## ЛИТЕРАТУРА

1. *С. Н. Ржевкин.* Курс лекций по теории звука. Изд-во МГУ, 1960, 91–93.
2. *И. Пукас, К. Кундротас, В. Сукацкас.* О выборе преобразователей при измерении поглощения по добротности ультраакустического резонатора. Тр. вузов ЛитССР, Ультразвук, 1973, *5*, 117—121.
3. *В. А. Сукацкас, Э. П. Яронис.* Условие резонанса для ультразвукового интерферометра постоянной длины. Акуст. ж., 1973, *19*, 1, 96—100.



Каунасский политехнический институт
им. Антанаса Снечкуса



Поступила
28 октября 1974 г.


---

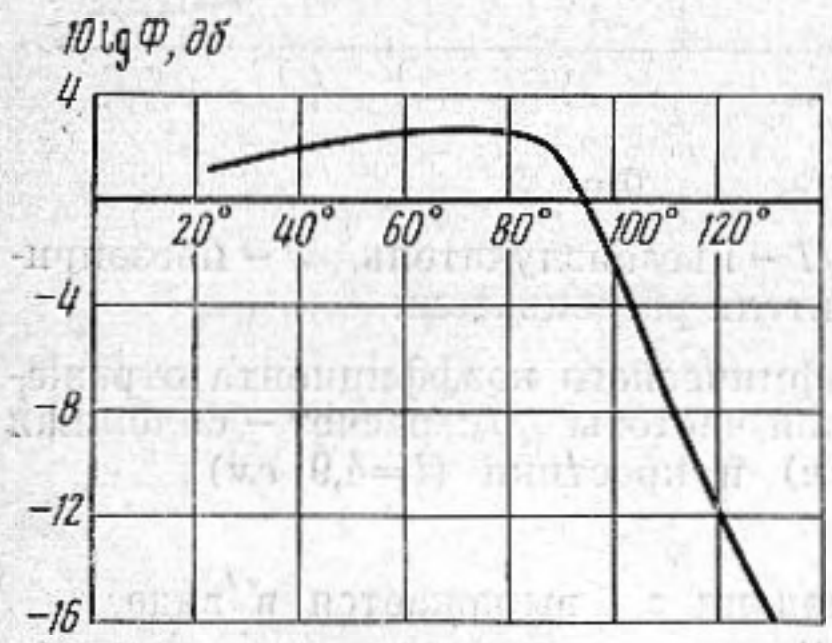

УДК 532.517.4:534.532


# ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБУЛЕНТНОГО ИСТОЧНИКА КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ

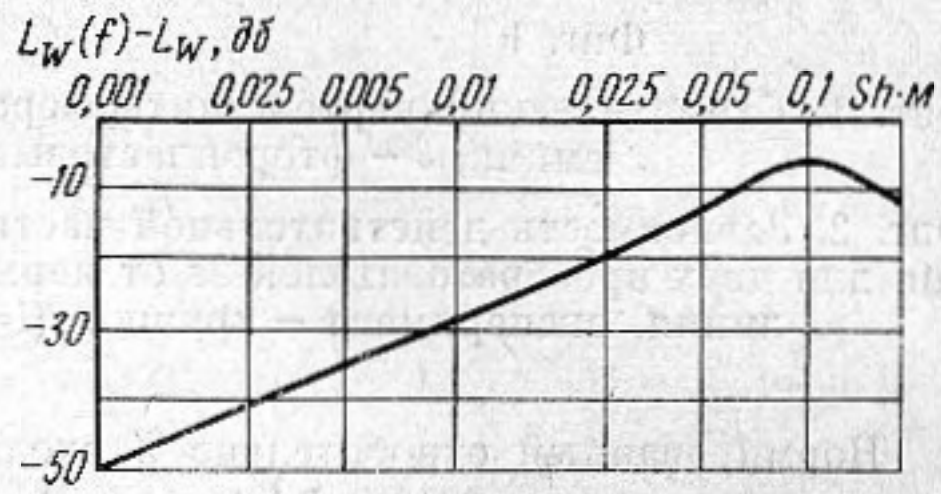

***В. И. Токарев***


В связи с использованием в системах кондиционирования распределителей воздуха в виде дренированных полусфер возникает необходимость оценки их акустических характеристик.

Экспериментальные исследования закономерностей акустического излучения турбулентного потока проводились в заглушенной камере на дренированных полусферах диаметром 50 и 70 *мм*. В полусферах с толщиной стенок 5 *мм* строго радиально высверливались отверстия диаметром $d_0=1$ *мм*. Истечение воздуха осуществлялось из




Фиг. 1




Фиг. 2

1000 отверстий в полусфере диаметром 50 *мм* и 2000 отверстий в полусфере диаметром 70 *мм*. В диапазоне чисел Маха $0{,}2 \leqslant M \leqslant 1$ хорошее соответствие с данными эксперимента дает зависимость для мощности генерируемого шума

$$W=1{,}8\cdot 10^{-6}\rho_0 c_0^{-1} v_{\text{и}}^4 (1+3{,}2M^2) r_{\text{и}}^2, \tag{1}$$

где $c_0$, $\rho_0$ – скорость звука и плотность газа в окружающей среде; $v_{\text{и}}$ – средняя скорость газа у поверхности полусферы, $r_{\text{и}}$ – радиус полусферы.

На фиг. 1 приведен фактор направленности шума 10 lg Ф турбулентных источников. При малых углах к оси симметрии благодаря эффекту преломления звука в потоке наблюдается уменьшение уровней шума. В диапазоне углов 30°–90° неравномерность излучения составляет менее 2 *дб*, что свидетельствует о преобладающей роли симметричных флуктуаций скорости в потоке при радиальном истечении из полусфер.

На фиг. 2 приведен спектр мощности шума в $^1/_3$-октавных полосах частот. Подобие спектров обеспечивает безразмерный параметр $\operatorname{sh} M=fd_0c_0^{-1}$. Максимум в спектре шума имеет место при $\operatorname{sh} M\simeq 0{,}1$. Мощность источников шума на частотах, меньших максимальных, растет пропорционально квадрату частоты.

Акустические измерения в ближнем поле с помощью зондов показали, что линейный размер кольцевой области излучения мал по сравнению с характерной длиной звуковой волны. Максимальная интенсивность источников шума наблюдалась на удалении $R=1{,}2r_{\text{и}}$. Вклад в общую акустическую мощность акустических источников, расположенных в струйной части потока, незначителен в силу малой скорости и небольших градиентов скорости в этой области течения.

Теоретическое описание закономерностей шумообразования рассматриваемого сферического источника массы конечных размеров может быть получено в рамках модели Лайтхилла [1, 2]. Существование двух характерных линейных параметров (радиуса проницаемой полусферы и характерной длины звуковой волны) позволяет

определить решение уравнения Лайтхилла в виде асимптотических рядов (по числу $M$) внутреннего и внешнего разложений. Составное решение, справедливое в ближнем и дальнем акустических полях, находится путем сращивания асимптотических рядов [3]. Решение указанного уравнения в дальнем акустическом поле с точностью до членов порядка $M^5$ приводит к зависимости для мощности шума источника массы в виде выражения (1). Безразмерная константа соотношения (1) является экспериментальной и внутри данной схемы расчета не определяется. Подобие выражений для акустической мощности свидетельствует о качественном соответствии упрощенной модели излучения шума источником массы данным эксперимента при дозвуковых скоростях истечения.

## ЛИТЕРАТУРА


1. *M. J. Lighthill.* On sound generated aerodynamically. I. General theory. Proc. Roy. Soc. A, 1952, *211*, 1107, 564—587.
2. *M. J. Lighthill.* On sound generated aerodynamically. II. Turbulence as a source of sound. Proc. Roy. Soc. A, 1954, *222*, 1148, 1—32.
3. *М. Ван-Дейк.* Методы возмущений в механике жидкости. М., «Мир», 1967.



Киевский институт
инженеров гражданской авиации



Поступила
31 января 1973 г.
После исправления
1 апреля 1975 г.