

1. Miller G.F., Pursey H. The field and radiation impedance of mechanical radiators on the free surface of a semi-infinite isotropic solid // Proc. Roy. Soc. Ser. "A". 1954. V. 223. № 1155. P. 521–541.
2. Miller G.F., Pursey H. On the partition of energy between elastic waves in a semi-infinite solid // Proc. Roy. Soc. Ser. "A". 1955. V. 223. № 1192. P. 55–69.
3. Гуцин В.В., Докучаев В.П., Заславский Ю.М., Колюхова И.Д. О распределении мощности между различными типами излучаемых волн в полубезграничной упругой среде // Исследование земли невзрывными сейсмическими источниками. М.: Наука, 1981. С. 113–118.
4. Морз Ф. Колебания и звук. М.; Л.: ГИТТЛ, 1949.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. М.: Наука, 1965.
6. Лапин А.Д. Рассеяние поверхностной рэлеевской волны от резонатора, присоединенного к границе твердого полупространства // Акустоэлектронные устройства обработки информации на поверхностных акустических волнах. М.: ВИНТИ, 1990. С. 54–55.
7. Гарова Е.А., Плесский В.П. Отражение ВГБ от выступа прямоугольного профиля с размерами порядка длины волны // Акустоэлектронные устройства обработки информации на поверхностных акустических волнах. М.: ВИНТИ, 1990. С. 78–79.

Акустический институт
им. Н.Н. Андреева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
10.10.90

УДК 534.222

© 1991 г.

В.Е. Назаров

ЗАТУХАНИЕ ЗВУКА НА ЗВУКЕ В ОТОЖЖЕННОЙ МЕДИ

При исследовании взаимодействия акустических волн в воде было обнаружено затухание слабой волны в поле мощной волны накачки [1]. Этот эффект объясняется взаимодействием акустических волн в среде с квадратичной нелинейностью.

В настоящей работе сообщается об экспериментальном исследовании затухания слабого высокочастотного импульса в поле мощной низкочастотной волны накачки в стержневом резонаторе из меди, подверженной термической обработке (отжигу). Температура отжига 650°C , время отжига 3 ч. Блок-схема эксперимента изображена на рис. 1. Резонатор 1 возбуждался пьезоэлектрическим излучателем накачки 2, одна сторона которого была приклеена к массивной металлической нагрузке 3, а другая – к торцу стержня. К другому (свободному) торцу стержня приклеивались пьезоэлектрический излучатель 4 для возбуждения ультразвукового импульса и акселерометр 5 – для измерения амплитуд импульса и накачки. Таким образом, стержень 1 являлся акустическим резонатором с жесткой и мягкой границами. Длина стержня $L = 30$ см, диаметр – 8 мм. Частота возбуждения резонатора составляла $F = 3$ кГц и соответствовала первой продольной моде стержня. Излучателем 4 в стержне 1 создавался ультразвуковой импульс длительностью 70 мкс и частотой $f = 300$ кГц. После отражения от другого торца стержня импульс принимался пьезоакселерометром 5. При увеличении амплитуды деформации ϵ_0 волны накачки в резонаторе наблюдалось уменьшение амплитуды A принимаемого импульса. На рис. 2 в логарифмическом масштабе изображена зависимость коэффициента затухания $\chi = \ln A_0/A$ (A_0 – амплитуда импульса без накачки) от амплитуды деформации ϵ_0 . Из рис. 2 видно, что экспериментальные точки ложатся на прямую

$$\chi = a \epsilon_0, \quad (1)$$

где a – некоторая постоянная (эффективный параметр нелинейности), определяемая свойствами металла. Из сравнения зависимости (1) с экспериментальными результатами определяем $a \approx 10^5$.

Обнаруженный эффект нельзя объяснить в рамках нелинейного взаимодействия волн в среде с реактивной нелинейностью [2], так как это должно приводить одновременно к изменению скорости распространения импульса и его дополнительной временной задержке. В эксперименте же при уменьшении амплитуды импульса в 3 раза его дополнительная задержка не наблюдалась и была < 3 нс, что составляет $< 1\%$ от общего времени распространения. По-видимому, наблюдаемую зависимость $\chi(\epsilon_0)$ можно описать в рамках диссипативной нелинейности [2]. Для этого необходимо предположить, что коэффициент поглощения звука в отожженной меди зависит от деформации волны. (В этом случае наличие диссипативной нелинейности не изменит скорость распространения импульса под действием мощной волны накачки.)

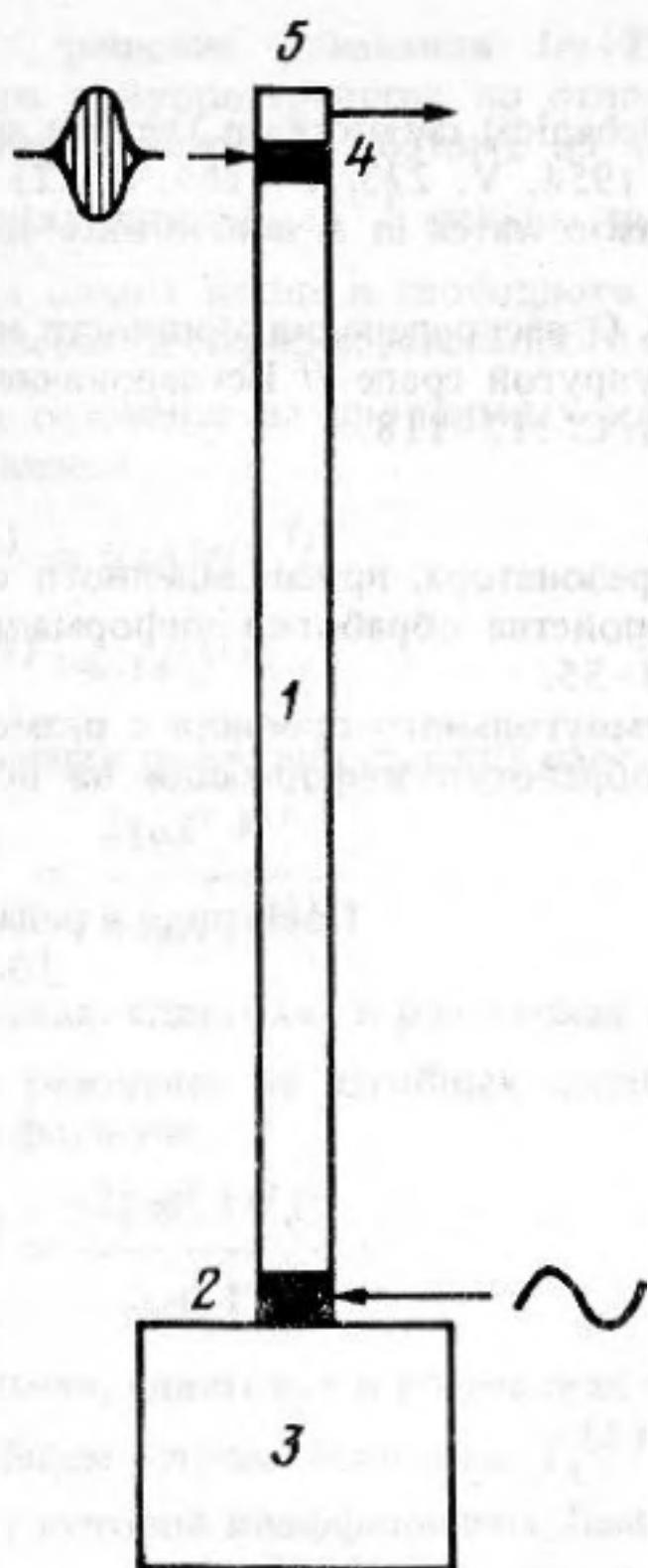


Рис. 1. Блок-схема эксперимента

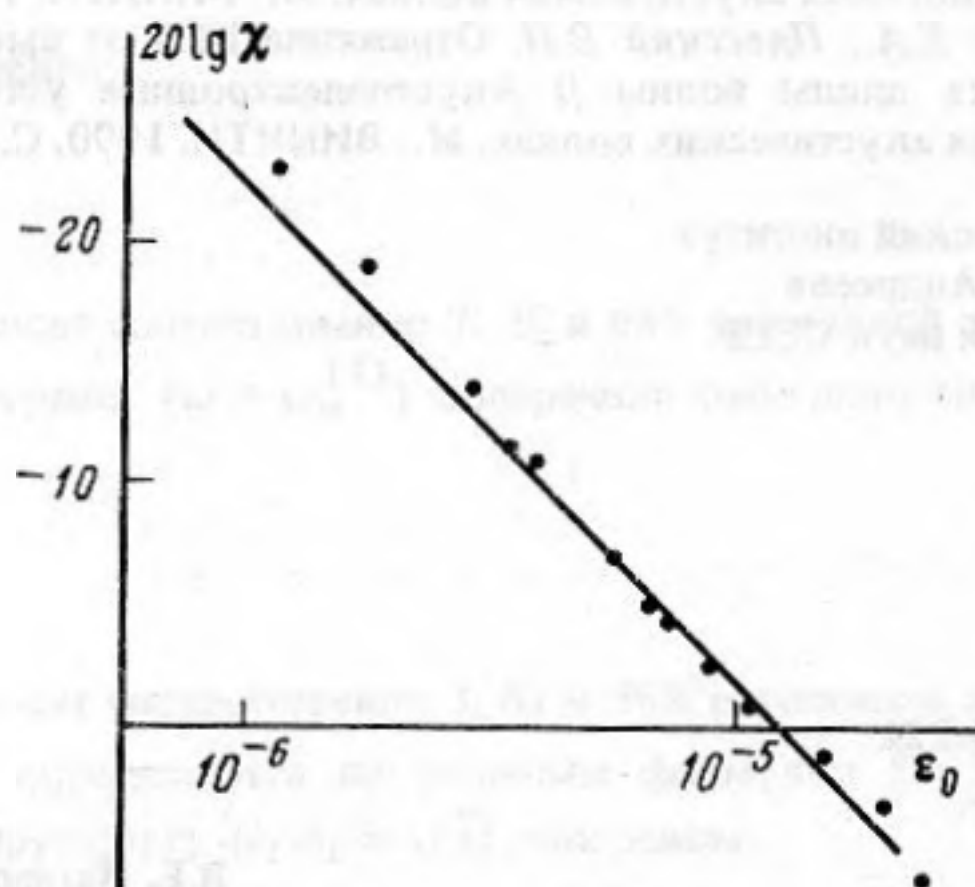


Рис. 2. Зависимость коэффициента затухания χ от амплитуды ϵ_0 деформации волны накачки. Прямая линия соответствует зависимости (1)

В контрольных экспериментах со стеклом и неотожженными металлами (медь, титан, молибден, олово) затухание звука на звуке не наблюдалось. Это свидетельствует о росте акустической нелинейности меди при ее отжиге.

Автор выражает благодарность Зименкову С.В. за помощь в проведении эксперимента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков Б.К., Руденко О.В., Тимошенко В.И. Нелинейная гидроакустика. Л.: Судостроение, 1981.
2. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. М.: Наука, 1984.

Институт прикладной физики
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
22.05.90