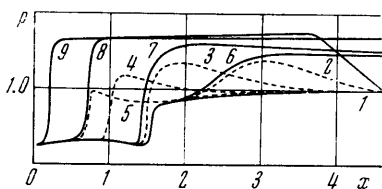
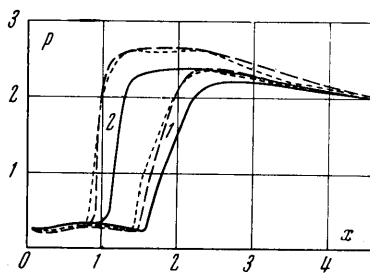


скачок, движущийся влево, и в результате сверхзвуковое течение в канале полностью исчезает. В то же время непродолжительное закрытие сечения выхода ($\Delta t = 1$) оказывается недостаточным для разрушения потока. Волна разрежения сначала останавливает замыкающий скачок в сужающейся части, а затем возвращает его в расширяющуюся часть канала.



Фиг. 2



Фиг. 3

Как уже отмечалось, кривые распределения p , показанные на фиг. 1 и 2, получены в одномерном приближении, т. е. при $K = 1$. Отличие результатов одномерного и двумерного $K = 4$ расчетов представлено на фиг. 3. Сплошные линии на этой фигуре дают распределения p , рассчитанные при $K = 1$, а штриховые и пунктирные линии — распределения давления по верхней и нижней стенкам, рассчитанные при $K = 4$. Приведенные кривые 1, 2 получены для $\Delta p_L = 1$ и соответствуют моментам времени 1 ($t = 2.2$) и 2 ($t = 2.9$). Видно, что учет двумерности приводит к некоторому увеличению интенсивности и, как следствие, скорости скачка, движущегося влево.

Вычисления проводились на ЭВМ М-220.

Авторы благодарят А. Н. Крайко за постоянное внимание и поддержку при выполнении работы.

Поступило 16 VII 1970

ЛИТЕРАТУРА

1. Годунов С. К. Разностный метод численного расчета разрывных решений уравнений гидродинамики. Матем. сб., 1959, т. 47 (89), вып. 3, стр. 271—306.
2. Годунов С. К., Забродин А. В., Прокопов Г. П. Разностная схема для двумерных нестационарных задач газовой динамики и расчет обтекания с отсепшей ударной волной. Ж. вычислит. матем. и матем. физ., 1961, т. 1, № 6, стр. 1020—1050.
3. Гринь В. Т., Иванов М. Я., Крайко А. Н. Исследование динамики течения торможения идеального газа с замыкающим скачком уплотнения. Изв. АН СССР, МЖГ, 1970, № 4, стр. 23—32.
4. Ma y s R. A. Inlet dynamics and compressor surge. AIAA paper, 1969, No. 484.
5. Иванов М. Я., Крайко А. Н. Численное решение прямой задачи о смешанном течении в осесимметричных соплах. Изв. АН СССР, МЖГ, 1969, № 5, стр. 77—83.

УДК 532.542:532.5.011.12

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПУЛЬСАЦИЙ СКОРОСТИ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПЛОСКИХ И ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ

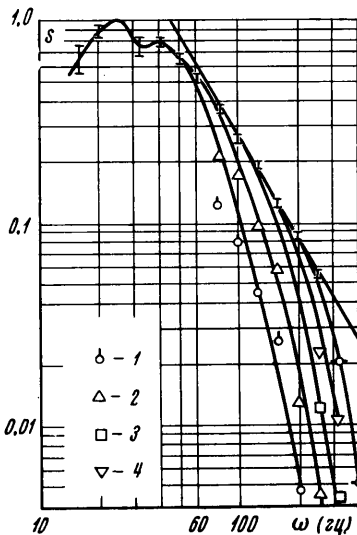
Е. П. АНИСИМОВА, А. С. ОРЛОВ, А. А. СПЕРАНСКАЯ

(Москва)

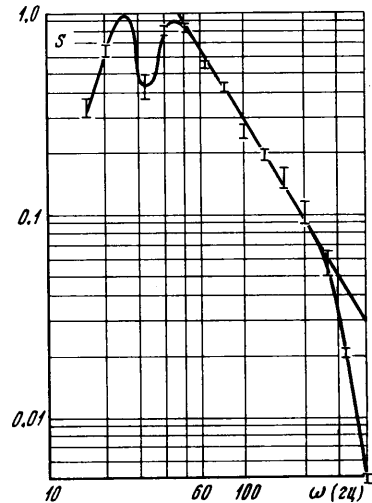
Приведены результаты исследования спектральной плотности пульсаций скорости турбулентных плоских и осесимметричных потоков в диапазоне чисел Рейнольдса от 450 до 57 000. Частоты пульсаций скорости, соответствующие максимумам на функциях спектральной плотности, определяются только геометрией потока и физическими свойствами среды и соответствуют частотам акустического резонанса систем.

Диапазон изменения чисел Рейнольдса в процессе измерений составлял для круглых труб от 450 до 57 000, а для прямоугольной трубы от 4000 до 13 000. Измерения проводились в круглых трубах диаметрами 94, 45 и 26 мм на расстояниях 98, 116 и 200 радиусов от входа труб соответственно. Входы труб были оснащены коническими конфузорами с шестикратным поджатием.

Прямоугольная труба имела следующие параметры: отношение длины к половине высоты 200, коэффициент двумерности 12.



Фиг. 1



Фиг. 2

Измерения проводились на расстоянии 180 полувысот от входа. Вход в трубу оснащен конфузуром с восьмикратным поджатием и хонейкомбом.

Воздушный поток в трубах создавался всасывающими вентиляторами.

Средние величины и пульсации скорости измерялись термоанемометром, в качестве датчика которого использовалась вольфрамовая нить диаметром 7 мкм, длиной 1.5 мм. Рабочая температура нити $\sim 200^\circ\text{C}$. Выходной сигнал с термоанемометра записывался на магнитную ленту. Полученные записи после транспонирования анализировались на стандартном спектроанализаторе СЗЧ [1]. Спектр анализируемых частот охватывал диапазон от 0.1 до 50 гц. Кроме того, в процессе исследования поля скорости в плоской трубе выходной сигнал термоанемометра после усиления подавался непосредственно на спектроанализаторы СИЧ и СЗЧ, что позволило расширить диапазон исследуемых частот до 400 гц.

Эксперименты в круглых трубах показали, что спектральная плотность продольной составляющей пульсаций скорости в ламинарном режиме течения имеет два максимума. Появление низкочастотного максимума в ламинарном режиме можно объяснить, по-видимому, реализацией в потоке устойчивого вторичного решения уравнений Навье — Стокса [2]. Второй максимум в ламинарном режиме наблюдается только в пристеночной области — зоне генерации турбулентной энергии. С увеличением числа Рейнольдса относительная величина этого максимума возрастает, не смещаясь по оси частот.

В развитом турбулентном потоке основная доля энергии приходится на частоту второго максимума. Низкочастотный максимум при этом также сохраняется, но относительная величина его мала. Аналогичные результаты были получены на круглых трубах трех указанных выше диаметров. При этом было установлено, что положение частоты, несущей максимум энергии в развитом турбулентном потоке, определяется его геометрическими параметрами, не зависит от числа Рейнольдса и расстояния до стенки трубы.

Эксперименты, проведенные в круглых и прямоугольных трубах, показали, что положения максимумов на кривых функций спектральной плотности продольной составляющей пульсаций скорости в различных трубах совпадают в пределах точности эксперимента с частотами акустического резонанса установок.

На фиг. 1 и фиг. 2 приведены материалы, относящиеся к плоскому потоку в прямоугольной трубе. На фиг. 1 приведена нормированная спектральная плотность мо-

для пульсаций скорости $s(\omega) = S(\omega) / S_{\max}(\omega)$. Точки 1—4 соответствуют значениям числа Рейнольдса 2620, 3300, 5250 и 6200. На фиг. 2 изображена та же величина при $Re = 7400-9000$.

Приведенные на фигурах спектры получили при анализе пульсаций скорости, измеренных при помощи термоанемометра, на инфразвуковом спектроанализаторе СИЧ (частоты от 16 до 127 $гц$) и звуковом спектроанализаторе СЗЧ (частоты от 50 до 320 $гц$). Кривые функций спектральной плотности в указанных диапазонах чисел Рейнольдса имеют хорошо выраженный максимум на частоте, совпадающей с частотой акустического резонанса трубы ($\omega_0 \sim 24$ $гц$). Помимо основного максимума на спектрах, полученных при числах Re от 2600 до 6200, намечается второй максимум на частотах между 40 и 50 $гц$. С увеличением числа Рейнольдса (фиг. 2) второй максимум становится более четким и частота его в пределах точности измерений совпадает с частотой, кратной ω_0 (48 $гц$).

На спектральных кривых фиг. 1 и фиг. 2 наблюдается участок частот, для которых выполняется закон $-\frac{5}{3}$ А. Н. Колмогорова. Диапазон частот инерционного интервала спектра растет с увеличением числа Рейнольдса, и в спектре турбулентных пульсаций появляются все более высокие частоты. Для числа $Re = 2600$ участок локальной изотропии практически не наблюдается.

Таким образом, частота, которая соответствует вихрям, несущим максимум энергии в развитых турбулентных плоских и осесимметричных потоках воздуха в трубах кругового и прямоугольного сечений, совпадает с частотой акустического резонанса этих систем. По-видимому, возмущения, возникающие в зоне генерации турбулентной энергии в пристеночном слое еще в ламинарном режиме, и колебания скорости, развивающиеся в основном ядре потока при достаточно больших числах Рейнольдса, избирательно усиливаются на резонансной частоте системы.

Из полученных экспериментальных данных следует, что устойчивость потока не одинакова для возмущений различных частот и может иметь минимумы на характерных для потока частотах.

Поступило 18 I 1971

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов А. С., Сперанская А. А. О спектральных функциях пульсаций скорости воздушного потока в трубе круглого сечения при различных числах Рейнольдса. Изв. СО АН СССР, 1969, № 13, вып. 3.
2. Алексеев В. В., Сперанская А. А. О возникновении турбулентного движения. Докл. АН СССР, 1969, т. 188, № 3.

УДК 532.546

ОДНОМЕРНЫЕ ЗАДАЧИ О ВЫТЕСНЕНИИ ГАЗА ВОДОЙ БЕЗ УЧЕТА КАПИЛЛЯРНЫХ СИЛ

Г. А. ОСИПОВА, Г. В. РАССОХИН, Г. П. ЦЫБУЛЬСКИЙ

(Краснодар)

Рассмотрена задача о непоршневом вытеснении газа водой в пористой среде при плоскопараллельном и плоскорадиальном притоке. Полученные выводы об изменении насыщенности по длине переходной зоны сравниваются с известным решением Бакли — Леверетта.

Задачам о вытеснении газа водой в различных постановках посвящено несколько работ.

Так, в [1] рассмотрена одномерная линейная задача о перемещении контура газоносности в полубесконечном пласте в предположении, что вытеснение газа водой