



где  $c_{сл}$  и  $c_{ср}$  — скорости упругой волны в слое и в среде соответственно. Из последнего выражения видно, это отношение не равняется отношению волновых сопротивлений, как это утверждается в книге [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Е. С к у ч и к. Основы акустики, т. 2, М., ИЛ, 1959, 5 и 17.

Центральный н.-и. институт технологии  
машиностроения  
Москва

Поступило в редакцию  
25 февраля 1966 г.

УДК 534.26:535.36

#### К ВОПРОСУ О ФОКУСИРОВКЕ ГИПЕРЗВУКА СВЕТОМ

А. А. Чабан

Вопрос о фокусировке звука световым пучком (через механизм нагревания) был рассмотрен в работе [1]. Особый интерес представляет случай, когда в самофокусированном лазерном пучке [2—4] происходит фокусировка гиперзвука, генерируемого при вынужденном рассеянии Манделъштама — Бриллюэна назад. Ниже будет получено условие, которое позволяет установить, когда экспериментально имеет место такая двойная фокусировка независимо от определяющего механизм фокусировки звука. Всюду дальше предполагается, что световой пучок самофокусирован.

Пусть самофокусированный световой пучок диаметром  $d$  создает канал для гиперзвука диаметром  $D$ . При механизмах, связанных с диффузией (типа нагревания),

$D > d$ . В других случаях следует ожидать  $D = d$ , т. е. можно считать  $D \geq d$ . Угол расходимости для гиперзвука с длиной волны  $\lambda_c$  будет

$$\theta \simeq \frac{1,22 \cdot \lambda_c}{D} \quad (1)$$

и скорость звука внутри звукового канала

$$c = c_0(1 - \beta), \quad (2)$$

где  $c_0$  — скорость звука в отсутствие света. Угол полного внутреннего отражения  $\varphi \simeq \sqrt{2\beta}$ . Тогда условие удержания звука каналом  $\theta \leq \varphi$  будет (ср. [4]):

$$\beta \geq \frac{(1,22 \cdot \lambda_c)^2}{2D^2}. \quad (3)$$

Условие самофокусировки света имеет вид [4]

$$\alpha \geq \frac{(1,22 \cdot \lambda_0)^2}{2d^2} = \frac{(1,22 \cdot \lambda_c)^2}{2D^2} \cdot 4 \left( \frac{D}{d} \right)^2, \quad (4)$$

где  $\alpha$  — относительное уменьшение скорости света в канале самофокусировки. В неравенстве (4) учтено, что  $\lambda_0 = 2\lambda_c$ , где  $\lambda_0$  — длина волны света в веществе, а  $\lambda_c$  — длина волны гиперзвука, генерируемого при вынужденном рассеянии Мандельштама — Бриллюэна назад. Видно, что при выполнении неравенства (4) (а оно считается здесь выполненным) неравенство (3) тем более имеет место, если

$$\beta \geq \alpha \cdot \left[ 4 \left( \frac{D}{d} \right)^2 \right]^{-1}. \quad (5)$$

Когда порог самофокусировки значительно превышен (а это может быть необходимо, если порог вынужденного рассеяния высок), то это неравенство, вообще говоря, много жестче, чем необходимо.

Сдвиг частоты для рассеянного назад света определяется выражением:

$$\Delta\omega = 2 \frac{c}{s} \omega, \quad (6)$$

где  $s$  — скорость света в веществе. При малом изменении  $s$  и  $c$  получим изменение сдвига по сравнению с тепловым рассеянием:

$$\delta(\Delta\omega) = 2 \frac{c_0}{s_0} \omega (-\beta + \alpha), \quad (7)$$

где  $s_0$  — скорость света в веществе при малой интенсивности пучка. Следовательно,

$$\delta(\Delta\omega) < 0 \quad (8)$$

только при условии  $\beta > \alpha$ , что гораздо сильнее условия фокусировки звука светом (5). Еще раз напомним, что последнее условие само по себе слишком жестко при большой интенсивности света. Таким образом, появление отрицательной добавки к частотному сдвигу для рассеянного назад света должно служить указанием на фокусировку гиперзвука, генерируемого при вынужденном рассеянии назад.

Существенно отметить, что именно такое изменение сдвига наблюдалось, например, в работе [5], где использовались жидкости, для которых самофокусировка света легко достигается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Аскарьян. Самофокусировка и фокусировка ультра- и гиперзвука. Письма, Ж. эксп. и теор. физ., 1966, 4, 4, 144—147.
2. Г. А. Аскарьян. Воздействие градиента поля интенсивного электромагнитного луча на электроны и атомы. Ж. эксп. и теор. физ., 1962, 42, 6, 1567—1570.
3. В. И. Таланов. О самофокусировке электромагнитных волн в нелинейных средах. Изв. высш. уч. зав., Радиофизика, 1964, 7, 3, 564—566.
4. R. I. Chiao, E. Garmire, C. H. Townes. Self-trapping of optical beams. Phys. Rev. Lett., 1964, 13, 15, 479—482.
5. Д. И. Маш, В. В. Морозов, В. С. Старунов, Е. В. Тиганов, И. Л. Фабелинский. Вынужденное рассеяние Мандельштама — Бриллюэна в твердых аморфных телах и жидкостях. Письма, Ж. эксп. и теор. физ., 1965, 2, 5, 246—250.

Акустический институт АН СССР  
Москва

Поступило в редакцию  
10 января 1967 г.