

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.37, 537.874.7

Твердовский
Алексей Анатольевич

Экраны электромагнитного излучения на текстильной основе с гелевыми и
гелево-порошковыми металлооксидными наполнителями

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-98 80 01 Методы и системы защиты информации,
информационная безопасность

Научный руководитель
Позняк А.А.
к.ф.-м.н., доцент

Минск, 2015

ВВЕДЕНИЕ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В связи с бурным развитием в мире новейших технологий и производств технических средств различного назначения, включая средства приема-передачи и обработки информации, активные технические средства защиты информации быстро устаревают. При этом более мощная современная техника не может не наносить урон здоровью своих пользователей.

В сложившихся условиях представляется наиболее эффективным, долговечным, экологически чистым использование новых пассивных средств защиты информации от утечки по техническим каналам, а именно – экранирование электромагнитных излучений, создание систем экранирования помещений, в которых обрабатывается конфиденциальная информация, и систем экранирования технических средств обработки конфиденциальной информации и их компонентов.

В диссертационной работе ставятся и решаются задачи установления взаимосвязей между составом наполнителей пористых матриц из машинно-вязаного полиакрилонитрильного (нитронового) полотна высокой плотности вязки и их свойствами в радиочастотном диапазоне для получения новых нанокompозитных экранов электромагнитного излучения, в том числе работоспособных при пониженных температурах.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации.

Создание радиоэкранирующих и радиопоглощающих материалов актуально в силу целого ряда причин и обстоятельств.

Существенным является применение такого рода материалов для защиты объектов от утечек информации по индукционным (электромагнитным) каналам.

Создание элементной базы, нуждающейся для своего функционирования в небольших рабочих напряжениях (порядка единиц и десятых долей вольта) повышает экономичность аппаратуры, проектируемой и изготавливаемой с использованием таких электрорадиоэлементов. Но, с другой стороны, это приводит к тому, что наводки на электронные схемы становятся сравнимыми с полезными сигналами, что имеет своим следствием снижение помехозащищенности аппаратуры. Использование эффективных радиоэкранирующих и радиопоглощающих покрытий решает проблему помехозащищенности устройств в целом и электромагнитной совместимости отдельных их частей.

В военной сфере радиоэкранирующие и радиопоглощающие материалы способствуют сокрытию и маскировке объектов военного назначения и живой силы, повышают устойчивость функционирования аппаратуры в условиях постановки противником внешних помех и могут применяться также для защиты оборудования и личного состава от электромагнитного оружия различного рода.

Во многих отраслях промышленности и в быту работает большое количество источников высокочастотного электромагнитного излучения, которое оказывает вредное воздействие на организм человека и отрицательно влияет на работоспособность электронной техники. Проблема электромагнитной экологии в последние годы выходит на одно из первых мест. Поэтому создание высокоэффективных материалов, экранирующих и/или поглощающих высокочастотное ЭМИ, является важной научно-технической задачей. Перечисленные соображения показывают актуальность предпринятых автором исследований.

Цель и задачи исследования.

Целью работы является установление взаимосвязи между составом наполнителей пористых матриц из машинно-вязаного полиакрилонитрильного (нитронового) полотна высокой плотности вязки и их свойствами в радиочастотном диапазоне для получения новых нанокompозитных экранов электромагнитного излучения, в том числе работоспособных при пониженных температурах.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

– провести сравнительный анализ современных методов создания радиоэкранирующих и радиопоглощающих материалов различного назначения и перспектив использования наноматериалов при их разработке;

– разработать методики приготовления нанокompозитных наполнителей, их введения в текстильную матрицу и стабилизации;

– провести исследования эффективности экспериментальных образцов предлагаемых нанокompозитных материалов;

– провести сравнительный анализ эффективности экспериментальных образцов радиозащитных покрытий между собой и с существующими аналогами.

В качестве *объекта исследования* выбраны гибкие композитные экраны электромагнитного излучения для сверхвысокочастотного диапазона, создаваемые путем введения наноструктурированных водосодержащих наполнителей в полиакрилонитрильное (нитроновое) машинно-вязаное полотно высокой плотности вязки. *Предмет исследования* – радиоэкранирующие свойства (коэффициенты передачи S_{21} и отражения S_{11}) указанных нанокompозитных экранов в сверхвысокочастотном диапазоне в зависимости от состава наполнителей.

Методология и методы проведенного исследования.

При решении поставленных задач использовали широко известные методы исследования пропускания и отражения электромагнитного излучения, а также элементного и фазового состава материалов.

Контроль фазового состава, структуры порошковых компонентов экспериментальных образцов осуществляли методами рентгеноструктурного анализа (РСА) (установка ДРОН 3.0 М). Для работы были использованы базы данных PDF-2 версии 2002 г., подготовленный *International Centre for Diffraction Data*, под управлением оболочки *PCPDFWIN* и базы данных *COD (Crystallography Open Database)* релиза 23.08.2012 г. в сочетании с программой *MATCH!* версий 1.11 и 2.0.10, разработанной фирмой *Crystal Impact*. Для обработки результатов, их графического представления и подготовки настоящей работы были использованы математические таблицы *MicrosoftExcel 2013*, текстовый процессор *MicrosoftWord2013*, пакет программ математической и графической обработки экспериментальных данных *OriginPro 8.0 SR6 ver. 8.0988* разработки *OriginLab Corporation*.

Положения диссертации, выносимые на защиту

1. Введение в текстильное полотно в качестве наполнителя гидрогеля поливинилового спирта с добавлением хлорида калия в концентрации 1 М сопровождается совместным поляризующим воздействием макромолекул полимера и ионов соли на структуру воды и снижением подвижности ионов соли, а ион-дипольное взаимодействие между ионами соли и ОН-группами макромолекул поливинилового спирта исключает переход гидрогеля в жидкое состояние за счет образования наноразмерной сетчатой структуры из макромолекул полимера и ионов соли вплоть до температуры деструкции органических компонентов таких экранов электромагнитного излучения, что обеспечивает их работоспособность до температур начала деструкции полимерных компонентов.

2. Добавление наноструктурированного минерала – шунгита в наполнитель текстильного полотна из гидрогеля поливинилового спирта и хлорида калия обеспечивает работоспособность создаваемых из них экранов электромагнитного излучения при температурах, сниженных до минус 15 °С за счет дополнительной поляризации молекул воды и модификации совокупной структуры гидрогеля в них полярной высокодисперсной составляющей шунгита, представленной в основном диоксидом кремния. Добавление грубодисперсного диоксида титана к существенному снижению рабочих температур не приводит.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, трёх глав с краткими выводами по каждой главе, за-

ключения, рекомендаций по практическому использованию, списка использованных источников и графического материала. Общий объем работы – 79 страниц. Она включает 50 страниц машинописного текста, 25 рисунков на 11 страницах, 5 таблиц на 2 страницах, библиографию из 31 наименования использованных источников на 2 страницах, 2 публикации на 1 странице, и графический материал на 13 страницах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении исследований в рамках настоящей диссертационной работы удалось достичь высоких показателей экранирования электромагнитного излучения гибкими и тонкими материалами, которые по сравнению с аналогичными по толщине экранами из трикотажных полотен с металлическими нитями имеют преимущество в поглощении электромагнитного излучения, имеют меньшую удельную массу, а также значительно проще и дешевле в изготовлении, что обуславливает технико-экономическую эффективность их внедрения.

Полученные данные необходимы для дальнейших исследований в области создания радиоэкранирующих и радиопоглощающих материалов. Также эти результаты могут использоваться для изготовления гибких электромагнитных экранов, применяемых в различных сферах :

- в военной области для снижения радиолокационной заметности объектов и повышения их помехозащищенности;
- в области радиозэкологической защиты живых организмов от вредного воздействия электромагнитного излучения путем создания специальной одежды, накидок, других средств индивидуальной защиты;
- в области защиты информации для подавления электромагнитного канала утечки информации;
- для защиты устройств обработки и хранения информации от воздействия электромагнитного излучения;
- в измерительной и контрольной аппаратуре;
- в других областях науки и техники.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Твердовский, А.А. Водосодержащие гибкие экраны электромагнитного излучения с расширенным диапазоном рабочих температур / А.А.Твердовский, Н.В. Гвоздева // Компьютерное проектирование и технологии производства электронных схем: материалы 50-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 24-26 марта 2014 – Минск, 2014.

2. Позняк, А.А. Водосодержащие нанокompозитные экраны электромагнитного излучения, работающие при пониженных температурах / А.А. Позняк, Н.В. Гвоздева, Н.В. Насонова, Г.А. Пухир, А.А. Твердовский// Материалы 24-й Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», 7-13 сентября, 2014 – Севастополь, Украина – 2014.

Библиотека БГУИР