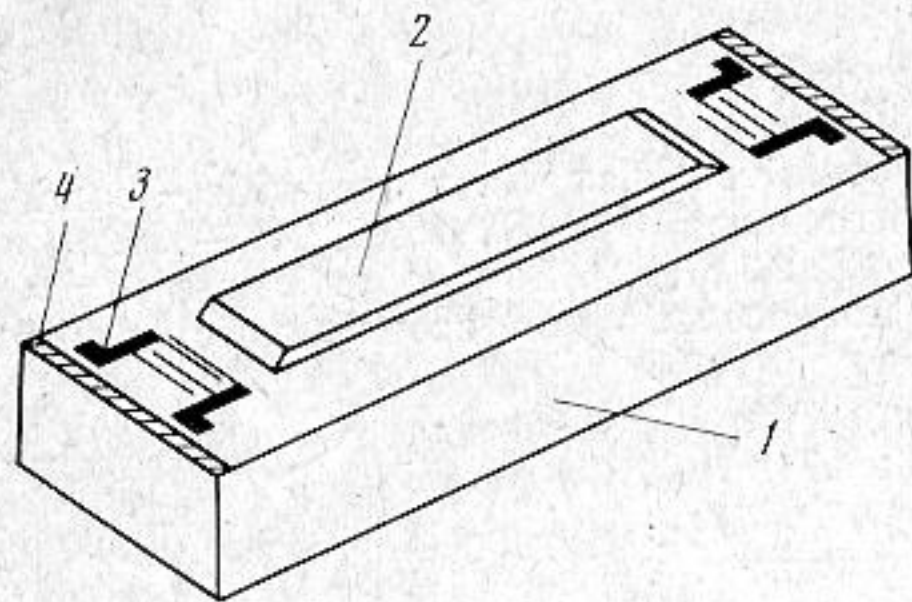


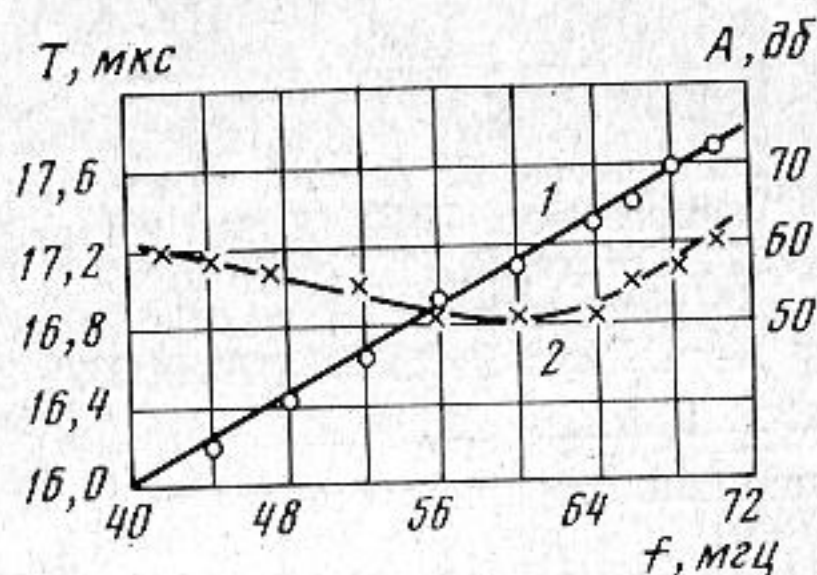
## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ ВОЛНОВОД С ПЛЕНКОЙ ХАЛЬКОГЕНИДНОГО СТЕКЛА НА НИОБАТЕ ЛИТИЯ

В. В. Зигель, А. А. Литвиненко, Г. К. Ульянов, Г. А. Чалабян

В работе [1] показано, что линейную дисперсионную характеристику в широкой полосе частот (до 100% от средней частоты) можно получить в слоистых волноводах при распространении в них волн Лява или волн Рэлея. В отличие от дифракционно-дисперсионных устройств на акустических поверхностных волнах в дисперсионном слоистом волноводе для получения заданных параметров дисперсионной характеристики не требуется применения многоэлементных неэквидистантных преобразователей с большим числом электродов. На этом основании использование сло-



Фиг. 1. Ультразвуковое дисперсионное устройство



Фиг. 2. Дисперсионная характеристика и характеристика вносимых потерь устройства

стых дисперсионных волнопроводов для формирования и сжатия сигналов с внутриимпульсной линейной частотной модуляцией целесообразно в СВЧ диапазоне.

На частотах свыше 100 МГц затухание акустических волн в поликристаллических материалах очень велико, поэтому в данном диапазоне желательно применять аморфные или монокристаллические пленки.

Нами исследовалась возможность применения в слоистых дисперсионных волноводах халькогенидных стекол, изготавливаемых на основе сульфидов и селенидов мышьяка, германия, фосфора и сурьмы. Гомогенность, независимость физико-химических свойств от малого содержания примесей и малая подвижность носителей тока являются отличительными особенностями этих стекол. В работе [2] показано, что в некоторых составах халькогенидных стекол поглощение акустических волн сравнимо с поглощением в плавленом кварце в частотном диапазоне до 1 ГГц. Нами были измерены скорости объемных волн — поперечных  $v_t$  и продольных  $v_l$ , температурные коэффициенты линейного расширения ТКЛ и плотность  $d$  для некоторых составов халькогенидных стекол (таблица).

Свойства	As <sub>2</sub> Se <sub>3</sub>	PSe <sub>5,67</sub>	As <sub>15</sub> S <sub>45</sub> Ge <sub>40</sub>	As <sub>15</sub> Se <sub>55</sub> Ge <sub>30</sub>	Si <sub>12</sub> Ge <sub>10</sub> As <sub>30</sub> Tl <sub>48</sub>	TlAsSe <sub>2</sub>
$v_t \times 10^5$ см/сек	1,22	1,00	1,82	1,34	1,26	1,04
$v_l \times 10^5$ см/сек	2,23	2,02	3,24	2,42	—	2,1
ТКЛ $\cdot 10^6$ град <sup>-1</sup>	21	38,5	—	14	12,7	27,5
$d$ , г/см <sup>3</sup>	4,52	4,07	3,0	4,4	5,00	5,52

Измерение скорости акустических волн производилось импульсным методом на частоте 10 МГц в образцах цилиндрической формы длиной до 20 мм и диаметром около 5 мм. Погрешность измерений составляла  $\pm 2\%$ . Температурные коэффициенты линейного расширения измерялись dilatометрическим методом; удлинение образцов фиксировалось вертикальным оптиметром с погрешностью  $\pm 0,0002$  мм, общая погрешность измерений не превышала  $\pm 1,5\%$ . Плотность определялась методом последовательного взвешивания стеклообразных слитков в воздухе и в толуоле с погрешностью, не превышающей  $\pm 1\%$ .

На фиг. 1 схематически представлен ультразвуковой дисперсионный слоистый волновод. Подложка 1 изготовлена из пластины ниобата лития YZ-среза (размеры пластины —  $55 \times 10 \times 1$  мм<sup>3</sup>). Слой 2 халькогенидного стекла из селенида мышьяка тол-

щиной 2 мм и длиной 40 мм нанесен на подложку методом термовакуумного напыления. Неравномерность толщины пленки не превышала  $\pm 10\%$ . (Толщина измерялась микроинтерферометром МИИ-4). Излучение и прием акустических поверхностных волн производились эквидистантными преобразователями двухфазного типа 3, причем каждый преобразователь состоял из пяти электродов длиной 5 мм с расстоянием между соседними электродами 28 мм. Для уменьшения нежелательных отражений торцевые поверхности звукопровода были покрыты слоем воска 4, а толщина пленки халькогенидного стекла на концах плавно изменялась.

На фиг. 2 представлены дисперсионная (график 1) и амплитудно-частотная (график 2) характеристики волновода. По оси ординат на фиг. 2 отложено значение группового времени задержки  $T$  в микросекундах и амплитуды  $A$  в децибелах. Как следует из графика, перепад группового времени на линейном участке дисперсионной характеристики составил 1,7 мкс в полосе частот 32 Мгц. Средняя частота полосы пропускания равнялась 56 Мгц, а вносимые потери в полосе пропускания не превосходили 60 дб.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. P. Tournois, C. Lardat. Low wave - dispersive delay lines for wide - band puls compression. IEEE Trans. sonics and ultrasonics, 1969, SU-16, 3, 107—117.
2. J. T. Krause, C. R. Kurkjian, D. A. Pinnow, E. A. Sigety. Low acoustic loss chalcogenide glass a new category of materials for acoustic and acousto-optic application. Appl. Phys. Lett., 1970, 17, 9, 367—368.

Ленинградский институт  
авиационного приборостроения

Поступила  
2 июля 1973 г.

УДК 534.286

### ЗАВИСИМОСТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ОСЛАБЛЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В ЭМУЛЬСИЯХ ОТ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ

И. С. Кольцова, И. Г. Михайлов, Б. Сабуров

Исследование зависимости коэффициента дополнительного поглощения ультразвуковых волн в эмульсиях от размера диспергированных капель было проведено нами в импульсном режиме с двумя кварцами методом переменного расстояния, в области частот 9—21 Мгц при 20° С. Температура в кювете автоматически поддерживалась при помощи термостата с точностью 0,1° С. Погрешность измерений составляла 10%.

Исследовались прямые эмульсии трансформаторного, веретенного и силиконового масел в воде. В качестве стабилизатора использовался 0,5%-ный раствор желатинны. Эмульсии приготавливались ультразвуковым диспергатором, механическим диспергатором типа 230-Э и при помощи мешалки. Дисперсионный анализ полученных эмульсий проводился с помощью микроскопа МБН.

На фиг. 1 приведены дисперсионные кривые для однопроцентных эмульсий трансформаторного масла в воде. По оси абсцисс отложен диаметр частиц ( $d$ , мм), по оси ординат — число частиц ( $N$ ). По дисперсионным кривым определялись дисперсионный состав и средние размеры частиц. Эмульсии со средним диаметром частиц 2 мм были получены с помощью ультразвукового диспергатора (кривая 1); эмульсии со средним диаметром капелек 4 и 16 мм (фиг. 1, кривые 2, 3) — при помощи механического диспергатора при разных временах его работы; эмульсии со средним диаметром 20—24 мм — при помощи мешалки (фиг. 1, кривая 4).

Исследование зависимости коэффициента дополнительного поглощения от размера эмульсионных зерен производилось в диапазоне изменения концентрации от 0,1 до 1% объемных. Оценка основных параметров гетерогенных систем показала, что в этой области изменения концентраций расстояние между эмульсионными каплями  $r_{mn}$  намного больше размеров частиц ( $r_{mn} > d$ ), длина вязкостной волны  $\lambda_\eta$  и длина температурной волны  $\lambda_T$  меньше расстояния между каплями ( $\lambda_\eta, \lambda_T < r_{mn}$ ). При выполнении этих условий все виды потерь акустической энергии в эмульсиях можно считать аддитивными и коэффициент поглощения можно представить в виде

$$(1) \quad \alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha = \alpha_0 + \alpha_s + \alpha_\eta + \alpha_T,$$

где  $\alpha_0$  — коэффициент поглощения ультразвука в дисперсионной среде,  $\alpha_s = \alpha_{s1} + \alpha_{s2}$ . Первое слагаемое  $\alpha_{s1}$  учитывает рассеяние ультразвука, возникающее вследствие различия сжимаемости диспергированной и дисперсионной сред. Второе слагаемое  $\alpha_{s2}$  учитывает влияние сдвиговой и объемной вязкостей этих сред. Далее  $\alpha_\eta$  — коэффициент поглощения, вызванный трением, возникающим между диспергированными частицами и частицами среды,  $\alpha_T$  — коэффициент поглощения, обусловленный теплообменом между фазами.