

БРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 534.833

О ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ
ТЕМПЕРАТУРНО-ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ТРЕХСЛОЙНЫХ ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

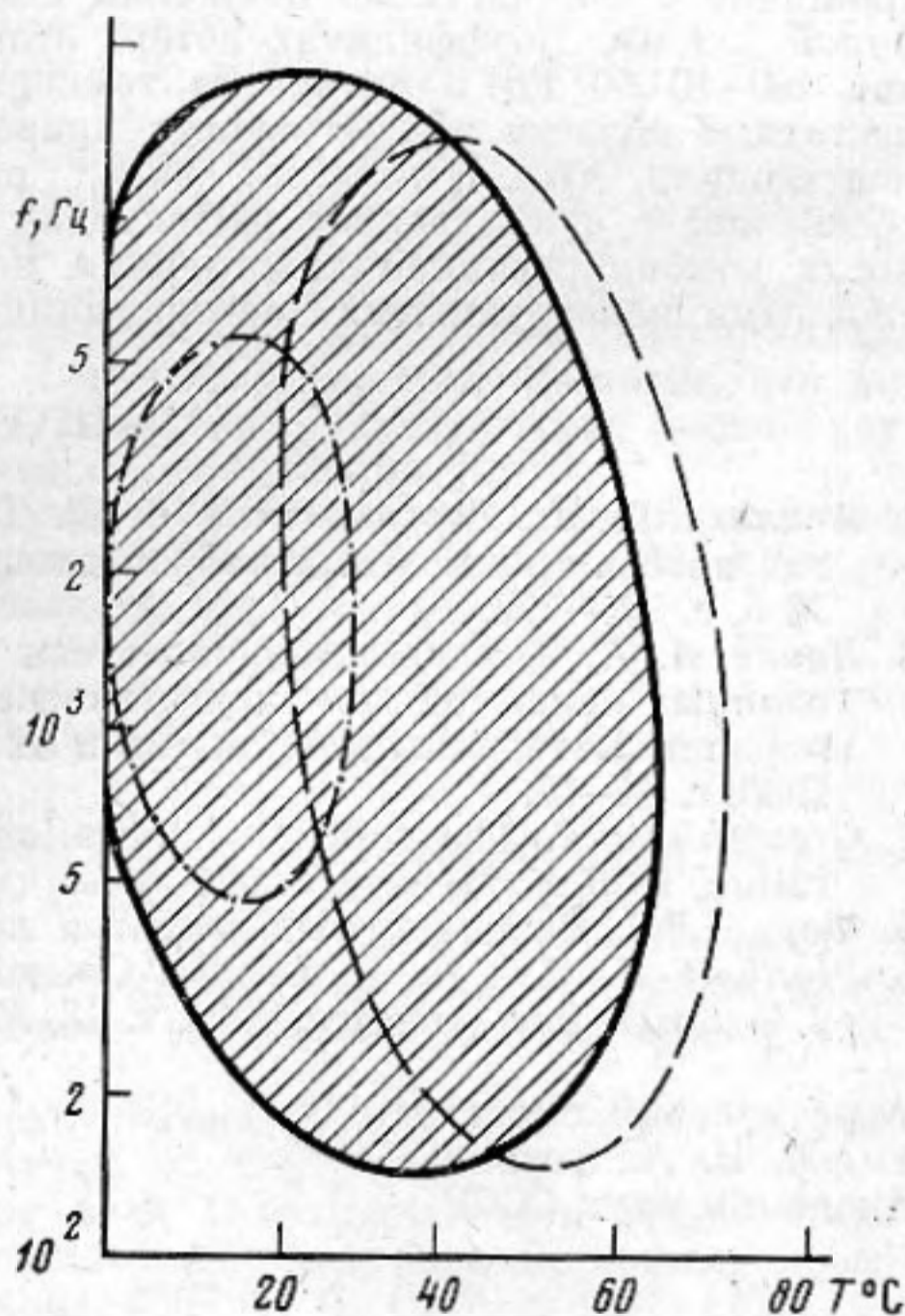
Авилова Г. М., Тартаковский Б. Д.

В последнее время нашли широкое применение трехслойные вибропоглощающие конструкции, состоящие из двух наружных упругих слоев и внутреннего вибропоглощающего слоя. Потери колебательной энергии в таких конструкциях обусловлены сдвиговыми деформациями среднего слоя, возникающими при изгибных колебаниях конструкции в целом. Частотная характеристика коэффициента потерь этих конструкций $\eta_z(f)$ обладает экстремумом и является сложной функцией различных параметров конструкции. Использование в качестве материала внутреннего слоя полимеров, свойства которых существенно изменяются с температурой T , обуславливает температурную зависимость коэффициента потерь трехслойной конструкции $\eta_z(T)$. Температурно-частотная зависимость коэффициента потерь трехслойной конструкции может быть охарактеризована семейством кривых, отвечающих равным значениям коэффициента потерь $\eta_z(f, T) = \text{const}$. В трехслойных конструкциях, у которых температурная зависимость коэффициента потерь имеет явно выраженный максимум, эти кривые будут замкнутыми, если соответствующая величина η_z не слишком мала, т.е. превышает значения η_z при $f \rightarrow 0$ и $f \rightarrow \infty$.

Площадь $S(f, T) = \oint f(T) dT = \oint T(f) df$, ограниченная кривой постоянного значения коэффициента потерь η_{z0} , определяет температурно-частотную область эффективности конструкции [1] при заданном значении коэффициента потерь. Внутри этой области $\eta_z > \eta_{z0}$, на границе ее $\eta_z = \eta_{z0}$. При увеличении толщины промежуточного слоя температурно-частотная область эффективности трехслойной конструкции несколько расширяется, одновременно перемещаясь в область низких частот и температур. Однако, это расширение незначительно: например, при увеличении толщины промежуточного слоя, отнесенной к толщине наружного, от 0,1 до 1,0 площадь области эффективности увеличивается лишь в 1,5 раза. Гораздо существеннее смещение температурно-частотной области эффективности в низкочастотную и низкотемпературную области, приводящее к значительному уменьшению эффективности вибропоглощающей конструкции в области высоких частот и температур.

Расширить температурно-частотную область эффективности трехслойных конструкций можно либо путем создания и применения вибропоглощающего материала с расширенной частотной характеристикой коэффициентов потерь (а вследствие принципа температурно-временной эквивалентности [4] и расширенной температурной характеристикой), либо путем одновременного использования двух или нескольких материалов, температуры максимумов коэффициентов потерь которых разнесены [2, 3].

Дальнейшее расширение температурно-частотной области эффективности трехслойных конструкций может быть достигнуто путем одновременного использования эффектов вибропоглощения, присущих трехслойной вибропоглощающей конструкции и так называемому жесткому вибропоглощающему покрытию, представляющему собой двухслойную конструкцию, состоящую из одного слоя металла с нанесенным на него слоем вибропоглощающего материала. Положение температурно-частотной области эффективности жесткого вибропоглощающего покрытия, основанного



Температурно-частотные области эффективности трехслойной (ограничена пунктирной кривой), двухслойной (ограничена штрихпунктирной кривой) и комбинированной (ограничена сплошной кривой) конструкций при $\eta_z = 0,1$

на использовании деформации растяжения-сжатия в вибропоглощающем слое, определяется температурой максимума модуля потерь вибропоглощающего материала, тогда как положение температурно-частотной области эффективности трехслойной конструкции определяется температурой максимума коэффициента потерь. Температуры этих двух максимумов обычно различаются [4], поэтому температурно-частотные области эффективностей двух- и трехслойных вибропоглощающих конструкций с одним и тем же вибропоглощающим материалом различны (см. фигуру). При одновременном использовании конструкций того и другого типа их температурно-частотные области эффективности дополняют друг друга.

Комбинированная двух-трехслойная конструкция может быть выполнена в виде сплошного металлического листа с нанесенным на него сплошным вибропоглощающим слоем, на который в свою очередь нанесены периодически расположенные металлические полосы (или прямоугольные пластины). Ширину полос целесообразно брать равной оптимальной ширине разрезного армированного покрытия [5]. Таким образом, комбинированная конструкция представляет собой как бы чередующиеся полосы двух- и трехслойной конструкций. Ширина участков двухслойной конструкции определяется тем, как далеко в область низких частот и температур необходимо продвинуть температурно-частотную область эффективности. Если соотношение площадей двух- и трехслойной конструкций должно быть равным единице, обе конструкции могут выполняться как в виде чередующихся полос равной ширины, так и в виде квадратов, располагаемых в шахматном порядке. При снижении вибраций труб с помощью такой комбинированной конструкции металлические полосы могут располагаться как поперек, так и вдоль трубы, однако при поперечном расположении полос может быть получена большая площадь температурно-частотной области эффективности.

Экспериментально была исследована конструкция, состоящая из стального листа толщиной 2 мм с нанесенным на него листовым вибропоглощающим материалом толщиной 4 мм, частично покрытым стальными пластинами толщиной 1 мм и шириной 155 мм. Коэффициент потерь этой конструкции измерялся в диапазоне частот 100–10 000 Гц в интервале температур 10–100°С. Полученные температурно-частотные области эффективности приведены на фигуре. Результаты эксперимента подтвердили, что суммарный вклад рассмотренных механизмов демпфирования обеспечивает существенное расширение температурно-частотной области эффективности комбинированной конструкции по сравнению со сплошными трех- и двухслойными конструкциями (армированным и жестким покрытиями).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авилова Г. М., Тартаковский Б. Д.* Температурные характеристики коэффициентов потерь трехслойных вибропоглощающих конструкций. — Акуст. ж., 1978, т. 24, № 5, с. 776–778.
2. *Ионов А. В.* Температурно-частотные зависимости коэффициентов потерь многослойных покрытий для энергетического оборудования. — В кн.: Новые вибропоглощающие материалы и покрытия и их применение в промышленности. Л.: ЛДНТП, 1980, с. 44–48.
3. *Grootenhuis P.* The control of vibration with viscoelastic materials. — J. Sound Vibration, 1970, v. 11, № 4, p. 421–433.
4. *Ферри Дж.* Вязко-упругие свойства полимеров. М.: Изд-во иностр. лит., 1963.
5. *Plunkett R., Lee C. T.* Length Optimisation for constrained Viscoelastic Layer. — J. Acoustic Soc. America, 1970, v. 48, № 1, pt 2, p. 150–161.

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

Поступила в редакцию
25.IV.1980

УДК 534.231.3

О СТАБИЛЬНОСТИ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДИФФУЗИОННОГО ТИПА НА ОСНОВЕ СУЛЬФИДА КАДМИЯ

Адоньев В. Г., Селиванов Л. В.

В 1963 г. Фостером [1] предложен новый тип ультразвуковых преобразователей — высокоомные слои вблизи поверхности низкоомного пьезополупроводника. Слой создавался высокотемпературной диффузией меди в сульфид кадмия. Внедряясь в низкоомный монокристалл, медь выполняла функции акцептора и увеличивала удельное сопротивление вещества в области диффузионного слоя. Высокоомный диффузионный слой мог работать как ультразвуковой преобразователь с резонансной частотой, обратно пропорциональной глубине залегания слоя. Недостатком таких преобразователей оказалась последующая низкотемпературная диффузия