

нансному поглощению звука, 6 — по уменьшению амплитуды колебания, 7, 8, 9 — по методу стоячих волн. Для сравнения на этом же графике отложены значения коэффициента затухания  $\eta$ , определенного в наших опытах, причем 1 относится к винтам, 2 — к мулинетке. Как видно из графика, коэффициент затухания в нашем случае оказывается в целом несколько больше расчетного, однако хорошо согласуется со значениями коэффициента затухания, полученными рядом авторов другими способами. Если принять во внимание, что расчетная формула не учитывает потерь, обусловленных движением пузырька в потоке, обтекающем лопасть, а также, возможно, дополнительных потерь на излучение, связанных с изменением формы пузырька при колебаниях, это расхождение не должно казаться чрезмерным.

Полученные экспериментальные результаты позволяют сделать следующий вывод: в момент начала кавитации имеют место пульсации кавитационных пузырьков, которые приближенно можно считать объемными пульсациями; декремент затухания кавитационных пузырьков с достаточной степенью точности совпадает со значениями декремента затухания газовых пузырьков в жидкости, на основании чего можно предположить, что кавитация на гребных винтах в момент ее возникновения является газовой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. C. D e v i n. Survey of thermal radiation and viscous damping of pulsating air bubbles in water. J. Acoust. America, 1959, 31, 12, 1654—1667.
2. H. L a u e r. Über die thermische Dämpfung von Blassen verschiedener Gase in Wasser. Akust. Beihefte, 1951, 1, 12—24.
3. M. L. E x n e r. Messung der Dämpfung pulsierendes Lüftblassen in wasser. Akust. Beihefte, 1951, 1, 25—33.
4. M. L. E x n e r, W. H a m p e. Experimental determination of the damping of pulsating air bubbles in water. Acustica, 1953, 3, 2, 67—72.

Акустический институт АН СССР  
Москва

Поступила в редакцию  
19 июля 1960 г.

#### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА «ПЕСЧИНКИ» ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЬЕЗОМОДУЛЯ КРИСТАЛЛА

А. Д. Бродский, А. Г. Сергеев

Для определения пьезомодуля кристаллов в динамическом режиме можно использовать метод «песчинки», предложенный Андреевым [1] для измерения амплитуд малых колебаний.

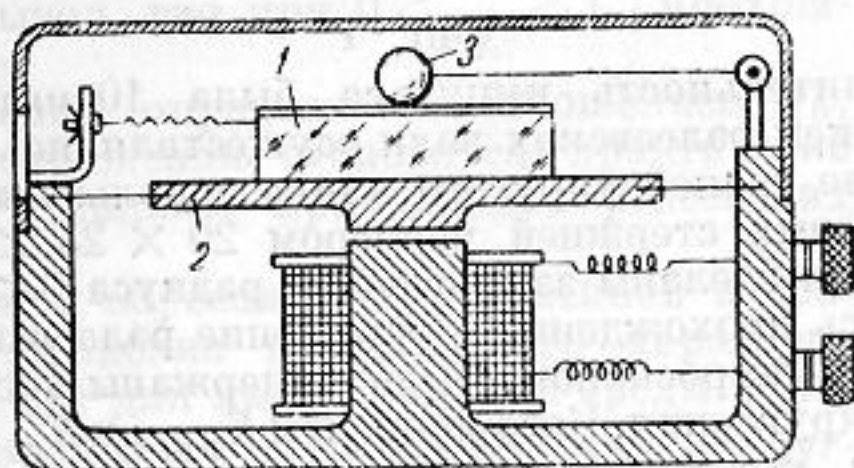
Для этой цели (см. фигуру) пьезокристаллическая пластинка 1 приклеивается к вибрирующему столику 2 с плавно регулируемой амплитудой колебаний.

На верхнюю поверхность кристалла кладется металлический шарик 3 малых размеров. Чтобы он не скатывался при колебаниях, его закрепляют на горизонтальном рычажке. С ростом амплитуды колебаний при определенном ее значении шарик начнет отрываться от кристалла и подпрыгивать. Отрыв от шарика произойдет тогда, когда амплитуда колебаний  $x_0$  достигнет значения:  $x_0 = g/4\pi^2 f^2$ , где  $g$  — сила тяжести,  $f$  — частота. При этом амплитуда механического напряжения в кристалле будет  $P_0 = gm/2s$ , где  $m$  — масса кристалла,  $S$  — его площадь. Измерив амплитуду колебаний по методу «песчинки», можно определить величину пьезомодуля по простой формуле:

$$d = 2CU_0/mg,$$

где  $C$  — емкость кристалла,  $U_0$  — электродвижущая сила, развиваемая кристаллом. Точность определения пьезомодуля будет зависеть от точности измерения емкости пластинки, величины напряжения на ее обкладках (в режиме холостого хода), точности взвешивания пластинки и точности определения того момента, когда возникает отрыв шарика.

Отрыв шарика от кристалла регистрируется при помощи осциллографа, вход которого приключен к складкам пьезокристалла. Пока амплитуда колебаний мала, с кристалла снимается переменное напряжение с частотой, равной частоте вибраций; на экране осциллографа наблюдается при этом синусоидальный сигнал. При достижении амплитуды колебаний, соответствующей моменту отрыва шарика, на экране появляется картина наложения вынужденных колебаний кристалла и собственных колебаний, возбуждаемых в кристалле при ударах шарика о пластинку.



Определение пьезомодуля кристалла сегнетовой соли  
методом «песчинки»

$m$ (r)	$\sigma_m$	$C$ (p.p.F)	$\sigma_c$	$u_0$ (b)	$\sigma_{u_0}$	$\frac{d}{\text{дин}}$ (CGSE заряд)	$\sigma_d$
56,1	0,1%	238	2%	0,61	2%	$1,58 \cdot 10^{-5}$	3%

Экспериментальное определение пьезомодуля кристаллов в динамическом режиме с установлением амплитуды колебаний по методу «песчинки» сильно упрощает процесс определения пьезомодуля кристаллов, так как в этом случае не нужно определять величину статических зарядов на обкладках кристалла, возникающих под действием приложенной силы.

В приводимой здесь таблице приведены для примера параметры кристалла сегнетовой соли и значение пьезомодуля такового, определенное с использованием метода «песчинки».

Ленинградский институт  
инженеров ж.-д. транспорта  
им. В. Н. Образцова

Поступила в редакцию  
1 июля 1960 г.

ПРОХОЖДЕНИЕ И ОТРАЖЕНИЕ РЭЛЕЕВСКИХ ВОЛН  
НА ЗАКРУГЛЕНИЯХ РАЗЛИЧНОГО РАДИУСА

И. А. Викторов

При использовании рэлеевских волн в ультразвуковой поверхностной дефектоскопии и в линиях задержки существенный интерес представляет вопрос о прохождении и отражении этих волн на закруглениях различного радиуса. Между тем, данный вопрос никем не исследовался и лишь в работе [1] имеется указание о способности рэлеевских волн «хорошо проходить через закругления».

В настоящей работе приводятся результаты экспериментального исследования прохождения и отражения рэлеевских волн на цилиндрических закруглениях радиуса

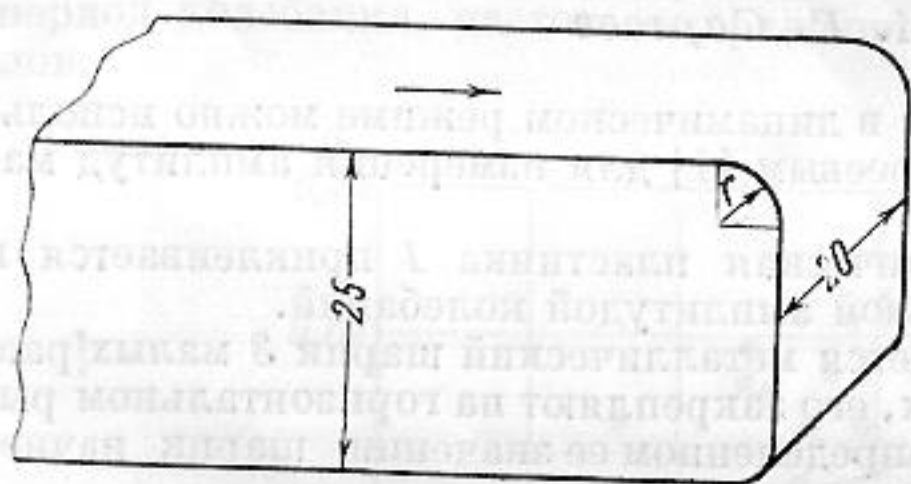
$0-1,7 \lambda$  ( $\lambda$  — длина рэлеевской волны), сделанных между гранями прямоугольного упругого клина. Рассматривался случай нормального падения рэлеевской волны на закругление (см. рис. 1). Прохождение и отражение рэлеевских волн характеризовалось соответствующими коэффициентами прохождения  $K_{\text{прох}}$  и отражения  $K_{\text{отр}}$  (стрелкой на фигуре указано направление распространения падающей рэлеевской волны).

Измерения проводились в импульсном режиме на установке, описанной в [2].

Длительность импульса была 10 мксек, частота заполнения 2,7 мГц. Возбуждение и прием рэлеевских волн осуществлялись методом, предложенным в работе [1]. В качестве граней упругого клина использовались боковые и торцевые поверхности алюминиевых стержней размером  $20 \times 25 \times 300$  мм. Между указанными поверхностями были сделаны закругления радиуса  $0 \leq r \leq 2$  мм (см. фиг. 1), на которых и исследовалось прохождение и отражение рэлеевских волн. Радиусы закруглений, измеряемые под микроскопом, были выдержаны постоянными (с точностью  $\pm 10\%$ ) по всей длине закругления. Коэффициенты  $K_{\text{прох}}$  и  $K_{\text{отр}}$  измерялись по методике, изложенной в работе [2]. Ошибка при измерении коэффициентов не превышала  $\pm 5\%$ .

На фиг. 2 приведены результаты измерений. Здесь по оси абсцисс отложено отношение радиуса закругления к длине рэлеевской волны  $r/\lambda$ , по оси ординат отложены значения коэффициентов прохождения (1) и отражения (2), а также величина  $K_{\text{прох}}^2 + K_{\text{отр}}^2$  (3), представляющая отношение суммарной энергии прошедшей и отраженной рэлеевской волн к энергии падающей волны. Как видно из фиг. 2, при увеличении радиуса закругления коэффициент  $K_{\text{прох}}$  возрастает, стремясь к единице, а коэффициент  $K_{\text{отр}}$  уменьшается, стремясь к нулю. Однако увеличение и уменьшение коэффициентов  $K_{\text{прох}}$  и  $K_{\text{отр}}$  происходит не монотонно, а с глубокими осцилляциями.

Можно предположить, по аналогии с прохождением и отражением волн в пло-



Фиг. 1