

Морозов Святослав Игоревич, магистрант 2 курс, факультет «Радиофизика»

КФУ, Физико-технический институт, Россия, Республика Крым,

г. Симферополь

Иванов Роман Андреевич, магистрант 2 курс, факультет «Радиофизика»

КФУ, Физико-технический институт, Россия, Республика Крым,

г. Симферополь

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЕРХТОНКИХ ПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНОК

Аннотация: В статье рассматриваются электродинамические свойства сверхтонких проводящих пленок и их экранирующая эффективность в качестве единичного и многослойного экрана. Одним из основных вопросов современной электронной промышленности является проблема электромагнитной совместимости приборов и компонентов. С каждым годом уровень электромагнитного загрязнения становится все выше, вынуждая применять все более эффективные меры, для защиты высокоточного оборудования, такие как использование тонкопленочных экранов. Для получения легких и эффективных экранов в основном используются технологии напыления металлических пленок толщиной от десятков нанометров до сотен микрометров на диэлектрическую основу. Такая металлодиэлектрическая структура (МДС) [1; 2; 3; 4] обладает как поглощающими свойствами, зависящими от материала основы, так и отражающими за счет металлического напыления.

Ключевые слова: металлодиэлектрическая структура, многослойные структуры, дифракционные характеристики, экранирующие свойства, оптические коэффициенты, волновод, панорамный измеритель.

Annotation: The article discusses the electrodynamic properties of ultrathin conducting films and their shielding efficiency as a single and multilayer screen. One of the main issues in the modern electronics industry is the problem of electromagnetic compatibility of devices and components. Every year, the level of electromagnetic pollution is getting higher, forcing to apply more and more effective measures to protect high-precision equipment, such as the use of thin-film screens. To obtain light and efficient screens, the technologies of deposition of metal films with a thickness of tens of nanometers to hundreds of micrometers on a dielectric base are mainly used. Such a metal-dielectric structure (MDS) [1; 2; 3; 4] has both absorbing properties, depending on the base material, and reflecting due to metal spraying.

Keywords: metal-dielectric structure, multilayer structures, diffraction characteristics, shielding properties, optical coefficients, waveguide, panoramic meter.

На сегодняшний день, влияние электромагнитных полей на нанометровые проводящие пленки, толщиной от единиц до десятков нанометров, малоизучено, и представляет собой достаточно обширную область для исследований. Так же актуальным для изучения являются процессы, происходящие в тонких пленках, когда их толщина приближается, и становится сопоставима с длиной пробега электрона.

Такие пленки находят свое применение в множестве отраслей электроники, используя для создания интегральных микросхем, пленочных активных и пассивных электронных элементов, в качестве соединительных проводников и контактных площадок. Применение таких элементов позволяет увеличить степень интеграции компонентов на платах, что в свою очередь дает возможности для миниатюризации и удешевления производства.

Для исследования были подготовлены гибкие основы из лавсана и фторопласта, размерами 15x15 мм, с последующим напылением алюминиевых пленок толщинами 5, 7 и 10 нанометров. Полученные МДС поочередно устанавливались в волноводном тракте в области наибольшей напряженности поля и подвергались воздействию ЭМП на частоте 3.3 ГГц [5]. Были проведены

измерения для одного образца определенной толщины, а также для двух и трех одинаковых образцов на расстоянии 5 мм между собой

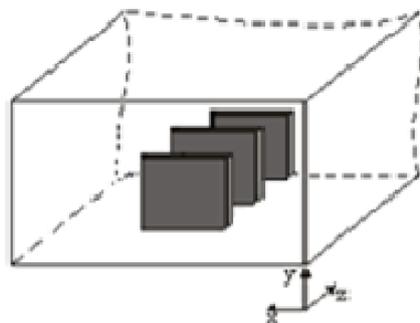


Рис. 1. Примерная схема расположения образцов в волноводе

Электродинамические свойства МДС представляют из себя коэффициенты прохождения (Transmission), отражения (Reflection) и поглощения (Absorption) электромагнитной волны [2; 3; 4; 5; 6]. Расчет коэффициентов для системы МДС представлен на рисунках 2-4.

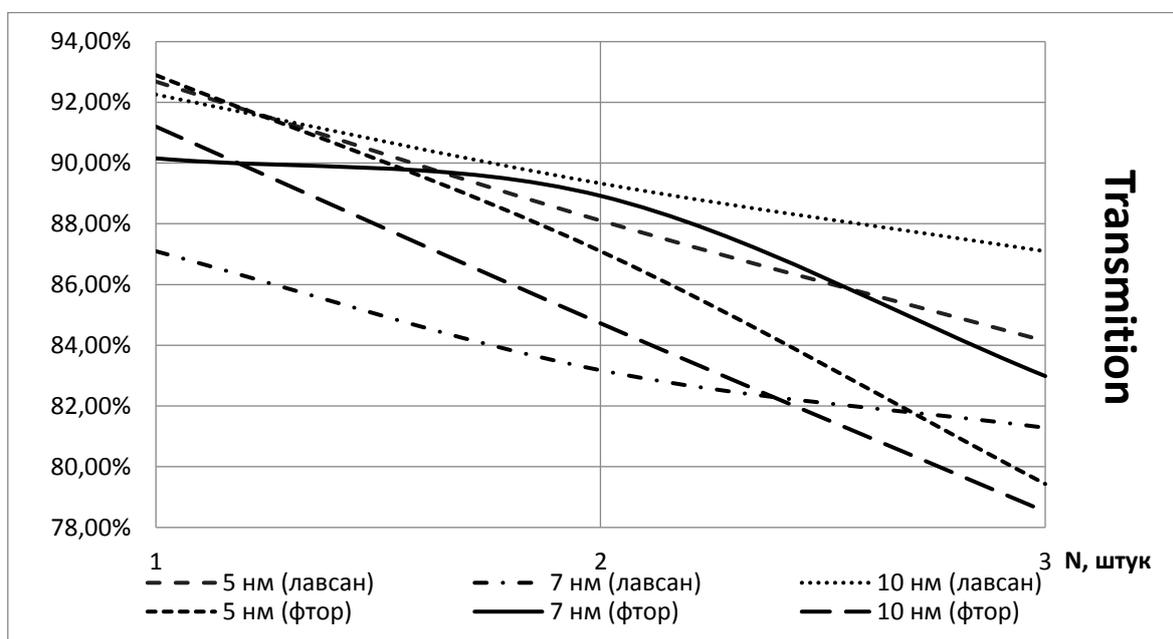


Рис. 2. Зависимость прошедшей мощности от числа МДС в системе

Как видно из рисунка 2, прошедшая мощность уменьшается с увеличением числа МДС в системе, как для МДС с лавсановой, так и фторопластовой

основами. На рисунке 3 представлены зависимость отраженной мощности от числа МДС в системе.

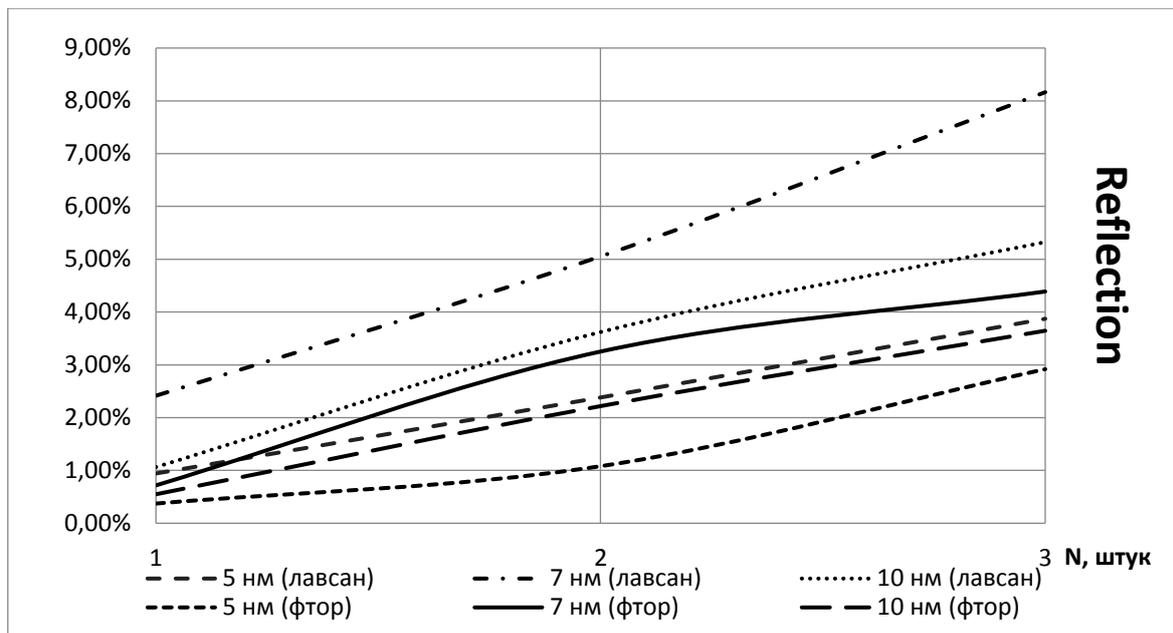


Рис. 3. Зависимость отраженной мощности от числа МДС в системе

Как видно из рисунка 3, тенденция для фторопластовых и лавсановых МДС схожа, и коэффициент отражения фактически линейно растет с ростом числа МДС в системе, что является немаловажным фактором для экранирующих покрытий. Тем не менее МДС с лавсановой основой обладают большим отражением чем фторопластовые.

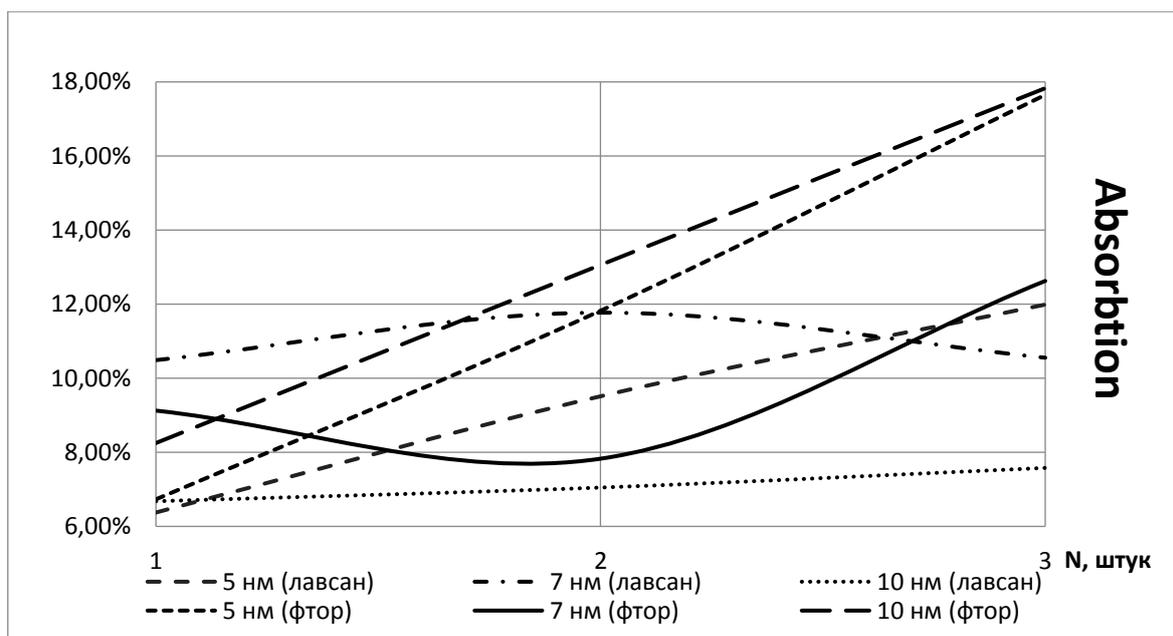


Рис. 4. Зависимость поглощенной мощности от числа МДС в системе

Однако поглощающие свойства выражены не однозначно, исходя из полученных результатов на рисунке 4 можно утверждать, что МДС с фторопластовой основой обладают большим поглощением, и с ростом числа таких МДС в системе поглощение так же возрастает. В свою очередь МДС с лавсановой основой находятся примерно на одном уровне, не зависимо от числа МДС в системе.

Подводя итоги, можно утверждать, что применение системы многослойных металлодиэлектрических структур, в качестве многослойных экранов [6], целесообразно, и показывает хорошие результаты. Можно выделить, что немаловажным фактором так же является материал основы таких экранов, легкость метода напыления позволяет использовать различные материалы, подбирая необходимую структуру и ее свойства, что в свою очередь дает возможность создавать уникальные решения для самых разных условий.

Библиографический список:

1. Арсеничев С.П., Глумова М.В. и др. Влияние структуры подложек на поглощающие свойства нанометровых проводящих пленок // 27-я Международная Крымская конференция "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии". 2007.
2. Быков Ю. А. О некоторых особенностях структуры и свойств металлических "тонких" плёнок / Ю. А. Быков, С. Д. Карпухин, Е. И. Газукина // МиТОМ. – 2000. – № 6. – С. 45–47.
3. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ, т.1 / И.В. Лебедев. – Техника сверхвысоких частот. – М.: Высшая школа, 1970. – 440 с.
4. Кураев А. А. Электродинамика и распространение радиоволн / А. А. Кураев, Т. Л. Попкова, А. К. Сеницын. – Минск: Бестпринт, 2004. – 378 с.
5. Винокуров В.И. Электрорадиоизмерения / В.И. Винокуров, С.И. Каплин, И.Г. Петелин. – М.:Высшая школа. – 1996. – 351.
6. Электромагнитное экранирование: монография / Д. Н. Шапиро – Долгопрудный: Издат. дом «Интеллект», 2010. – 120 с.