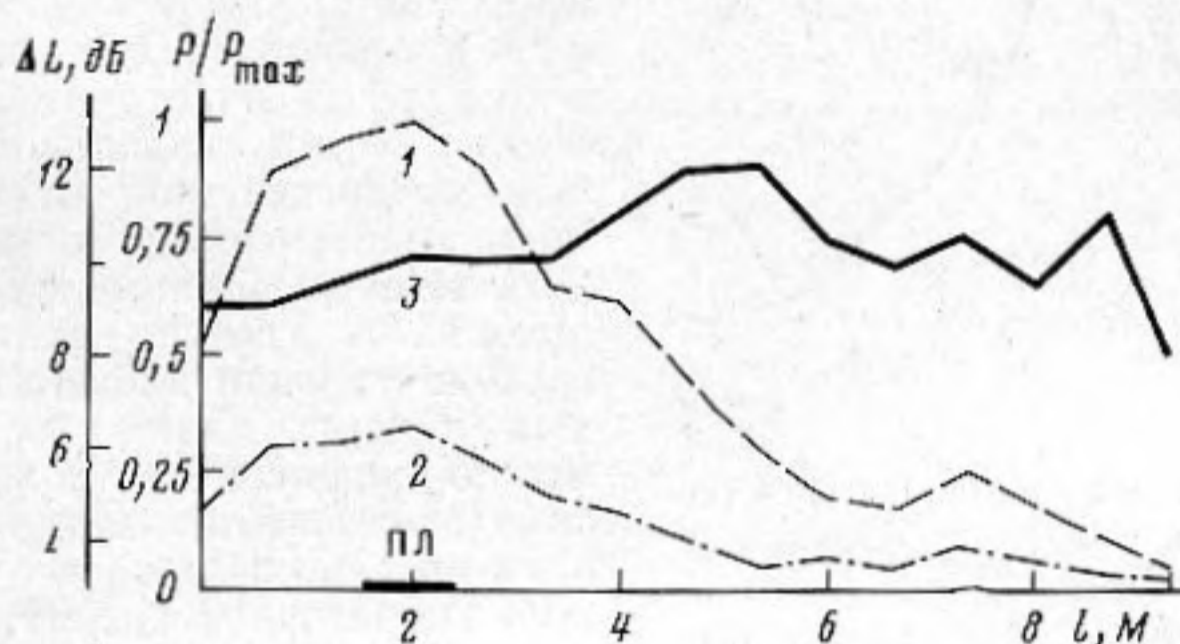


ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЕНСАЦИИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ИЗГИБНО-КОЛЕБЛЮЩЕЙСЯ ПЛАСТИНЫ

Вялышев А. И., Дубинин А. И., Тартаковский Б. Д.

Ранее была показана возможность уменьшения излучения звука пластиной, колеблющейся на резонансных частотах, путем применения локальных компенсирующих вибраторов [1]. Для эффективной компенсации вибраций и звукового поля пластины с малыми потерями, в которой возбуждается в основном одна мода колебаний, достаточно одного компенсирующего вибратора; при этом настройка системы компенсации, произведенная с целью ослабления вибраций пластины в одной ее точке, позволяет получить соответственное снижение уровня вибраций по всей пластине и ослабление ее звукового поля. Возбуждение пластины на нерезонансных частотах приводит к возникновению ряда собственных форм колебаний, что требует увеличения числа компенсирующих вибраторов. На докритических частотах компенсация излучения пластины обуславливается образованием слабоизлучающего



Фиг. 1. Зависимость амплитуды звукового давления, нормированного к максимальному значению, от расстояния l вдоль измерительной камеры на высоте 3 м. 1 — без компенсации, 2 — при компенсации, 3 — величина компенсации

распределения уровней вибраций по пластине. При этом среднеквадратичное значение амплитуды вибраций, как правило, возрастает [2], и поэтому настройка системы компенсации должна производиться по звуковому полю. Необходимые значения амплитуды и фазы электрического напряжения, возбуждающего вибраторы, могут быть определены по известным значениям звукового давления в контрольных точках звукового поля с учетом коэффициентов, связывающих это напряжение и звуковое давление [3].

В данной работе были проведены экспериментальные исследования компенсации звукового поля прямоугольной металлической пластины размером $200 \times 100 \times 0,4$ см³ со свободными краями и с коэффициентом потерь $\eta = 0,1$. Пластина помещалась в заглушенной измерительной камере размерами $14 \times 11 \times 12$ м³. Звуковое поле возбуждалось при включении основного вибратора, установленного в центре пластины. Компенсация производилась четырьмя дополнительными вибраторами, установленными попарно симметрично относительно центра пластины на расстоянии соответственно 20 и 10 см от ее краев. Контрольные точки настройки системы компенсации располагались на высоте 3 м от поверхности пластины: шесть точек — вдоль измерительной камеры и три — поперек. Расстояние между точками настройки составляло 1,5 м. Звуковое поле измерялось на высоте 3, 5 и 7 м от поверхности пластины в 110 точках. Для характеристики степени компенсации была принята величина

$$\Delta L_{\text{ср}} = 10 \lg \frac{\sum_k |P_k|^2}{\sum_k |P'_k|^2},$$

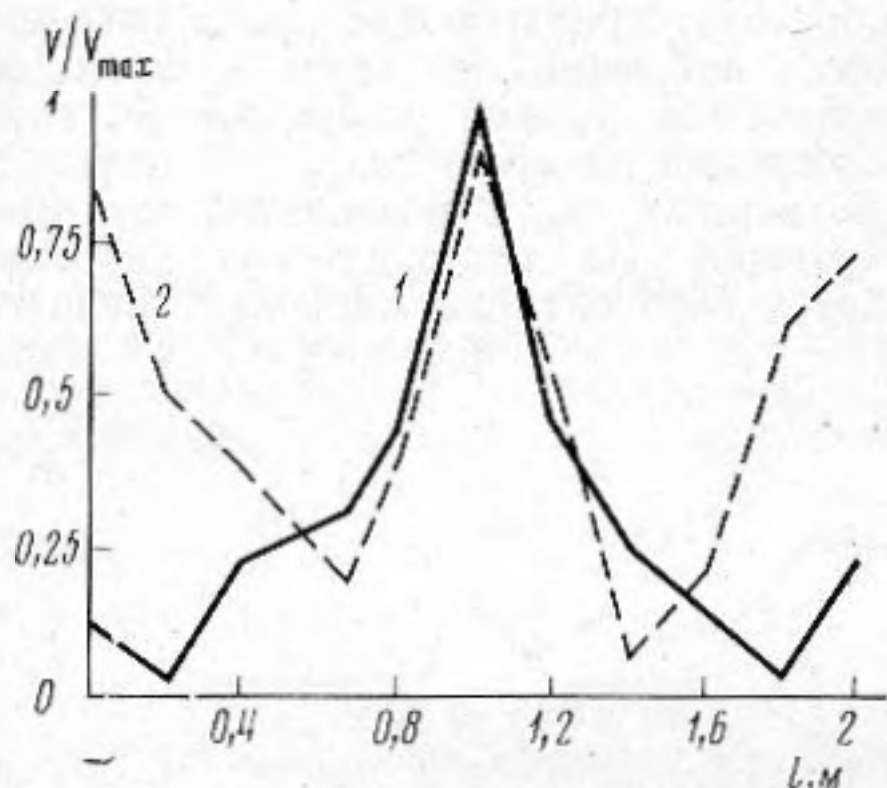
где P_k и P'_k — звуковые давления в k -й точке до компенсации и при компенсации соответственно. Измерения вибраций поверхности пластины проводились в точках, отстоящих друг от друга на 20 см.

Средняя по девяти контрольным точкам величина компенсации на частоте настройки 160 Гц составляла по результатам ряда опытов от 9 до 12 дБ. Средняя ве-

личина компенсации, определенная по всем 110 точкам, составила 9 дБ. При этом средний квадрат амплитуды колебательной скорости пластины возрос на 2–3 дБ.

Так как при настройке системы компенсации напряжение возбуждения на компенсирующих вибраторах определялось из условия уменьшения величины $\sum_{k=1}^9 |P_k|^2$,

влияние отдаленных точек настройки с малым значением $|P_k|$ на вычисляемые значения напряжения возбуждения было невелико. Однако величина компенсации, как показали эксперименты, при удалении от пластины не уменьшается (см. фиг. 1, где отмечено положение пластины — «пл.»).



Фиг. 2. Зависимость амплитуды колебательной скорости, нормированной к максимальному значению, от расстояния l вдоль большой оси симметрии пластины. 1 — без компенсации, 2 — при компенсации

Равномерность распределения эффекта компенсации в пространстве камеры может быть объяснена следующим образом. До компенсации распределение вибраций по пластине имеет выраженный максимум в точке установки основного вибратора (фиг. 2, кривая 1). Излучение пластины в основном определяется этим максимумом и не направлено. При компенсации звукового поля на пластине образуется приближенное к синусоидальному слабоизлучающее распределение вибраций с сохранением практически того же уровня в точке установки основного вибратора (фиг. 2, кривая 2). Уровень этот несколько превосходит уровни вибраций во всех остальных точках пластины. Таким образом, можно считать, что компенсация сводится к уменьшению излучения эквивалентного источника в точке установки основного вибратора. Вследствие этого диаграмма направленности излучения пластины существенно не изменяется и ослабление звукового давления в различных точках поля имеет одинаковую величину.

Измерения механической мощности вибраторов показали, что суммарная мощность, отдаваемая основным и всеми компенсирующими вибраторами в пластину в режиме компенсации, уменьшается на 1–2 дБ по сравнению с мощностью, отдаваемой одним основным вибратором. Средний квадрат амплитуды вибраций при этом возрастает на 2–3 дБ. Возрастание вибраций связано с уменьшением излучательной способности пластины и соответственно с увеличением ее реактивной колебательной энергии. Таким образом, благодаря компенсации уменьшается мощность звука, излучаемого пластиной, и энергия, отдаваемая основным, а также компенсирующими вибраторами в пластину, расходуется на внутренние потери в ее материале.

Управление звуковым полем пластины можно осуществлять и по минимуму регистрируемой суммарной энергии вибраций, располагая виброприемники по узловым линиям. При этом ослабляются формы колебаний, имеющие конечные амплитуды в узлах основной формы, что приводит к более регулярному распределению колебательной скорости поверхности пластины и в конечном итоге к ослаблению звукового поля [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Князев А. С., Тартаковский Б. Д. Об уменьшении излучения изгибно-колеблющихся пластин при помощи активных виброкомпенсаторов локального типа. — Акуст. ж., 1967, т. 13, № 1, с. 141–143.
2. Вяльшев А. И., Тартаковский Б. Д., Эфрусси М. М. О связи звукового и вибрационного поля при компенсации излучения пластины на доктрических частотах. — Акуст. ж., 1977, т. 23, № 3, с. 475–477.
3. Вяльшев А. И., Гаврилов А. М., Любашевский Г. С., Тартаковский Б. Д., Чони Ю. И. Синтез систем компенсации вибрационных и звуковых полей. — Акуст. ж., 1977, т. 23, № 2, с. 242–248.

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

Поступила в редакцию
5.XII.1979
После исправления
29.V.1980