

УДК 535.42:534.48
 ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ АКУСТООПТИЧЕСКОЙ
 ДИАГНОСТИКИ ПРОДОЛЬНЫХ И СДВИГОВЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ
 ВОЛН В ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОМ СЛОЕ

А.Е. АНИСИМОВА, Г.В. КУЛАК, Т.В. НИКОЛАЕНКО
 УО «МОЗЫРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ им. И.П. Шамякина»
 Мозырь, Беларусь

В работе [1] предложен альтернативный метод акустооптической диагностики ультразвуковых волн. В [2] показано, что несогласованные структуры на основе известных акустооптических (АО) кристаллов теллура (Te), парателлурита (TeO_2), кварца (SiO_2) и др. могут быть использованы для создания нетрадиционных АО устройств, использующих как прошедшие, так и отраженные дифрагированные волны. В настоящей работе исследованы поляризационные и угловые особенности брэгговской АО дифракции в несогласованных структурах из изотропных материалов.

В случае неколлинеарного АО взаимодействия в слое ультразвуковая волна (УЗВ) распространяется вдоль границ слоя. УЗВ с вектором смещения $\vec{U} = \vec{U}_0 \exp[i(Kz - \Omega t)]$ ($K = \Omega/\nu$, Ω – циклическая частота, ν – фазовая скорость УЗВ) возбуждается вдоль оси Z и заключена в пространстве между плоскостями $x = 0$ и $x = h$ в пределах слоя. УЗВ создает периодическое в пространстве и времени изменение тензора диэлектрической проницаемости $\Delta\hat{\epsilon}$, которое связано с тензором упругих деформаций $\hat{U}$ и тензором фотоупругих постоянных $\hat{p}$ соотношениями: $\Delta\hat{\epsilon} = -\epsilon_2^2 \hat{p} : \hat{U}$, где ϵ_2 – диэлектрическая проницаемость плоскопараллельного слоя.

Предположим, что плоская световая волна с частотой $\omega \gg \Omega$ и волновым вектором $\vec{k}_1 = \vec{e}_x k_{1x} + \vec{e}_y k_{1y}$ ($\vec{e}_x \parallel \text{OX}$, $\vec{e}_y \parallel \text{OY}$ – единичные векторы, $k_{1x} = kn_1 \cos \phi_1$, $k_{1z} = kn_1 \sin \phi_1$, ($k = \omega/c$, $n_1 = \sqrt{\epsilon_1}$) имеет линейную поляризацию с азимутом ψ_0 по отношению к плоскости падения XZ и падает на грань $x=0$ под углом ϕ_1 к её нормали. Угол преломления $\phi_2 = \arcsin(\sqrt{\epsilon_1/\epsilon_2} \sin \phi_1)$ и равен углу Брэгга $\phi_2 = \phi_B = \arcsin(K/2k_2)$, где $k_2 = kn_2$ ($n_2 = \sqrt{\epsilon_2}$).

Показано, что поворот плоскости поляризации дифрагированной волны (рис.1) определяется анизотропией фотоупругости АО взаимодействия в слое и особенностями френелевского отражения s - и p - поляризованного света на границах слоя. При анизотропной дифракции на сдвиговых УЗВ отраженные и прошедшие дифрагированные световые волны имеют ортогональные поляризации для нулевого и первого дифракционных порядков.

Численные расчеты проводились для плоскопараллельного слоя из плавленного кварца (SiO_2) при дифракции излучения $He-Ne$ - лазера с произвольным азимутом поляризации ψ_0 и длиной волны $\lambda_0=0,6328$ мкм. Предполагалось, что слой материала граничит с воздухом. Амплитуда тензора deformаций $U = (2I_a / \rho v^3)^{1/2}$, где I_a – интенсивность УЗВ, v – фазовая скорость продольной УЗВ, ρ – плотность кристалла.

Для падающей световой волны с азимутом поляризации ψ_0 происходит поворот плоскости поляризации дифрагированной волны нулевого и первого порядков на углы: $\psi_{0,1}^r = arctg(|r_{0,1s}/r_{0,1p}|tg\psi_0)$ и $\psi_{0,1}^t = arctg(|t_{0,1s}/t_{0,1p}|tg\psi_0)$, где $r_{0,1s}$ ($r_{0,1p}$) – амплитудные коэффициенты отражения дифрагированных волн s - (p -) поляризации, $t_{0,1s}$ ($t_{0,1p}$) – соответствующие коэффициенты пропускания.

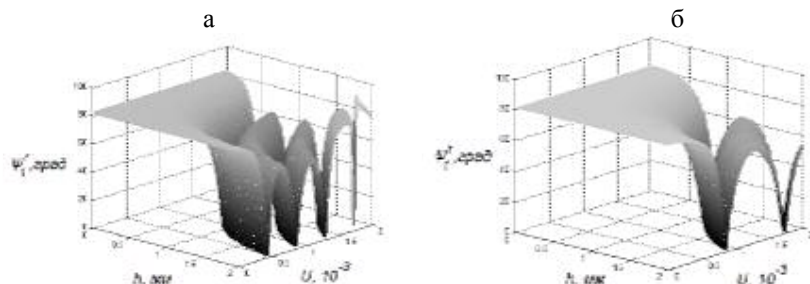


Рис. 1. Зависимость азимута поляризации отраженной (ψ_1^r) и прошедшей (ψ_1^t) дифрагированных волн от амплитуды деформации U и толщины слоя h ($\psi_0=45$ град., $\vec{U} \parallel OZ$).

Из полученных выражений для азимутов поляризации ψ_1^r , ψ_1^t и рис. 1 следует, что характеристики УЗВ, распространяющихся в плоскопараллельном слое, могут быть определены исследованием поляризационных зависимостей дифрагированного на них света.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Leroy O., Claeys J.M. Acousto – Optic Method for Nondestructive Testing // Journal of Nondestructive Evaluation. 1984. V. 4, № 1. p. 43 – 50.
2. Кулак, Г. В. Дифракция света на ультразвуке в условиях френелевского отражения / Г. В. Кулак // Опт. и спектр. – 1994. – Т. 76, № 6. – С. 1027–1029.

E-mail: g.kulak@mail.ru