

ДИФРАКЦИЯ СВЕТА НА УЛЬТРАЗВУКЕ В СЛОИСТЫХ СТРУКТУРАХ

А. Е. Анисимова, Г. В. Кулак, Г. В. Крох

Мозырский государственный педагогический университет

им. И. П. Шамякина, Мозырь

E-mail: g.kulak@mail.ru

Известно, что несогласованные акустооптические (АО) структуры, в которых средний показатель преломления испытывает скачок на границе слоя, могут использоваться для модуляции оптического излучения и применяться для создания АО устройств, использующих как прошедшие, так и отраженные дифрагированные волны [1, 2].

В настоящей работе исследованы энергетические, поляризационные и угловые особенности брэгговской АО дифракции на продольных и сдвиговых ультразвуковых (УЗ) волнах в трехслойных изотропных структурах: покрытие – модулированный слой – подложка; с использованием метода матриц переноса результаты обобщены для многослойных структур с чередующейся системой слоев, возмущенных продольными и (или) сдвиговыми ультразвуковыми волнами. Схемы АО взаимодействия приведены на рисунке.

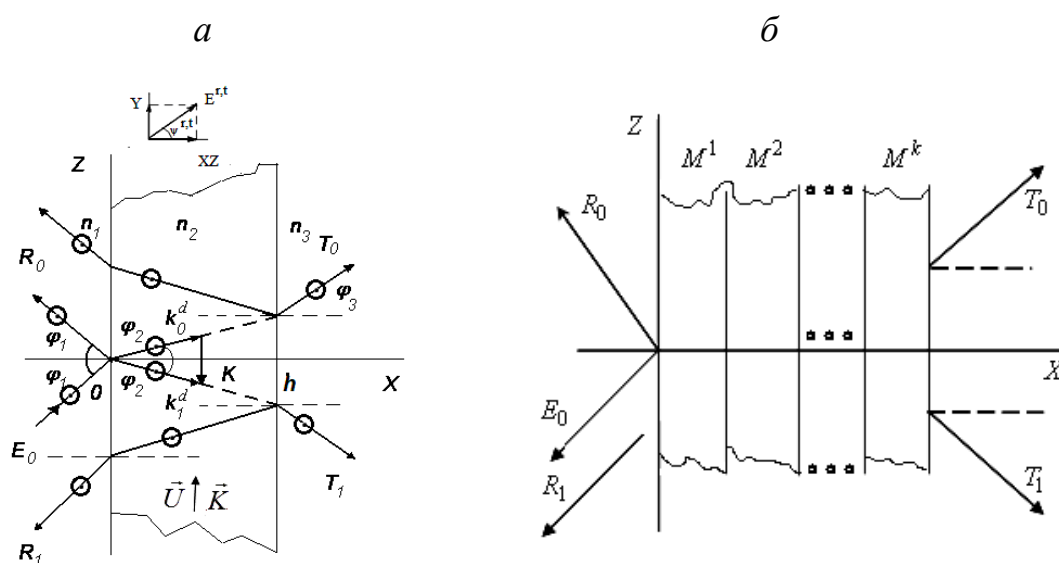


Рис. Схема АО взаимодействия в оптически изотропном плоскопараллельном слое (XZ – плоскость АО взаимодействия, $\psi^{r,t}$ – азимут поляризации дифрагированной волны, $E^{r,t}$ – вектор электрического поля дифрагированной волны)(а); схема АО дифракции в слоистой структуре (б)

С использованием метода связанных волн найдены матрицы переноса $\hat{M}^k$ размерности 16×16 для дифракции на отдельных плоскопараллельных пластинках, возмущенных продольными или сдвиговыми УЗ волнами с учетом френелевского отражения произвольно (линейно) поляризованных дифрагированных волн при брэгговской АО дифракции в слое.

Исследована зависимость коэффициента отражения R_1 и пропускания T_1 дифрагированного света от азимута поляризации ψ_0 и угла падения ϕ_1 падающего на слой света. Показано, что максимальное значение $R_1(T_1)$ достигается варьированием ψ_0 и ϕ_1 для заданной интенсивности ультразвука I_a и толщины слоя h . Показано, что азимуты поляризации дифрагированных волн первого порядка в отраженной (ψ_1^r) и прошедшей (ψ_1^t) волне осциллируют при увеличении толщины слоя и интенсивности ультразвука.

При наличии $k=1,2,3,\dots$ слоев, возмущенных продольными или сдвиговыми УЗ волнами, расположенными последовательно и имеющими различные материальные параметры, следует выполнить перемножение матриц $\hat{M}^k$, соответствующих отдельным слоям, а затем применить формулу:

$$\hat{M} \vec{a} = \vec{b} \quad (1)$$

где $\hat{M} = \hat{M}^k \dots \hat{M}^2 \hat{M}^1$, $\vec{a} = (w_\perp, y_\perp, z_\parallel, w_\parallel, x_\parallel, z_\parallel, r_{0\perp}, r_{0\parallel}, t_{0\perp}, t_{0\parallel}, t_{1\perp}, t_{1\parallel})^\tau$, $\vec{b} = (\cos \psi_0, 0, \sin \psi_0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)^\tau$, τ - операция транспонирования; $r_{0\perp}, r_{0\parallel}, r_{1\perp}, r_{1\parallel}$ - амплитудные коэффициенты отражения s- и p- составляющих дифрагированных волн нулевого и первого порядка; $t_{0\perp}, t_{0\parallel}, t_{1\perp}, t_{1\parallel}$ - амплитудные коэффициенты пропускания дифрагированных волн.

Если в различных слоях возбуждаются продольные и сдвиговые волны, то в (1) применяются матрицы $\hat{M}^k$ соответствующего вида, а поляризационные и энергетические характеристики дифрагированных волн определяются анизотропией фотоупругости и френелевским отражением на границах слоев.

1. Kong J. A. // J. Opt. Soc. Amer. 1977. V. 67, No. 6. P. 825–829.
2. Кулак Г. В. // Опт. и спектр. 1994. т. 76, № 6. С. 1027–1029.