

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ИГЛОПРОБИВНОГО ПОЛОТНА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ ЭКРАНОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Х.Д.А. Абдулхади, Х.А.Э. Айд, Т.А. Пулко, А.М. Прудник, Л.М. Лыньков
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
ул. П. Бровки 6, 220013 Минск, Беларусь,
kafzi@bsuir.by, pulko@bsuir.by, aleksander.prudnik@bsuir.by, leonid@bsuir.by

Предложен способ модифицирования нетканого иглопробивного полотна углеродсодержащим покрытием для создания экранов электромагнитного излучения с повышенной стойкостью к направленному воздействию открытого пламени температурой до +1700°C. Углеродсодержащие покрытия толщиной 0,3 мм изготавливались из активированного угля, технического углерода и диоксида титана с использованием клея ПВА в качестве пластификатора, который добавлялся в огнезащитный состав «Агнитерм». Измерение экранирующих характеристик проводилось на автоматизированном измерителе модуля коэффициентов передачи и отражения SNA 0.01–18 в диапазоне частот 0.7–17.0 ГГц. Показано, что значения коэффициентов передачи в диапазоне частот составили от –0.1 до –7.0 дБ при коэффициенте отражения ЭМИ от –5.0 до –23.0 дБ.

Введение

Для обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств применяется экранирование. Принцип действия экранов электромагнитного излучения (ЭМИ) основан на процессах рассеяния и переотражения энергии волн путем преобразования ее в тепловую энергию в материалах с резистивными, диэлектрическими или магнитными потерями. Использование композиционных радиопоглощающих материалов способствует расширению их рабочего диапазона частот. В качестве образующей матрицы могут использоваться пластичные полимерные связующие или нетканые волокнистые материалы [1].

Основная часть

В качестве основы было использовано нетканое иглопробивное полотно, которое содержало 70% полиэфирных волокон (0.33 текс, 65 мм, извитое), 20% полипропиленовых волокон (0.33 текс, 60 мм, извитое) и 10% угольных волокон марки УГЦВ-1-Р (0.11 текс, 62 мм). Толщина полотна составляла 6 мм, поверхностная плотность — 250 г/м². Воздействие открытого пламени приводит к необратимым трансформациям поверхности, химического состава и макроструктуры материала, а также изменениям экранирующих характеристик. Помимо стабильных экранирующих характеристик разрабатываемых экранов, одним из требований, предъявляемых к ним, является их пожаробезопасность, в частности, воспламеняемость и возгораемость.

Для обеспечения требований пожаробезопасности предлагается использование огнезащитного состава «АгниТерм М» с добавлением порошкообразных материалов, обладающих свойствами поглощения ЭМИ. В качестве порошкообразных наполнителей использовались технический углерод, активированный уголь и диоксид титана (TiO₂) [2].

Для решения поставленной задачи изготавливались образцы экранов площадью 0.6×0.6 м². Были приготовлены сухие смеси в соотношении 1:1, в следующих комбинациях: активированный уголь–TiO₂ (образец № 1), технический углерод–TiO₂ (образец №2). В качестве пластификатора использовался клей ПВА, который добавлялся в

соотношении 1:2 в состав «Агнитерм М». После перемешивания связующего материала с сухими смесями композиционный материал наносился на поверхность иглопробивного полотна слоем с толщиной 0,3 мм. Измерение экранирующих характеристик проводилось на автоматизированном измерителе модуля коэффициентов передачи и отражения SNA 0.01–18 в диапазоне частот 0.7–17.0 ГГц.

Результаты исследования конструкций экранов ЭМИ на основе углеродсодержащих порошкообразных материалов показали, что образец экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси активированный уголь–TiO₂ позволяет получить значение коэффициента передачи в диапазоне частот 0.7–3.0 ГГц от –0.1 до –2,9 дБ при коэффициенте отражения ЭМИ от –5.0 до –23.0 дБ. С ростом частоты в диапазоне 2–17 ГГц наблюдается увеличение коэффициента передачи ЭМИ до –7.0 дБ. Для образца экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси технический углерод–TiO₂ характерен коэффициент передачи от –1.0 до –2,6 дБ при коэффициенте отражения от –5.0 до –10.0 дБ. В диапазоне частот 2–17 ГГц наблюдается увеличение коэффициента передачи до –6.0 дБ при коэффициенте отражения от –2.0 до –10.0 дБ (от –4.0 до –12.0 дБ в режиме короткого замыкания).

В ходе исследования воздействия открытого пламени на образцы определялось время сквозного прогорания. Испытания проводились в соответствии с [3, 4]. Высота пламени (+1700°C) в вертикальном положении горелки составляла (40±2) мм. На рисунке приведен внешний вид поверхности образцов в результате эксперимента.

Как показали результаты исследований, время сквозного прогорания образца экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси технический углерод–TiO₂ составило 35 с, а для образца экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси активированный уголь–TiO₂ наблюдалось образование кокса в течении 60 с без прогорания нетканого иглопробивного полотна основы.

Получены экранирующие характеристики (коэффициент передачи, коэффициент отражения

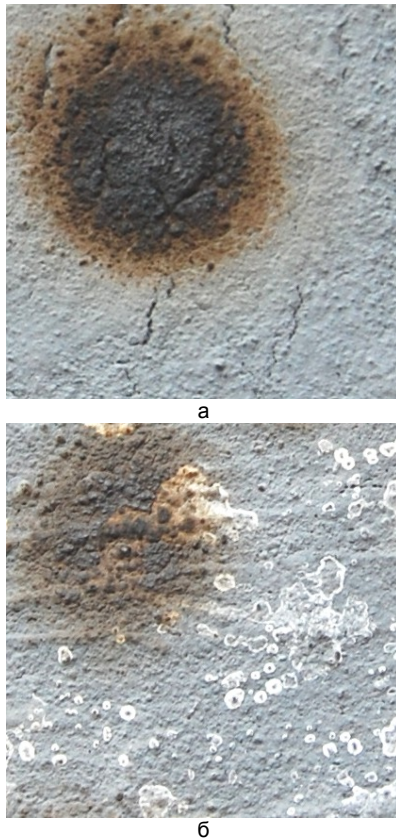


Рис. 1. Фрагменты образцов углеродсодержащих экранов ЭМИ после воздействия открытого пламени: а - лицевая сторона экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси активированный уголь-TiO₂; б - лицевая сторона экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси технический углерод-TiO₂

ЭМИ) образцов после воздействия высокотемпературного пламени.

Как показал рентгеноструктурный анализ, при воздействии высокотемпературного пламени на поверхность разработанных образцов экранов ЭМИ входящий в состав каждого образца углеродсодержащий порошкообразный компонент (активированный уголь, технический углерод) переходит в аморфную фазу. В результате чего на поверхности образцов в составе покрытия образуется дополнительное количество рутила (TiO₂), который образует кокс, предотвращая прогорание нетканого полотна.

Заключение

В результате проведенных исследований получены частотные зависимости экранирующих характеристик модифицированных углеродсодержащим покрытием иглопробивных полотен с пожаробезопасными свойствами.

Список литературы

1. *Ruddick W.* Tech Service: Carbon black dispersion measurement // *Rubber World*. 2006. V. 233. № 4. P. 15.
2. *Молодечкин М.О., Богуш В.А.* Методика формирования и характеристики композиционного поглотителя электромагнитного излучения СВЧ-диапазона на основе диоксида титана // Доклады БГУИР. 2015. № 4 (90). С. 109–115.
3. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь 01-2014.
4. ГОСТ 30402–96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость. Москва: Изд. Минстрой России, 1996. 33 с.

MODIFICATION OF THE NEEDLE-PUNCHED FABRICS FOR THE PRODUCTION OF FIRE-FIGHTING SHIELDS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION

H.D.A. Abdulhadi¹⁾, H.A.E. Ayad¹⁾, T.A. Pulko²⁾, A.M. Prudnik³⁾, L.M. Lynkou⁴⁾

¹⁾ *Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
6 P. Brouki str., 220013 Minsk, Belarus, kafzi@bsuir.by,
pulko@bsuir.by, aleksander.prudnik@bsuir.by, leonid@bsuir.by*

The method for modification of the non-woven needle-punched fabric with a carbon-containing coating for creating electromagnetic radiation shields with increased resistance to directional action of the open flame up to +1700°C is proposed. Carbon-containing coatings of 0.3 mm thick were made of activated carbon, technical carbon and titanium dioxide with the use of PVA glue as a plasticizer, which was added to the flame retardant AgniTerm M. The measurement of the shielding characteristics was carried out on the automated meter of the transmission and reflection coefficient SNA 0.01–18 in the frequency range 0.7–17.0 GHz. It is shown that the values of the transmission coefficients in the frequency range were (–0.1)–(–7.0) dB at the reflection coefficient of electromagnetic radiation –5.0...–23.0 dB.