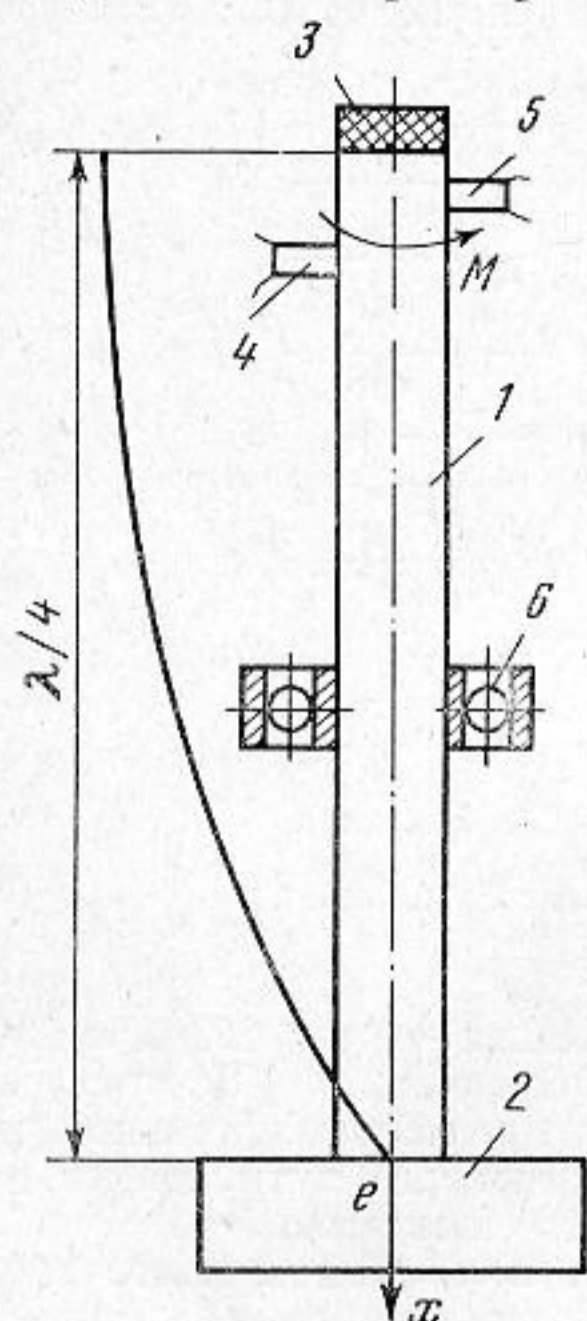


чение сдвига и тангенса угла механических потерь:

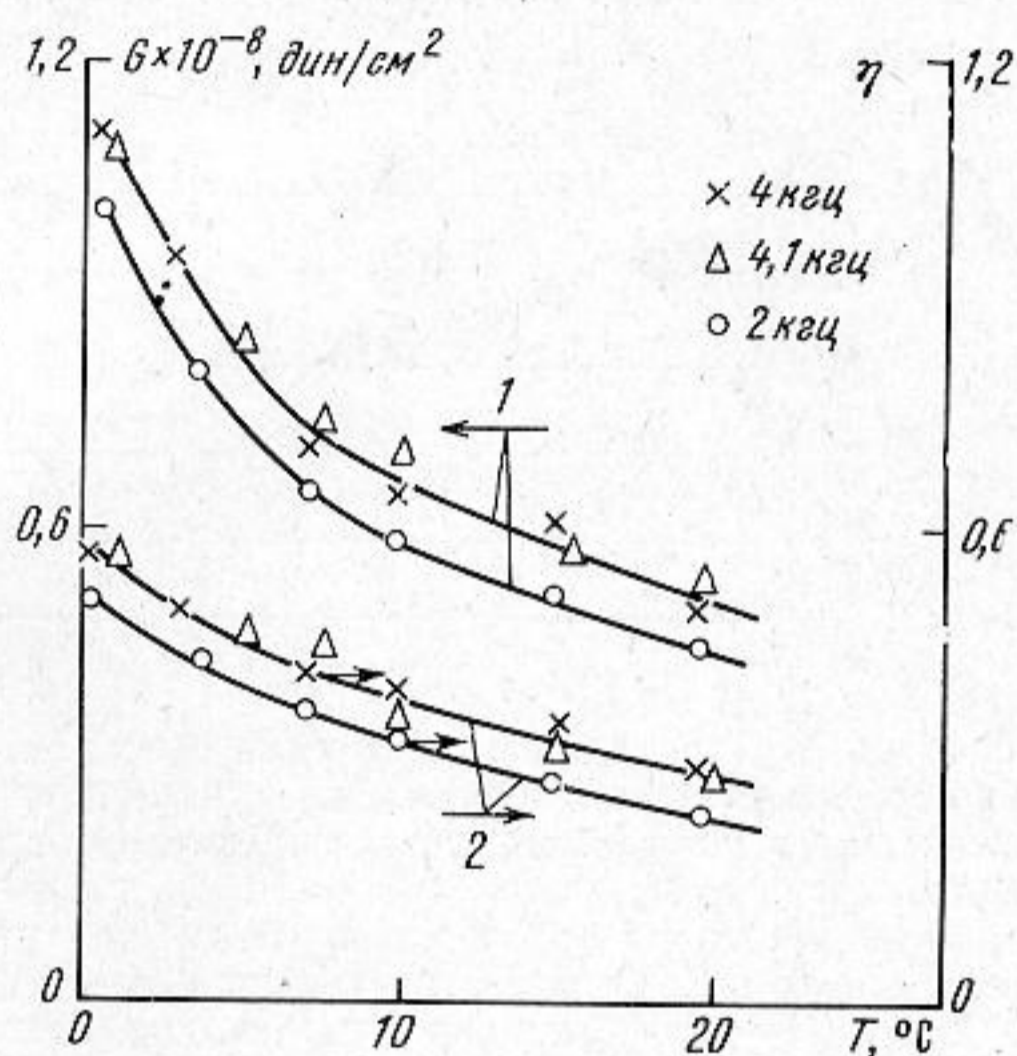
$$|G| = \frac{\rho_0 \omega^2 l_0^2}{N^2}, \quad \eta = \operatorname{tg} \psi.$$

Таким образом, насадка диска на стержень снижает резонансную частоту стержня, а формулы для определения  $G$  и  $\eta$  полностью совпадают с формулами Гутина, полученными им для случая колебаний стержня без диска.

Показанный на фиг. 2 четвертьволновой вибратор используется для измерения вязкоупругостных параметров полимерных материалов и представляет собой метал-



Фиг. 2



Фиг. 3

лический стержень 1 круглого сечения с диском 2 на конце; 3 — образец полимерного материала. Крутильные колебания возбуждаются и принимаются с помощью кристаллов сегнетовой соли 4, 5. Монтаж стержня с диском осуществляется с помощью подшипника качения 6, насаженного на стержень.

На фиг. 3 представлены результаты измерения динамического модуля сдвига 1 и тангенса угла механических потерь 2 одной и той же саженнаполненной резины на четвертьволновом (кружки) и полуволновом (крестики) вибраторах одинаковой длины — 40 см; треугольниками обозначены результаты измерения на четвертьволновом вибраторе длиной 22 см. Совпадения результатов в рассматриваемом диапазоне температур на частотах 4 и 4,1 кГц можно считать вполне удовлетворительными.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Ключкин, А. Е. Колесников. Акустические измерения в судостроении. Л., «Судостроение», 1966, 277—282.

Ленинградский институт  
текстильной и легкой промышленности  
им. С. М. Кирова

Поступила  
24 ноября 1971 г.

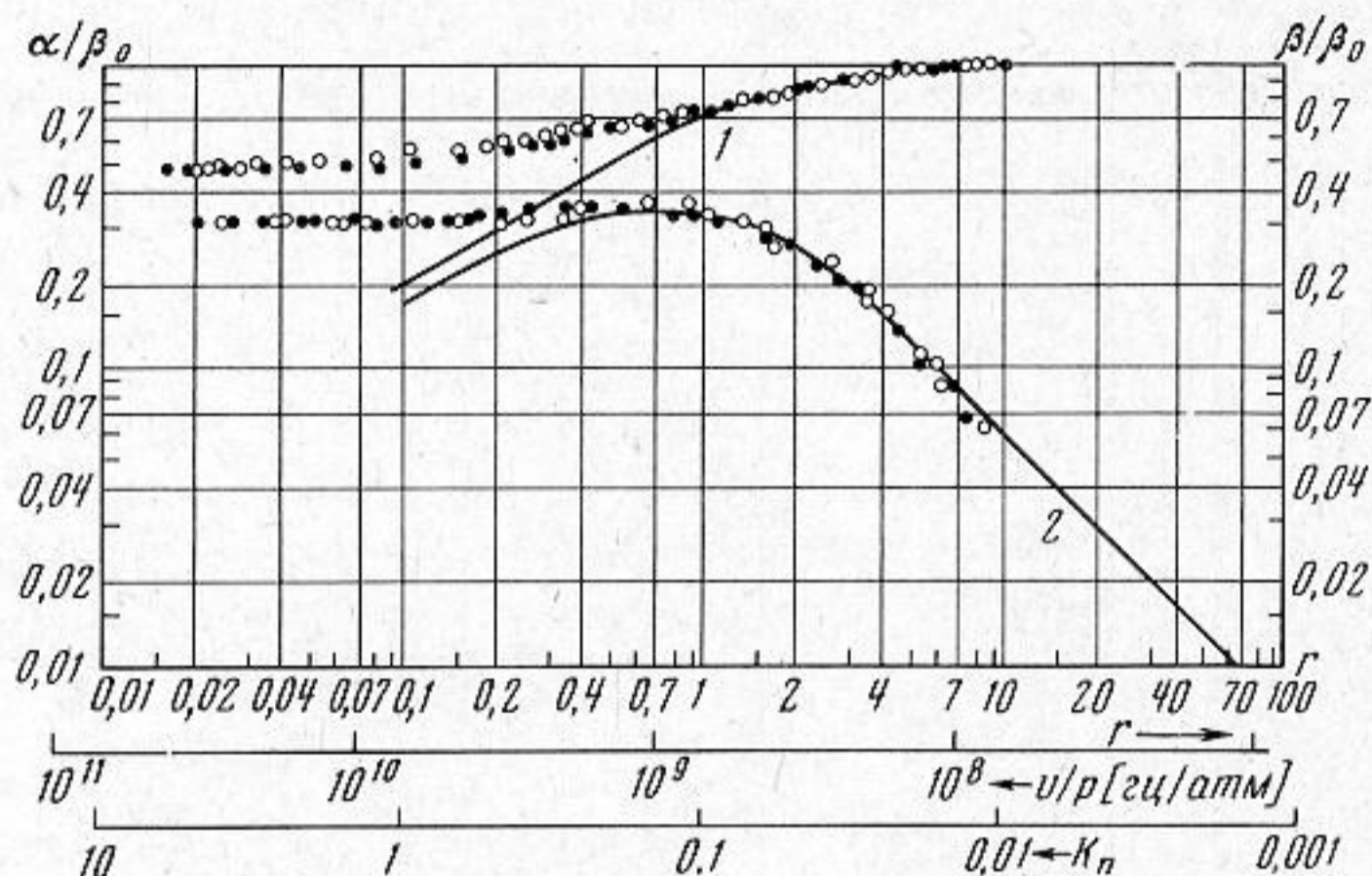
УДК 534.22.094.1

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРСИИ ЗВУКОВЫХ ВОЛН В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ ДО $5 \cdot 10^4$ Мгц/атм

М. Б. Митин, В. Ф. Яковлев

До настоящего времени измерения фазовой скорости распространения и коэффициента поглощения звуковых волн в углекислом газе были ограничены пределом 200 Мгц/атм [1]. Экспериментальное исследование акустических свойств углекислого газа при более высоких значениях  $\nu/p$  ( $\nu$  — частота звуковой волны,  $p$  — давление газа) затрудняется тем, что в этих условиях значительно возрастает поглощение

звуковой энергии в газе. Методом акустического интерферометра [2] нами были проведены измерения фазовой скорости и коэффициента поглощения звука в углекислом газе в пределах от 150 до  $5 \cdot 10^4$  Мгц/атм. Полученные результаты полностью охватывают всю область дисперсии звуковых волн в углекислом газе. Объект настоящего исследования подвергался предварительной очистке от паров воды на специальной установке, созданной сотрудниками Проблемной лаборатории молекулярной акустики МОПИ им. Н. К. Крупской. Количество водяных паров в углекислом газе не превышало 0,002%, количество инертных — 0,4%. Измерения проводились на частоте 513 кГц при 30 и 100°С. Определение температуры в измерительной камере проводилось хромель-капельной термопарой с помощью потенциометра Р-306 и гальванометра М-96; точность измерения температуры составляла 0,1°С. Измерение ско-



рости звука осуществлялось фазовым методом. В области  $\nu/p < 200$  Мгц/атм расчет коэффициента поглощения проводился по кривой реакции [3], при высоких значениях  $\nu/p$  коэффициент поглощения определялся по экспоненциальной зависимости амплитуды звукового давления от длины акустического пути. Максимальное значение параметра  $\nu/p$  по измерениям скорости звука составило  $5 \cdot 10^4$  Мгц/атм, а по измерениям коэффициента поглощения —  $4 \cdot 10^4$  Мгц/атм. Минимальное значение  $r = \rho / 2\mu\nu$  ( $\mu$  — коэффициент вязкости), достигнутое при измерениях, равно 0,0169, что соответствует числу Кнудсена  $Kn \approx 10$ .

Предельные значения  $c_0/c$  ( $c_0$  — лапласовская скорость звука,  $c$  — фазовая скорость звука при некотором давлении  $p$ ) при 30 и 100°С составляют  $0,49 \pm 0,05$ , аналогичное значение  $\alpha/\beta_0 = 0,31 \pm 0,06$  ( $\alpha$  — коэффициент поглощения,  $\beta_0 = 2\nu\rho/c_0$ ). В классической области точность измерения скорости звука при 30°С составляла  $\pm 0,5\%$ , а в области предельных значений  $\pm 2,5\%$  соответственно для коэффициента поглощения ошибка измерений не превышала  $\pm 8$  и  $\pm 4\%$ . На фигуре проведено сравнение полученных нами экспериментальных результатов с теоретическими кривыми дисперсии (кривые 1, 2), рассчитанными на базе представлений, развитых в работе [4]. Кривые 1, 2 соответствуют первому решению уравнения Навье — Стокса для случая бекеровского газа. Из фигуры можно заключить, что в области дисперсии звуковых волн в углекислом газе коэффициент поглощения уменьшается с увеличением температуры. Легко видеть, что в области  $r < 0,7$  наблюдается значительное расхождение экспериментальных данных по скорости с расчетной кривой. В области  $r \leq 0,4$  теоретическая кривая поглощения не согласуется с экспериментальными данными. Таким образом, разделение трансляционных и вращательных эффектов, имеющих место при распространении звуковых волн в углекислом газе, можно проводить методом [4] только в области  $r > 0,4$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. R. Boyer. J. Acoust. Soc. America, 1951, 23, 2, 176—178.
2. Е. Д. Попов, В. Ф. Яковлев. Акуст. ж., 1968, 15, 1.
3. В. А. Башлычев, Е. Д. Попов. Ультразвук техн., 1965, вып. 5, 52.
4. M. Greenspan. J. Acoust. Soc. America, 1954, 26, 1, 70—73.

Московский областной педагогический институт им. Н. К. Крупской

Поступила  
20 ноября 1972 г.