

Литература

1. Семченко, И.В. Электромагнитные волны в метаматериалах и спиральных структурах / И.В. Семченко, С.А. Хахомов. – Минск: Беларуская навука, 2019. – 279 с.

А. А. Гузовец (ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **И. В. Семченко**, д-р. физ.-мат. наук, профессор

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ «ИДЕАЛЬНОГО» ДВУСТОРОННЕГО ПОГЛОТИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ОМЕГА-ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ НИХРОМОВОЙ ПРОВОЛОКИ

Для изготовления образца двумерной решётки за основу был взят лист пенопласта размером 0,5 x 0,5 м и толщиной 20 мм. Фотография изготовленного экспериментального образца метаматериала показана на рисунке 1.

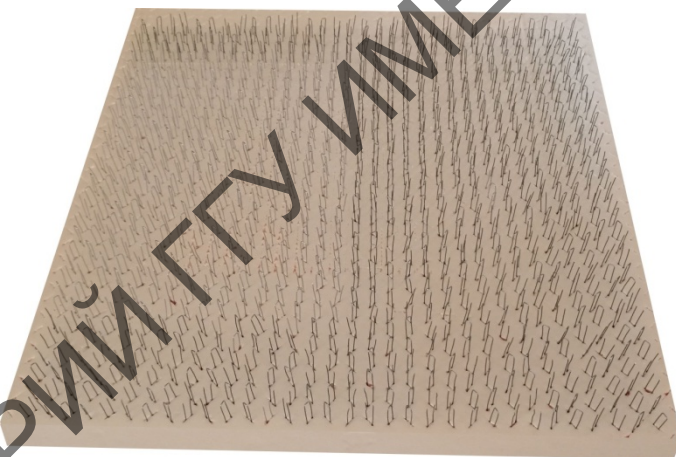


Рисунок 1 – Фотографии изготовленного экспериментального образца метаматериала

Экспериментальные исследования проведены в безэховой камере. Безэховая камера представляет собой помещение, облицованное изнутри радиопоглощающим материалом (ТОРА) с целью уменьшения отражения от стен. Поглотитель электромагнитных волн «ТОРА» (рисунок 2) обеспечивает проведение высокоточных измерений характеристик антенной техники и испытаний радиоэлектронной аппаратуры на электромагнитную совместимость.

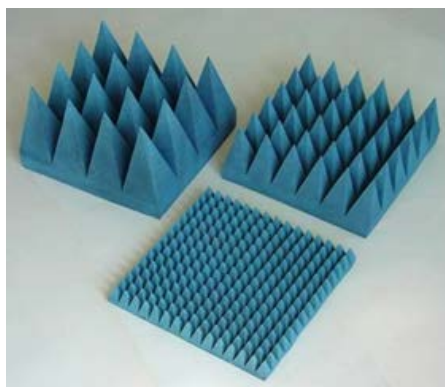


Рисунок 2 – Пирамидальные поглотители «ТОРА»

Для описание контуров спектральных линий может быть использовано распределение Лоренца. Контур спектральной линии определяется механизмом уширения (рисунок 3).

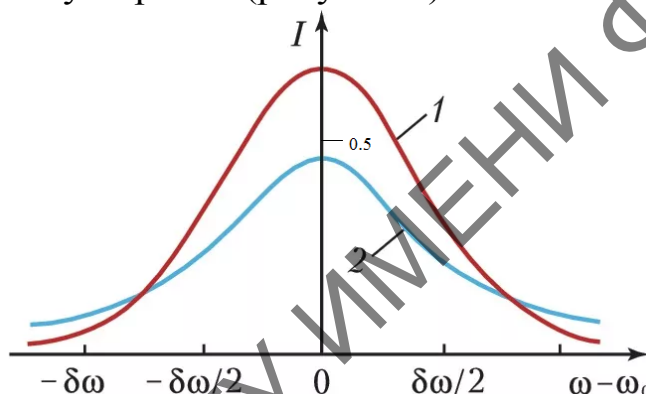


Рисунок 3 – Нормированные на единицу гауссов (1) и лоренцевский (2) контур спектральных линий с одинаковыми ширинами $d\omega$.

Спектральные линии в дискретных спектрах испускания или поглощения не являются строго монохроматическими, они всегда обладают естественной шириной. Взаимодействия атомов между собой и с внешними полями приводят к дальнейшему уширению спектральных линий. Распределение интенсивности излучения $I(\omega)$, где ω - круговая частота излучения, рассматривается в пределах ширины спектральной линии $\delta\omega = \omega_2 - \omega_1$, где частоты ω_1 и ω_2 определяются условием: $I(\omega_1) = I(\omega_2) = \frac{1}{2} I_{\text{макс}}(\omega)$, где $I_{\text{макс}}(\omega)$ - это максимальное значение интенсивности линии.

При ударном и радиационном уширениях получается лоренцевский контур спектральной линии, который имеет вид:

$$g(\omega) = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{(\omega - \omega_0 - \Delta)^2 - \Gamma^2 / 4}$$

где $\delta\omega = \Gamma$, частота ω_0 соответствует максимальной интенсивности линии, а Δ – сопровождающий уширение сдвиг линии [1].

С помощью программы Wolfram Mathematic подобраны модели для описания частотной зависимости коэффициентов отражения, прохождения, поглощения по амплитуде и мощности.

Для электромагнитных моделей лучше использовать распределение Лоренца. Для проведения сравнительного анализа полученных экспериментальных и теоретических результатов проводилась аппроксимация экспериментальных данных методом наименьших квадратов с целью нахождения функциональных зависимостей, с наилучшим приближением описывающих полученные экспериментальные зависимости.

На рисунках 4 и 5 сплошной линией показаны аппроксимирующие кривые, построенные по экспериментальным значениям, для коэффициентов отражения (красная линия), прохождения (синяя линия) и поглощения (черная линия). Штриховой линией показаны математические модели, построенные с помощью распределения Лоренца, с наилучшим приближением описывающие частотную зависимость коэффициентов отражения (красная линия), прохождения (синяя линия) и поглощения (чёрная линия).

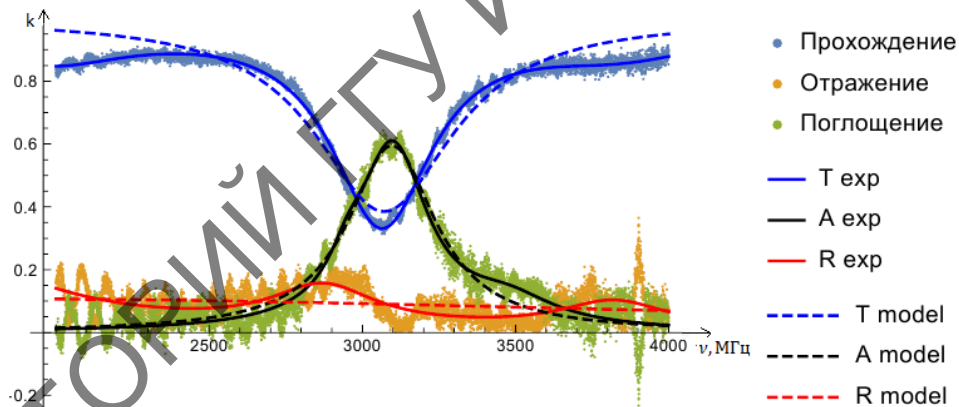


Рисунок 4 – Аппроксимирующие кривые и математическая модель, построенные по экспериментальным графикам частотной зависимости для коэффициентов отражения, прохождения и поглощения по амплитуде

Из экспериментальных графиков на рисунке 4 видно, что коэффициент поглощения (для амплитуды волны) достигает максимального значения 64,4% на частоте 3,068 ГГц, при этом коэффициент отражения не превышает 15% в диапазоне частот от 2 до 4 ГГц. Из графиков на рисунке 5 видно, что коэффициент поглощения (для мощности волны) достигает максимального значения 87 % на частоте 3,068 ГГц,

при этом коэффициент отражения не превышает 5 % в диапазоне частот от 2 до 4 ГГц.

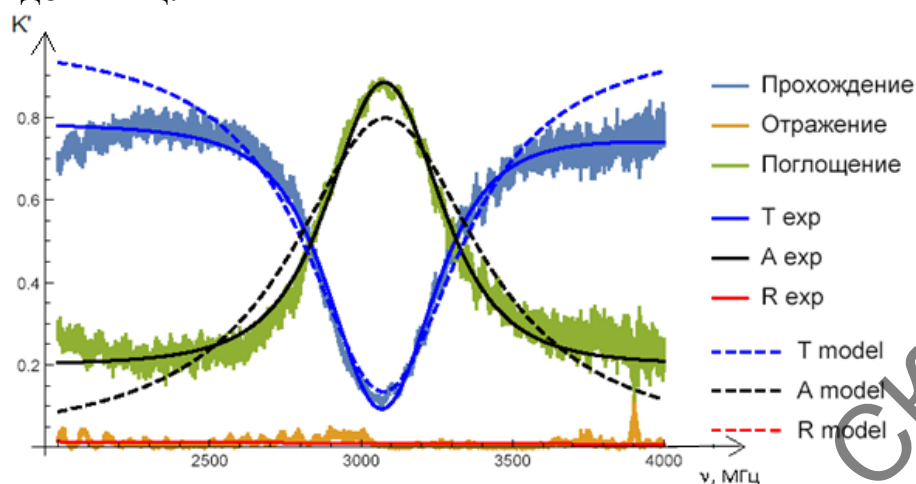


Рисунок 5 – Аппроксимирующие кривые и математическая модель, построенные по экспериментальным графикам частотной зависимости для коэффициентов отражения, прохождения и поглощения по мощности

Результаты экспериментальных исследований частотной зависимости для коэффициентов отражения, прохождения и поглощения образца «идеального» двустороннего поглотителя в высокой степени соответствуют теоретическим результатам.

Литература

1. Энциклопедия физики и техники [Электронный ресурс] / Контур спектральных линий. Режим доступа: http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1743.html. - Дата доступа: 06.03.2020.
2. Семченко, И.В. Электромагнитные волны в метаматериалах и спиральных структурах / И.В. Семченко, С.А. Хахомов. – Минск: Беларуская навука, 2019. – 279 с.

Д. А. Давидовский (ГГТУ имени П.О. Сухого, Гомель)
Науч. рук. В.И. Токочаков, канд. техн. наук, доцент

СТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ УЗЛОВ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В электрической системе должно поддерживаться устойчивое равновесие в производстве и потреблении активной и реактивной мощности.