

и зубным техником. Этот этап зубного протезирования имеет исключительно важное значение, поскольку точность оттиска определяет качество модели, на которой осуществляется конструирование любого протеза или лечебно-диагностического аппарата.

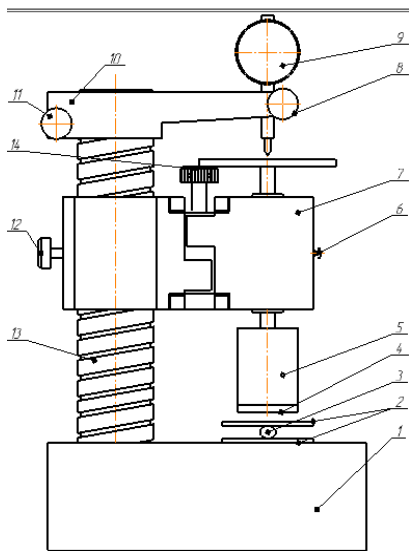


Рисунок 2 – Устройство для определения консистенции и деформации при сжатии

Литература

1. Applied Dental Materials / J.F. McCabe, A.G. Walls // AWG Walls. – 2008. – P. 312.
2. Вязьмитина А.В. Материаловедение в стоматологии. Ростов н/Д, 2002. – 191с.
3. Дойников А.И., Синицын В.Д. «Зуботехническое материаловедение». Москва, 2006.
4. Зубопротезная техника. /Л.Д. Чулак, В.Г. Шутурминский – Одесса, 2001. – 315 с.
5. Клинеберг И., Джагер Р.; Под общ.ред. М.М.Антоника. Оклюзия и клиническая практика – М. : МЕДпресс-информ, 2006. – 200 с.
6. Король М.Д., Коробейников Л.С., Киндий Д.Д., Ярковий В.В. Оджубейська О.Д. Тактика курації больных в клинике ортопедической стоматологии. Полтава: Астроя, 2003. – 52 с.
7. Криштаб С.И. Ортопедическая стоматология. К. : Вища школа, 2006. – 440с.
8. Нападов А.Л. Артикуляция и протезирование в стоматологии. – К. : Здоровья, 2004.
9. Неспрядько В.П., Макеев В.Ф. Перспективные направления развития ортопедической стоматологии. Комплексное лечение и профилактика стоматологических заболеваний // Материалы 7 съезда стоматологов УССР (Львов, 3-5 октября 1989 г.) – Киев, 2000. – С. 241–242.
10. Неспрядько В.П., Рожко М.М. Ортопедическая стоматология. Киев, Книга плюс, 2003.

УДК 621.371

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИОПРОЗРАЧНОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТЕНОК С АРМИРУЮЩИМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Будай А.Г.¹, Кныш В.П.¹, Кучинский П.В.¹, Малый С.В.², Орлова А.С.²

¹Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н.Севченко» Белорусского государственного университета, Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

Прохождение электромагнитных волн через диэлектрические стенки является ключевой задачей для широкого класса прикладных проблем: распространение электромагнитных волн в зданиях и сооружениях; электромагнитная совместимость; защита информации; радиоэкология; антенные обтекатели и укрытия; радиолокация.

Для обеспечения механических свойств диэлектрических конструкций в их стенках размещаются сетки или решетки из проводящих материалов. Наличие металлических элементов приводит к ухудшению радиопрозрачных свойств армированных диэлектрических стенок.

Одним из перспективных способов решения этой проблемы является использование внешних поляризаторов, размещаемых конформно поверхности стенок. Для этого поляризаторы должны удовлетворять следующим свойствам: иметь малую толщину; обеспечивать поворот поляризации прошедшей через стенку волны на произвольный угол; быть технологичными в из-

готовлении и использовании; иметь малый вес и низкую стоимость. Указанным требованиям удовлетворяют структуры, рассмотренные в работах [1, 2]. Поляризаторы представляют собой периодические решетки из прямоугольных полосковых элементов, расположенных над поверхностью металлического экрана. Для поляризаторов проходного типа экран перфорирован отверстиями, расположенными в узлах прямоугольной сетки. По своей структуре и функциональным возможностям поляризаторы указанного типа относятся к метаповерхностям.

С целью оценки возможности использования поляризаторов проходного типа для улучшения радиопрозрачности стенок, армированных металлическими элементами, были численно решены задачи взаимодействия плоской линейно поляризованной электромагнитной волны со следующими структурами:

– плоская периодическая решетка из параллельных металлических брусьев (рисунок 1);

– периодическая решетка из металлических брусьев и расположенный параллельно ее поверхности один проходной полосковый поляризатор (рисунок 3);

– периодическая решетка из металлических брусьев и два проходных полосковых поляризатора (рисунок 5).

Вычислительный эксперимент проводился на базе метода минимальных автономных блоков, метода конечных интегралов и теории периодических структур. Исходная дифракционная задача сводилась к исследованию рассеяния электромагнитной волны на неоднородности, расположенной в пространственном волноводе, на стенках которого задавались условия периодичности. Поперечные размеры волновода совпадали с периодами исследуемой структуры.

Ниже приводятся результаты численного моделирования, полученные для структур со следующими электродинамическими параметрами:

- периоды решетки отверстий и полосковых элементов равны 15 мм;
- отверстия в экране имеют квадратную форму с размером стороны 2 мм;
- полоски имеют форму прямоугольных параллелепипедов с размерами $10 \times 2 \times 0,2$ мм;
- толщина идеально проводящего экрана равна 0,2 мм;
- металлические стержни имеют квадратное сечение с размером стороны 1 мм;
- период решетки стержней равен 5 мм;
- расстояние от поляризатора до решетки стержней равно 12,5 мм;
- металлические перемычки, соединяющие полоски с экраном, имели форму прямоугольного параллелепипеда с размерами $2 \times 0,2 \times 0,2$ мм.

С целью оценки влияния поляризаторов на прохождения поля через решетку металлических стержней был рассмотрен случай, когда все элементы конструкций находились в свободном пространстве. Электромагнитная волна падает нормально к плоскости решетки.

На рисунках 2, 4, 6 представлены частотные зависимости амплитуд коэффициентов отражения и прохождения. Рассмотрен случай нормального падения волны на структуру.

Таким образом, использование тонких поляризаторов на основе метаповерхностей, позволяет улучшить радиопрозрачность диэлектрических стенок, армированных металлической арматурой.



Рисунок 1 – Фрагмент периодической решетки из металлических брусьев

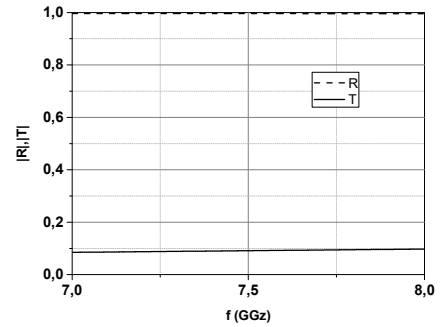


Рисунок 2 – Частотная зависимость коэффициентов отражения и прохождения плоской волны. Электрическая компонента поля параллельна стержням

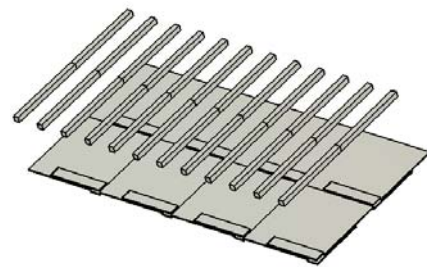


Рисунок 3 – Фрагмент периодической решетки из металлических брусьев и одного полоскового поляризатора проходного типа

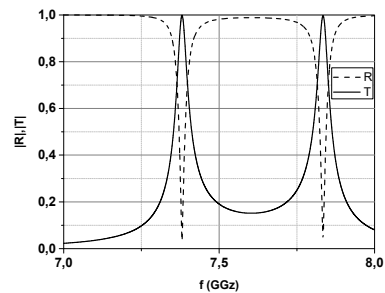


Рисунок 4 – Частотная зависимость коэффициентов отражения и прохождения плоской волны. Электромагнитная волна падает со стороны поляризатора и поляризована параллельно стержням

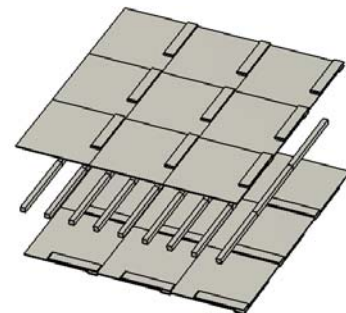


Рисунок 5 – Фрагмент периодической решетки из металлических брусьев и двух полосковых поляризаторов проходного типа

Результаты натурных измерений подтвердили работоспособность поляризаторов на основе связанных полосковых резонаторов.

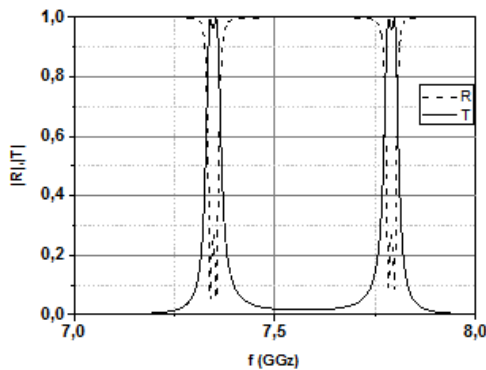


Рисунок 6 – Частотная зависимость коэффициентов отражения и прохождения плоской волны. Электрическая компонента поля параллельна стержням

УДК 530.182

УСЛОВИЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ РЕШЕНИЯ ТИПА WOBBLING KINK В ТЕОРИИ ϕ^4 ПРИ НАЛИЧИИ ВОЗМУЩЕНИЯ

Князев М.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Для изучения решения типа wobbling kink в модели ϕ^4 будем использовать аналитический подход, развитый в работе [1]. Уравнение движения в модели запишем следующим образом [2]:

$$\phi_{tt} - \phi_{xx} + \phi - \phi^3 = 0. \quad (1)$$

Здесь для частных производных приняты обозначения $\phi_{tt} = \partial^2 \phi / \partial t^2$ и $\phi_{xx} = \partial^2 \phi / \partial x^2$. Использование таких обозначений в последующих вычислениях будет очевидно и дополнительно не оговаривается. Статическое решение этого уравнения хорошо известно: Оно имеет вид:

$$\phi(x, 0) = \tanh\left(\frac{x - x_{in}}{\sqrt{2}}\right). \quad (2)$$

С целью упрощения вычислений выберем начало координат таким образом, чтобы параметр x_{in} , описывающий начальное положение статического решения (2), был равным нулю.

В настоящее время удастся получить только асимптотическое разложение для решений типа wobbling kink. Для того, чтобы это сделать, используется представление искомого решения в виде:

$$\phi(x, t) = \phi(x, 0) + \sum_{n=1}^{\infty} \varepsilon^n \phi_n(x, t). \quad (3)$$

Соотношение (3), по сути дела, представляет собой ряд теории возмущений. Здесь ε – параметр порядка в той или иной конкретной задаче, который считается малой константой, а $\phi_n(x, t)$ – некоторые неизвестные функции, которые предстоит определить. Для определения этих функций удастся построить бесконечную систему уравнений, последовательное решение которых, в принципе, позволяет найти все ϕ_n . Особенностью получаемых таким образом выражений для этих функций является то, что они несут осциллирующий характер, причем частоты осцилляций как временной, так и пространствен-

Литература

1. Будай А.Г., Кныш В.П. Малый С.В., Рудницкий А.С. Частотно-селективные экраны на основе связанных полосковых резонаторов // Материалы 7-й Международной научно-технической конференции «Приборостроение-2014», 19-21 ноября 2014 г., Минск, 2014. – С. 262-263.

2. Малый С.В. Непоглощающие радиомаскирующие покрытия // Сборник научных статей Международной военно-научной конференции учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» «Обеспечение военной безопасности государства: проблемы и перспективы», Минск, 2017. – С. 53–57.

ной составляющих каждой функции ϕ_n , во-первых, различны, а, во-вторых, фиксированы.

Поскольку здесь ставится задача исследовать влияние возмущения на уже известное представление для решения типа wobbling kink в модели ϕ^4 , то в качестве начального состояния будем использовать суперпозицию статического кинка (2) и возмущения, имеющего гауссов профиль [3]:

$$\phi(x, 0) = \tanh\left(\frac{x}{\sqrt{2}}\right) + A \exp(-b(x - x_0)^2), \quad (4)$$

где A – амплитуда возмущения (считаем, что она достаточно мала; это, в свою очередь, означает, что и возмущение будет малым), b – величина, обратная ширине возмущения, x_0 – начальное положение возмущения. Выбор такой формы возмущения связан с тем, что профиль гауссовой функции является гладким, и к тому же, его с достаточной для практических целей точностью можно считать локализованным в ограниченной области пространства

Соотношение (4), описывающее начальное состояние возмущенного решения типа wobbling kink, можно использовать с целью определения условий на параметры возмущения A и b . Для этого необходимо подставить (4) в статическое уравнение

$$\phi_{xx} - \phi + \phi^3 = 0, \quad (5)$$

которое следует из уравнения (1). Это можно сделать, так как, поскольку соотношение (4) выполняется в начальный момент времени, то оно может быть использовано в качестве начального условия и для последующих моментов времени, то есть для динамической задачи. В результате после некоторых алгебраических преобразований получим следующее уравнение: