

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 $L_{\text{opt}} = 36 \text{ см}$, $\rho'_{\text{ср}} t = 3,4 \rho$, $(\rho' L H)_{\text{min}} = 24 \cdot 10^3 \text{ г}$.

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 нулевого 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 ЗАДАННЫХ 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.

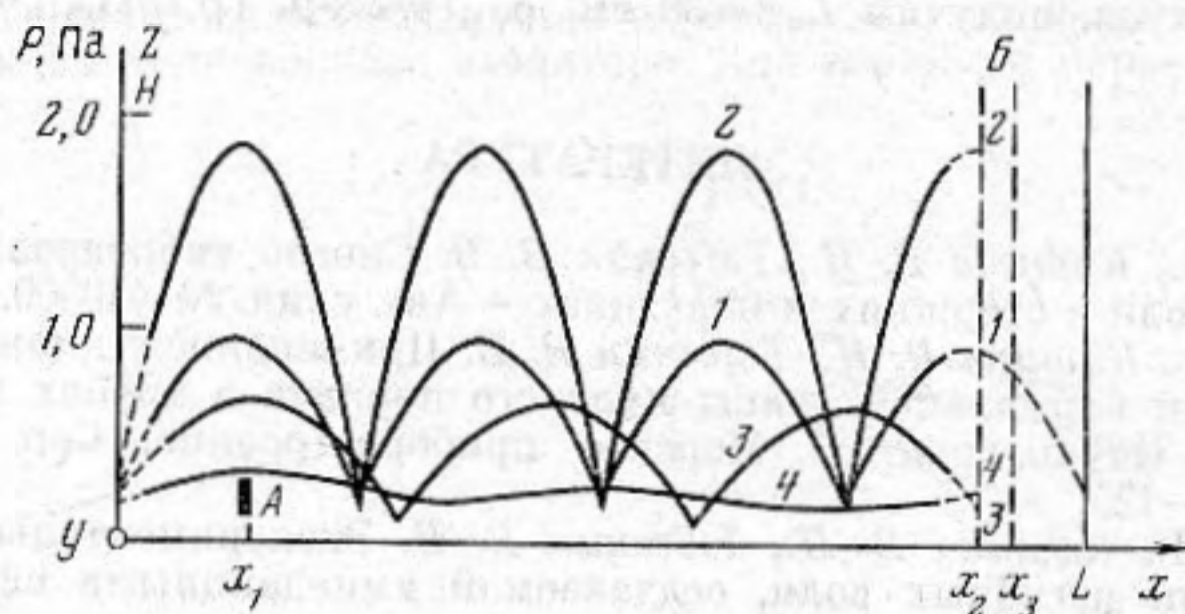
Размещая в плоскостях zy с координатами x_2 и x_3 сетки электроионного излучателя, задавая распределение электрического поля $E(x, z)$ частоты ω , возбуждающего акустическую волну $P_1(x, z)$, получим при $P_1(x, z) = P_0(x, z)$ реализацию фантомной неподатливой стенки для волн источника A в плоскости 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 $x_2 = L - 3\pi/2\omega$ и $x_3 = L - \pi/2\omega$ (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, взаимодействуя 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 $x_2=L-2\pi/\omega$, $x_3=L-\pi/\omega$, 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