

Установка включает в себя трубу с источником звука, установленным с одного конца, и испытуемого образца, установленного в трубе (рис. 1). Для измерения звукоизоляции в трубу устанавливаются четыре микрофона, по два с каждой стороны от образца. Источник шума генерирует плоскую волну, после чего в трубе образуется стоячая волна.

Математической основой метода является нахождение передаточных функций для микрофонов, затем выражения звуковых волн A , B , C и D (падающей, отраженной и прошедшей через образец) через эти передаточные функции. На основе полученных данных строится матрица-четырёхполосник и вычисляются коэффициенты передачи звука и звукопоглощения.

Для работы в широком диапазоне частот необходимо использовать набор из труб с внутренним диаметром 30 мм (частотный диапазон от 50 до 1600 Гц) и труб диаметром 100 мм (частотный диапазон от 500 до 6400 Гц), а также держатели образца соответствующих диаметров. В соответствии с [6, 7], материал труб должен быть жестким, т.е., это может быть алюминий или сталь.

Оптимальным решением для источника звука является компрессионный драйвер типа JBL 2426J, представляющий собой специализированный мембранный громкоговоритель, который излучает звук в рупор. Рупором для компрессионного драйвера является корпус установки.

Следует использовать конденсаторные микрофоны свободного поля, так как они показывают

более точный результат по сравнению с микрофонами диффузного поля и поля давления. Для работы в частотном диапазоне до 5600 Гц, согласно [7], следует выбирать микрофон с капсулом диаметром 1/2".

Для снижения стоимости установки в качестве генератора звука стоит использовать внешнюю звуковую карту, персональный компьютер или ноутбук с программным обеспечением MatLab. В качестве тестового сигнала использовать «белый» шум.

1. ГОСТ 31704-2011. Материалы звукопоглощающие. Методы измерения звукопоглощения в реверберационной камере.
2. ГОСТ 27296-2012 Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций.
3. ГОСТ 26417-85. Материалы звукопоглощающие строительные. Метод испытаний в малой реверберационной камере.
4. ГОСТ 16297-80 Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний.
5. Transmission Loss Tube Kit Type 4206-T [Электронный ресурс] – режим доступа <https://www.bksv.com/-/media/literature/Product-Data/bp1039.ashx>.
6. ASTM E90-09 (2016) Standard Test Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions and Elements.
7. ASTM E1050-12 Standard Test Method for Impedance and Absorption of Acoustical Materials Using a Tube, Two Microphones and a Digital Frequency Analysis System.

УДК 519.2:006

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИК КОНТРОЛЯ

Серенков П.С., Мовламов В.Р., Письменский П.И.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Одним из наиболее важных вопросов в сфере современного строительства зданий и сооружений является качество выполняемых работ по обеспечению огнезащиты строительных конструкций (далее – СК).

Огнезащита – один из аспектов пожарной безопасности СК. В последние годы свойство огнезащищённости СК приобретает все большее значение при строительстве зданий и сооружений, т.к. в условиях пожара СК достаточно быстро утрачивают свои эксплуатационные свойства, теряют несущую способность. Воздействие высоких температур во время пожара при наличии действующих нагрузок вызывает температурные деформации и, как следствие, деформации ползучести, что приводит к обрушению СК. Часто потеря прочности даже одного элемента (колонны, несущей стены) может привести к обрушению всей СК. Поэтому сегодня очень высоки требования к огнезащите объектов.

Одним из наиболее распространенных способов обеспечения огнезащиты СК является метод оштукатуривания поверхностей, заключающийся в нанесении специальных покрытий на поверхности СК. Разработанный СТБ 11.03.02 [1] регламентирует семь различных групп огнезащитной эффективности СК, для каждой из которых приписан норматив по времени, показывающий, сколько минут СК может гарантированно выстоять и не обрушиться в условиях воздействия огня. Для обеспечения временного норматива, регламентирована минимальная толщина специального огнезащитного состава (далее – ОС).

Именно толщина слоя огнезащитных покрытий строительных элементов и является одним из важнейших контролируемых показателей пожарной безопасности СК.

Следует отметить, что на сегодняшний день вопрос о контроле толщины ОС методологически не проработан. Центр сертификации и лицензированных видов деятельности МЧС

Республики Беларусь определил необходимость разработки методики контроля, как приоритетное направление НИР с учетом высоких рисков, связанных с некорректным принятием решений по результатам контроля. В частности, некорректная идентификация группы огнезащитной эффективности СК вследствие недостоверного контроля толщины покрытий чревата возникновением угрозы жизни людей.

Основная задача НИР – обоснование подхода и разработка методики контроля толщины огнезащитного состава, нанесенного на поверхность элементов СК. Предполагается, что методика контроля должна войти как часть в проект государственного стандарта Республики Беларусь «Контроль качества огнезащитных работ. Общие технические требования. Методы проведения».

Для обоснования подхода разработана модель рисков получения недостоверных результатов контроля, которая предполагает наличие двух типов рисков (первого и второго рода).

Риски первого рода связаны с некорректностью результатов контроля в одной точке элемента СК. Последнее, в свою очередь, - с неопределенностью результата измерений толщины покрытия в точке и общеизвестными рисками потребителя β и поставщика α . Приоритетным принят риск потребителя β , когда измеренная толщина покрытия в точке контроля принимается как соответствующая требованиям, в то время как в силу неопределенности результата измерений толщина покрытия в точке установленным требованиям не соответствует.

Риски второго рода связаны с не-репрезентативностью выборочного контроля СК. Очевидно, что план контроля (тип плана, количество и расположение точек контроля, браковочное число) не гарантирует абсолютной корректности принятия решения о соответствии (несоответствии) всего объекта.

В ходе обоснования подходов и разработки методики контроля методологически были проработаны вопросы минимизации рисков первого и второго родов. В данном докладе мы рассмотрим только вопросы анализа и минимизации рисков первого рода. Установлены 2 источника рисков первого рода: 1) некорректное заключение о соответствии в точке контроля, 2) повторяемость результатов и обработка данных.

1 источник. Для минимизации рисков первого рода актуальны 2 подхода:

1) Применение аналитического подхода, предполагающего расчет вероятности недостоверного оценивания, на основе комбинирования закона распределения толщины покрытия на всей поверхности объекта контроля и закона распределения случайной составляющей результата измерений в одной точке (рис. 1) [2].

2) Применение метода «защитной полосы» (рис.2) в соответствии с [3]. Метод заключается в том, что допускаемая граница контроля смещается

в сторону увеличения толщины покрытия на величину поправки Δ . При этом минимально допустимая толщина покрытия $h_{\Sigma \text{ном}}$ увеличивается на Δ . В качестве Δ выступает расширенная неопределенность метода измерений толщины покрытия, рассчитанная в данном случае с доверительной вероятностью $P=0,9973$. Однако, следует иметь в виду, что увеличению зоны «защитной полосы», приводит к увеличению риска поставщика α . Т.е. измеренная толщина покрытия в точке контроля принимается как не соответствующая требованиям, в то время как на самом деле в требования к толщине покрытия выдержаны.

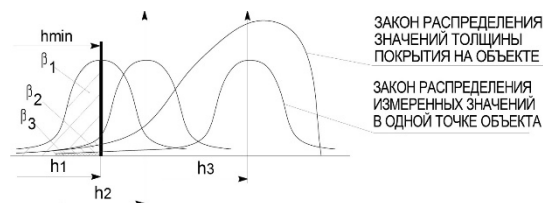


Рисунок 1 – Комбинирование законов распределения

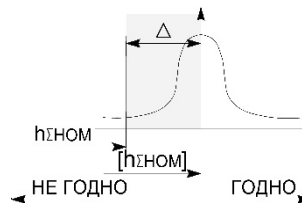


Рисунок 2 – Метод «защитной полосы»

Для обоснования выбора методов минимизации рисков первого рода, было проведено статистическое исследование технологического процесса нанесения покрытия. С целью получения объективной информации, был реализован эксперимент с полной группировкой (таблица) [4].

Таблица 1

	Объект малой величины		Объект большой величины		Объект средней величины		Объект малой величины	
	Стена	Переграда	Занавес	Лестничные марши	Переграда	Перекрытие	Стена	Люк
бσ, мкм	262	1539	729	398	372	983	464	488
Ср	0,65	0,11	0,23	0,43	0,46	0,17	0,37	0,35

Анализ полученной информации показал, что процесс нанесения покрытия является статистически неуправляемым, т.к. индекс воспроизводимости $C_p < 1,33$.

Вывод – для статистически не управляемого процесса следует применить метод «защитной полосы», который делает риск независимым в отношении точности измерений [3].

2 источник. Данный источник рисков первого рода проявляется как составляющая неопределенности результата измерений в одной точке, связанная с повторяемостью результатов.

Дополнительные статистические исследования и дисперсионный анализ результатов показали, что стандартное отклонение воспроизводимости ($\sigma_R = 195$ мкм), соизмеримо со стандартным отклонением повторяемости ($\sigma_r = 193$ мкм).

Для **минимизации** влияния этого источника рекомендовано проводить в одной точке контроля не менее трех повторений, а за результат измерений принимать медиану, как робастную характеристику [5].

1. СТБ 11.03.02-2010 Система стандартов пожарной безопасности. Средства огнезащитные. Общие технические требования и методы испытаний.

2. ГОСТ 8.051-81 Руководящий нормативный документ. Методические указания. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм.
3. Guide OIML G 19:2017 Роль неопределенности измерений при принятии решений об оценке соответствия в законодательной метрологии.
4. СТБ ИСО 5725-3-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений.
5. СТБ ИСО 5725-5-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений.

УДК 53.089.62; 519.245; 539.125.52

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОЗИМЕТРИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ С ЭНЕРГИЕЙ ДО 10 МЭВ

Комар Д.И.¹, Лукашевич Р.В.¹, Гузов В.Д.¹, Кутень С.А.²

¹Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»

²Институт ядерных проблем Белорусского государственного университета

Минск, Республика Беларусь

Согласно рекомендациям международных стандартов ИЕС, энергетический диапазон приборов радиационного мониторинга окружающей среды вокруг АЭС должен быть расширен до 7 МэВ, а дозиметров и мониторов, используемых на рабочих местах и во время аварийных ситуаций до 10 МэВ [1-3].

Получение высокоэнергетического гамма-излучения на ускорительной технике сопряжено со многими трудностями, связанными с эксплуатацией оборудования, требованиям по радиационной безопасности и квалификации персонала. Для производственных нужд необходимо иметь поле в стандартизованной геометрии, с которым достаточно легко работать при калибровке разрабатываемых средств измерений.

Существует возможность использовать гамма-излучение от захвата тепловых нейтронов на мишени из подходящего с точки зрения энергетического спектра излучения материала. В международном стандарте ISO 4037-1:1996 рекомендуется использовать мишени из титана и никеля, для получения полей с энергией до 7 МэВ и до 10 МэВ соответственно. Поток тепловых нейтронов может быть получен с использованием радионуклидных источников, помещенных в замедлитель. Проблема заключается в отсутствии подобных полей излучения в стандартизованных условиях, где можно построить метрологическую базу для проведения калибровки.

В настоящее время в метрологическом обеспечении средств измерений нейтронного излучения в качестве эталонов применяются установки, формирующие коллимированное поле излучения от радионуклидных источников [4]. При экспозиции

источника нейтронов формируется стационарное во времени поле высокоэнергетического гамма-излучения, которое вызвано ядерными реакциями взаимодействия нейтронов с материалами облучателя установки. Захватное гамма-излучение от мишени, размещенной в потоке тепловых нейтронов от облучателя, увеличивает интенсивность гамма-излучения в определенном энергетическом интервале. Таким образом, полученная геометрия измерений на основе поверочной нейтронной установки может быть использована для целей калибровки спектрометрических и дозиметрических средств измерений гамма-излучения.

1. Radiation protection instrumentation – Transportable, mobile or installed equipment to measure photon radiation for environmental monitoring: IEC 61017 Ed.1. – Publ. 23.10.2015. – 2015. – 42 p.
2. Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 1: Portable workplace and environmental meters and monitors: IEC 60846 Ed.1. – Publ. 07.04.2009. – 2009. – 116 p.
3. Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 2: High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes: IEC 60846 Ed.2. – Publ. 16.12.2015. – 2015. – 34 p.
4. Кожемякин В. А. Дозиметрические установки гамма-излучения УДГ-АТ110, УДГ-АТ130 – новая продукция УП «АТОМТЕХ» в области метрологии ионизирующих излучений / В. А. Кожемякин, В. Д. Гузов, А. В. Антонов // Новости науки и технологий. – 2009. – Т. 11, №2. – С. 33–37.