

Турбулентный пограничный слой при периодическом вдуве-отсосе

А.В. Потапчик¹, П.А. Рогожкин², Д.С. Сбоев^{1,2}, П.В. Сысоев¹¹Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Снижение трения в турбулентном пограничном слое (ТПС) является одной из актуальных задач аэродинамики. В последние годы в России и в мире получены хорошие результаты [1, 2] по снижению трения при помощи стационарного микровдува воздуха в ТПС через перфорированные поверхности. Однако этот метод требует расхода воздуха на вдув. В данной работе предпринята попытка управления ТПС при помощи периодического вдува-отсоса через перфорацию с нулевым суммарным массовым расходом.

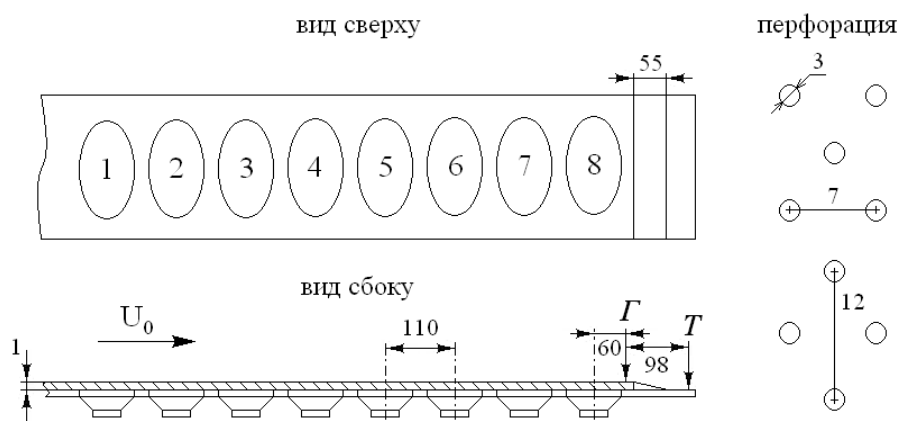


Рис. 1. Схема эксперимента. Размеры в мм. Нумерация громкоговорителей возрастает вниз по потоку. Положения гребенки насадков и термоанемометра отмечены как Γ и T .

Эксперименты проведены в аэродинамической трубе АТ-1 МФТИ. Схема эксперимента и параметры перфорации приведены на рис. 1. Измерительный участок представлял собой перфорированную стенку рабочей части с размещенными под ней громкоговорителями, на которые подавался синусоидальный сигнал частоты f . Громкоговорители могли использоваться как совместно, так и отдельно. Измерения профилей продольной компоненты скорости в ТПС на стенке были проведены при помощи гребенки насадков полного давления или термоанемометра, установленных в фиксированных положениях по продольной координате (рис. 1). Нижняя трубка гребенки использовалась как трубка Престона. При измерениях термоанемометром гребенка снималась. Для определения местных коэффициентов трения C_f по данным гребенки или термоанемометра применялся вычислительный метод Престона [3].

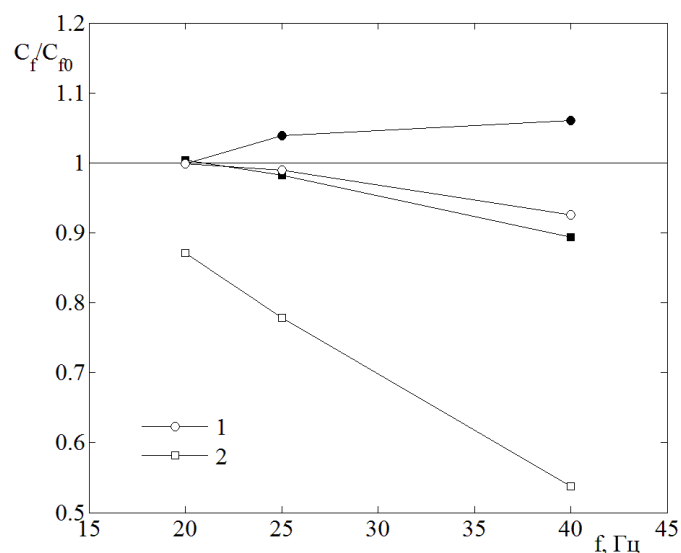


Рис. 2. Зависимости от частоты отношения коэффициентов трения с вдувом-отсосом и без него. Точки 1 и 2 соответствуют работе громкоговорителей №5 и 8. Светлыми символами показаны данные, полученные гребенкой насадков, темными - термоанемометром.

Результаты термоанемометрических измерений на высоте 2 мм над перфорацией при $U_0 = 0$ показали, что в имеющейся установке на фазе вдува громкоговорители формируют направленную от стенки интенсивную струю, пульсации скорости при отсосе существенно меньше. Величина пульсаций в струе была прямо пропорциональна частоте колебаний громкоговорителя. Некоторые результаты измерений в ТПС приведены на рис. 2 для амплитуды синусоидального сигнала 4,6 В. С ростом частоты вдува-отсоса C_f уменьшается более интенсивно. Видно, что вблизи громкоговорителя возможно получить снижение C_f на 45%, но ниже по потоку этот эффект существенно ослабевает. При работе громкоговорителя №5 при $f = 40$ Гц гребенкой было зафиксировано снижение C_f на 8%, при этом ниже по потоку в этом режиме термоанемометром было зафиксировано возрастание трения на 6%. В целом, полученные результаты показали, что при помощи периодического вдува-отсоса возможно добиться существенного снижения местного трения, однако этот эффект сильно зависит от параметров экспериментов и нуждается в дальнейшем изучении.

Литература

1. *Hwang D.* Review of research into the concept of the microblowing technique for turbulent skin friction reduction // *Prog. Aerosp. Sci.* – 2004. – V. 40, N 8. – P. 559–575.
2. *Kornilov V.I.* Current state and prospects of researches on the control of turbulent boundary layer by air blowing // *Prog. Aerosp. Sci.* – 2015. – V. 76. – P. 1–23.
3. *Nitsche W., Haberland C., Thunker R.* Comparative investigations of friction drag measuring techniques in experimental aerodynamics // *Proc. 14th Cong. of the Intern. Council of the Aeronautical Sci.*, Sept. 9–14, 1984, Toulouse: – 1984. – P. 391–403.