

ГИБКИЕ ЭКРАНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТРИКОТАЖА

А. А. Богущ¹, С.М. Завадский¹, Л.М. Лыньков², А.В. Хижняк³, В.Е. -
Федорович³

Белорусский государственный университет информатики и ра-
диоэлектроники

Белорусский колледж связи

Военная академия РБ

Минск, Беларусь

Введение

При проектировании радиосистем конструкторам довольно часто приходится решать проблемы радиоэкологии, электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и их помехоустойчивости, а также защиты информации, передающейся по каналам связи.

Эффективным средством уменьшения нежелательных излучений электромагнитных устройств является применение в конструкциях экранов экранирующих материалов. Особую актуальность приобретает проблема разработки облегченных, гибких, воздухопроницаемых и удобных в эксплуатации электромагнитных экранов и радиопоглощающих покрытий. При создании таких экранов перспективным является использование высокопроизводительного трикотажного оборудования, позволяющего реализовать конструкции полотен с различным рельефом и плотностью, с последующим нанесением металлического покрытия на поверхность полотна методами вакуумного плазменного распыления [1, 2]. Формирование экранов и радиопоглощающих покрытий с использованием трикотажных вязальных машин характеризуется неоспоримыми преимуществами, связанными с высокой производительностью, меньшей требовательностью к сырью и возможностью создания эластичных полотен, в отличие от текстильной, тканой и бумажной технологий изготовления готовых изделий из волокнистых материалов [3].

Методика металлизации трикотажных полотен

Нанесение покрытия осуществлялось на вакуумной установке ВЭМ-1, оборудованной двумя двухлучевыми ионными источниками

ками. Перед напылением рабочая камера откачивалась до давления 2×10^{-3} Па и затем проводилась ионная очистка поверхности основы (трикотажного полотна).

Покрытие формировалось в едином вакуумном цикле без промежуточной разгерметизации вакуумной камеры. Пленка Ni получалась распылением Ni мишени ионно-лучевым источником при параметрах разряда $U_p = 5$ кВ, $I_p = 200$ мА, рабочее давление в камере $P = 2 \times 10^{-2}$ Па.

Для изучения экранирующих свойств были изготовлены образцы трикотажных полотен, на которые в натянутом состоянии нанесено методом магнетронного распыления металлическое покрытие из никеля толщиной 0,1 мкм.

Полотно – основа, на которую производилось нанесение никеля, производилась на трикотажном оборудовании по технологической схеме, обеспечивающей формирование трикотажных полотен с гладкими и рельефными поверхностными лобовыми слоями и объемной структурой.

Объект и методы исследований

В качестве объектов исследования выступали образцы никелированных трикотажных полотен.

Исследование характеристик экранов проводилось на частоте 7,5 ГГц (длина волны 4 см) с помощью измерительной линии ИВЛ-535. Измеряемыми характеристиками являются коэффициент стоячей волны и коэффициент ослабления исследуемых материалов, позволяющие оценить эффективность экранирования и радиопоглощающие свойства полотен.

Коэффициент стоячей волны определялся как отношение максимальной амплитуды напряженности электрического поля, установившегося в волноводной линии, к минимальной. Коэффициент ослабления определялся как отношение амплитуды напряженности электрического поля в детекторной секции при отсутствии экрана к амплитуде напряженности электрического поля после его установки. Так как диод имеет квадратичную вольт-амперную характеристику, то при расчете значений КСВ и коэффициента ослабления из показаний вольтметра извлекали квадратный корень.

Результаты и обсуждение

Были исследованы свойства экранов с тонкопленочными никелевыми покрытиями и характеристики различных экранирующих конструкций в зависимости от количества слоев трикотажа.

В результате изучения электромагнитных свойств обнаружено, что эффективность экранирования электромагнитного излучения повышается при формировании многослойных покрытий и использовании нескольких слоев трикотажного полотна с металлическим покрытием. Эффективность трикотажных экранов с покрытием из никеля достигает 15 дБ.

Установлены зависимости коэффициента ослабления экранов от ориентации петельных столбиков трикотажного полотна по отношению к вектору электрического поля. Изменение экранирующих свойств материалов при повороте образцов относительно горизонтальной оси в плоскости, перпендикулярной оси волновода, свидетельствует о том, что образцы обладают ярко выраженными поляризационными свойствами и эквивалентны металлической решетке, роль прутьев которой выполняют петельные столбики. Ослабление электромагнитного излучения экраном максимально при вертикальной ориентации образца, когда петельные столбики (путья решетки) параллельны вектору электрического поля, ориентированного в волноводе вертикально.

Экспериментальные образцы для исследования зависимости экранирующих свойств материалов от толщины конструкции формировались путем сложения полотна вдвое и втрое. Установлено, что коэффициент передачи уменьшается на 5 дБ при добавлении очередного слоя материала.

При исследовании экранирующих свойств трикотажных полотен комбинированного переплетения ластик-гладь, на лицевую сторону которых было нанесено покрытие содержащее тонкие слои никеля, было обнаружено уменьшение коэффициента отражения материалов при падении ЭМИ с ненапыленной стороны полотна. Установлено, что при использовании такой конструкции экран отражает в среднем в 1,4 раза меньше электромагнитной энергии, чем в случае установки трикотажного полотна напыленной стороной к источнику. Предложено создание градиентной металл-диэлектрической многослойной структуры в трикотажном экране для уменьшения коэффициента отражения электромагнитной волны от границы раздела воздух-экран.

Заключение

Гибкие электромагнитные экраны, изготовленные на основе трикотажных полотен путем нанесения тонкослойных металлических покрытий в вакууме, являются перспективными для создания высокоэффективных и широкополосных экранов и радиопогло-

телей, потребность в которых возникает при конструировании изделий радиоэлектроники для повышения помехоустойчивости и эксплуатационных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осаждение тонких пленок на гибкие трикотажные полотна для формирования радиопоглощающих экранов / В.А. Богуш, С.М. - Завадский, Л.М. Лыньков, В.А. Петрова // Известия Белорусской инженерной академии. – 1999. - № 1(7)/2. - С. 171–173.

2. Применение эластичных материалов с упорядоченной структурой для повышения помехоустойчивости средств связи. / В.А. Богуш, Л.М. Лыньков, Н.А. Титович, В.А. Петрова // Известия Белорусской инженерной академии. – 1997. - № 1(3)/3. - С. 253-255.

3. Исследование поглощающих свойств трикотажных полотен из композитных волокнистых материалов / В.А. Богуш, Л.М. Лыньков, В.П. Глыбин и др. // Известия Белорусской инженерной академии. – 1999. - № 1(7)/2. - С. 174-176.