

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

УДК[621.3.085.3:537]:669.112.227.322

Безмен  
Виктория Владимировна

Конструкции экранов  
электромагнитного излучения  
оптического диапазона длин волн  
на основе порошкообразного перлита

**АВТОРЕФЕРАТ**

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

---

Научный руководитель:  
Утин Леонид Львович  
кандидат технических наук, доцент

---

Минск 2016

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из наиболее информативных технических каналов утечки информации является визуально-оптический. Для защиты информации от утечки по указанному каналу необходимо обеспечивать скрывание объектов, являющихся ее источниками. С этой целью применяются конструкции экранов ЭМИ оптического диапазона длин волн. Такие конструкции должны характеризоваться значениями КСЯ и СП, схожими с аналогичными значениями для подстилающих поверхностей, на фоне которых располагается скрываемый объект. Указанные значения определяются закономерностями взаимодействия ЭМИ оптического диапазона длин волн с материалами, использованными для изготовления экранов.

В настоящее время для создания конструкций экранов ЭМИ широко используются композиционные материалы (композиты), состоящие из пластичной основы (связующего), армированной порошкообразными наполнителями, физические свойства которых (электропроводность, относительная диэлектрическая и магнитная проницаемость) способствуют перераспределению энергии взаимодействующих с ними ЭМВ. Многие композиты превосходят традиционные материалы и сплавы по своим механическим свойствам, и при этом характеризуются более низкими массогабаритными параметрами и свойством размеростабильности. В силу этого в настоящее время поиск новых порошкообразных материалов для формирования конструкций экранов ЭМИ, позволяющих исключить недостатки традиционных материалов, является актуальным.

Варьируя набор, тип и соотношение компонентов композиционного материала, возможно варьировать его механические характеристики, массогабаритные параметры, а также оптические характеристики. Кроме того, на оптические характеристики композита оказывает влияние размер фракций использованного для его формирования порошкообразного наполнителя.

При формировании композиционного материала с требуемыми оптическими характеристиками в целях снижения расхода материалов выбор соотношения исходных компонентов должен осуществляться теоретическим путем, что требует наличия определенных расчетных методов, отличающихся точностью, быстротой и простотой реализации.

В диссертации соискателя представлены методики разработки конструкций экранов ЭМИ на основе порошкообразного перлита и анализ их спектрально-поляризационных свойств. Экранирование с использованием таких конструкций наземных объектов различного назначения позволяет уменьшить уровень их побочных ЭМИ, а значит, препятствовать утечке защищаемой информации по техническим каналам.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертационной работы является исследование эффективности новых конструкций экранов ЭМИ (спектрально-поляризационных имитаторов подстилающих поверхностей) на основе перлитосодержащих материалов для обеспечения защиты информации от утечки по оптическому каналу.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести обоснование выбора порошкообразного перлита в качестве основного компонента для создания спектрально-поляризационных имитаторов подстилающих поверхностей и выбрать необходимое связующее вещество для изготовления композиционных перлитосодержащих материалов.

2. Разработать методику изготовления спектрально-поляризационных имитаторов подстилающих поверхностей на основе порошкообразного перлита.

3. Разработать методику анализа и расчета характеристик спектральной яркости и степени поляризации спектрально-поляризационных имитаторов подстилающих поверхностей.

4. Исследовать на основе разработанной методики спектрально-поляризационные характеристики конструкций экранов ЭМИ на основе перлитосодержащих материалов.

5. Составить рекомендации по использованию разработанных спектрально-поляризационных имитаторов подстилающих поверхностей.

### **Связь с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики**

Тема диссертационной работы соответствует подразделам 5.2. «Системные решения, архитектура, методологическое и аппаратно-программное обеспечение высокопроизводительных параллельных и распределенных информационно-коммуникационных процессов, сетей и систем, их информационная безопасность» и 8.4 «Новые композиционные материалы на основе металлов, керамики и углерода, нано- и микроструктурированные материалы и способы их синтеза, нанотехнологии, моделирование и создание адаптивных материалов» приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2011–2015 гг., утвержденных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 19.04.2010 г., № 585.

В данной работе показано, что с применением порошкообразного перлита могут быть получены конструкции экранов ЭМИ,

характеризующиеся по сравнению с аналогами пониженной стоимостью (до 10 раз) и массой на единицу объема (до 3 раз), что также имеет экономическую целесообразность.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Композиционные материалы, получаемые путем закрепления в связующем веществе (50 об. %) порошкообразного перлита, характеризуются значениями КСЯ 0,6...0,8 в диапазоне длин волн 400...1000 нм, что позволяет рекомендовать применение таких материалов для изготовления спектрально-поляризационных имитаторов подстилающих поверхностей, которые могут быть использованы для скрытия наземных объектов на фоне снега с настом.

2. Экспериментальное обоснование разработанной методики оценки значений спектральной яркости и степени поляризации перлитосодержащих композиционных материалов в диапазоне длин волн 400...1000 нм.

### **Личный вклад соискателя ученой степени**

В совместно опубликованных работах соискателю принадлежат определение целей и постановка задач исследования, выбор методов исследования, участие в проведении экспериментов по разработке конструкций экранов ЭМИ и изучении их свойств, а также обработке, анализе и интерпретации полученных результатов, формулировке выводов.

Основными соавторами опубликованных работ являются научный руководитель, кандидат технических наук, доцент Л.Л. Утин, а также ассистент кафедры защиты информации О.В. Бойправ, которые принимали непосредственное участие в планировании работ и обсуждении результатов.

### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Основные положения и результаты исследований докладывались и обсуждались на научных и научно-практических конференциях разного уровня: XI Международной научно-практической конференции (Минск, 12.12.2014), 51 СНТК БГУИР (Минск, 13.04.2015 – 17.04.2015), XX Международной научно-практической конференции «Комплексная защита информации» (Минск, 19.05.2015-21.05.2015).

Выступление с докладом на 51-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР отмечено благодарностью.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении и общей характеристике работы обосновывается актуальность выбранной темы, даётся краткая характеристика её разработанности, определяются объект и предмет исследования, цель и задачи, указана теоретико-методологическая основа, отмечены элементы научной новизны, формулируются основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Первая глава «Современные методы и средства защиты информации от утечки по визуально-оптическим каналам» носит теоретический характер, состоит из 4 разделов. В ней определяется следующее:

– подвидом электромагнитного канала утечки информации является визуально-оптический, носителем информации в котором является ЭМП видимого либо инфракрасного диапазонов длин волн. В общем случае источником информации в оптическом канале утечки является объект наблюдения, который излучает свет или его рассеивает. Так как свет является ЭМИ, то процессы отражения и поглощения ЭМВ характерны для него. Интенсивность отраженного материалом экрана ЭМИ зависит от качества поверхности, служащей границей раздела сред, углов падения лучей света на поверхность раздела и показателей преломления сред. Характер рассеяния в первую очередь зависит от соотношения между длиной волны и размером частиц. Для порошкообразных материалов характерно многократное рассеяние;

– с использованием порошкообразных материалов изготавливаются конструкции экранов ЭМИ видимого и ближнего инфракрасного диапазонов длин волн. При этом данные материалы либо закрепляются в связующих веществах, либо наносятся с использованием клеевых составов на специальные подложки на основе трикотажных материалов;

– показано, что основные недостатки существующих композиционных материалов и конструкций экранов ЭМИ видимого и инфракрасного диапазонов длин волн на их основе связаны с многоступенчатостью, сложностью, большими временными и энергетическими затратами процесса изготовления, плохой формируемостью, значительными массогабаритными характеристиками, нестабильными экранирующими и прочностными характеристиками.

Вторая глава носит практико-ориентированный характер, состоит из 6 разделов. В ней определяется следующее:

– создаваемые на основе перлита конструкции экранов ЭМИ характеризуются невысокими стоимостью и весом по сравнению с конструкциями на основе электропроводных, диэлектрических и магнитных

материалов, среди которых наиболее широко используемыми на сегодняшний день являются углерод, шунгит, диоксид титана, вода, силикагель, ферриты и т. п.;

– разработана методика изготовления композиционного материала на основе порошкообразного перлита для изготовления спектрально-поляризационных имитаторов подстилающих поверхностей. Изготовление композиционных материалов на основе порошкообразного перлита включает в себя этап приготовления и литья композиционной смеси, а также этап раскроя композиционного материала;

– разработана методика анализа и расчета характеристик спектральной яркости композиционных материалов. Относительная погрешность определения КСЯ композиционного материала предложенной методикой составляет 10 %. Использование разработанной методики способствует сокращению времени, затрачиваемого на получение требуемых спектральных характеристик композиционного материала и конструкции экрана ЭМИ на его основе. Это является важным, т. к. условия применения таких конструкций разнообразны и в определенных случаях быстро изменчивы;

– для оценки параметров микрорельефа поверхности материалов (высоты шероховатостей и глубины дефектов) предложено использовать микроскоп металлографический агрегатный МЕТАМ-Р1 в комплекте с фотоэлектрическим окулярным микрометром ФОМ-2-16, состоящего из окулярного микрометра и электронно-вычислительного устройства.

Третья глава носит экспериментальный характер, состоит из 4 разделов. В ней определяется следующее:

– для снижения заметности объектов на фоне местностей различного типа, способствующего уменьшению вероятности утечки информации о данных объектах по визуально-оптическим каналам, используются конструкции спектрально-поляризационных имитаторов. В качестве связующего вещества при формировании таких материалов предложено использовать силиконовый герметик. Он характеризуется высокой технологичностью, а также хорошими эксплуатационными свойствами;

– тип перлита определяет его спектрально-поляризационные свойства. Показано, что КСЯ перлита типов 2 и 3 больше, чем КСЯ перлита типа 1. Показано, что изменение угла визирования ЭМИ, отражаемого перлитом, не оказывает существенного влияния на значения КСЯ последнего. Значения СП перлита составляют 0,02–0,1 и увеличиваются при увеличении угла визирования. Наибольшим значением СП характеризуется перлит типа 2;

– с использованием методики, предложенной в разделе 2.3, рассчитаны характеристики спектральной яркости композиционных перлитсодержащих

материалов, связующим веществом которых является силиконовый герметик. Значение относительной погрешности расчетов КСЯ и СП, проведенных с использованием предложенной методики, составляют 3 % и 10 % соответственно;

– показано, что с уменьшением с 3 мм до 0,5 мм размера фракций перлита значения КСЯ композиционных материалов на его основе уменьшаются с 0,4...0,55 до 0,32...0,5 (что может быть связано с увеличением соотношения в перлите количества фракций черного и серого цветов к количеству фракций белого цвета по мере его промышленного измельчения), а значения СП при этом возрастают с 0,01...0,02 до 0,02...0,2 (что может быть связано с тем, что перлит меньшего размера фракций сорбирует больше влаги из связующего вещества в процессе изготовления композиционного материала). Кроме того, от размера фракций перлита зависит индикатриса рассеяния ЭМВ оптического диапазона поверхностью композиционного материала на его основе, а также на расположение на индикатрисе точек максимума и минимума.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для формирования конструкций экранов ЭМИ предложено использовать выпускаемый на промышленной основе порошкообразный перлит трех типов: размера фракций 0,5 мм, 1...3 мм и 3 мм. Данный порошкообразный материал может закрепляться в связующих веществах (одно- или многослойные конструкции экранов ЭМИ на основе композиционных материалов). Управляемо изменять значения КСЯ и СП указанных конструкций экранов возможно при регулировании размера фракций порошкообразного перлита, которое выполняется путем выбора другого его типа (в отличие от иных используемых в настоящее время для создания конструкций экранов ЭМИ порошкообразных материалов, регулирование размера фракций которого проводится путем их дополнительного измельчения).

Расчетно-экспериментальным путем разработана методика оценки значений КСЯ и СП композиционных материалов, наполнителем которых является перлит размера фракций 0,5 мм, 1...3 мм или 3 мм, а связующим веществом – силиконовый герметик. Разработанная методика может быть использована в ходе формирования спектрально-поляризационных имитаторов подстилающих поверхностей с требуемыми значениями КСЯ и СП. Относительная погрешность определения КСЯ композиционного материала с использованием разработанной методики не превышает 3 %, СП – 10 %.

Установлено, что с уменьшением с 3 мм до 0,5 мм размера фракций перлита значения КСЯ композиционных материалов на его основе уменьшаются с 0,4...0,55 до 0,32...0,5 (что может быть связано с увеличением соотношения в перлите количества фракций черного и серого цветов к количеству фракций белого цвета по мере его промышленного измельчения), а значения СП при этом возрастают с 0,01...0,02 до 0,02...0,2 (что может быть связано с тем, что перлит меньшего размера фракций сорбирует больше влаги из связующего вещества в процессе изготовления композиционного материала). Кроме того, размер фракций перлита оказывает влияния на ход индикатрисы рассеяния ЭМВ оптического диапазона поверхностью композиционного материала на его основе, а также на расположение на индикатрисе точек максимума и минимума.

Перлит размера фракций 3 мм может быть использован для изготовления спектрально-поляризационных имитаторов сухого снега с настом. При этом данный порошкообразный материал с использованием прозрачных клеевых составов может наноситься на специальные подложки, окрашенные в цвет подстилающей поверхности, на которой размещен скрываемый объект.

Разработанная методика оценки значений КСЯ и СП композиционных материалов может быть использована при формировании конструкций имитаторов подстилающих поверхностей с заданными спектрально-поляризационными свойствами. Использование разработанной методики позволит сократить время- и материалоемкость процесса получения указанных конструкций.



## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А. Безмен, В.В. Конструкции спектрально-поляризационных имитаторов подстилающих поверхностей на основе влагосодержащего порошкообразного перлита / О.В. Бойправ, В.В. Безмен // Управление информационными ресурсами: материалы XI Международной научно-практической конференции. Минск, 12.12.2014 г. / редкол. А.В. Ивановский [и др.] – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь – с.159-160.

2-А. Безмен, В.В. Конструкции экранов электромагнитного излучения оптического диапазона длин волн на основе порошкообразного перлита / В.В. Безмен, Л.Л. Утин // 51 СНТК БГУИР: материалы 51 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. Минск, 13-17 апреля 2015 г. – Минск, 2015 – с. 379-380.

3-А. Безмен, В.В. О некоторых вопросах технической защиты информации на предприятиях Республики Беларусь / В.В. Безмен. // Международная военно-научная конференция: тезисы докладов УО ВАРБ. Минск, 23-24 апреля 2015 г. – Минск, 2015 – с.376.

4-А. Безмен, В.В. О некоторых направлениях разрешения проблем, возникающих при построении систем защиты информации на предприятиях Союзного Государства / В.В. Безмен, Л.Л. Утин. // Комплексная защита информации: материалы XX научно-практической конференции. Минск, 19-21 мая 2015 г. – Минск: РИВШ, 2015 – с 142-143.