Коржик Б.М., Абракитов В.Э., Карпалюк И.Т. Поляризация звуковых волн в строительных конструкциях и материалах // Повышение эффективности и надежности систем городского хозяйства: Сб. научных трудов. К.: ІСДО, 1994.- с. 132 - 135.

Б.М. Коржик, В.Э. Абракитов, И.Т. Карпалюк

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЗВУКОВЫХ ВОЛН В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ И МАТЕРИАЛАХ

Существующие строительные материалы и конструкции, как правило, характеризуются низкими звукоизоляционными свойствами. Это создает значительные неудобства в жизнедеятельности человека, мешает его полноценному отдыху и качественной работе. В связи с этим задача повышения звукоизолирующей способности материалов и конструкций, использующихся при возведении зданий и сооружений, является особо актуальной.

Как правило, под звуком понимают продольные механические волны в упругой среде, например в воздухе. Однако в твердых телах звук распространяется в виде как продольных, так и поперечных волн. Из основного уравнения теории упругости следует, что каждое волновое движение в твердых телах можно представить в виде суммы чистых продольных (свободная от вращения составляющая) и чистых поперечных (свободная от расширения составляющая) волн. Скорость распространения чистой поперечной волны определяется по формуле [2]

$$c = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \qquad (1)$$

где G - модуль сдвига; ρ - плотность среды распространения, кг/м^3.

Коржик Б.М., Абракитов В.Э., Карпалюк И.Т. Поляризация звуковых волн в строительных конструкциях и материалах // Повышение эффективности и надежности систем городского хозяйства: Сб. научных трудов. К.: ІСДО, 1994.- с. 132 - 135.

Далее в тексте используются индексы *1-V,* указывающие на принадлежность соответствующей характеристики тому или иному слою материала.

Одно из характерных волновых явлений для поперечной волны - ее поляризация [1].

Поляризация световых волн широко используется для создания светофильтров, быстродействующих световых диафрагм, знако-символьной индикации в жидко кристальных индикаторах и др. Авторами было предложено использовать тот же принцип применительно к звуковым волнам в твердых телах, например, для создания шумозащитных экранов, звукоизолирующих панелей и других строительных конструкций.

Поляризация звука происходит при его отраж ении и преломлении на переходе границы раздела 2 твердых тел, характеризующихся различными скоростями распространения поперечной звуковой волны. Падающая на строительную конструкцию звуковая волна 0 в воздухе, являющаяся продольной, частично отражается от нее 0^1 и частично попадает в толщу твердого тела, где распространяется по его слою *I в* виде поперечной неполяризованной волны I, характеризующейся разнонаправленными векторами смещения $\bar{S}_1$, и колебательной скорости $\bar{v}_1$ частиц упругой среды, т.е. в каждой точке пространства I по всевозможным направлениям в плоскости, перпендикулярной к направлению распростра нения волны *1*, эти векторы $\bar{S}_1$, и $\bar{v}_1$, быстро и беспорядочно сменяют друг друга, так что ни одно из этих направлений не является преимущественным [1].

Коржик Б.М., Абракитов В.Э., Карпалюк И.Т. Поляризация звуковых волн в строительных конструкциях и материалах // Повышение эффективности и надежности систем городского хозяйства: Сб. научных трудов. К.: ІСДО, 1994.- с. 132 - 135.

Преодолевая границу раздела А между слоями I и II твердого тела, характеризующимися различными скоростями распространения поперечной звуковой волны c_1, и c_{II}, волна поляризуется, причем через гра ницу раздела А пропускается компонента волны - луч *2*, характеризующая ся преимущественно определенным направлением вектора смещения частиц $\bar{S}_2$. В этом случае выполняется закон Брюстера - условие, при котором волна 1^1 в слое I, отраженная от границы раздела А, полностью поляризована (вектор смещения $\bar{S}_1{}^1$ колеблется перпендикулярно к плоскости падения), отраженный 1^1 и преломленный 2 ее лучи взаимно перпендикулярны, пропущенная компонента волны - луч *2* - частично поляризован (вектор $\bar{S}_2$, колеблется преимущественно в плоскости падения):

$$tgi_A = c_1 / c_{II} = \sqrt{\frac{G_I}{\rho_1} \Big/ \frac{G_{II}}{\rho_{II1}}} = \sqrt{\frac{G_I \rho_{II}}{G_{II} \rho_1}} \qquad (2)$$

где i_A, i_B, i_C - угол Брюстера для границ раздела соответственно А, В, С, …

Преодолевая границу раздела В между слоями II и III твердого тела, характеризующимися различными скоростями поперечной волны c_{II}, и c_{III}, волна *2* повторно поляризуется, причем через границу раздела В пропускается компонента волны - луч 3, частично поляризованная (вектор смещения $\bar{S}_3$, колеблется преимущественно а плоскости падения), а отраженная от границы раздела компонента - луч 2^1 полностью поляризована и перпендикулярна к лучу 3. В этом случае угол Бргостера

Коржик Б.М., Абракитов В.Э., Карпалюк И.Т. Поляризация звуковых волн в строительных конструкциях и материалах // Повышение эффективности и надежности систем городского хозяйства: Сб. научных трудов. К.: ІСДО, 1994.- с. 132 - 135.

$$tgi_B = c_{II} / c_{III} = \sqrt{\frac{G_{II}}{\rho_{II}} \Big/ \frac{G_{III}}{\rho_{III}}} = \sqrt{\frac{G_{II}\rho_{III}}{G_{III}\rho_{II}}} \qquad (3)$$

$$tgi_A \neq tgi_B \qquad (4)$$

Если материалы слоев различны, то:

$$\begin{cases} G_I \neq G_{II} \neq G_{III} \\ \rho_I \neq \rho_{II} \neq \rho_{III} \end{cases} \qquad (5)$$

Поэтому вектор смещения $\bar{S}_3$ колеблется в другой плоскости, чем вектор $\bar{S}_2$, соответственно граница раздела В отражает значительную часть иначе поляризованной звуковой волны 2. Кроме того, происходит также поглощение звуковой энергии, т.е. она переходит в тепловую. Устройство большого количества таких слоев, выполнение их из специальных звукопоглощающих материалов (чтобы эффективно гасилась продольная составляющая волны) так, чтобы для каждой границы раздела выполнялось условие $tgi \rightarrow 1$, позволяют резко повысить общую звукоизолирующую способность строительной конструкции.

Литература

1. Политехнический словарь /Под ред. И.И. Артаболевского. - М.:
Сов. энциклопедия, 1977. - 380 с.

2. Справочник по технической акустике: Пер. с нем. / Под ред. М. Хекла и Х.А. Мюллера. - Л.: Судостроение, 1990. - С. 19-20.