

Если, например, идет вопрос об очистке атмосферы от сернистого газа (SO_2), то в качестве реагента можно применить аммиак (NH_3). При наличии влажности сернистый газ будет взаимодействовать с аммиаком ($\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$), образуя твердый серноокислый аммоний.

Указанный способ удаления сернистого газа был осуществлен в виде опыта в одном из литейных цехов, где производились отливки из электрона. После окончания литья форма была закрыта крышкой (фиг. 1), на которой были установлены в 4 ряда свистки Гартманна (фиг. 2), рассчитанные на частоту 8000—11 000 *гц*. Под свистками были помещены небольшие сосуды с аммиаком. По истечении нескольких минут работы было получено оседание сернистых продуктов (фиг. 3). В результате прекратилось обычное выделение удушливого дыма из формы. Воздух даже в непосредственной близости от последней был безвредным.

Произведенные опыты показали, что звуковое поле может быть применено для очистки атмосферы непосредственно у источника, порождающего загрязнение, т. е. в нашем случае у форм. В результате воздух литейного цеха не будет загрязняться вредными газами. Степень очистки воздуха зависит от частоты и силы звукового поля. Недостатком свистков Гартманна является их низкий к. п. д. Практически для этих целей целесообразнее использовать излучатели звука типа сирен, применяемые в технической практике. Эти генераторы могут быть применены с выгодой на тепловых электростанциях как для очистки воздуха от золы, загрязняющей воздух в результате сжигания малокалорийных и мелких углей, так и для очистки атмосферы от сернистого газа, как об этом было сказано выше.

Кафедра физики
электротехнического факультета
Политехнического института
Прага

Поступило в редакцию
28 июля 1958 г.

ОБ ИЗМЕРЕНИИ ЗАТУХАНИЯ СДВИГОВЫХ ВОЛН ПО МЕТОДУ ВОДЯНОЙ ВАННЫ

К. В. Гончаров

Применяющийся для измерения затухания сдвиговых волн метод приклейки кварцевых пластин, возбуждающих сдвиговые волны, не является совершенным. Наличие потерь при вторичных отражениях от поверхностей, к которым приклеены пьезопреобразователи, а также невозможность осуществления точной юстировки образца по отношению к преобразователям приводит к дополнительным погрешностям, существенным при малых затуханиях. Точная оценка потерь при вторичных отражениях и строгая юстировка образцов достижимы при измерениях по методу ванны в случае продольных волн [1]. Однако ранее другие авторы не видели возможности применения

этого метода для измерения затухания сдвиговых волн, и ими предлагался метод непосредственной приклейки [2].

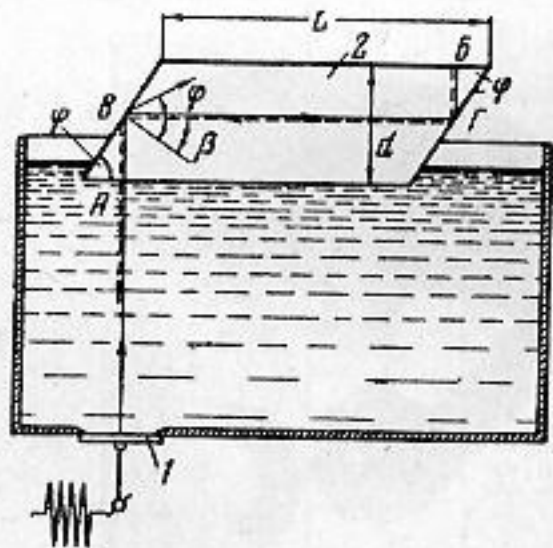
Метод водяной ванны в измерениях затухания сдвиговых волн осуществим, если применить трансформацию продольных волн в сдвиговые, как это показано на фиг. 1. Многократные отражения от граней *A* и *B* образца 2 и трансформации волн на наклонных отражающих плоскостях *B* и *Г* позволяют осуществить многократное прохождение ультразвукового пучка сдвиговых волн на пути *BГ*. Юстировкой образца относительно излучателя 1 достигается далее строго горизонтальное направление в распространении импульсов сдвиговых волн и наилучшее их прохождение после любого числа ходов. На экране осциллографа, на который после усиления подается сигнал, принятый преобразователем, наблюдается серия импульсов (фиг. 2), любой из которых после настройки на на-

илучшее прохождение (юстировки образца) можно измерить при помощи аттенюатора.

Как известно, полная трансформация продольной волны в сдвиговую осуществима лишь при значениях коэффициента Пуассона $\sigma < 0,26$. Для большинства металлов и сплавов $\sigma > 0,26$ и при падении продольной волны на плоскую свободную границу всегда будут существовать две отраженные волны — продольная под углом φ_1 и сдвиговая под углом φ_2 . Пользуясь решением задачи об отражении падающей под углом волны на границе твердого тела [3], можно показать, что условие $\varphi_1 + \varphi_2 = 90^\circ$, когда отраженная сдвиговая волна распространяется параллельно боковой грани образца, является наиболее благоприятным. Потери при трансформациях в этом случае выражаются непосредственно через коэффициент Пуассона:

$$a = 20 \lg \left[1 + \frac{(1 - 4\sigma)^2}{4(1 - 2\sigma)} \right] \delta b.$$

В частности, при $\sigma = 0,25$ потери при трансформациях равны нулю.



Фиг. 1

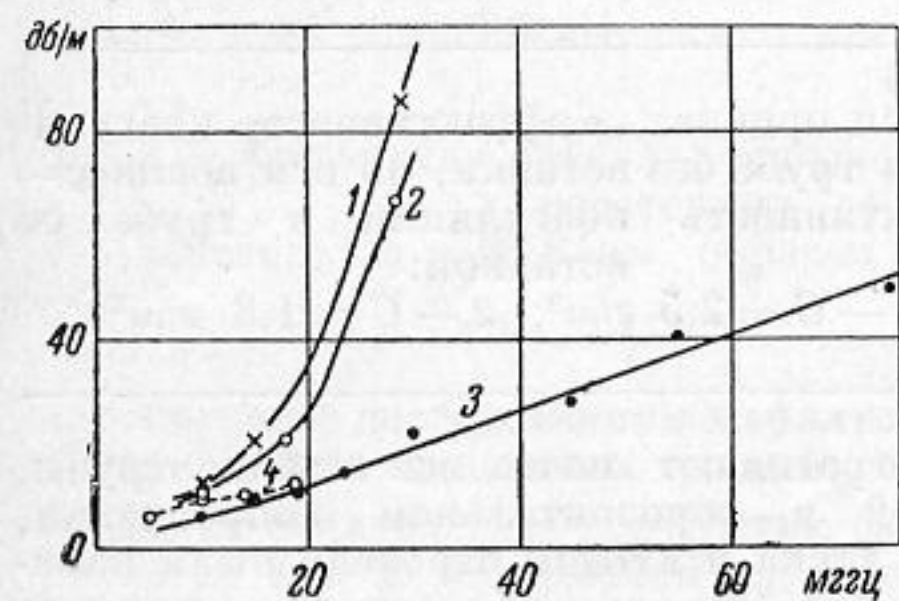
После исключения вычисленных потерь при отражениях и трансформациях и потерь в продольной волне на отрезках пути AB и GB определяются потери в сдвиговой волне и находится ее затухание. Вторым торцом образца может иметь прямоугольную форму; в этом случае потери при трансформациях уменьшатся вдвое.

Следует отметить, что измерения затухания осуществимы лишь при строгом соблюдении правильной формы образца и требуют весьма тщательной юстировки в процессе измерений. При точной юстировке погрешности вносятся в основном за счет ошибок при измерении размеров импульсов и в измерениях скорости звука (и коэффициента Пуассона).

Эти погрешности здесь будут тем меньше, чем меньше потери при трансформациях, и обратно пропорциональны длине образца и числу ходов между измеренными импульсами. Дифракционное рассеяние ультразвукового пучка, а также влияние геометрической формы образца и характера его боковых поверхностей здесь не учитывались.

В качестве примера на фиг. 3 приводятся результаты измерения затухания сдвиговых волн вертикальной поляризации в образцах магниевых сплавов МА-3 (1) и МА-2 (2) и в плавленом кварце (3) (направление поляризации в сплавах совпадало с направлением давления при прокате). Геометрические размеры образцов — $15 \times 25 \times 90$ мм³. Ошибки в измерениях размеров импульсов при этом допускались равными ± 1 дб, а в измерениях скоростей звука — $\pm 1\%$.

Соответствующие пределы вероятных погрешностей в измерениях затухания составили от ± 2 дб/м на частоте 10 мггц до ± 5 дб/м на частоте 30 мггц (для сплавов). Измерения затухания сдвиговых волн в плавленом кварце производились при помощи клинообразной насадки из магниевого сплава.



Фиг. 3

Условия юстировки и образования серии импульсов были при этом примерно такими же, как и в случае применения образцов специальной конфигурации. Здесь же пунктиром (4) приведены те же данные по Мэзону, измеренные лишь для частот ниже 20 мггц. Применение клинообразной насадки позволило в данном случае произвести измерения на более высоких частотах — до 75 мггц (на гармониках). Как видно из фигуры, полученная частотная зависимость поглощения сдвиговых волн в плавленом кварце линейна во всем диапазоне исследованных частот, что указывает на преобладающий гистерезисный характер поглощения сдвиговых волн в плавленом кварце до 75 мггц и на отсутствие рассеяния на внутренних неоднородностях. Те же зависимости для МА-2 и МА-3 содержат кроме того еще члены, пропорциональные четвертой степени частоты, обусловленные рассеянием звука на внутренних неоднородностях [4]. Отметим, что затухание сдвиговых волн горизонтальной поляризации в сплавах в несколько раз превышает приведенные значения для вертикальной поляризации, что указывает на существенную анизотропию проката.

Выражаю благодарность В.С. Шаровой, выполнившей большое количество измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. W. R o t h. Scattering of ultrasonic radiation in polycrystalline metals. J. Appl. Phys., 1947, 19, 901—910.
2. У. М э з о н. Пьезоэлектрические кристаллы и их применение в ультразвуке. М., ИЛ., 1952, 359—360.
3. Л. Д. Л а н д а у и Е. М. Л и ф ш и ц. Механика сплошных сред. II, § 22, 1953.
4. И. М. Л и ф ш и ц и Г. Д. П а р х о м о в с к и й. К теории распространения ультразвуковых волн в поликристаллах. Ж. эксперим. и теор. физики, 1950, 20, 2, 175—182.

Кафедра акустики
Московского государственного
университета

Поступило в редакцию
28 апреля 1958 г.