

КУБИЧЕСКАЯ РЕЗОНАНСНАЯ РЕШЕТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СФЕР В МАГНИТОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Кулак Г.К.

Научный руководитель – проф. Козарь А.И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. физики, тел. 057-702-13-45)
тел.: 8057-7021345, e-mail: fizika@kture.kharkov.ua

The solution and analysis of a problem are considered concerning plane wave scattering by a resonance lattice of spherical particles located in magnetodielectric medium.

Рассматривается анализ решения задачи о рассеянии электромагнитных волн кубической решетки сфер, находящейся в магнитоэлектрической среде с большим значением диэлектрической ϵ_0 и магнитной μ_0 проницаемостями для случая, когда $\frac{a}{\lambda'} \ll 1$; $\frac{a}{\lambda_g} \ll 1$; $\frac{d}{\lambda'} \sim 1$, где a – радиус сфер; λ', λ_g – длины рассеиваемой волны вне и внутри сфер; d – постоянная решетки.

Рассеянное поле находилось через электрический $\vec{\Pi}^{\text{э}}(\vec{r}, t)$ и магнитный $\vec{\Pi}^{\text{м}}(\vec{r}, t)$ потенциалы Герца кубической решетки

$$\vec{E}_{\text{расс}}(\vec{r}, t) = (\nabla\nabla + k^2 \epsilon_0 \mu_0) \vec{\Pi}_c^{\text{э}}(\vec{r}, t) - ik\mu_0 [\nabla, \vec{\Pi}_c^{\text{м}}(\vec{r}, t)], \quad (1)$$

где

$$\vec{\Pi}_c^{\text{э}}(\vec{r}, t) = \sum_{c=1}^N \frac{1}{k_1^3} (\sin[k_1 a_c] - k_1 a_c \cos[k_1 a_c]) \left(\frac{\epsilon_{\text{сэф}}}{\epsilon_0} - 1 \right) \vec{E}_c^0(\vec{r}, t) \frac{e^{-ik_1 r_c}}{r_c}.$$

Здесь $\vec{E}_c^0(\vec{r}, t)$ – индуцированное внутреннее поле сфер, которое находят из алгебраической системы неоднородных уравнений [1, 2], N – число сфер. Величина ω определялась из формулы $\omega = \frac{1}{8\pi} (\vec{E}^2 + \vec{H}^2)$.

Исследовались кубические решетки сфер без заполнения и с металлическим заполнением, когда в них возбуждался структурный (решеточный) резонанс.

Проведенный анализ рассеяния плоской электромагнитной волны показал, что исследуемые решетки обладают резонансными рассеивающими свойствами, которые могут найти применение в радиоэлектронных устройствах.

На рис. 1 представлены зависимости модуля поля $\vec{E}_{\text{расс}}(\vec{r}, t)$ от изменения длины λ рассеиваемой плоской волны в вакууме – (а) и от изменения координат по оси Z – (b), вдоль которой расположена решетка и распространяется плоская волна, при разном заполнении. В решетках (рис.1, b) возбужден решеточный резонанс 2^{cm} (рис.1, a) на длине волны

$\lambda = 10$ см, $a = 0,15$ см, $\varepsilon_0 = 7$, $\mu_0 = 7$, $d = 1,428$ см, $N = 64000$. Здесь волна рассеивается преимущественно вперед по оси Z при $\varepsilon = 1$ и назад для металла (рис.1, b).

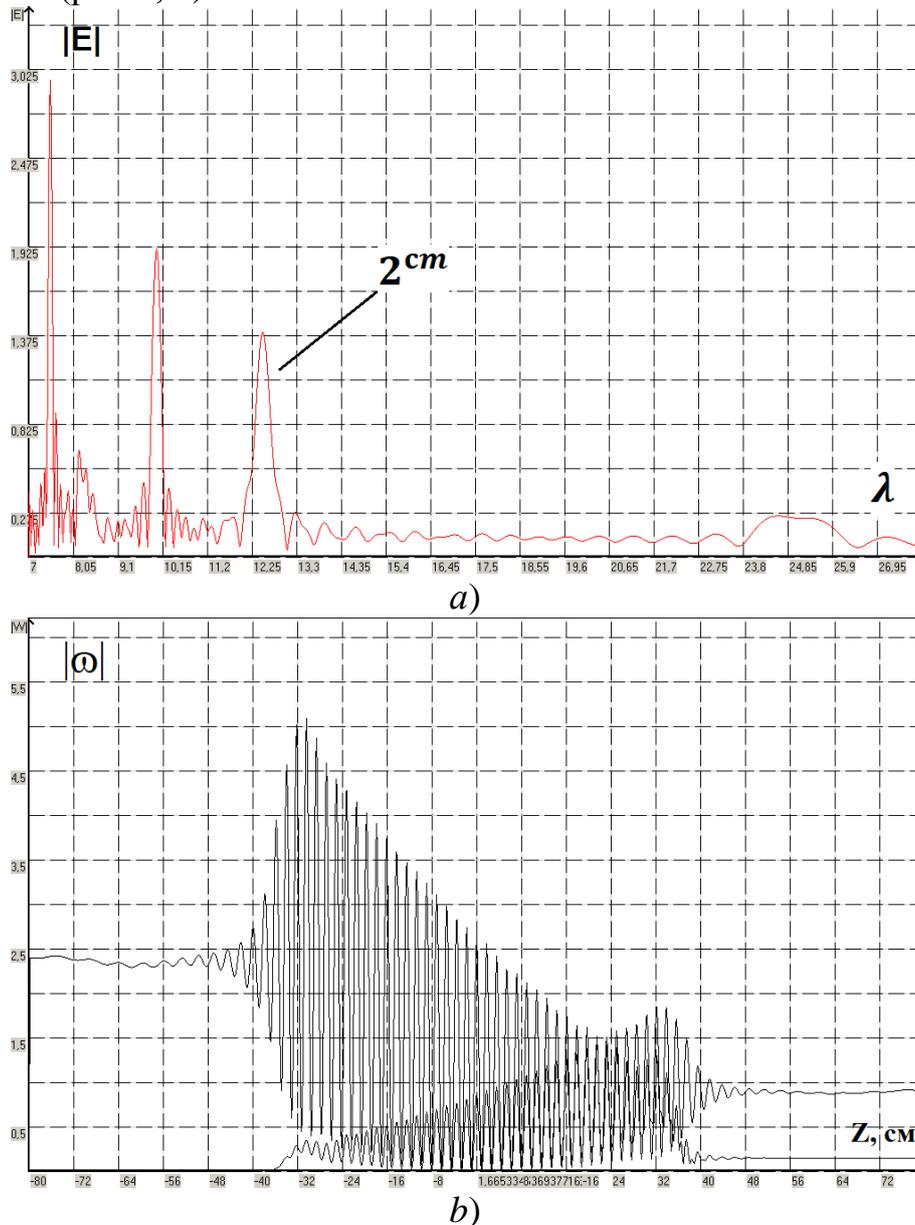


Рис. 1 Рассеянное поле кубической решетки.

Литература: 1. Kozar A.I. Structural Function Development for Electromagnetic Interactions in the System of Multiple Resonant Magnetodielectric Spheres / A.I. Kozar // Telecommunication and Radio Engineering. – New York, N.Y. (USA): Begell House Inc. – 2005. – Vol. 63, No. 7. – P. 589-605). 2. Kozar A.I. Resonance cubic lattice of spherical air-filled bubbles located in magnetodielectric medium / A.I. Kozar // Microwave and Telecommunication Technology: IEEE 20th International Crimean Conference, –Sevastopol, Crimea, Ukraine, September 13-17, 2010. – P. 737-738.