

КОМПОЗИЦИОННЫЕ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ ВОЛОКНИСТО-ПЛЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Бокова Е.С., Девина Е.А., Коваленко Г.М.

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Россия, E-mail: leno4kavl@mail.ru

Активное развития радио- и электронной техники приводит к увеличению числа разнообразных источников электромагнитного излучения, воздействие которого негативно влияет на здоровье человека и создает нежелательные электромагнитные помехи для работы электронных устройств. В связи с этим, проблема снижения уровня электромагнитного воздействия на биологические объекты и обеспечение совместимости электронных устройств является актуальной и приоритетной для экологической, энергетической безопасности и энергоресурсосбережения.

К наиболее распространенным способам решения поставленной проблемы относятся: защита «расстоянием», то есть удаление от зоны действия электромагнитного излучения; «временем» то есть снижение продолжительности воздействия электромагнитного излучения; снижение мощности генераторов электромагнитного излучения; создание защитных экранов, а также применение защитных радиопоглощающих материалов (РПМ) [1].

Проблема применения РПМ в настоящее время достаточно полно решена в отношении маскировки техники и стационарных объектов, но не в полной мере проработана для защиты человека, прежде всего из-за большого веса и недостаточной гибкости экранирующих материалов.

Цель работы – разработка композиционных радиопоглощающих волокнисто-пленочных материалов, одинаково эффективных для индивидуальной защиты человека и экранирования электронных устройств.

В работе получены многослойные материалы, состоящие из двух полиэфирных нетканых полотен, модифицированных электропроводящим наполнителем [2], и наполненных полимерных пленок на основе поливинилхлорида (ПВХ) марки Е-6650-М [3]. В качестве модифицирующего наполнителя для придания поглощающих свойств, как для нетканого полотна, так и для ПВХ пленок использовано диспергированное углеродное волокно марки УГЦВ-1 длиной 5 мм. Исходя из ранее проведенных исследований содержание углеродного волокна в нетканых полотнах составляло 3 г/м² [4], в монолитных пленках – от 0,25 до 1,0 мас.ч. на 100 мас.ч. полимера. Покрытие формовали при помощи ножевой ракля с последующим желированием при температуре 175±5 °С в течение 5±1 мин.

На рисунке 1 представлены микрофотографии поперечных срезов модифицированных нетканых полотен (рис.1,а) и монолитных пленок на основе ПВХ (рис.1,б).

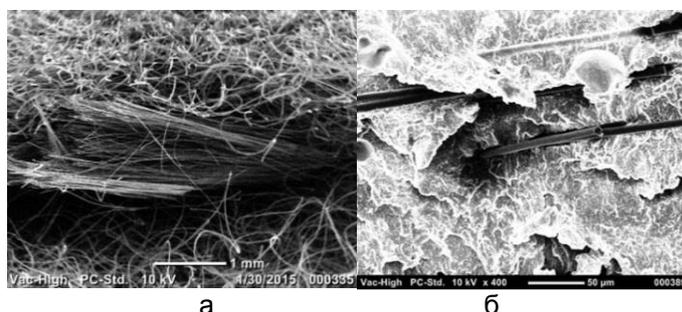


Рисунок 1 – Микрофотографии поперечных срезов: а – модифицированного нетканого полотна, б – наполненной монолитной пленки на основе ПВХ

В модифицированном нетканом полуфабрикате электропроводящий наполнитель равномерно распределен между двумя полотнами, скрепленными иглопробивным способом, а также проникает в их объем за счет захвата и протаскивания зазубринами игл (рис.1,а). В структуре наполненных полимерных пленок (рис.1,б) имеют место мелкие дефекты в виде полых полостей на границе раздела полимер-наполнитель при

этом углеродные волокна достаточно равномерно распределены в объеме полимерного покрытия и преимущественно ориентированы вдоль направления движения ракли.

Одной из основных функциональных характеристик РПМ является зависимость коэффициента отражения от длины падающей волны электромагнитного излучения или частотная зависимость коэффициента отражения [5].

Для определения коэффициента отражения полученных материалов использовали измерители коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) панорамные типа Р2 с оконечной нагрузкой волноводного тракта в виде согласующих рупорных антенн. Рупорный метод измерений позволяет получить амплитудную зависимость модуля коэффициента отражения по мощности РПМ в диапазоне частот от 2,6 до 37,5 ГГц.

При проведении измерений коэффициента отражения образцы располагали на металлической подложке вплотную к раскрытию рупорных антенн [6]. Результаты измерений получали в виде значений коэффициента отражения (R) в относительных единицах – децибелах (дБ).

На рисунке 2 представлены характеристики частотных зависимостей коэффициента отражения композиционных радиопоглощающих волокнисто-пленочных материалов с различным содержанием углеродного волокна в полимерном покрытии на основе ПВХ. Для обеспечения согласования волнового сопротивления свободного пространства и волокнисто-пленочного РПМ, в качестве внешнего слоя материала было выбрано модифицированное нетканое полотно.

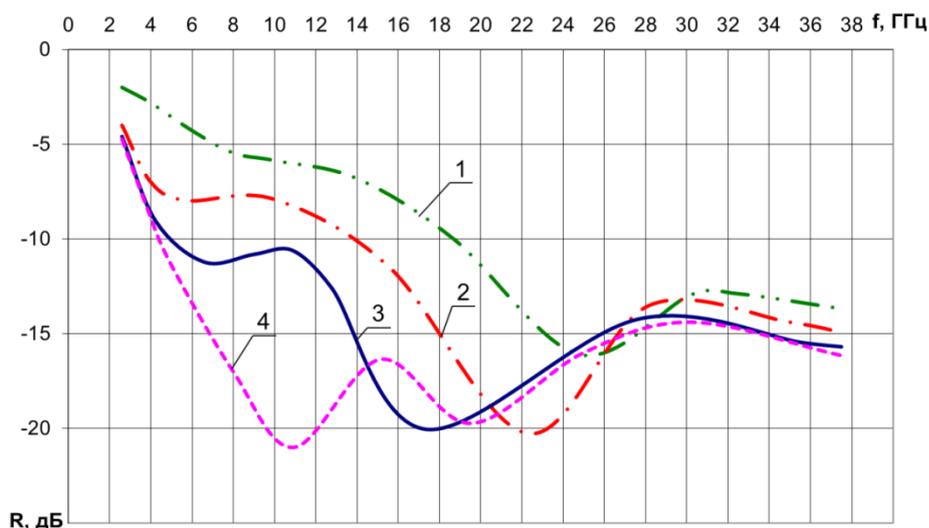


Рисунок 2 – Частотные зависимости коэффициента отражения образцов композиционных волокнисто-пленочных РПМ. Содержание углеродного волокна в полимерном покрытии, мас.ч.: 1 – 0,25; 2 – 0,5; 3 – 0,75; 4 – 1,0

Исходя из частотных зависимостей установлено, что наиболее эффективной радиопоглощающей способностью (при значениях коэффициента отражения менее минус 10 дБ) в широком диапазоне частот от 4,5 до 37,5 ГГц обладают композиционные волокнисто-пленочные РПМ, содержащие 1,0 мас.ч. наполнителя на 100 мас.ч. ПВХ.

Таким образом, в настоящей работе разработаны многослойные композиционные волокнисто-пленочные РПМ, состоящие из нетканых полотен и полимерного покрытия на основе поливинилхлорида, модифицированных диспергированным углеродным волокном.

Полученные РПМ обладают гибкостью, легкостью, работают в широком диапазоне частот, что позволяет применять их для изготовления специальной защитной одежды для человека и чехлов технического назначения для экранирования электронных устройств.

Список литературы:

1. Макаревич, А.В. Радиопоглощающие полимерные композиционные материалы в технике СВЧ / А.В.Макаревич, В.А. Банный // *Материалы, технологии, инструменты*. – 1999. – Т. 4, № 3. – С. 24-32.
2. Бабушкин С.В., Дедов А.В. и др. Пат. РФ на изобр. № 2197041. Способ получения радиопоглощающего материала. Оpubл. 20.01.2003.
3. Радиопоглощающий материал на основе поливинилхлорида, наполненного диспергированным углеродным волокном / Е.А. Власенко, Е.С. Бокова, А.В. Дедов, К.Л. Девин // *Пластические массы*. – 2016. – №5-6. – С. 41 – 43.
4. Влияние состава волокнисто-пористого композиционного материала на его радиофизические характеристики / Е.А. Девина, Е.С. Бокова, К.Л. Девин и др. // *Химические волокна*. – 2016. – № 6. – С. 42 – 45.
5. Любченков, А.В. Методики измерения отражательных характеристик радиопоглощающих материалов в радиолокационном диапазоне длин волн в интересах защиты информации на объектах информатизации / А.В. Любченков // *Вестник Воронежского государственного технического университета*. – 2009. – Т.5, №9. – С. 148-150.
6. Ковнеристый, Ю.К. *Материалы, поглощающие СВЧ-излучения* / Ю.К. Ковнеристый, И.Ю. Лазарев, А.А. Раваева, – М.: Наука, 1982. – 162 с.