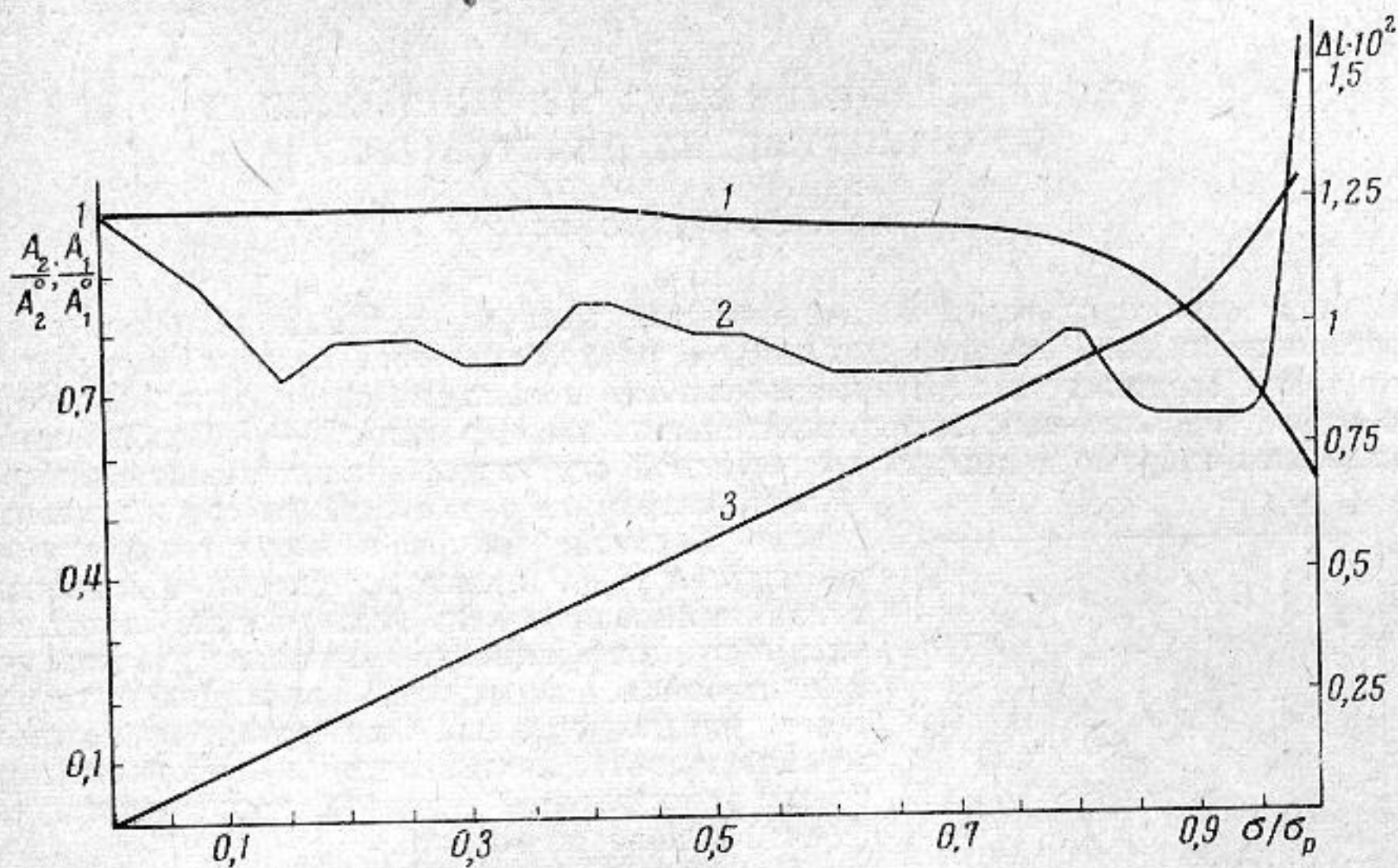


# О ВЛИЯНИИ СТАТИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ НА НЕЛИНЕЙНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В МЕТАЛЛАХ

Б. А. Колюхов

Нами исследовалось влияние статических нагрузок (до разрушения образца) на нелинейные акустические явления в поликристаллических твердых телах, таких как алюминий и алюминиевые сплавы. Для исследования была использована схема эксперимента по измерению второй гармоники акустической волны, ранее описанного в литературе [1].

Импульсный сигнал, сформированный импульсным модулятором с частотой заполнения радиоимпульса 5 Мгц и длительностью 10 мксек, подавался на кварцевую излучающую пластину, приклеенную к одному из торцов исследуемого образца. Сигнал второй акустической гармоники, генерируемой в образце вследствие нелинейности металла, принимался кварцевым пьезопреобразователем с резонансной частотой 10 Мгц. Принятый сигнал усиливался резонансным усилителем и наблюдался



на экране электронно-лучевого осциллографа. Длина образца в целях повышения точности измерений выбиралась из условия максимума второй гармоники [1, 2]. Образец закреплялся в разрывной машине, обеспечивающей плавное изменение нагрузки от нуля до 10 т. Одновременно с акустическими измерениями измерялось удлинение образца, т. е. кривая нагружения.

Результаты измерений приведены на фигуре, где 1 — изменение первой гармоники, 2 — изменение второй гармоники и 3 — удлинение образца. По горизонтальной оси отложена величина нагрузки по отношению к разрушающей, по вертикальной — амплитуды первой и второй гармоник по отношению к начальному значению, а также величина относительного удлинения образца.

Было испытано 5 образцов из поликристаллического алюминия и 5 образцов из сплава Д16, для всех образцов кривые получились аналогичными. Выше приведены типичные кривые.

Из фигуры видно, что константы третьего порядка металла, определяемые амплитудой второй гармоники, претерпевают сильные изменения (до 40%) при нагрузках, соответствующих упругой зоне кривой нагружения, где константы второго порядка, определяемые амплитудой первой гармоники, остаются постоянными [3, 4]. Уменьшение амплитуды второй гармоники на начальных стадиях нагружения можно трактовать как линеаризацию металла, которая определяется дислокационным механизмом [5]. Следует отметить, что при усталостных испытаниях сплава Д16 наблюдался аналогичный характер изменения нелинейности на начальных стадиях накопления усталостных повреждений [6].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Л. К. Зарембо, В. А. Красильников. Введение в нелинейную акустику. М., «Наука», 1966.
2. А. Никата, В. В. Чик, С. Эльбаум. Dislocation contribution to the second harmonic generation of ultrasonic waves. J. Appl. Phys., 1965, 36, 229.

3. Z. Pawlowski. Internal friction of metal and the problem of damage cumulation with static and variable loadings. Proc. vibr. probl., 1963, 4, 1, 43.
4. A. Nicata, R. Truell, A. Granato, B. Chick, K. Lucke. Sensitivity of ultrasonic attenuation and velocity changes to plastic deformation and recovery in aluminium. J. Appl. Phys., 1956, 27, 4, 396.
5. И. Г. Полоцкий, В. Ф. Таборов. Влияние термообработки и пластической деформации на поглощение ультразвука в монокристаллах меди. Акуст. ж., 1961, 7, 4, 470—474.
6. И. Д. Гиц, В. В. Гуцин, Б. А. Конюхов. О возможности исследования усталости металлов методами ультразвуковой спектрометрии. Тр. IV межвуз. конф. по вопросам ультразвуков. спектрометрии. Каунас, 1969.

Всесоюзный н.-и. институт  
по нормализации в машиностроении  
Горький

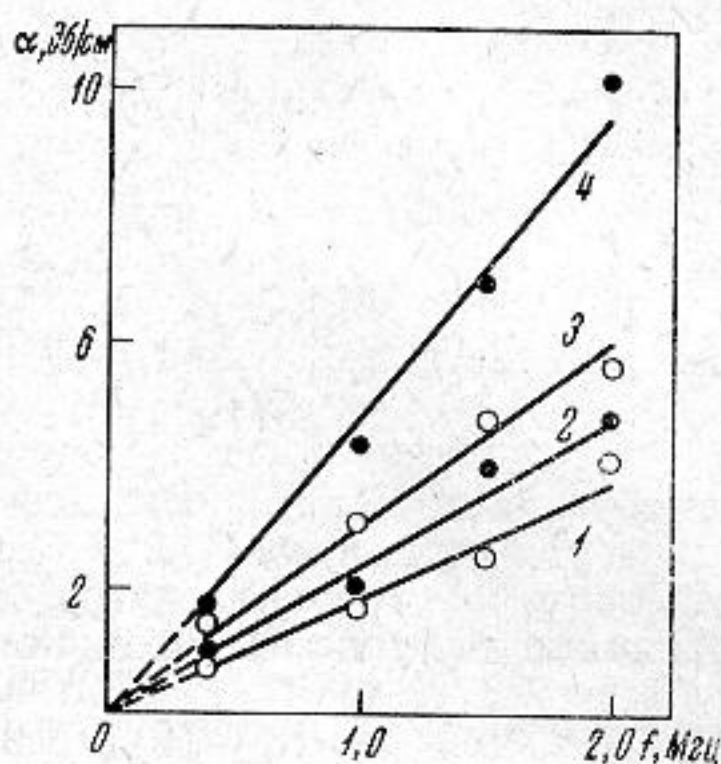
Поступило в редакцию  
6 января 1970 г.

УДК 534.21—8:678.067.4

## О РАСПРОСТРАНЕНИИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН ВО ФРИКЦИОННЫХ ПЛАСТМАССАХ

В. А. Кузнецов

В последние годы все большее внимание исследователей привлекают твердые гетерогенные среды. Изучению механизмов распространения и затухания звуковых волн в таких средах и их акустических свойств посвящено сравнительно небольшое число работ, особенно мало экспериментальных исследований [1—5]. Особый интерес представляют твердые полимеры гетерогенной структуры (наполненные полимеры).



Обычно затухание звука в таких средах в мегагерцевом диапазоне частот объясняется рэлеевским рассеянием [5]. С целью выяснения механизма затухания нами проведено исследование частотной зависимости коэффициента затухания ультразвука во фрикционных пластмассах, являющихся твердыми гетерогенными средами. Они состоят из полимерного связующего (смола, каучуки), частичек порошковых наполнителей (средний размер частиц около 0,1 мкм) и волокон асбеста.

На фигуре приведены результаты измерений коэффициента затухания в диапазоне частот 0,4—2,0 МГц при комнатной температуре (20°) на установке, описанной в работах [6, 7], во фрикционных пластмассах следующего состава: кривая 1 — окись цинка 20% вес, смола 236 — 80% вес; 2 — окись свинца 20% вес, смола 236 — 80% вес; 3 — окись цинка 40% вес, смола 236 — 60% вес; 4 — ретинакс ФК-24а (ГОСТ 10851-64). Коэффициент затухания

(с учетом диффракционной поправки) [8—10] линейно зависит от частоты. Результаты измерения объясняются на основе спектральной релаксационной теории, развитой Куном и др. [11] и Гроссом [12]. Используя измерения крипа (вида  $s(t) = a + b \ln t$ ) и предположив функцию распределения времен запаздывания деформации в виде прямоугольного спектра, они получили частотные зависимости для динамической вязкости  $\eta(\omega)$  и динамического модуля упругости  $E(\omega)$ , обычно наблюдаемые на опыте. Подставляя выражение  $\eta(\omega)$  в формулу для коэффициента затухания  $\alpha$ , приводимую в работе [13], получаем, что  $\alpha \sim \omega$ . Из общей теории упругости и распространения звуковых волн, развитой Гоголадзе [14] для среды с наследственной упругостью, к которой относятся полимерные материалы, также следует эта зависимость для  $\alpha$ .

С молекулярной точки зрения затухание ультразвука во фрикционных пластмассах на смоляном связующем в твердом стеклообразном состоянии обусловлено, по-видимому, движением метиленовых групп  $\text{CH}_2$ .

### ЛИТЕРАТУРА

1. C. F. Ying, R. Truell. Scattering of a plane longitudinal wave by spherical obstacle in an isotropically elastic solid. J. Appl. Phys., 1956, 27, 9, 1086—1097.
2. И. М. Лифшиц и Г. Д. Пархомовский. К теории распространения ультразвуковых волн в поликристаллах. Ж. эксп. и теор. физ., 1950, 20, 2, 175—182.