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

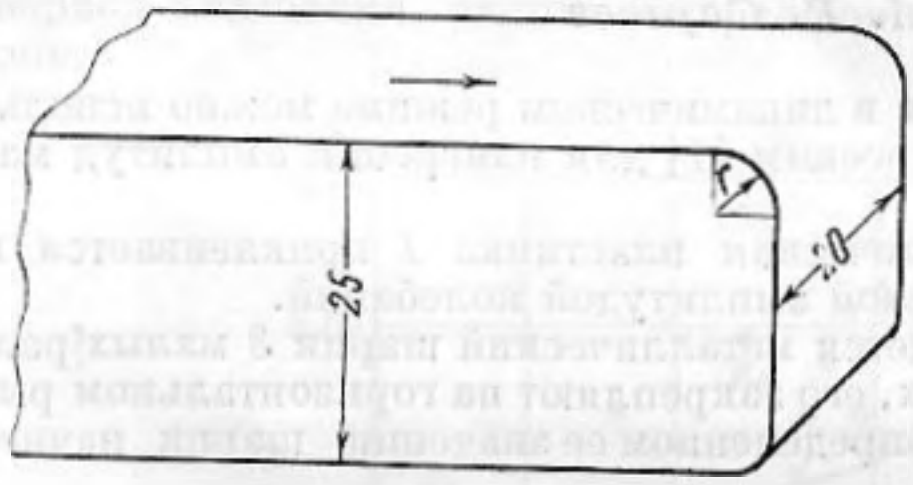
Поступила в редакцию
1 июля 1960 г.

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).

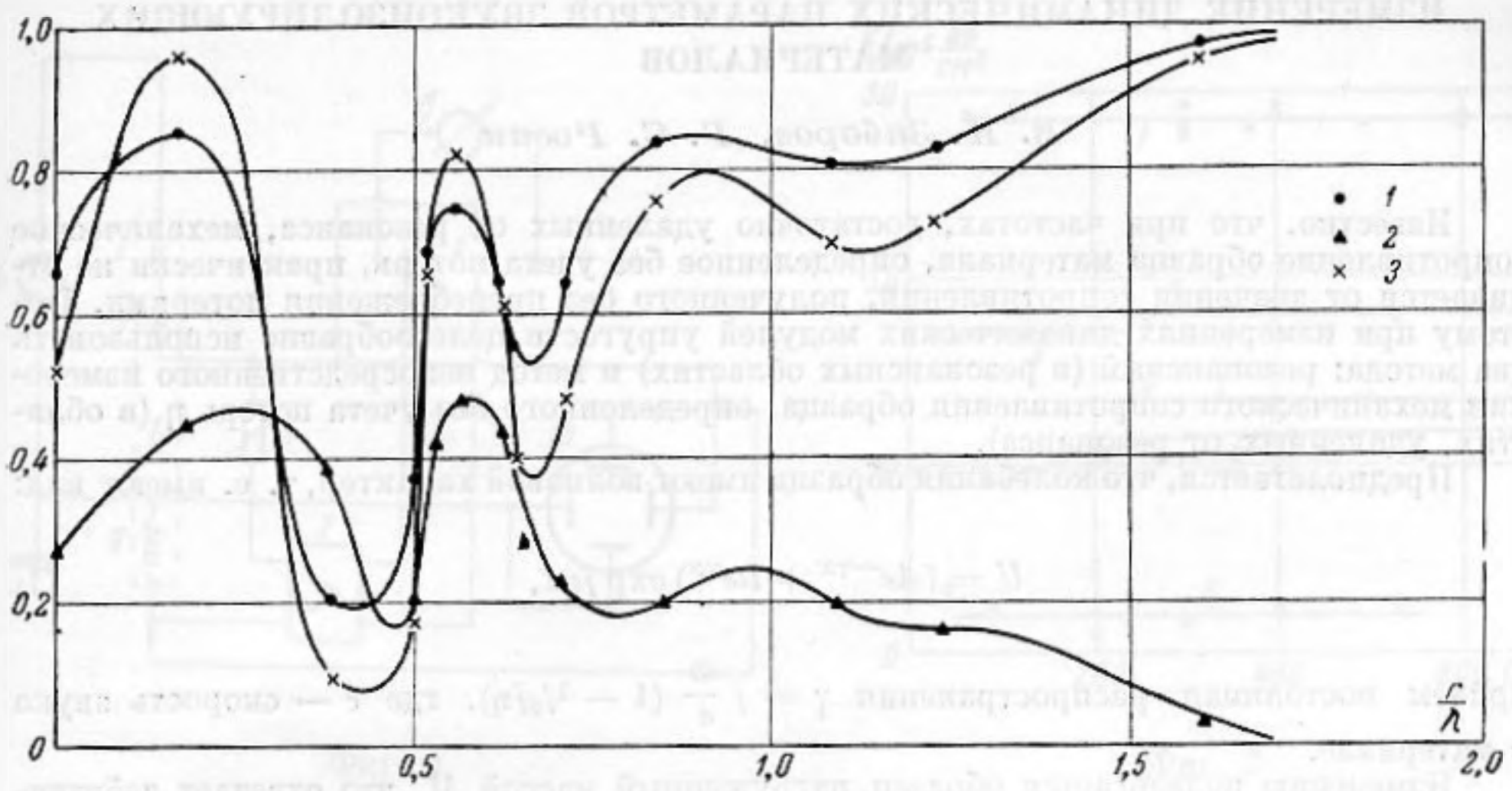


Фиг. 1

Измерения проводились в импульсном режиме на установке, описанной в [2]. Длительность импульса была 10 *мксек*, частота заполнения 2,7 *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 × 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-



Фиг. 2

ских слоях (см. [3]), что осцилляции коэффициентов прохождения и отражения обусловлены интерференционным механизмом образования прошедшей и отраженной рэлеевских волн. Отраженная рэлеевская волна образуется в результате интерференции отражений от переднего и заднего краев закругления. Аналогичным образом образуется и прошедшая рэлеевская волна. Разность фаз между указанными отражениями определяется числом полуволн, укладывающихся по дуге закругления. Эти волны являются аналогом рэлеевских волн на выпуклой цилиндрической поверхности закругления. Теоретическое исследование (см. [4]) показало, что их фазовая скорость C^1 всегда больше фазовой скорости C рэлеевских волн и зависит от отношения радиуса кривизны цилиндрической поверхности к длине рэлеевской волны. По расстоянию между максимумами кривых $K_{\text{прох}}(r/\lambda)$ и $K_{\text{отр}}(r/\lambda)$ в области $0{,}20 < \frac{r}{\lambda} < 1{,}15$ можно определить экспериментальное значение средней (в указанной области) скорости C^1 для алюминия, которое составляет $1{,}29\,C$. Соответствующее теоретическое значение C^1, согласно [4], равно $1{,}27\,C$ и, таким образом, хорошо согласуется с экспериментальным, подтверждая интерференционный механизм прохождения и отражения рэлеевских волн на закруглении.

Как видно из кривой $K^2_{\text{прох}}(r/\lambda) + K^2_{\text{отр}}(r/\lambda)$, сумма квадратов коэффициентов прохождения и отражения при всех радиусах закругления меньше единицы. Это свидетельствует о постоянном превращении части энергии падающей рэлеевской волны в энергию продольных и поперечных волн, рассеиваемых закруглением.

Описанные результаты позволяют сделать вывод, что при $0 < \frac{r}{\lambda} < 1{,}7$ прохождение и отражение рэлеевских волн на закруглении определяется отношением r/λ, а при $r/\lambda > 1{,}7$ коэффициенты прохождения и отражения становятся практически равными, соответственно, 1 и 0, т. е. наступает «полное» прохождение рэлеевских волн через закругление.

В заключение укажем, что учитывая механизм образования отраженной и прошедшей рэлеевских волн, следует ожидать сохранения качественного характера рассмотренных зависимостей $K_{\text{прох}}(r/\lambda)$ и $K_{\text{отр}}(r/\lambda)$ для любой упругой среды и для любых углов раствора упругого клина, между гранями которого сделано закругление.

ЛИТЕРАТУРА

1. E. G. Cook, H. E. Valkenburg. Surface waves at ultrasonic frequencies. ASTM Bull, 1954, 3, 81—84.
2. И. А. Викторов. Некоторые вопросы распространения рэлеевских волн в твердых телах (канд. диссертация), Акустический ин-т АН СССР, 1958.
3. Л. М. Бреховских. Волны в слоистых средах, гл. 1, М., Изд-во АН СССР, 1957.
4. И. А. Викторов. Волны типа рэлеевских на цилиндрических поверхностях. Акуст. ж., 1958, 4, 2, 131—136.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступила в редакцию
21 июня 1960 г.