

Наименование материала	$\eta$	Частота $f$ , $\text{гц}$
Мягкая древесноволокнистая плита ( $\delta = 1,2 \text{ см}$ , $\gamma = 0,2 \text{ г/см}^3$ )	0,10	225
Мягкая древесноволокнистая плита ( $\delta = 2,4 \text{ см}$ , $\gamma = 0,14-0,19 \text{ г/см}^2$ )	0,06	144
Губчатая резина	0,12	132
Войлок волосяной	0,23	115
Минеральный войлок на синтетической связке	0,27	78
Шлаковойлок	0,1	78
Пенопласт ПХВ	0,56	75

б—пенопласт ПХВ; удельная нагрузка  $30 \text{ г/см}^2$ . На фиг. 3: 1 — стекловолоконные плиты на мочевино-формальдегидной смоле (белые) Мерефинского завода, 2 — минераловатные плиты на синтетической связке Сталинградского завода, 3 — стекловолоконные плиты на фенолоспиртах (розовые) Мерефинского завода. Измерения для этих трех образцов проводились при удельной нагрузке  $20 \text{ г/см}^2$ . В таблице приведены значения коэффициентов потерь, определенные по остроте резонансной кривой.

Уральский филиал Академии  
строительства и архитектуры  
г. Челябинск

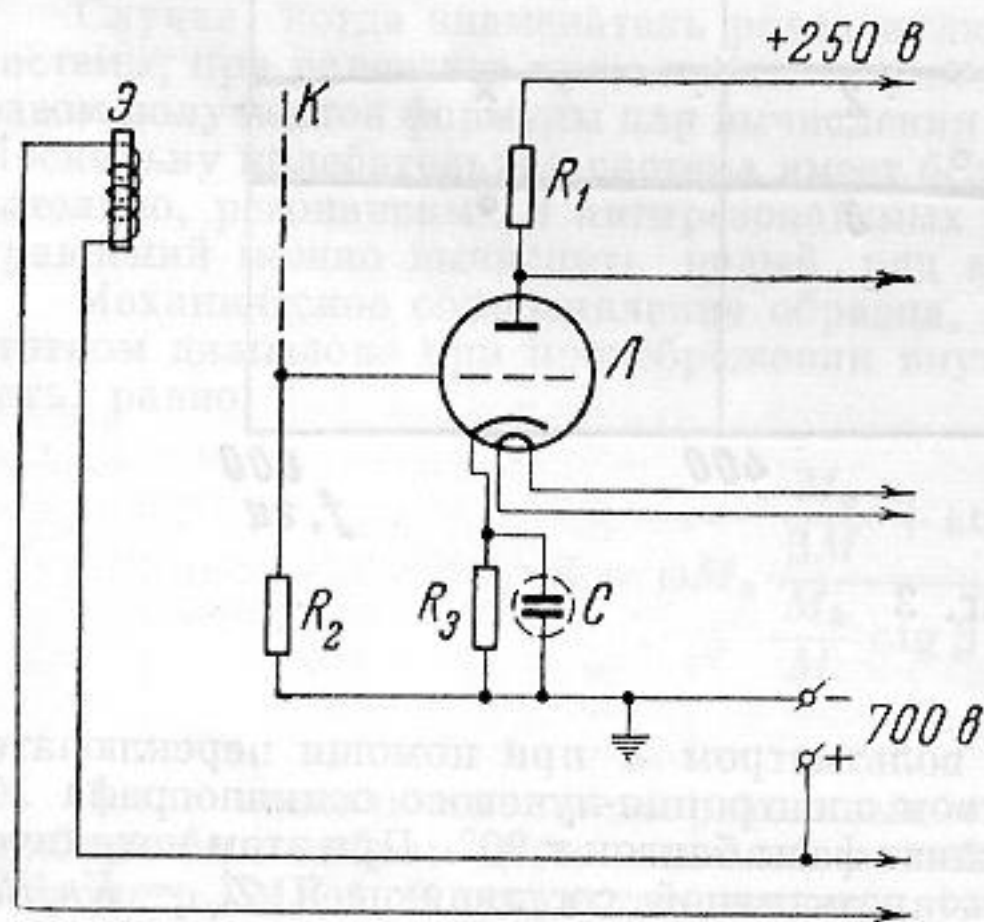
Поступила в редакцию  
8 января 1960 г.

## ШИРОКОПОЛОСНЫЙ МИКРОФОН КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ

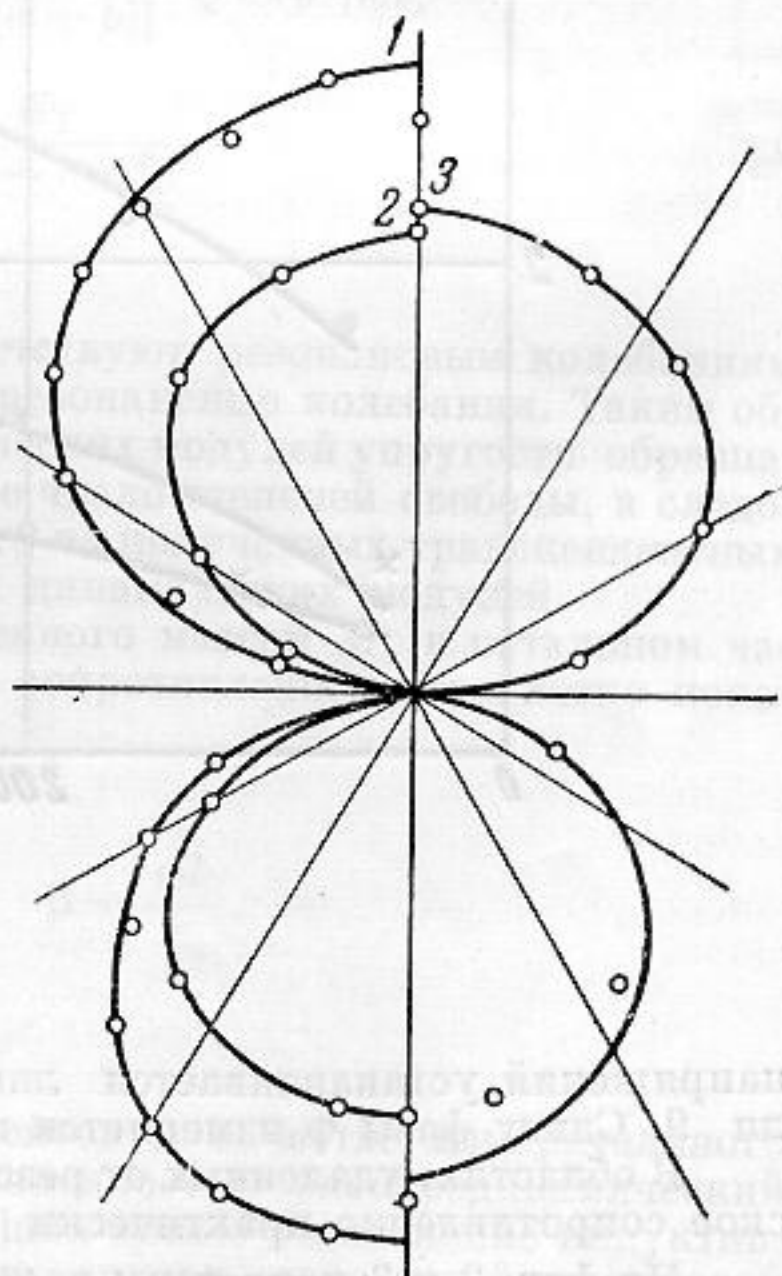
Б. С. Заливадный

В основу разработки микрофона положено следующее явление. При прохождении звуковой волны сквозь ионное облако, созданное в воздухе, ионы, составляющие это облако, начнут колебаться, причем их колебательная скорость будет равна колебательной скорости молекул среды даже в случае применения тяжелых ионов [1]. Таким образом, представляется возможность создать микрофон, являющийся приемником колебательной скорости.

В работе [2] приводится описание микрофона, созданного Фогтом, Масоллем и Энглем, который основан на воздействии звуковой волны на



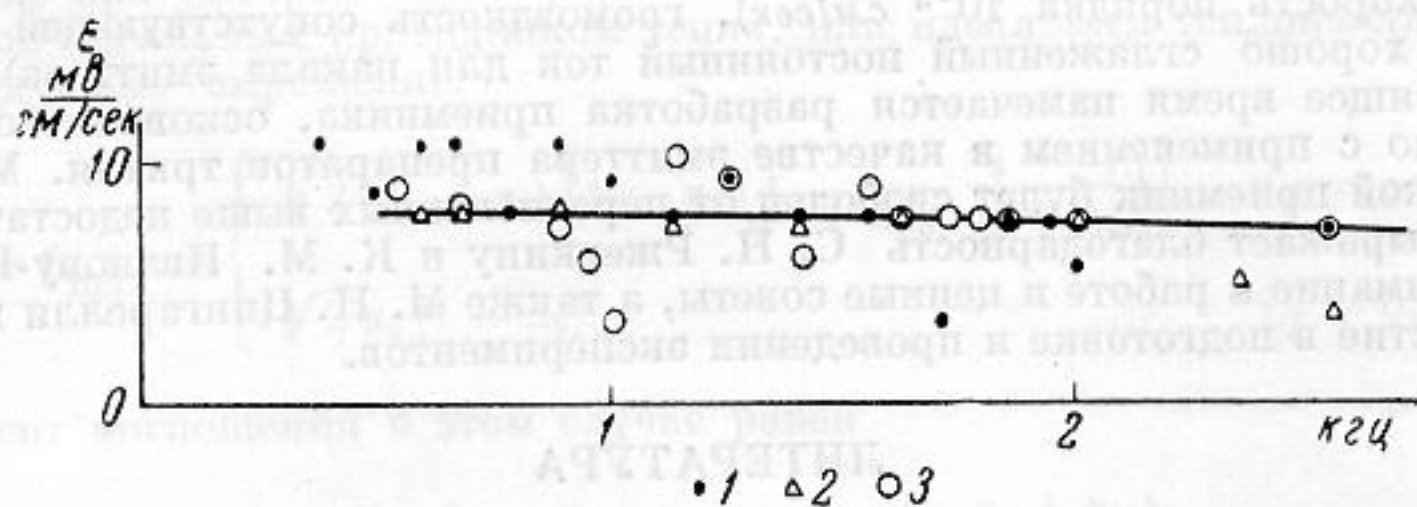
Фиг. 1



Фиг. 2

поток ионов в воздухе. Однако описанные приемники не являлись чистыми приемниками колебательной скорости, так как рабочий орган находился в частично замкнутом объеме, а не в свободном поле.

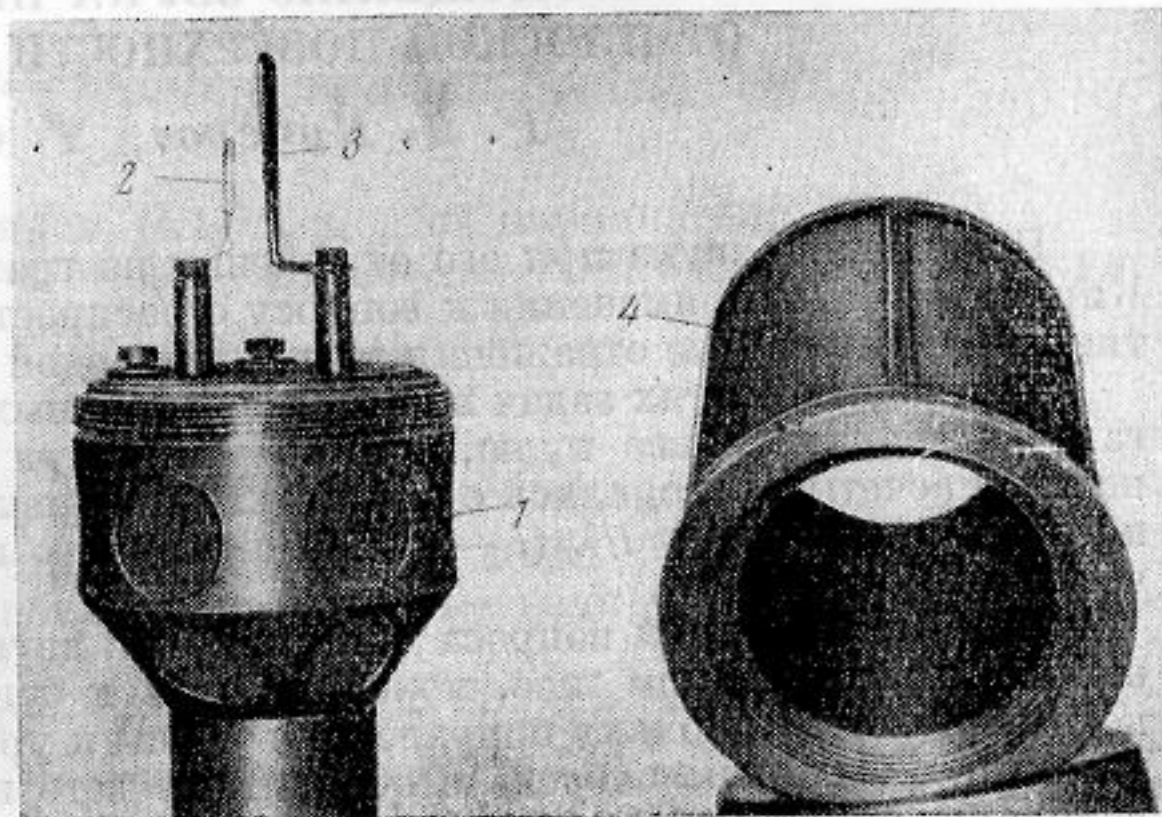
Принципиальная схема разработанного нами микрофона дана на фиг. 1. Здесь  $\mathcal{E}$  — термоионный эмиттер, создающий ионное облако в области сетки-коллектора  $K$ . При прохождении звуковой волны ионный ток, идущий на сетку  $K$ , будет изменяться в соответствии с изменением колебательной скорости ионов (эта колебательная скорость накладывается на постоянную скорость ионов, обусловленную наличием градиента напряжения между эмиттером  $\mathcal{E}$  и сеткой  $K$ ). В результате на сопротивлении  $R_2$  возникнет переменное напряжение, пропорциональное колебательной скорости в звуковом поле.



Фиг. 3

Изготовленный образец микрофона имеет следующие конструктивные данные. Эмиттером служит фарфоровый стерженец длиной 6 мм и диаметром 1,5 мм, на котором намотана платиновая проволока-нагреватель (7 см проволоки диаметром 0,2 мм). Коллектор изготовлен из латунной сетки размером  $20 \times 25$  мм с ячейкой  $1 \times 1$  мм. Расстояние между эмиттером и коллектором равно 6 мм. Эмиттер и коллектор укреплены на фарфоровых изоляторах и помещены в цилиндрический экран диаметром 40 мм и высотой 70 мм. Первый каскад усилителя выполнен на лампе 6С7Б (на фиг 1 —  $L$ ). Данные элементов схемы по фиг. 1 таковы:  $R_1 = 75$  ком,  $R_2 = 0,33$  мгом,  $R_3 = 880$  ом,  $C = 20$  мкф.

Характеристика направленности описываемого приемника приведена на фиг. 2 (1 — при 700 гц, 2 — при 1000 гц, 3 — при 2300 гц). Эта характеристика была снята в заглушенной камере, причем микрофон находился на расстоянии 4,35 м от диффузора динамического громкоговорителя. Максимум получается на диаграмме тогда, когда направление эмиттер — коллектор совпадает с вектором колебательной скорости. На фиг. 3 дана частотная характеристика. По оси ординат отложена чувствительность приемника в милливольт на сантиметр в секунду. Эта характеристика практически линейна, в отличие от характеристики микрофона, описанного в работе [2]. Частотная характеристика снималась также



Фиг. 4

в заглушенной камере на расстояниях: 1 — 80 см; 2 — 50 см; 3 — 10 см от переднего края диффузора динамического громкоговорителя.

Ориентировочный расчет чувствительности приемника по ионному току эмиссии (т. е. по плотности объемной ионизации) дал удовлетворительное совпадение с измеренной чувствительностью изготовленного приемника.

На фиг. 4 представлен внешний вид приемника со снятой защитной сеткой. Здесь 1 — корпус, в котором расположен первый каскад усилителя, 2 — эмиттер, 3 — сетка-коллектор, 4 — защитная сетка.

Следует учесть, что первый каскад усилителя необходимо располагать непосредственно у сетки, в противном случае будет снижаться верхняя граница рабочих частот приемника из-за увеличения емкости, шунтирующей входное сопротивление первого каскада (емкость соединительного кабеля).

Описываемым микрофоном были произведены измерения в поле плоской (бегущей и стоячей) волны. Из теоретических соображений следует, что микрофон должен реагировать на колебательную скорость тех частиц среды, которые расположены у сетки-коллектора. Для проверки этого предположения были проведены измерения звукового поля в стоячей волне. На расстоянии 70 см от диффузора громкоговорителя был установлен деревянный щит размером более  $80 \times 80$  см и толщиной 5 см. Микрофон перемещали вдоль стоячей волны, добиваясь максимума на осциллографе, включенном на

выходе усилителя. Эксперимент проводился при частоте 7113 *гц*. По измеренной длине волны получили, что скорость звука в тех условиях была  $350 \pm 6$  *м/сек*. Вычисляя затем расстояние до сетки, с учетом того, что на стенке должен быть узел колебательной скорости, получили его равным  $110,8 \pm 1,8$  *мм*, тогда как измерено было  $112 \pm 0,5$  *мм*. Отсюда видим, что микрофон действительно измеряет колебательную скорость частиц среды, находящихся вблизи плоскости сетки.

Недостатками первой опытной модели приемника являются низкая чувствительность (порядка 10 *мв·сек/см*), высокий уровень шумов (минимальная измеримая колебательная скорость порядка  $10^{-3}$  *см/сек*), громоздкость сопутствующей аппаратуры (необходим хорошо сглаженный постоянный ток для накала эмиттера).

В настоящее время намечается разработка приемника, основанного на том же принципе, но с применением в качестве эмиттера прецедентов трития. Можно полагать, что такой приемник будет свободен от перечисленных выше недостатков.

Автор выражает благодарность С. Н. Ржевкину и К. М. Иванову-Шиц за постоянное внимание к работе и ценные советы, а также М. Н. Цингарелли и Б. А. Шиллову за участие в подготовке и проведении экспериментов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Е. С к у ч и к. Основы акустики, т. 1, М., ИЛ., 1958.
2. Microphones without diaphragmes. *Wireless world*, 1924, 14, 20, 559—560.

Кафедра акустики  
Московского государственного  
университета

Поступила в редакцию  
24 марта 1960 г.

#### К ПОГЛОЩЕНИЮ ЗВУКА ПРИ ОТРАЖЕНИИ ОТ ПЛОСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

*Р. Я. Кучеров, Т. С. Цулая*

Поглощение звука при его отражении на границе газа и твердого тела изучалось Кирхгофом [1] в применении к вопросу о распространении звука в трубах и Константиновым [2] в случае отражения звука от твердой плоской стенки.

При решении этих задач в качестве граничных условий принималось, что скорость газа на границе равна нулю, а его температура равна температуре твердой поверхности. Расчеты проводились с точностью до первых исчезающих членов разложения по малому параметру  $l/\lambda$  ( $l$  — длина свободного пробега молекул,  $\lambda$  — длина акустической волны).

При исследовании вопроса об отражении звука высокой частоты, распространяющегося в разреженном газе, может оказаться существенным учет членов более высокого порядка. Поскольку поправочные члены к уравнениям гидродинамики квадратичны по  $l/\lambda$ , в первую очередь необходимо учесть кинетические поправки к граничным условиям, приводящие к линейным по  $l/\lambda$  эффектам: скольжению и температурному скачку в газе на границе с твердым телом.

В настоящей заметке проведено решение уравнений, описывающих процесс отражения звука (см. уравнения работы [2]) с эффективными граничными условиями [3]:

$$T' = a'_{11} \frac{\partial T'}{\partial x} + 2a'_{12} \frac{\partial u_x}{\partial x}, \quad u_y = a'_{22} \frac{\partial u_y}{\partial x}, \quad u_x = 0,$$

где

$$a'_{11} = \lambda_0 a_{11}, \quad a'_{12} = \frac{\lambda_0}{c_1} a_{12}, \quad a'_{22} = \lambda_0 a_{22},$$

$$a_{11} = a_{10} + a_T, \quad a_{10} = \frac{1}{4} v' \frac{1+n}{1-n} \frac{(2\pi/RT_0)^{1/2}}{\lambda_0 \rho_0 / \rho_0},$$

$$a_T = \frac{v}{v_T} \sqrt{\gamma^3 \left[ \sin^2 \theta + i \frac{\gamma c_1^2}{\omega v_T'} \right]}, \quad a_{22} = \frac{1}{2} \eta' \frac{1+n}{1-n} \frac{(2\pi RT_0)^{1/2}}{\lambda_0 \rho_0 / \rho_0},$$

$$a_{12} = \frac{1}{6} \eta' \frac{c_1 T_0}{\beta \lambda_0 \rho_0 / \rho_0}, \quad \lambda_0 = \frac{c_1}{\gamma \omega} \quad R = \frac{c_v \beta}{T_0}$$

По сравнению с [3] здесь добавлен член  $a_T$ , учитывающий теплопроводность твердого тела,  $n$  — отношение числа зеркально отраженных молекул к полному числу молекул.