

звукового поля проявляется слабо. Это связано с возникновением многократных отражений звуковой волны от торцевых граней и размытия в результате несовпадения фаз падающей волны картины звукового поля. Однако в тех случаях, когда необходимо наблюдать лишь размеры и форму «звукового пятна», а также распределение интенсивности УЗ-потока по его сечению, описываемый метод индикации может оказаться наиболее приемлемым.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов А. И. Поперечный акустоэлектрический эффект. — Физ. тв. тела, 1968, т. 10, вып. 12, с. 3584–3588.
2. Рой В. Ф., Кириллов С. Е. Поперечный акустоэлектрический эффект в монокристаллах InSb. — Физ. низких температур, 1977, т. 3, вып. 10, с. 1280–1284.
3. Морозов А. И., Земляницын М. А. Акустоэлектрический зонд для индикации упругих поверхностных волн. — Физ. и техн. полупроводников, 1972, т. 6, вып. 11, с. 2298–2300.

Физико-технический институт  
низких температур АН УССР

Поступила в редакцию  
2.VI.1980

УДК 621.395;534.86

### ДЕЙСТВИЕ ОТРАЖЕННОГО ЗВУКОВОГО ПОЛЯ НА ИЗЛУЧАТЕЛЬ ЗВУКА

Сапожков М. А., Шоров В. И.

В работе [1] показано, что при расположении поршневого излучателя в трубе на одном из ее концов в случае хорошо отражающего материала, находящегося на другом конце трубы, действие отраженных звуковых волн заметно изменяет скорость колебаний излучателя в сравнении со случаем бегущей волны в трубе (что соответствует полному поглощению звуковых волн при их отражении от конца трубы). Изменение скорости колебаний получалось как в сторону ее увеличения, так и в сторону уменьшения. Увеличение скорости получалось при совпадении частоты колебаний с одной из собственных частот трубы, а уменьшение — при совпадении с одной из антирезонансных частот [2]. В среднем по широкому диапазону частот эта реакция была небольшой.

Рассмотрим случай, когда звуковые волны распространяются в помещении и происходит их отражение от ограничивающих поверхностей помещения. Ясно, что при большой величине поглощения отраженные звуковые волны создают звуковое давление, небольшое в сравнении со звуковым давлением, создаваемым волнами, непосредственно приходящими от излучателя. Поэтому в этом случае нельзя ожидать значительной величины реакции отраженных звуковых волн на излучатель. Конечно, на собственных частотах помещения возможно небольшое увеличение мощности излучения звука и уменьшение ее на промежуточных частотах. Более интересен случай гулкого помещения, когда звуковое давление в поле отраженных волн значительно превосходит звуковое давление непосредственной звуковой волны. Поскольку этот случай в литературе не рассмотрен, были проведены соответствующие эксперименты по определению действия отраженного звукового поля на излучатель.

Из теории преобразователей известно, что величина вносимой проводимости в электрическую цепь громкоговорителя имеет вид

$$Y_{вн} = (Z_M + Z_{изл} + Z_p) / K^2,$$

где  $K^2$  — коэффициент электромеханической связи,  $Z_M$  — собственное сопротивление механической системы громкоговорителя,  $Z_{изл}$  — сопротивление излучения его и  $Z_p$  — вносимое сопротивление от действия отраженных волн. Следовательно, все эти сопротивления ( $K^2/Z_M$ ,  $K^2/Z_{изл}$ ,  $K^2/Z_p$ ) соединены параллельно между собой и последовательно с электрическим сопротивлением громкоговорителя. Поэтому действие отраженного звукового поля на громкоговоритель будет приводить к изменению тока, проходящего через громкоговоритель. Ясно, что это сопротивление может иметь как положительный, так и отрицательный знак в зависимости от отношения вынужденной частоты к собственной частоте помещения.

Сначала была сделана попытка определить вносимое сопротивление от действия отраженного поля путем сравнения величин тока, проходящего через громкоговоритель при расположении его в заглушенной камере, а затем в гулкой. Измерения были проведены на чистых тонах в диапазоне от 50 до 1000 Гц. Оказалось, что ток в громкоговорителе был практически одинаковым в обеих камерах и во всем диапазоне частот. Это было сделано на двух громкоговорителях. Следовательно, сила тока, обуслов-



ленная действием отраженного поля, очень мала в сравнении с силой тока, протекающего через громкоговоритель в отсутствие отраженных звуков.

Для определения величины этой реакции была применена схема, приведенная на фигуре. В ней были использованы два однотипных громкоговорителя типа 10ГД-21 (диаметр диффузора 21 см): один в качестве излучателя, другой — в качестве приемника звука. Затем их меняли местами, чтобы исключить возможность ошибки из-за возможного расхождения их параметров. Оказалось, что они дают почти одинаковые величины реакции. Излучатель во время измерений располагался в камере так, чтобы его ось была направлена в сторону от приемника звука; ось последнего также была развернута в сторону от излучателя. При этом измерялся ток в излучателе и в приемнике. Резистор, включенный последовательно с излучателем, по величине был равен сопротивлению нагрузки приемника (внутреннее сопротивление генератора было значительно меньше этого сопротивления). Измерение на чистом тоне показало, что определить действие отраженных звуковых волн невозможно, так как неравномерность звукового поля в гулкой камере превосходила на отдельных частотах, особенно близких к резонансным частотам помещения, 30 дБ и не

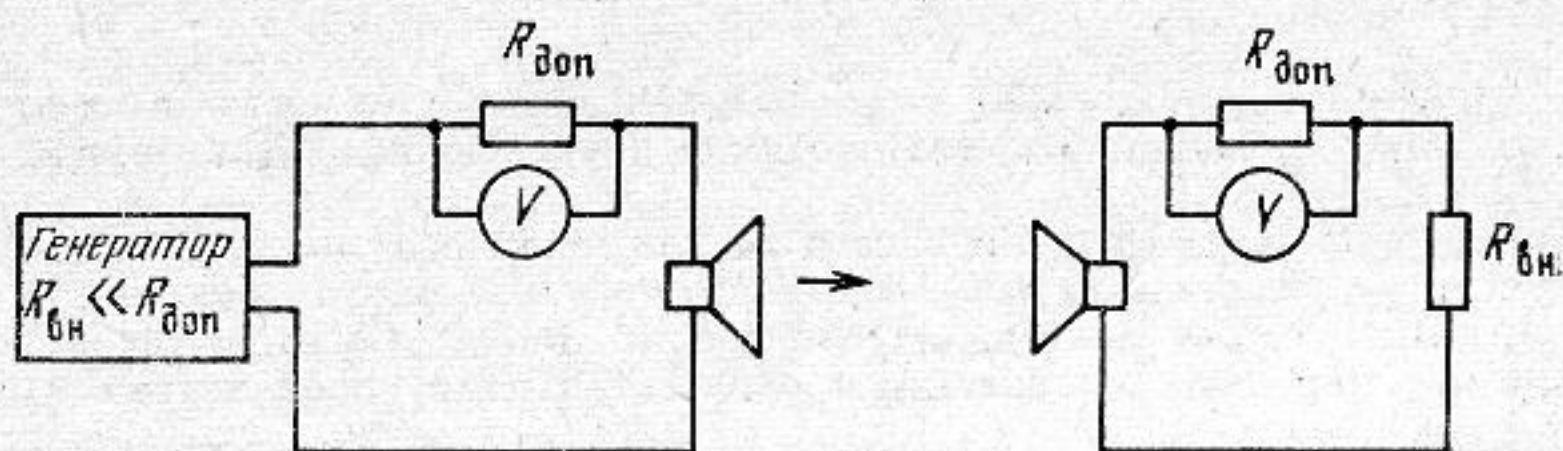


Схема экспериментальной установки

представлялось возможным располагать излучатель и приемник в одинаковых условиях отраженного звукового поля. Конечно, на эту неравномерность влиял и механический резонанс подвижной системы громкоговорителя. Ниже приведены величины тока в приемнике при одинаковом звуковом давлении ( $p=0,3$  Па) в одной из контрольных точек гулкой камеры:

Частота, Гц	52	71	97	101	119
Ток, мА	185	13,4	7,9	17,3	5,5

Видно, что неравномерность по звуковому полю достигает 30,5 дБ. Вследствие этого измерения были проведены на шумовом сигнале (с полосой  $1/3$  октавы). Конечно, результаты при этом получаются усредненными в полосе частот, т. е. без учета резонансных явлений в помещении. Ниже приведены отношения тока в приемнике к току в излучателе для каждой из пар громкоговорителей:

Частота, Гц	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
Отношение $\times 10^{-3}$	14	15,2	3,22	3,23	2,50	1,76	2,36	1,37	1,04	0,68
Отношение $\times 10^{-3}$	12,7	9,29	3,20	3,84	2,07	1,58	1,48	0,96	1,0	0,64

При выполнении измерений уровень звукового поля поддерживался постоянным и равным 93 дБ. Из этих данных следует, что среднее увеличение тока в громкоговорителе на низких частотах составляет около 1,5% от общего тока в нем. К средним частотам величина тока от действия отраженного звукового поля снижается до десятой доли процента. Исходя из этого можно не считаться с действием отраженного звукового поля, кроме самых низких частот. На этих частотах действие отраженного звукового поля может измениться при работе на чистых тонах в несколько раз на резонансных и антирезонансных частотах помещения, соответственно увеличивая или уменьшая величину излучаемой мощности. Однако и в этих случаях действие отраженного поля не превысит 0,1—0,15 от звукового давления, развиваемого излучателем звука в отсутствие действия отраженных звуковых волн.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сапожков М. А. Влияние помещения на КПД громкоговорителя. — Электросвязь, 1937, № 5, с. 80—89.
2. Лапин А. Д. Звуковое поле в трубе при учете движения среды. — В кн.: Колебание, излучение и демпфирование упругих структур. М.: Наука, 1973, с. 61—82.

Московский  
электротехнический институт  
связи

Поступила в редакцию  
3.III.1980