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 η, 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. Devin. Survey of thermal radiaton and viscous damping of pulsating air bubbles in water. J. Acoust. America, 1959, 31, 12, 1654—1667.
2. H. Lauer. Über die thermische Dämpfung von Blassen verschiedener Gase in Wasser. Akust. Beihefte, 1951, 1, 12—24.
3. M. L. Exner. Messung der Dämpfung pulsierendes Lüftblassen in wasser. Akust. Beihefte, 1951, 1, 25—33.
4. M. L. Exner, W. Hampe. 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.

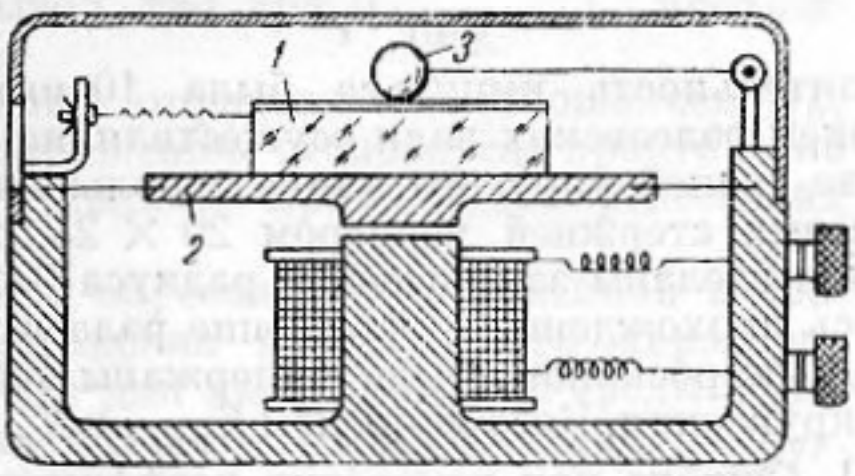
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА «ПЕСЧИНКИ» ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЬЕЗОМОДУЛЯ КРИСТАЛЛА

А. Д. Бродский, Л. 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 (г)	σ_m	C (μμF)	σ_C	u_0 (в)	σ_{u_0}	$\frac{d}{\text{(CGSE заряд)}/\text{дин}}$	σ_d
56,1	0,1%	238	2%	0,61	2%	$1{,}58\cdot10^{-5}$	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

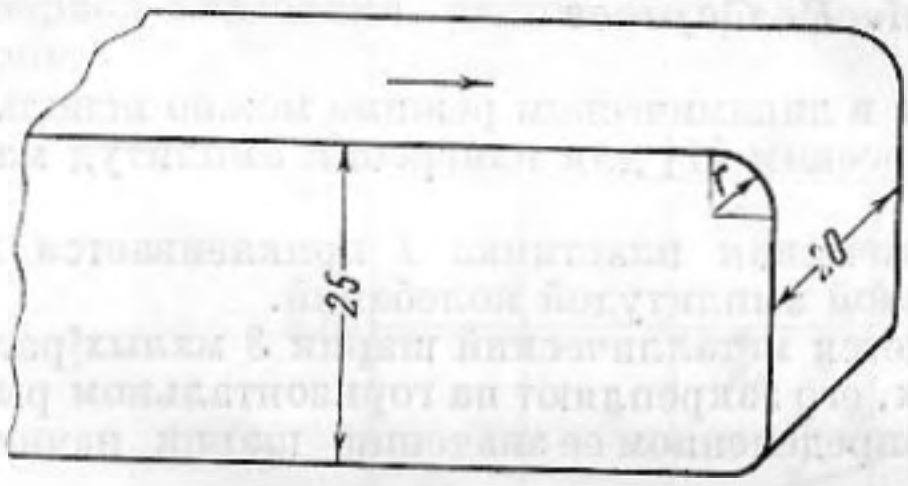
Поступила в редакцию
1 июля 1960 г.

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 λ (λ — 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).



Фиг. 1

Измерения проводились в импульсном режиме на установке, описанной в [2]. Длительность импульса была 10 *мксек*, частота заполнения 2,7 *мггц*. 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 × 25 × 300 *мм*. Между указанными поверхностями были сделаны закругления радиуса $0 \leqslant r \leqslant 2$ *мм* (см. фиг. 1), на которых и исследовалось прохождение и отражение рэлеевских волн. Радиусы закруглений, измеряемые под микроскопом, были выдержаны постоянными (с точностью ±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 ±5%.

На фиг. 2 приведены результаты измерений. Здесь по оси абсцисс отложено отношение радиуса закругления к длине рэлеевской волны r/λ, по оси ординат отложены значения коэффициентов прохождения (*1*) и отражения (*2*), а также величина $K^2_{\text{прох}} + K^2_{\text{отр}}$ (*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 ило-