

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

меди из диффузионного слоя в глубь низкоомной базы монокристалла [2], понижающая с течением времени резонансную частоту преобразователей.

Автором работы [3] предложена другая акцепторная примесь — серебро, обладающая меньшим значением коэффициента диффузии по сравнению с медью. Уже первые эксперименты [4–6] показали, что ультразвуковые преобразователи на основе CdS:Ag по своим характеристикам не уступают преобразователям типа CdS:Cu. В последующие годы методика создания преобразователей на основе CdS:Ag стала достаточно совершенной [7, 8], однако до сих пор оставался открытым вопрос о стабильности их характеристик в течение достаточно большого промежутка времени. В работе [4] указывалось, что окончательный вывод о возможности стабилизации частотных характеристик преобразователей типа CdS:Ag может быть сделан только после проведения прямых экспериментов по измерению возможного ухода частоты диффузионных преобразователей со временем.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования стабильности параметров ультразвуковых преобразователей на основе CdS:Ag в течение десяти лет.

Для проведения исследования были подготовлены 20 образцов, вырезанных из слитков низкоомного гексагонального CdS, имеющего исходную концентрацию доноров 10^{16} см⁻³. Грань монокристалла, через которую осуществлялась высокотемпературная диффузия Ag, была ориентирована в плоскости (1120) либо (1010). Методика подготовки образцов и режимы диффузии подробно изложены в работе [7]. Преобразователи были изготовлены для работы в частотном диапазоне 20÷÷100 МГц, имели относительную полосу пропускания 90÷120% и коэффициент передачи на средней частоте рабочего диапазона 40÷50 дБ при нагрузке на звукопровод из плавленного кварца через промежуточный слой из эпоксидной смолы.

Изготовленные преобразователи были заложены на длительное хранение при следующих внешних условиях: температура окружающей среды — $(25 \pm 10)^\circ \text{C}$, относительная влажность воздуха — $(75 \pm 20)\%$, давление — $(9,9 \pm 0,3) \cdot 10^4$ Па. По истечении десятилетнего промежутка времени вновь были измерены вышеуказанные характеристики преобразователей. Как в начале, так и в конце эксперимента измерения проводились по методике, изложенной в работе [9].

Исследования показали, что отклонение параметров преобразователей от первоначальных не превышает значений соответствующих погрешностей эксперимента и составляет 5% — для коэффициента передачи, 11% — для средней частоты, 19% — для относительной полосы пропускания. Возможно, что действительные отклонения могут оказаться меньше указанных. Для проверки этого допущения следует повторить эксперимент, предварительно повысив точность измерений. Заметим, что повышение точности представляет достаточно большую трудность из-за малой крутизны коэффициента передачи на краях полосы пропускания [5, 6].

Проведенные исследования свидетельствуют о высокой стабильности параметров ультразвуковых преобразователей диффузионного типа на основе CdS:Ag и говорят о возможности их широкого практического использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Foster N. F. The Performance of Dilatational Mode Cadmium Sulphide Diffusion Layer Transducers.— IEEE Trans. Ultrason. Eng., 1963, UE-10, p. 39–41.
2. Крофат В. А., Макартур Р. Д. Ограничение частотного диапазона преобразователя с диффузионным слоем низкотемпературной диффузией меди.— Тр. ин-та инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (ТИИЭР). Русский перевод, 1965, т. 53, вып. 9, с. 1446–1447.
3. Грищенко Е. К. Широкополосный электроакустический преобразователь на диффузионном слое в сернистом кадмии.— Акуст. ж., 1967, т. 13, № 3, с. 446–448.
4. Проклов В. В., Станковский Б. А., Морозов А. И. К возможности создания широкополосных ультразвуковых линий задержки с пьезополупроводниковыми преобразователями.— Радиотехника и электроника, 1967, т. 12, № 7, с. 1301–1303.
5. Невский Ю. Е., Селиванов Л. В. Зависимость амплитудно-частотных характеристик линий задержки с диффузионными преобразователями от параметров слоя между преобразователями и звукопроводом.— Акуст. ж., 1971, т. 17, № 1, с. 163–165.
6. Невский Ю. Е., Селиванов Л. В. Влияние промежуточных слоев на амплитудно-частотные характеристики ультразвуковых преобразователей.— Изв. АН СССР. Сер. физич., т. 35, № 5, с. 918–921.
7. Селиванов Л. В. Исследование воспроизводимости параметров широкополосных ультразвуковых преобразователей.— Обмен опытом в радиоэлектрон. пром.-сти, 1973, № 9, с. 63–64.
8. Невский Ю. Е., Селиванов Л. В. О возможности понижения собственной частоты диффузионных преобразователей на основе сульфида кадмия.— Акуст. ж., 1973, т. 19, № 6, с. 922–923.
9. Володин Б. Л., Невский Ю. Е., Селиванов Л. В. Измерение амплитудно-частотных характеристик широкополосных ультразвуковых преобразователей.— Автоматрия, 1970, № 3, с. 65–69.