

необходимого быстрого действия в обнаружении пожара. Использование других факторов пожара, помимо основных, позволяет повысить достоверность обнаружения опасных пожаров и тем самым уменьшить вероятность ложного срабатывания пожарного извещателя.

1. National Fire Alarm Code 2013 Edition. NFPA 72-2013. – 72 с.
2. Неплохов И.Г. Пожарные извещатели. Термины, определения, принцип действия. Каталог ОПС. Охранная и охранно-пожарная сигнализация. Периметральные системы – 2013.
3. Комбинированные пожарные извещатели –

КОМКОМ. [Электронный ресурс]. – База знаний. – Режим доступа: [http://www.comcom.ru/baza\\_znanij/detail/11394](http://www.comcom.ru/baza_znanij/detail/11394).

4. Система стандартов пожарной безопасности. Системы пожарной сигнализации. Извещатели пожарные тепловые. Общие технические требования. Методы контроля. СТБ 2218-2011 – Введ. 2012-01-01. – Минск: Госстандарт. – 2011. – 24 с.
5. Баканов В. Мультикритериальные пожарные извещатели по российским и европейским стандартам / Технологии защиты. – 2014. – №3.

УДК 614.84

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБОТАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Антошин А.А.<sup>1</sup>, Нератова В.В.<sup>2</sup>, Филиппович Г.А.<sup>3</sup>, Яцукевич А.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный университет

Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси

Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Военная академия Республики Беларусь

Минск, Республика Беларусь

В Республике Беларусь зарегистрировано большое количество объектов хозяйствования, которые имеют лицензию на право производства огнезащитных составов и выполнения работ с их применением. Сертифицировано около шестидесяти огнезащитных средств, из них более тридцати – для древесины и древесных материалов. Общая площадь поверхностей строительных конструкций, обработанных огнезащитными материалами, каждый год составляет более миллиона квадратных метров. В этих условиях особо остро стоит вопрос осуществления контроля качества нанесенных огнезащитных покрытий на объекте, их соответствие требованиям нормативно-технической документации, срока гарантийной эксплуатации (долговечности) огнезащитных материалов.

Отсутствие методологического подхода при определении качества огнезащитных покрытий привело к поиску новых перспективных и эффективных методов контроля качества. При организации контроля качества огнезащитной обработки можно определить две основные задачи: получение объективных данных о качестве покрытия и наблюдение за соблюдением условий эксплуатации покрытий.

Для всех организаций, как для разработчиков огнезащитных составов и материалов, так и для фирм, применяющих эти составы, так и для надзорных органов необходима разработка и применение методов контроля качества на всех

этапах производства и эксплуатации огнезащитных покрытий.

Другая сторона этой проблемы состоит в том, что мы имеем большое количество объектов с деревянными конструкциями, которые имеют разные сроки эксплуатации и нуждаются в контроле огнезащитных свойств. Это вопрос не только в надежности этих конструкций, но и в значительных денежных и материальных расходах. Эти конструкции нуждаются в проведении периодических повторных обработок. Поэтому важным становится вопрос о сроках периодичности подобных мероприятий.

В настоящее время не существует универсальных методик для обеспечения контроля качества всей технологической цепочки, начиная с разработки и производства (контроль сырья, стадии производства), контроля при нанесении огнезащитных составов (выбор того или иного огнезащитного состава, способы и условия нанесения, расход), контроля в процессе эксплуатации. Параметрами контроля качества в основном остаются внешний вид и толщина покрытия (глубина пропитки), и по этим данным невозможно определить, каким изменениям подверглась защитная поверхность с течением времени. В настоящее время предлагаются более тонкие методы: оптические, рентгеновские, термический анализ и др. Однако они могут использоваться только в лабораторных условиях. Это в конечном итоге оказывает значительное

влияние на противопожарную устойчивость защищаемого объекта.

Существует группа методов оценки защитных свойств материалов, основанная на измерении их диэлектрических параметров (ДП). Огнезащитная обработка древесины представляет собой процесс введения в поверхностный слой химических средств, обладающих огнезащитными свойствами, или нанесения на поверхность ее таких веществ в виде красок, лаков или других растворов. В каждом из этих способов происходит изменение химических и связанных с ними диэлектрических свойств поверхностного слоя древесины. Корреляционная зависимость между химическими и диэлектрическими свойствами древесины и полимерных покрытий металлических конструкций может быть положена в основу разработки метода контроля качества огнезащиты и создания на ее основе измерительной аппаратуры.

Основным методом измерения ДП на низких частотах до 200 Гц является мостовой метод. Измерение ДП сводится к измерениям емкости воздушного конденсатора, включенного в одно из плеч моста, и конденсатора, заполненного исследуемым диэлектриком. Отношение емкостей определяет диэлектрическую проницаемость. Такой мост позволяет измерить и тангенс угла потерь. Недостатки метода заключаются в сложности балансировки и необходимости выпиливать из конструкции опытный образец [1].

На частотах выше 200 Гц используют мостовые и резонансные методы. Применяемые методы имеют возможность компенсации паразитных реактивностей. Здесь применяются емкостные, резистивно-емкостные и резистивные мосты. Для измерения проницаемости и тангенса угла потерь используются любые варианты мостов. Проблемой остается необходимость хорошей экранировки.

Резонансные методы с сосредоточенными элементами применяются на частотах  $10^3 - 10^8$  Гц. Обычно резонансный контур с конденсатором, содержащим между обкладками образец древесины, входит в состав генератора. Оба ДП определяются отношениями резонансных емкостей конденсатора с образцом и без него. Резонанс в обоих случаях определяется по максимальному напряжению на контуре. Разновидностью является метод, основанный на измерении частоты двух резонансов.

Более достоверные результаты дает метод с преобразованием частоты. Колебания двух генераторов, один из которых является высокостабильным, подаются на перемножитель. Второй генератор также содержит контур с измерительным конденсатором. Изменение разностной частоты непосредственно связано с изменением емкости измерительного конденсатора и позволяет

определить ДП образца.

На более высоких частотах (выше 300 МГц) заметно снижается добротность контуров, а вместе с ней и точность измерений. Поэтому на более высоких частотах используются элементы с распределенными параметрами. Здесь используются резонансный и волноводный методы. Более точные результаты дает волноводный метод, который к тому же более прост в исполнении. Обычно схема представляет собой рефлектометр (измерительную линию), позволяющий определить параметры комплексной постоянной распространения. Эти параметры непосредственно связаны с ДП измеряемого образца. Измерения ДП проводят как в волноводных линиях передачи, так и в коаксиальных. Коаксиальные линии используются до частот 5...4 ГГц. Метод также требует подготовки образца древесины.

Рассмотренные выше методы помимо отмеченных недостатков обладают, по крайней мере, еще двумя:

- они непригодны или малопригодны для оценки огнезащиты металлических конструкций, обработанных полимерными покрытиями, поскольку образец с металлическим основанием в измерительном конденсаторе не может быть использован;
- все методы являются лабораторными и не могут использоваться для оперативной оценки состояния огнезащиты на объектах.

Заслуживает внимания успешный опыт использования диэлькометрического метода для контроля качества огнезащиты древесных конструкций [2]. Особая конструкция измерительного зонда не требует подготовки опытного образца. Измерения могут проводиться на любой поверхности, свободной от неровностей, пыли и грязи. Измерения могут проводиться в широком диапазоне температур и влажности древесины. Это дает возможность использовать метод и разработанный прибор для оперативной работы на объектах. Более того, метод успешно использован и для работы с металлическими конструкциями, обработанными полимерными покрытиями [3]. Исследования физико-химических параметров полимерных покрытий указывают на возможность контроля их рецептурного состава, поскольку смешанные составы имеют также хорошо различимые значения контрольного параметра.

Полученные результаты исследования физико-химических параметров полимерных покрытий носят предварительный характер и указывают на возможность проведения оперативного контроля качества полимерных материалов и эффективности мероприятий по огнезащите металлических конструкций.

1. Торговников, Г.И. Диэлектрические свойства древесины. – М.: Лесная промышленность. – 1986. – 128 с.
2. Исследование электрофизических параметров древесины, обработанной огнезащитными составами. Отчет о НИР НИИ ПБиЧС. – 2009. – 36 с.
3. Разработать техническую документацию и действующий макет переносного портативного прибора контроля качества огнезащитной обработки металлических конструкций огнезащитными составами. Отчет о НИР НИИ ПБиЧС. – 2015. – 30 с.

УДК 621.391.268

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ПРАВИЛЬНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ФОВЕАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Артемьев В.М., Наумов А.О., Кохан Л.Л.  
Институт прикладной физики НАН Беларуси  
Минск, Республика Беларусь

**Введение.** Обработка изображений в опτικο-локационных системах проводится с целью обнаружения объектов. При этом существенным фактором является скорость обработки поступающих массивов информации. Снижения времени обработки можно добиться путем разбиения изображений на области высокого и низкого разрешений. Высокая разрешающая способность определяется размерами пикселя матричного фотодетектора и ее необходимо сохранять только на изображениях объектов контроля. На остальной части кадра целесообразно использовать низкую разрешающую способность путем объединения группы исходных пикселей фотодетектора в один укрупненный. Этим достигается снижение размерности кадра и уменьшается время его обработки. Такая процедура называется реконфигурацией или формированием фовеального изображения [1-3].

Существует два основных варианта реконфигурации изображений. В первом случае пиксель низкого разрешения (ПНР) формируется в виде суммы выходов пикселей высокого разрешения (ПВР). Во втором случае в ПНР используется лишь один из  $r$  пикселей ПВР. На рис. 1 а приведено изображение высокого разрешения (ИВР) с объектом, на рисунке 1 б – изображение низкого разрешения (ИНР) с объектом при  $r = 4$  ПВР в одном ПНР, а на рисунке 1 в – ИНР при использовании одного пикселя из  $r$  ПВР.

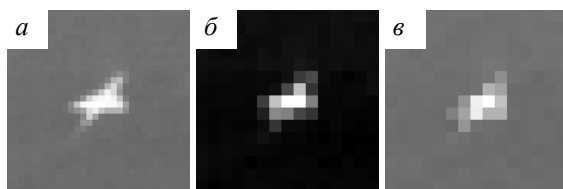


Рисунок 1 – ИВР (а); ИНР при суммировании  $r=4$  сигналов ПВР (б); ИНР при использовании одного сигнала ПВР (в)

Задача решается в предположении того, что

ПНР содержит от одного до  $r$  пикселей объекта либо пикселей фона, яркость которых имеет статистически независимое распределение на ИВР. После обработки фильтром распределение яркости фона ИНР полагаем гауссовым с нулевым математическим ожиданием.

Первоначально рассмотрим характеристики обнаружения для случая формирования ПНР из суммы всех  $r$  ПВР.

**Вероятность правильного обнаружения  $r$ -компонентного ПНР при суммировании сигналов.** Рассмотрим случай реконфигурации изображения с масштабным коэффициентом  $1/r$ , когда  $r$  ПВР объединяются в один ПНР путем суммирования сигналов. При нахождении вероятности локального обнаружения на ИНР и сравнении этой величины с вероятностью локального обнаружения на ИВР используем следующие предположения:

- считаем, что ПНР с вероятностью единица включает один сигнал объекта, а наличие остальных  $(r - 1)$  сигналов имеет некоторую конечную вероятность;
- шумы ПВР полагаем статистически независимыми и белыми с дисперсиями  $\sigma_b^2$ , что дает дисперсию шума ПНР  $\sigma_n^2 = r\sigma_b^2$ ;
- появление сигналов объекта на ИВР полагаются статистически независимыми событиями с неизвестными амплитудами;
- плоская составляющая фона ИВР подавляется пространственным фильтром и не оказывает влияния на формирование ИНР.

При сделанных предположениях вероятность правильного обнаружения сигнала объекта в ПНР отличается от случая ПВР тем, что в области с определенной вероятностью могут находиться несколько сигналов объекта от 1 до  $r$ , что увеличивает эту вероятность. Однако при этом дисперсия шумов будет в  $r$  раз больше, что эту