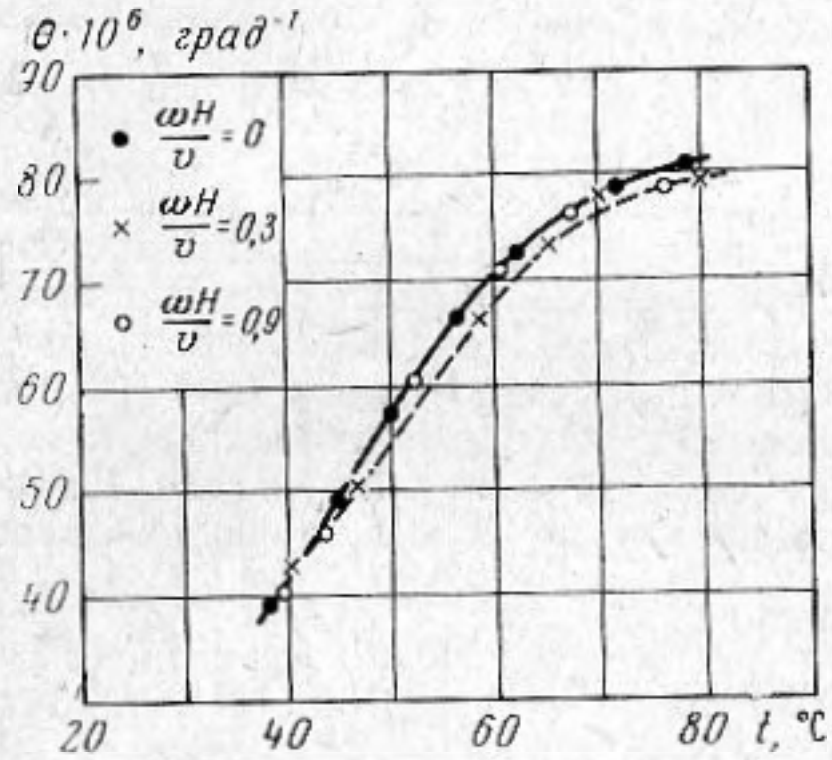
УДК 534.16.8

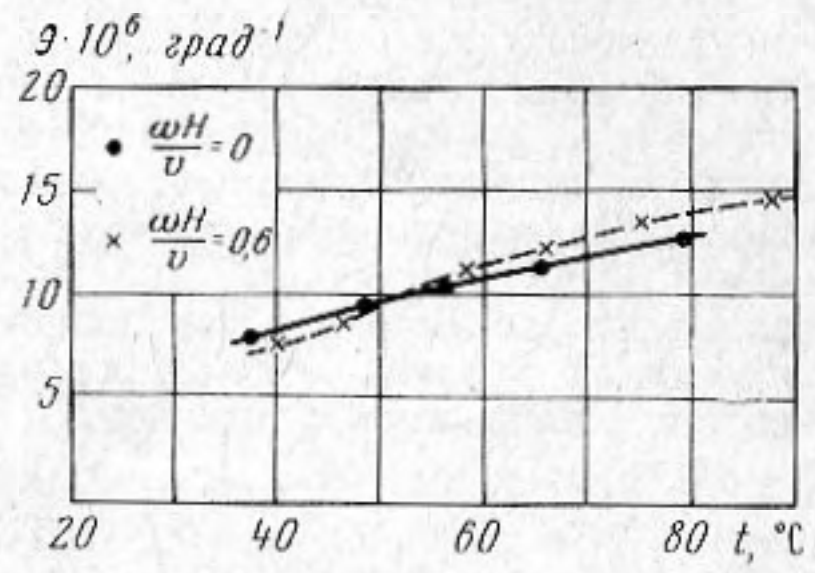
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ СЛОИСТЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНОВОДОВ

А. А. Литвиненко

Изменение времени групповой задержки слоистого акустического волновода, происходящее при изменении температуры, зависит от изменения геометрических размеров слоя и скорости распространения звука. Изменение длины и толщины волновода при нагревании или охлаждении приводит соответственно к изменению нормированного времени групповой задержки и нормированной частоты. Если температурные коэффициенты скорости материалов подложки и слоя равны по величине и



Фиг. 1. Зависимость ТКЗ слоистого волновода (селенид фосфора — ниобат лития YZ-среза) от температуры



Фиг. 2. Зависимость ТКЗ слоистого волновода (селенид фосфора — кварц YX-среза) от температуры

имеют одинаковый знак, то изменение температуры вызывает только увеличение или уменьшение нормированного времени групповой задержки. Различие температурных коэффициентов по величине или знаку приводит к дополнительному повороту дисперсионной характеристики слоистого волновода [1].

Для экспериментального исследования характера изменения температурного коэффициента времени групповой задержки был применен фазовый метод измерений. Так как в дисперсионных волноводах фазочастотная характеристика нелинейна, то измерение температурных зависимостей необходимо производить на фиксированной частоте путем суммирования задержанного и незадержанного сигналов и счета числа переходов суммарного сигнала через нуль при некотором изменении температуры.

Температурный коэффициент времени групповой задержки определяется выражением

$$\theta = \frac{n}{Tf\Delta t}, \tag{1}$$

где T – время групповой задержки на частоте f; целая часть n представляет собой число переходов через нуль при изменении температуры волновода на Δt °C; дробная часть n определяется выражением

$$n = \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{U_\Sigma}{2U_m}, \tag{2}$$

где $U_1 = U_2 = U_m$ – амплитуды задержанного и незадержанного сигналов, U_Σ – амплитуда суммарного сигнала в области перекрытия.

На фиг. 1 представлены экспериментальные зависимости температурного коэффициента задержки от температуры для пластины ниобата лития Y-среза в направлении оси Z и для слоистого волновода, изготовленного из селенида фосфора, нанесенного на подложку из ниобата лития YZ-среза. Температурный коэффициент для волноводов с различной толщиной слоя измерялся на фиксированной частоте 60 *Мгц*. Аналогичным образом были измерены температурные коэффициенты задержки для волновода, в котором слой селенида фосфора нанесен на пьезокварцевую подложку YX-среза (фиг. 2).

На этом же графике показана зависимость температурного коэффициента для пьезокварцевой пластины YX-среза от температуры при отсутствии слоя ($\omega H/v = 0$, где ω – круговая часть, H – толщина слоя, v – скорость поверхностной волны в под-

ложке). В обоих случаях температурный коэффициент времени групповой задержки слоистого волновода определяется величиной температурного коэффициента задержки материала подложки. Величина абсолютной погрешности измерения температурного коэффициента задержки не превышала $\Delta\theta = \pm 1 \cdot 10^{-6}$ *град*$^{-1}$.

Качество слоистых волноводов в значительной мере определяется согласованием материала подложки и слоя по коэффициенту линейного термического расширения (α). Сжимающие или растягивающие напряжения, которые возникают в результате различия коэффициентов линейного термического расширения, могут привести к растрескиванию пленки или ее отслоению от подложки [2]. Нарушение цельности слоя приводит к увеличению уровня ложных сигналов и росту потерь энергии звуковой волны, а затем к полному выходу устройства из строя.

Измеренные значения α для некоторых составов халькогенидных стекол и ниобата лития в направлении оси Z представлены ниже.

Материал	As_2Se_3	$PSe_{5,67}$	$As_{15}S_{45}Ge_{40}$	$As_{15}Se_{55}Ge_{30}$	$TlAsSe_2$	$LiNbO_3$
$\alpha \cdot 10^6$, *град*$^{-1}$	20	35	16	14	26	2

Эксперименты по определению термической стойкости были выполнены для слоистой системы селенид фосфора – ниобат лития YZ-среза, имеющей наибольшее рассогласование по α. Образец, в котором слой халькогенидного стекла нанесен на подложку из ниобата лития, нагревался в термостате до 100° С. После быстрого охлаждения на воздухе образец просматривался под микроскопом при 500-кратном увеличении. При отсутствии разрушений толщина слоя увеличивалась и процесс повторялся вновь. Однако даже при толщине слоя 10 *мкм* разрушения пленки не наблюдалось, а уровень ложных сигналов и потери звуковой энергии в слоистом волноводе не изменялись существенно.

ЛИТЕРАТУРА

1. *А. А. Литвиненко, Н. Г. Туркин.* К определению температурного коэффициента изменения времени групповой задержки ультразвуковых волноводов. Акуст. ж., 1971, *17*, 3, 478—480.
2. *Б. Ф. Пахомов, В. К. Фролов, А. П. Иппе.* О влиянии на качество пленок стекла рассогласования по КЛТР между материалами пленки и подложки. Электронная техника, 1973, *6*, 9, 38—44.

Ленинградский институт
авиационного приборостроения

Поступила
28 апреля 1976 г.
После исправления
28 февраля 1977 г.