примерно 30 % площади центрального зала).

В 2003 г. была проведена модернизация СПП, которая включала расширение зоны действия системы на все подкровельное пространство объекта «Укрытие», оптимизацию применяемых составов и режимов их нанесения.

При создании модернизированной системы пылеподавления (МСПП) основное внимание уделялось созданию защитного полимерного покрытия на максимально возможной площади подкровельного пространства и минимизации пылеподъема при нанесении пылеподавляющего состава на ранее необрабатываемые поверхности.

Оценка состояния защитного пленочного покрытия в подкровельном пространстве объекта «Укрытие», созданного пылеподавляющим полимерным защитным составом марки АК-510 по ТУ У 24.6-25661375-001-2004, составляет содержание настоящей работы.

Исследования по определению характеристик защитного пленочного покрытия подкровельного пространства объекта «Укрытие» выполнены ИПБ АЭС НАН Украины в сентябре - декабре 2009 г.

Основанием выполнения исследований являлись: письмо Государственного комитета ядерного регулирования Украины № 24-18/1-4587 от 23 августа 2006 г., запрос на оказание поддержки домашнего офиса SIP09-2-001 - HOSR-005.

Исследования преследовали следующие основные цели:

- оценку эффективности работы МСПП на основе радиометрических измерений;
- оценку состояния защитного полимерного покрытия подкровельного пространства объекта «Укрытие» на основе визуальных наблюдений;
- определение характеристик образцов защитного полимерного покрытия подкровельного пространства объекта «Укрытие»;
- разработку рекомендаций для режимов работы МСПП;
- разработку предложений пылеподавления по использованию мобильной СПП во втором пусковом комплексе (ПК-2) НБК.

Экспериментальные исследования включали:

- оценку нефиксированного (снимаемого) загрязнения поверхностей на верхних отметках в объекте «Укрытие»;
- отбор образцов-свидетелей (далее - образцы) в подкровельном пространстве объекта «Укрытие», визуальный осмотр покрытия и фотосъемки;

определение характеристик полимерного покрытия на образцах при помощи оптического и сканирующего электронного микроскопов;
 измерения толщины защитного полимерного покрытия на металлических поверхностях электромагнитным методом;
 оценку внешнего вида покрытий образцов;
 определение степени адгезии покрытия полимерного пылеподавляющего.

Результаты экспериментальных исследований

Оценка нефиксированного (снимаемого) загрязнения поверхностей на верхних отметках в объекте «Укрытие»

Для оценки снимаемого радиоактивного загрязнения на характерных поверхностях (бетон, металл, щебень) был выполнен отбор шести сухих мазков в помещениях на отметке +45,00 ряды В-Д, оси 44-51 (западная опора балки «Мамонт», рис. 1) и измерения состава и активности радионуклидов в отобранных мазках.

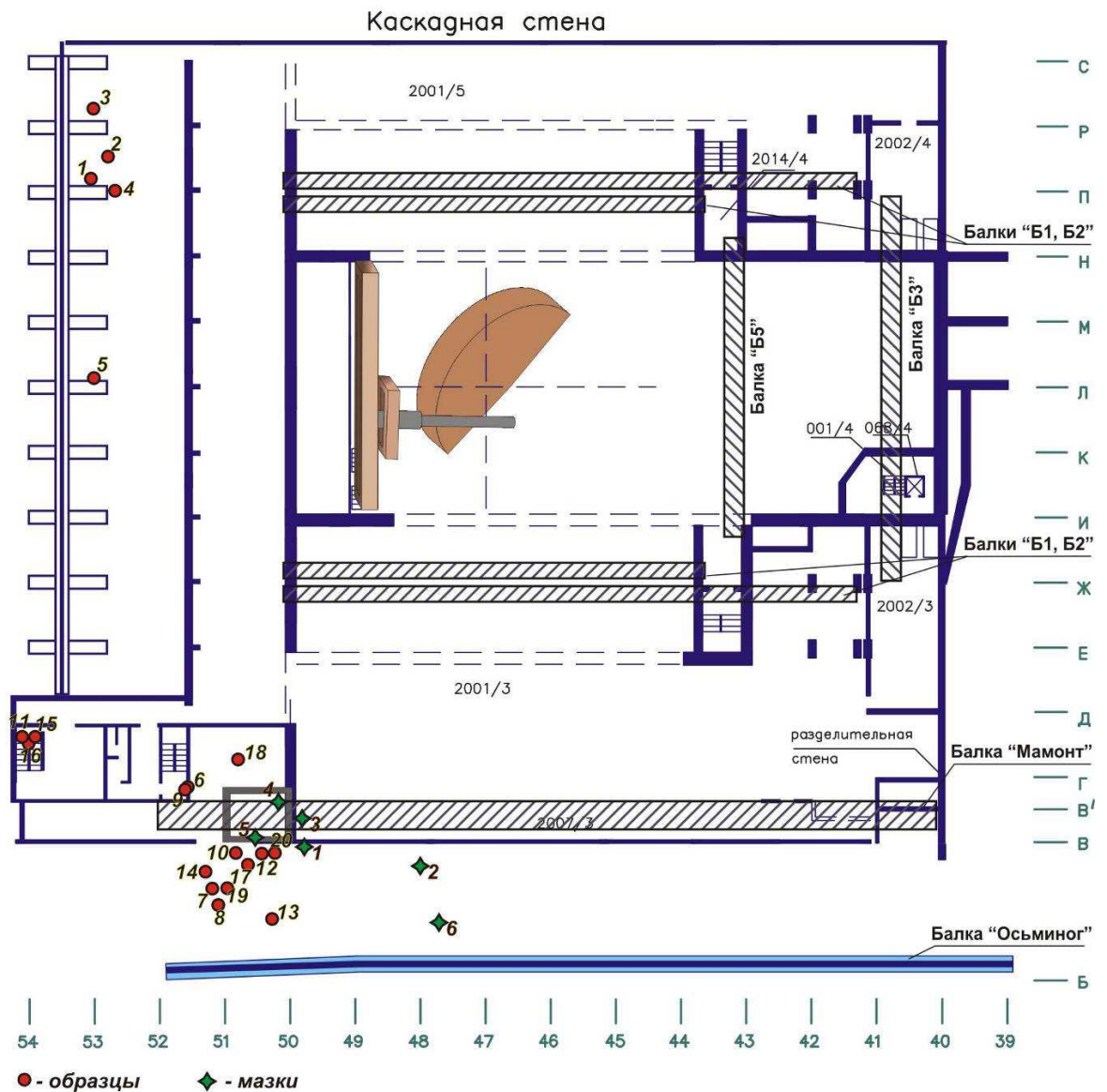


Рис. 1. Места отбора образцов и мазков.

Отмечено, что до проведения пусков МСПП осенью 2004 г. величина снимаемой β -активности с указанных поверхностей составляла $12000 \div 30000$ част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$, до проведения весенних пусков МСПП в 2005 г. – $800 \div 14000$ част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$, до проведения летних пусков МСПП 2005 г. – $150 \div 1200$ част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$, после проведения пылеподавления – $30 \div 480$ част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$. Через три месяца после пылеподавления осенью 2009 г. величина снимаемой β -активности с поверхностей составляла $45 - 270$ част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$.

Таким образом, за время эксплуатации МСПП, снимаемое поверхностное загрязнение в подкровельном пространстве снизилось более чем на два порядка.

Отбор образцов в подкровельном пространстве объекта «Укрытие», визуальный осмотр покрытия

Всего в подкровельном пространстве объекта «Укрытие» отобрано 20 образцов – шесть в межконтрфорсном пространстве и 14 в районе западной опоры балки «Мамонт» (см. рис. 1).

Визуальный анализ состояния защитного полимерного покрытия проводился на основе наблюдений и фотосъемки (рис. 2) локализирующего покрытия непосредственно в центральном зале и межконтрфорсном пространстве объекта «Укрытие».

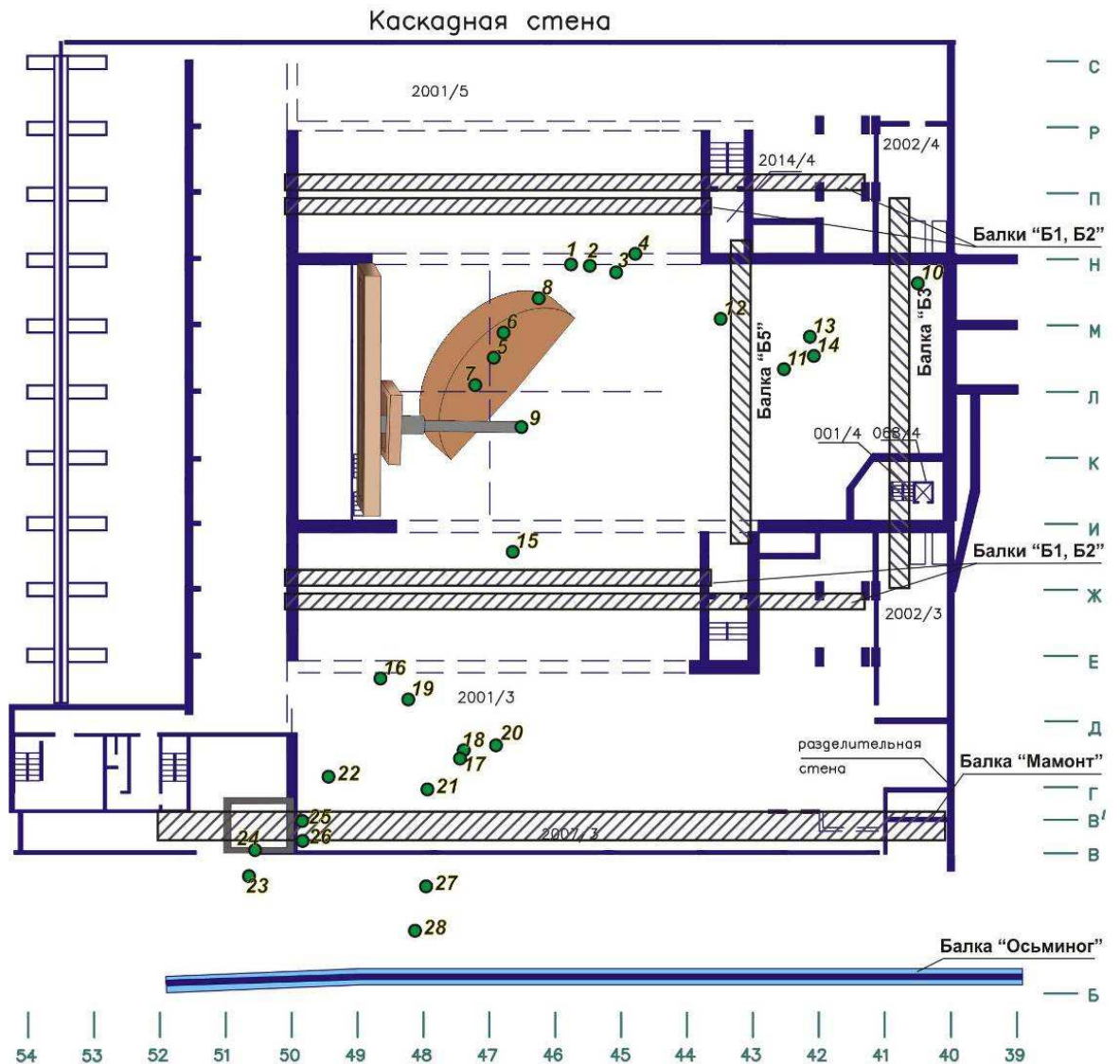


Рис. 2. География мест фотосъемок, проведенных в объекте «Укрытие» в 2007 - 2009 гг.

Визуально отмечено, что бетонные и металлические поверхности западной стены 4-го блока и контрфорсной стены покрыты защитным полимерным покрытием.

При визуальном осмотре подкровельного помещения в районе западной опоры балки «Мамонт» определено, что металлические конструкции, куски старого металла покрыты слоем локализирующего состава с характерным розовым цветом (родамин Ж). Бетонные поверхности конструкций 4-го блока и куча «свежего» бетона покрыты пленкой защитного полимерного покрытия и имеют характерный блеск. Старые металлические конструкции (балки, швеллера, уголки) покрыты окисной пленкой (ржавчиной) которая хорошо зафиксирована защитным полимерным покрытием.

Были обследованы горизонтальные и наклонные поверхности металлических конструкций, покрытые защитной полимерной пленкой. Качество покрытия на наклонных поверхностях по внешнему виду практически не отличалось от покрытия на горизонтальных поверхностях.

На фотографиях, снятых в октябре 2007 – 2009 гг., отчетливо видно, что защитное полимерное покрытие образует сплошное покрытие на всех поверхностях (горизонтальных, наклонных, вертикальных).

Определение характеристик полимерного покрытия на образцах при помощи оптического и сканирующего электронного микроскопов

Бетон. На образцах бетона покрытие хорошо связано с основой, имеет плотную структуру, но на поверхности имеются отдельные микродефекты в виде микротрещин. Покрытие сохраняет пластичность, самопроизвольных сколов и отслоений не обнаружено, при механическом воздействии (препарировании) установлено, что покрытие при разрушении не образует пылевых частиц. Толщина пленки находится в пределах $40 \div 700$ мкм и зависит от микрорельефа поверхности, на ровных участках толщина пленки ≈ 200 мкм.

Песок (лабораторный образец, взятый из подкровельного пространства в 2005 г). На примере песка видно, что использованный пленочный материал имеет высокую текучесть и хорошую обволакиваемость, что очень эффективно для связывания сыпучих материалов. Каждая песчинка надежно скреплена пленкой с соседними песчинками, что соответствует степени окомкования 100 %. При многократной пропитке толщина слоя пленки степень связывания существенно возрастет. За пять лет лабораторного хранения образца признаков деградации полимерного покрытия не обнаружено.

Стекло. Покрытие на стекле, аналогично бетону, имеет плотную структуру и пластичность, но связь с основой слабее. Повреждения поверхности не обнаружено, толщина пленки $45 \div 70$ мкм.

Металл (вырезанные из образцов фрагменты площадью примерно 1 см^2). Покрытие на корродированном металле не является однородной структурой. Это слой окислов, пропитанный пылеподавляющим материалом, толщина которого определяется в основном толщиной слоя окислов. Только самый верхний слой, толщиной от 15 мкм и менее, является монослоем пленки. На вертикальных поверхностях уголков этот слой наименьший, но достаточный для образования сплошного покрытия на поверхности.

Нанесенное покрытие на представленных образцах находится в хорошем состоянии, обнаруженные мелкие дефекты не снижают его защитных свойств. На всех образцах покрытие укрывает 100 % площади.

Измерения толщины защитного полимерного покрытия на металлических поверхностях электромагнитным методом

Измерения толщины полимерного покрытия выполнены электромагнитным методом на металлических образцах. Измерения проводились многофункциональным толщиномером покрытий «Константа К5».

Полимерное покрытие на металлических образцах из района балки «Мамонт» и контрофорсного пространства объекта «Укрытие» достаточно однородное. Нанесенное покрытие на представленных образцах находится в хорошем состоянии, обнаруженные мелкие дефекты не снижают ее защитных свойств. На всех образцах покрытие укрывает 100 % площади. Толщина полимерного покрытия колеблется в пределах от 30 до 115 мкм. Среднее значение толщины полимерного покрытия составляет 70 мкм.

Оценка внешнего вида покрытий образцов

Выполнена количественная оценка внешнего вида покрытия (по ГОСТ 9.407-84), которая учитывает виды разрушения по площади и по размерам, характеризующие изменение защитных свойств.

При минимальной оценке степени разрушений 6 баллов на образцах, выдержанных в различных условиях (лабораторных и в подкровельном пространстве объекта «Укрытие»), защитные характеристики можно оценить достаточно высокой оценкой – 2 балла. Защитные свойства пылеподавляющего покрытия в лабораторных и естественных условиях имеют одинаковый балл, так как оно является атмосферостойким и радиационно-стойким.

Определение степени адгезии покрытия полимерного пылеподавляющего

Определение степени адгезии покрытия полимерного пылеподавляющего локализующего АК-510 выполнено в соответствии с ГОСТ 15140-78, испытанию подвергались шесть металлических образцов размером (150 × 15 × 4) мм (четыре образца из стали Ст. 3 и два образца из нержавеющей стали).

Все испытываемые образцы имеют степень адгезии полимерного пылеподавляющего покрытия к поверхности пластин не менее 2, что соответствует проектным критериям МСПП.

Выводы

Созданное защитное полимерное покрытие хорошо выполняет локализующую функцию и надежно закрепляет радиоактивную пыль. Оно обладает необходимой радиационной и атмосферостойкостью.

Полимерное покрытие эластично и при механическом разрушении не образует осколков, что важно при демонтаже и аварийных ситуациях. При достижении минимальной технологической толщины (более 150 мкм) полимерное покрытие защищает от коррозии и разрушения бетонные и металлическое конструкции (это повышает устойчивость всего сооружения и резко сокращает генерацию «новой» радиоактивной пыли).

Рекомендации

Рекомендации по оптимизации технологических процессов нанесения защитных полимерных покрытий

1. Пылеподавление проводить в минимальном объеме, предусмотренном Технологическим регламентом ...1Р-ОУ, а именно проводить пылеподавление за три пуска (сеанса) по 5 т пылеподавляющего состава по каждому напорному коллектору локализующим пылеподавляющим составом с концентрацией по сухому остатку 23 % (45 т пылеподавляющего состава в год).

2. Проводить пуски (сеансы) пылеподавления в апреле - июне (два пуска) и в августе - октябре (один пуск) по 5 т пылеподавляющего состава по каждому напорному коллектору.

Рекомендации по использованию полученных данных при проектировании системы пылеподавления НБК

1. Рекомендовать состав типа АК-510 для проведения пылеподавления в НБК.
2. Рекомендовать следующую схему реализации мобильной установки: на специальной платформе располагается емкость с пылеподавляющим составом, компрессором и узлом с форсунками. Эта платформа, с помощью имеющегося в НБК крана, доставляется в нужное место и проводит там пылеподавление. После чего платформа краном доставляется в специально оборудованное место, где происходит промывка оборудования и его обслуживание. Установка обладает большой гибкостью и дает возможность производить замену оборудования для использования других составов.

Указанная схема по сравнению с МСПП обладает следующими преимуществами:
использует меньшее количество пылеподавляющего состава для нанесения состава полимерного покрытия той же толщины (нейтронопоглощающий раствор не смывает пылеподавляющий состав);

обслуживание и ремонт ее производится в зоне низких радиационных полей;
установка обладает большой гибкостью и дает возможность производить замену оборудования для использования других составов (например, особо вязких, типа «ЭКОР», для обработки скоплений ТСМ);

имеет низкую стоимость реализации (по сравнению с другими вариантами), так как максимально используется существующее оборудование (кран и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Определение* характеристик образцов защитного пленочного покрытия подкровельного пространства объекта «Укрытие». Контракт № SIP09-2-001. Документ SIP A03 20306 RPT от 12.01.10. - Чернобыль, 2009.

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗРАЗКІВ ЗАХИСНОГО ПЛІВКОВОГО ПОКРИТТЯ ПІДПОКРІВЕЛЬНОГО ПРОСТОРУ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ»

В. О. Краснов, М. І. Павлюченко, В. М. Щербін

Наведено результати досліджень по визначенню характеристик захисного плівкового покриття підпокрівельного простору об'єкта «Укриття». Дослідження виконано ІПБ АЕС НАН України у вересні - грудні 2009 р.

Ключові слова: модернізована система пилопригнічення, підпокрівельний простір, захисне плівкове покриття, виміри товщини.

DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF PROTECTIVE FILM SAMPLES FROM SUBROOFING SPACE OF «UKRYTTYA» OBJECT

V. O. Krasnov, M. I. Pavlyuchenko, V. M. Shcherbin

The results of researches for determination of characteristics of protective film samples from subroofing space of «Ukryttya» object are given. Researches have been carried out by Institute for Safety Problems of NPP of NAS Ukraine in September - December, 2009.

Keywords: modernized dust suppression system, subroofing space, protective film samples, measurement of thickness.

Поступила в редакцію 18.02.10