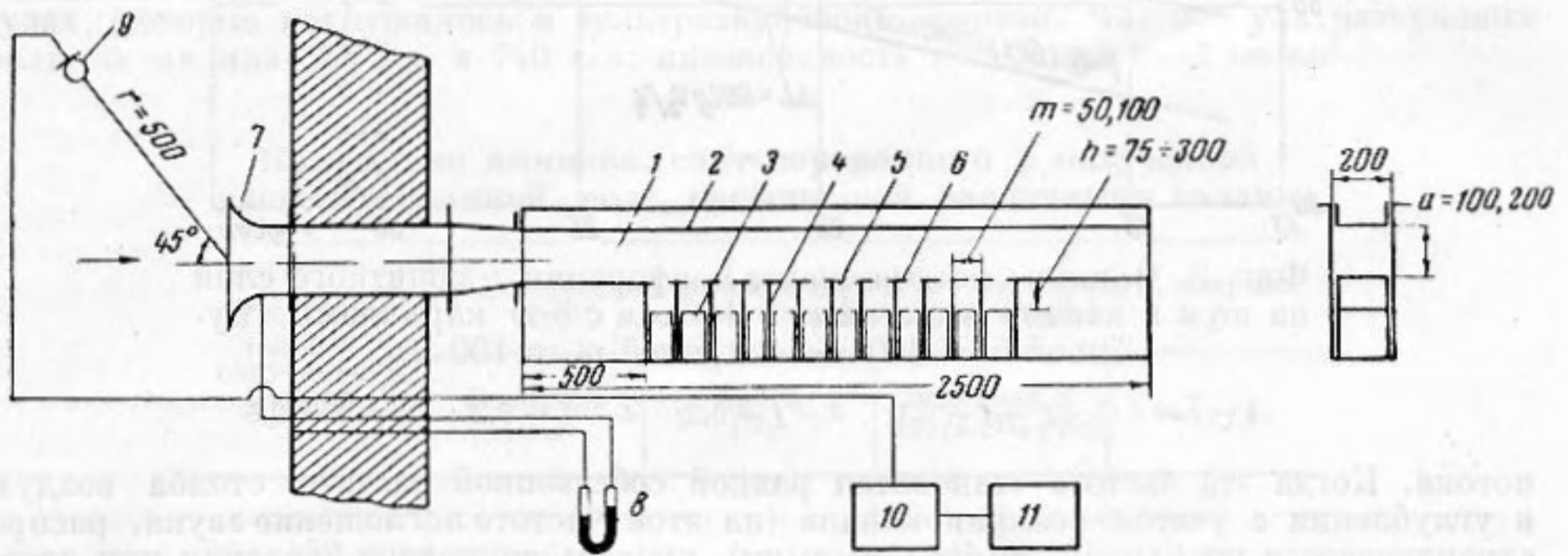


К ВОПРОСУ О ШУМООБРАЗОВАНИИ В ВОЗДУХОВОДЕ С УГЛУБЛЕНИЯМИ

А. Г. Мушин, Е. Я. Юдин

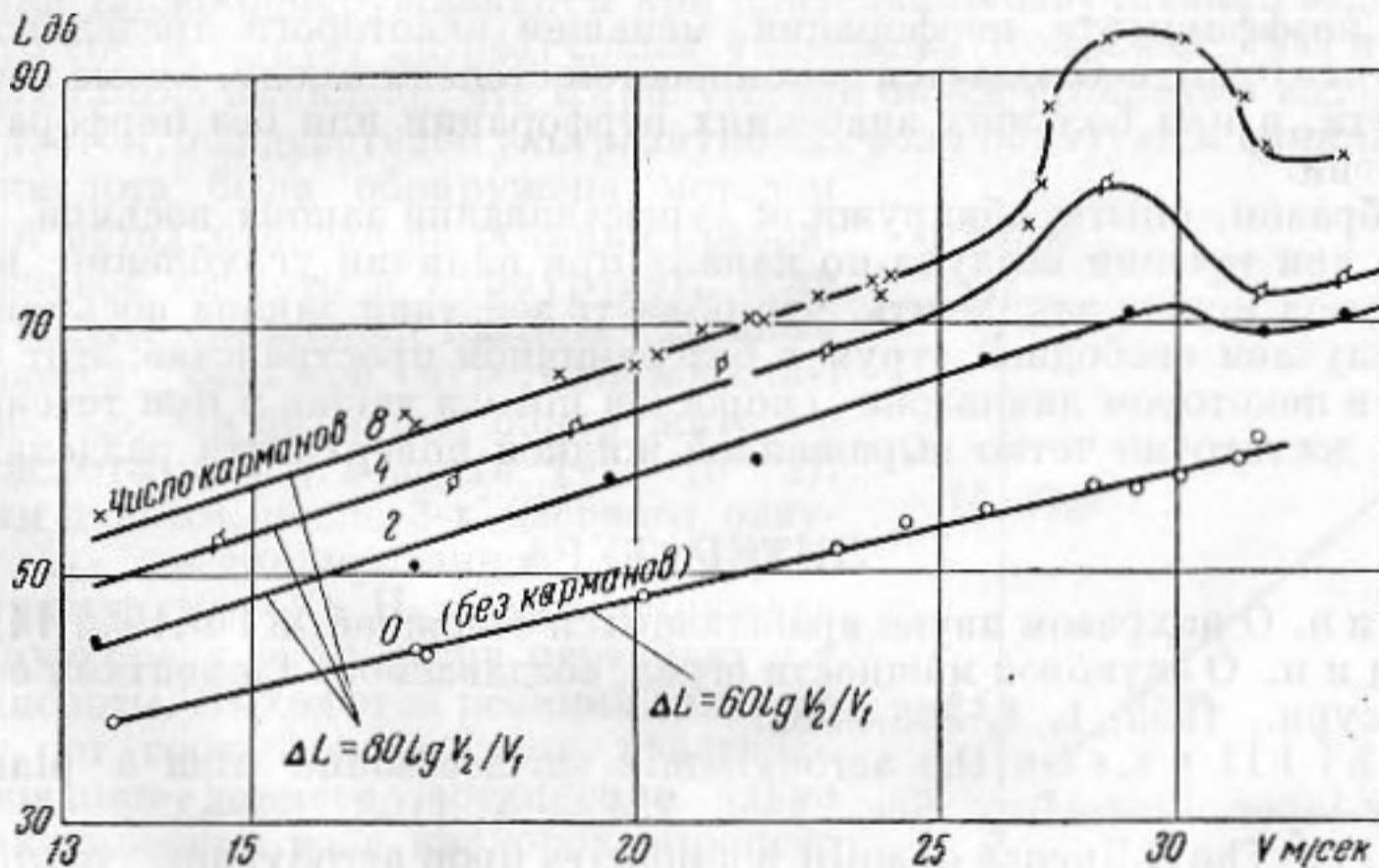
В работах [1—4] было установлено, что при наличии твердой стенки на границе потока звуковая мощность вихревого шума пропорциональна шестой степени скорости потока, а в случае жидкой границы — восьмой степени за счет квадрупольного излучения [5—7]. Экспериментальное подтверждение закона восьмой степени было получено при исследованиях шума свободной струи [8]. Целью настоящей работы было экспериментальное исследование шума, образующегося в канале с углублениями в стенках. Этот случай является промежуточным между свободной струей в неограниченной атмосфере и каналом с жесткими стенками.

Схема экспериментальной установки показана на фиг. 1. Поток воздуха создавался установкой, описанной в работе [2]. Испытанная модель представляла собой фанерный ящик 1 (толщина стенок 12 мм) с передвижной верхней стенкой 2, вставками 3



Фиг. 1

и перегородками 4. Изменяя высоту и ширину вставок, можно было изменять размеры углублений (карманов) 5. В некоторых испытаниях углубления закрывались перфорированным металлическим листом 6. Средняя скорость потока, измерявшаяся по разрежению в коллекторе 7 микроманометром 8, составляла 10—35 м/сек. Уровень звукового давления и спектр частот измерялись перед входом в канал в точке 9 шумомером

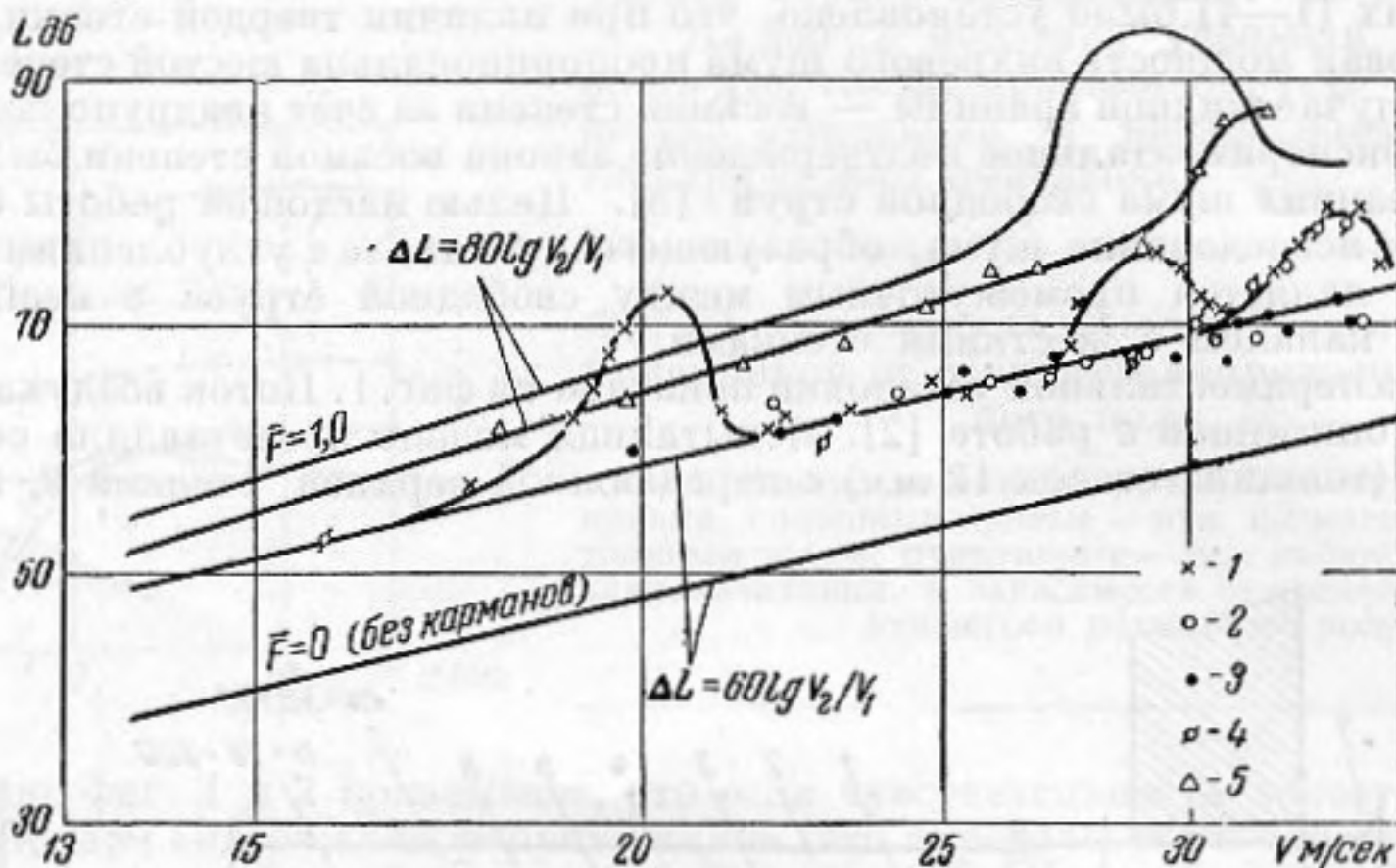


Фиг. 2. Зависимость шума от скорости потока в канале высотой $a = 100$ мм, с карманами глубиной $h = 300$ мм, шириной $m = 100$ мм

и тонспектрометром «Сименс» 11 с 27 фильтрами с полосой пропускания $1/3$ октавы. Уровень помех при канале с углублениями был не менее чем на 15 db ниже уровня измеряемого шума. Измерения в диффузном поле дали те же результаты, что и измерения в прямом звуке в точке 9.

При отсутствии углублений (канал с гладкими стенками) изменение уровня звукового давления, как это видно из фиг. 2, подчиняется закону шестой степени скорости потока; спектр приближается к непрерывному содержанию высоких частот, воз-

растает с увеличением скорости потока. Картина резко изменяется при наличии даже небольшого числа углублений (карманов) — изменение уровня подчиняется закону восьмой степени скорости, а не шестой; интенсивность шума увеличивается, в спектре появляется дискретная составляющая, частота которой растет с увеличением скорости



Фиг. 3. Влияние коэффициента перфорации \bar{f} защитного слоя на шум в канале высотой $a = 100$ мм с 8-ю карманами глубиной $h = 300$ мм, шириной $m = 100$ мм:

$$1 - \bar{f} = 0,05; \quad 2 - \bar{f} = 0,1; \quad 3 - \bar{f} = 0,2; \quad 4 - \bar{f} = 0,25; \quad 5 - \bar{f} = 0,5$$

потока. Когда эта частота становится равной собственной частоте столба воздуха в углублении с учетом реакции канала (на этой частоте поглощение звука, распространяющегося по каналу, имеет максимум), уровень звукового давления при достаточном числе карманов увеличивается. Однако этого увеличения уровня не наблюдается, если глубина кармана меньше высоты канала над ним. При дальнейшем увеличении скорости потока уровень снижается. К сожалению, возможности установки не позволили провести испытаний при больших скоростях.

Пропорциональности между звуковой мощностью и числом углублений не наблюдается — звуковая мощность растет медленнее, чем число углублений; это можно объяснить торможением потока у стенки с углублениями.

Если закрыть углубления перфорированным слоем (толщина 1 мм, диаметр перфорации 4 мм), то уровень шума изменяется, как показано на фиг. 3. Из фигуры видно, что при коэффициенте перфорации, меньшем некоторого предельного значения (в данном случае 0,25), соблюдается закон шестой степени всюду, кроме некоторых значений скорости, а при больших значениях перфорации или без перфорации — закон восьмой степени.

Таким образом, опыты обнаружили существование закона восьмой степени скорости потока при течении воздуха по каналу при наличии углублений в стенках последнего. Отсюда можно заключить, что область действия закона восьмой степени не ограничена случаем свободной струи в безграничном пространстве; этот закон может соблюдаться в некотором диапазоне скоростей потока также и при течении в канале, при наличии достаточно четко выраженной жидкой поверхности раздела.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Я. Ю д и н. О вихревом звуке вращающихся стержней. ЖТФ, 1944, 14, 9, 561—567.
2. Е. Я. Ю д и н. О звуковой мощности шума, создаваемого элементами воздухопроводов. Акуст. журн., 1955, 1, 4, 368—382.
3. O. M. P h i l l i p s. On the aerodynamic surface sound from a plane turbulent boundary layer. Proc. Roy. Soc., 1956, 234 — A, 1198, 327—335.
4. N. C u r l e. The influence of solid boundaries upon aerodynamic sound. Proc. Roy. Soc., 1955, 231 — A, 1187, 505—513.
5. M. S. L i g h t h i l l. On sound generated aerodynamically I. Proc. Roy. Soc., 1952, 211 — A, 1107, 564—587.
6. M. S. L i g h t h i l l. On sound generated aerodynamically. II. Proc. Roy. Soc., 1954, 222 — A, 1148, 1—32.
7. Д. И. Б л о х и н ц е в. Акустика неоднородной движущейся среды. М., Гостехиздат, 1946.
8. A. P o w e l l. A survey of experiments on jet noise. Aircraft Engineering, 1954, 27, 299, 2—9.

Центральный аэро-гидродинамический институт им. Н. Е. Жуковского
Москва

Поступило в редакцию
21 февраля 1957 г.