

ЛАЗЕРНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ЗВУКА В МАГНИТОАКТИВНЫХ ПОГЛОЩАЮЩИХ СРЕДАХ.

О.В. Леонова

Лазерное термооптическое возбуждение звука в магнитоактивной поглощающей среде описывается уравнением

$$\frac{\partial^2 \varphi_{\pm}}{\partial t^2} - C_0^2 \frac{\partial^2 \varphi_{\pm}}{\partial z^2} = \frac{C_0^2 \beta}{\rho_0 C_p} Q_{\pm}(z) f(t), \quad (1)$$

где $\varphi_{\pm}$ - скалярный потенциал поля колебательной скорости, определяемой как $\mathcal{V}_{\pm} = \text{grad} \varphi_{\pm}$, а $Q_{\pm}(z) = \frac{c}{4\lambda} [N_{\pm} \exp(-\alpha_{\pm} z) + R_{\pm} \exp(\alpha_{\pm} z)]$ - есть диссипация энергии магнитоактивной среды, $\alpha_{\pm} \sim G_{\pm}^*$, где $G_{\pm}^*$ - параметр магнитного циркулярного дихроизма. Используя спектральный метод Фурье, можно представить решение уравнения (1) в следующем виде:

$$\tilde{\varphi}_{\pm} = C_1 e^{i(\frac{\omega}{C_0})z} + C_2 e^{-i(\frac{\omega}{C_0})z} + \frac{D_{1\pm} e^{-\alpha_{\pm} z}}{\alpha_{\pm}^2 + \frac{\omega^2}{C_0^2}} + \frac{D_{2\pm} e^{\alpha_{\pm} z}}{\alpha_{\pm}^2 + \frac{\omega^2}{C_0^2}} \quad (2)$$

На основании граничных условий для закрепленной $\mathcal{V}_{\pm} \big|_{z=0} = \frac{\partial \varphi_{\pm}}{\partial z} \big|_{z=0} = 0$ и свободной $\varphi_{\pm} \big|_{z=0} = 0$ поверхностей, а также решение (2) можно найти колебательную скорость, откуда следуют выражения для спектральных передаточных функций

$$K_{\pm f}(\omega) = \frac{\alpha_{\pm}}{\alpha_{\pm}^2 + \frac{\omega^2}{C_0^2}} \cdot \frac{C}{\lambda} \cdot \frac{\beta}{\rho_0 C_p} (N_{\pm} - R_{\pm}), \quad K_{\pm f}(\omega) = -\frac{i(\frac{\omega}{C_0})}{\alpha_{\pm}^2 + \frac{\omega^2}{C_0^2}} \cdot \frac{C}{\lambda} \cdot \frac{\beta}{\rho_0 C_p} (N_{\pm} + R_{\pm}),$$

Анализ зависимостей модуля передаточных функций от частоты звуковой волны ω для право- и лево-циркулярно поляризованного возбуждающего излучения показывает, что при выполнении условия $\omega < \alpha_{\pm} C_0$ возбуждение звука происходит эффективнее на закрепленной граничной поверхности. В случае $\omega > \alpha_{\pm} C_0$ генерация звуковых колебаний более эффективна при свободной поверхности.

Полученные в работе передаточные функции для магнитоактивной среды позволяют по известному спектру интенсивности лазерного излучения и экспериментально измеренной амплитуде фотоакустического сигнала, определить диссипативные и теплофизические константы среды, в частности, параметр магнитного циркулярного дихроизма $G_{\pm}^*$.

Литература

1. Mityurich G.S., Astakhov P.V., Sviridova V.V., Serdyukov A.N. Photoacoustic spectroscopy of magnetoactive layered structures// Polish ceram. Bul.9. Ceramics 47. - Krakow. 1995. - p.217-230.