

При расчете звукоизоляции в полосе, имеющей резонаторы лишь на ограниченном участке длиной L , следует учитывать концевые эффекты. Точный учет этих эффектов сложен и требует решения бесконечной системы алгебраических уравнений. Приближенные оценки, выполненные на основе точных уравнений, показывают, что при $\text{Im } \xi_1 L \approx 2$ концевые эффекты могут ухудшить звукоизоляцию участка с резонаторами в одномодовой полосе не более чем на 6 дБ. Следовательно, звукоизоляция этого участка будет не менее $(8,69 \text{ Im } \xi_1 L - 6)$ дБ.

В качестве примера рассчитаем «оптимальный» волноводный изолятор в стальной полосе толщиной 1 см и шириной 25 см, обеспечивающий ослабление первой моды не менее чем в 100 раз (звукоизоляция 40 дБ) при частотах ниже 800 Гц. Поверхностная плотность пластины и изгибная жесткость ее равны соответственно $7,8 \text{ г}\cdot\text{см}^{-2}$ и $1,8 \cdot 10^{11} \text{ г}\cdot\text{см}^2\cdot\text{с}^{-2}$. При заданных параметрах имеем $\omega_1 = 2400 \text{ с}^{-1}$. Резонансную частоту ω_0 выберем равной ω_1 . Пользуясь формулами для оптимальных значений параметров, получим $L_{\text{opt}} = 36 \text{ см}$, $\rho'_{\text{opt}} t = 3,4 \rho$, $(\rho' L H)_{\text{min}} = 24 \cdot 10^3 \text{ г}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исакович М. А., Кашина В. И., Тютюкин В. В. Способ виброизоляции продольных и изгибных волн в стержнях и пластинах.— Авт. свид. № 440509. Б. И. № 31, 1974.
2. Исакович М. А., Кашина В. И., Тютюкин В. В. Применение систем резонаторов для звукоизоляции нормальной волны пулевого порядка в трубах и в других длинных линиях. Научн.-техн. сб. Морское приборостроение. Сер. Акустика, 1972, вып. 1, с. 117–125.
3. Исакович М. А., Кашина В. И., Тютюкин В. В. Экспериментальное исследование виброизоляции изгибных волн, создаваемой импедансными системами.— Акуст. журн., 1977, т. 23, № 3, с. 384–389.
4. Цилькер Л. С. Применение волноводных изоляторов для изоляции изгибных волн на пластине, возбуждаемой точечной силой.— Акуст. журн., 1980, т. 26, № 4, с. 606–608.

Акустический институт
им. Н. Н. Андреева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
14.VI.1985

УДК 534.143.534.131.2.

РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЭЛЕКТРОИОННОМ ИЗЛУЧАТЕЛЕ ЗАДАНЫХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН

Малахов А. Н., Черепенников В. В.

Исследованию прохождения и отражения акустических волн от активных неоднородностей посвящено значительное число работ (см. например, [1, 2]). Показано, что возможно управление коэффициентом отражения и соответственно реализация на активной неоднородности разных граничных условий в жидкости.

В настоящей работе приведены результаты экспериментального исследования прохождения и отражения гидроакустических волн от плоского слоя электролита, в котором производилось электроионное возбуждение звука [3, 4]. Управление коэффициентами прохождения и отражения осуществлялось изменением амплитудно-фазовых характеристик и пространственного распределения возбуждающего электрического поля. При этом удалось реализовать граничные условия типа «мягкой» и «неподатливой» стенок. Для нормального падения волны акустическая прозрачность электроионного излучателя позволила осуществить согласованную нагрузку и получить тем самым практически бегущую волну в ограниченном бассейне.

При синусоидальном возбуждении колебаний пьезоэлектрическим излучателем A , размещенным в плоскости zy с координатой x_1 в прямоугольном бассейне размерами $L \times D \times H$, формируются стоячие волны (фигура). Выбирая частоту достаточно малой, можно реализовать одномодовый режим. Амплитуда давления в стоячей волне $P = P_0(x, z)$ дана кривой 1 на фигуре.

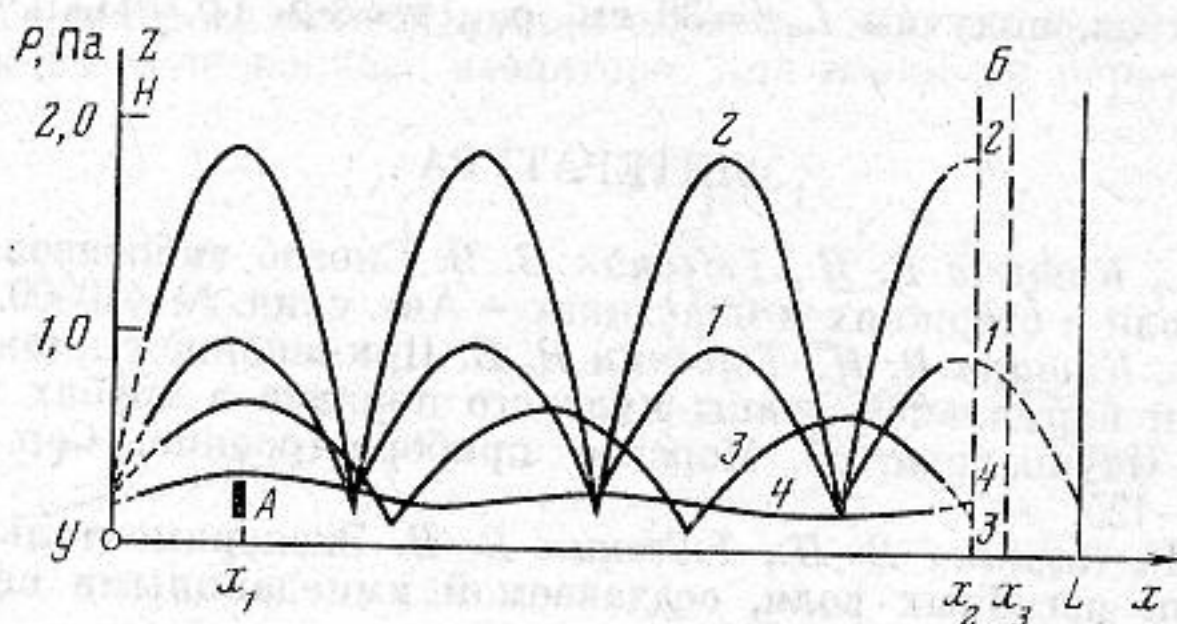
Размещая в плоскостях zy с координатами x_2 и x_3 сетки электроионного излучателя, задавая распределение электрического поля $E(x, z)$ частоты ω , возбуждающего акустическую волну $P_1(x, z)$, получим при $P_1(x, z) = P_0(x, z)$ реализацию фантомной неподатливой стенки для волн источника A в плоскости zy с координатой x_2 . Пространственная структура поля в этом случае соответствует кривой 2 на фигуре. При $P_1(x, z) = -P_0(x, z)$ — реализацию фантомной мягкой стенки (кривая 3). Условие реализации мягкой стенки для области $0 \leq x \leq x_2$ эквивалентно условию активного гашения акустических колебаний в области $x_3 \leq x \leq L$.

Реализация согласованной нагрузки для совокупности электроионный излучатель — мягкая стенка обеспечивалась размещением сеток электроионного излучателя в плоскостях $x_2 = L - 3c\pi/2\omega$ и $x_3 = L - c\pi/2\omega$ (где c — скорость звука) и заданием электрического поля, возбуждающего $P_1 = P_0/2$ (кривая 4). Гашение отражающейся

от мягкой стенки волны источника A происходило в два этапа. Во-первых, волна источника A , распространявшаяся слева направо, ослаблялась в 2 раза в области $x \geq x_3$, взаимодействуя с сопутствующей волной электроионного излучателя, распространяющейся также вправо. Во-вторых, отразившись от мягкой стенки, при $x=L$ ослабленная волна, взаимодействия в области $x \leq x_2$ с сопутствующей волной электроионного излучателя, гасилась полностью. Такой процесс был возможен лишь вследствие акустической прозрачности электроионного излучателя и нормального падения волны.

Аналогично обеспечивается согласование совокупности электроионный излучатель — неподатливая стенка. При этом $x_2=L-2c\pi/\omega$, $x_3=L-c\pi/\omega$, а электрическое поле возбуждает волну $P_1=-0,5P_0$.

Сопоставляя условия согласования с условиями создания фантомных стенок, можно отметить, что согласование неподатливой стенки требует «смягчения» об-



Пространственная структура поля в экспериментальном бассейне: 1 — поле излучателя A с исходными граничными условиями, 2 — поле с фантомной неподатливой стенкой, 3 — поле с фантомной мягкой стенкой, 4 — поле при согласовании нагрузки электроионный излучатель — мягкая стенка. A — пьезокерамический излучатель, B — сетки электроионного излучателя

ласти среды, включающей стенку и электроионный излучатель, а согласование мягкой стенки — увеличения упругости.

Эксперименты проводились в бассейне размерами $120 \times 30 \times 16$ см, заполненном 0,1 М раствором NaCl. Синусоидальное возбуждение задавалось на частоте 6,05 кГц. Создание фантомных граничных условий определялось по пространственной структуре поля давления в области $0 < x \leq x_2$. В ходе эксперимента производилась запись амплитуды давления P акустического поля в бассейне как функции координаты x (кривые 1–4 на фигуре).

Как можно видеть, при реализации неподатливой и мягкой стенок, структура поля носит отчетливый характер стоячей волны. При этом КСВ (коэффициент стоячей волны) для фантомных граничных условий достигает 10 против 5 для исходных граничных условий, что свидетельствует о достаточно высоком качестве реализованных неподатливой и мягкой стенок. При согласовании нагрузок удалось получить уменьшение КСВ от 5 до 1,7, хотя согласование осуществлялось лишь на одной торцевой стенке бассейна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курилкин Ю. В., Лямшев Л. М. Отражение ультразвуковых волн кристаллом CdSe в воде. — Акуст. журн., 1971, т. 17, № 1, с. 74–78.
2. Белый В. Н., Севрук Б. Б. Влияние электрического поля на отражение ультразвуковой волны от керамической пластинки, помещенной в жидкость. — Акуст. журн., 1984, т. 30, № 6, с. 741–746.
3. Малахов А. Н., Черепенников В. В. Возбуждение электрическим полем акустических волн в электролите за счет разделения зарядов. — Изв. вузов. Радиофизика, 1983, т. 26, № 2, с. 251–253.
4. Малахов А. Н., Черепенников В. В. Экспериментальное исследование электрического возбуждения акустических волн в растворе электролита. — Изв. вузов. Радиофизика, 1984, т. 27, № 10, с. 1349–1352.

Горьковский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

Поступило в редакцию
1.VII.1985