Дифракция плоской электромагнитной волны на идеально проводящем теле, покрытом слоями диэлектриков

Строков Вениамин Игоревич

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: s02240557@gse.cs.msu.ru

***Научный руководитель** — Головина Светлана Георгиевна*

В настоящее время актуальна задача создания отражающего тела или системы тел, для которых дифрагированное поле данных источников обладает необходимыми свойствами. Для изучения влияния диэлектрических покрытий на дифрагированное поле изучалась слоистая сфера, для которой можно выписать решение аналитически, используя скалярные потенциалы Дебая [1].

На слоистый шар падает плоская линейно поляризованная электромагнитная волна единичной амплитуды. Зависимость от времени возьмём $e^{-i\omega t}$. Центр шара расположен в начале декартовой системы координат ориентированной так, что падающая волна распространяется в положительном направлении оси Oz. Тогда электрическая компонента векторного поля имеет вид: $E_x = e^{ikz}$, где k - волновое число. Магнитную проницаемость всех слоёв будем считать постоянной и равной 1. Каждый слой сферы характеризуется ε - диэлектрической проницаемостью и δ - проводимостью. На границах слоёв их значение скачкообразно меняется.

Полное электромагнитное поле есть сумма падающего и рассеянного полей, ε и δ являются кусочно-постоянными функциями в сферической системе координат $\{r, \varphi, \theta\}$. В каждом слое электрическое и магнитное поле выразим через потенциалы Дебая ${}^e\Pi, {}^m\Pi$, предполагая, что окружающая сферу среда не проводящая и не магнитная. В сферических координатах уравнения электрического поля примут вид:

$$E_r = (\frac{\partial^2}{\partial r^2} + k^2\varepsilon)(r\ {}^e\Pi);$$

$$E_\theta = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial\theta}\frac{\partial}{\partial r}(r\ {}^e\Pi) + \frac{ik}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\varphi}(r\ {}^m\Pi);$$

$$E_\varphi = \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\varphi}\frac{\partial}{\partial r}(r\ {}^e\Pi) - \frac{ik}{r}\frac{\partial}{\partial\theta}(r\ {}^m\Pi).$$

Учитывая условия непрерывности тангенциальных составляющих электрического и магнитного полей на границах слоёв, задача сводится к скалярному уравнению Гельмгольца для электрического поля:

$$\Delta\ {}^e\Pi_i + k^2\varepsilon_i\ {}^e\Pi_i = 0, \qquad i = \overline{0, n+1},$$

где n - количество слоёв.

Условия сопряжения:

$$\varepsilon_i\ {}^e\Pi_i\Big|_{r=r_i} = \varepsilon_{i+1}\ {}^e\Pi_{i+1}\Big|_{r=r_i}, \qquad i = \overline{0, n};$$
$$\frac{\partial}{\partial r}(r\,{}^e\Pi_i)\Big|_{r=r_i} = \frac{\partial}{\partial r}(r\ {}^e\Pi_{i+1})\Big|_{r=r_i}, \qquad i = \overline{0, n};$$

на идеально проводящей поверхности:

$$\frac{\partial}{\partial r}(r\ {}^e\Pi_1)\Big|_{r=r_0} = 0.$$

где r_0 - радиус внутренней сферы. Потенциалы Дебая должны удовлетворять условиям излучения на бесконечности.

Литература

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. Москва. Наука. 1973 г.