

УДК 533.694.27

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ЛОБОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА ПОСРЕДСТВОМ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПЕРЕД НИМ ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЫ

Козлова А. С., Фролов В. А.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Для снижения лобового сопротивления неудобообтекаемых тел была выдвинута гипотеза о возможном уменьшении силы сопротивления подобных тел посредством установки перед ними плоской пластины параллельно потоку. Снижение должно было происходить за счёт достижения конфузорного эффекта между пластиной и цилиндром, в результате которого нарастает скорость и происходит затягивание срыва потока с поверхности тела. Для подтверждения гипотезы было проведено: численное моделирование в пакете газодинамического анализа FlowSimulation и экспериментальное исследование в аэродинамической трубе открытого типа Т-3. В качестве объекта исследования выбран цилиндр кругового поперечного сечения.

В ходе численного моделирования было выявлено, что на снижение лобового сопротивления оказывает влияние не только ширина щели h между пластиной и цилиндром, но также и меридиональный угол θ установки пластины и хорда пластины l . На рисунке 1 представлена геометрия рассматриваемой комбинации цилиндра с пластиной. Выявлено, что наименьшее значение коэффициента лобового сопротивления для системы тел $C_{x\alpha}$ наблюдается при относительном размере щели $\bar{h} = h/D = 10\%$ (где D - диаметр цилиндра, мм.), принимающей значения в диапазоне от 20° до 80° меридионального угла θ и её относительной хорды $\bar{l} = l/D$ (где l – хорда пластины в мм.), лежащей в диапазоне от 25%, 30% и 50%.

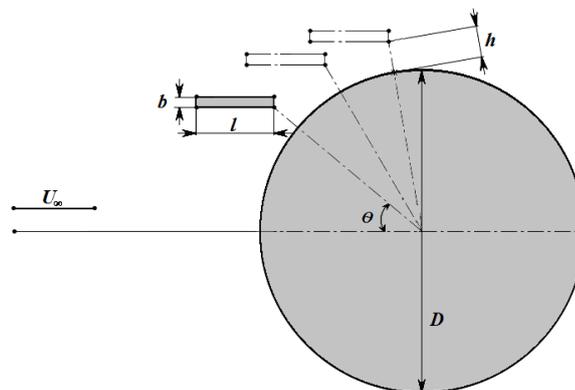


Рис. 1. Расположение пластины вблизи кругового цилиндра

Экспериментальная модель пластины в присутствии цилиндра исследована в аэродинамической трубе открытого типа Т-3. Эксперименты включали в себя измерение скорости и давления в следе за цилиндром. Как численные расчёты, так и эксперимент были основаны на применении метода импульсов, согласно которому изменение количества движения в контрольном объеме равно импульсу силы, действующему на обтекаемое тело. Число Рейнольдса равнялось $Re = U_\infty \cdot D / \nu \approx 10^5$, где U_∞ – скорость набегающего потока, м/с; ν – кинематический коэффициент вязкости, m^2/c . Экспериментально найдено значение коэффициента лобового

сопротивления для изолированного цилиндра $C_{xa} = 1,089$, которое соответствует известным результатам [1, 2]. На рисунке 2 представлены графики зависимости C_{xa} от меридионального угла расположения пластины θ , полученные в результате численного моделирования и эксперимента, а также показано значение C_{xa} для изолированного цилиндра.

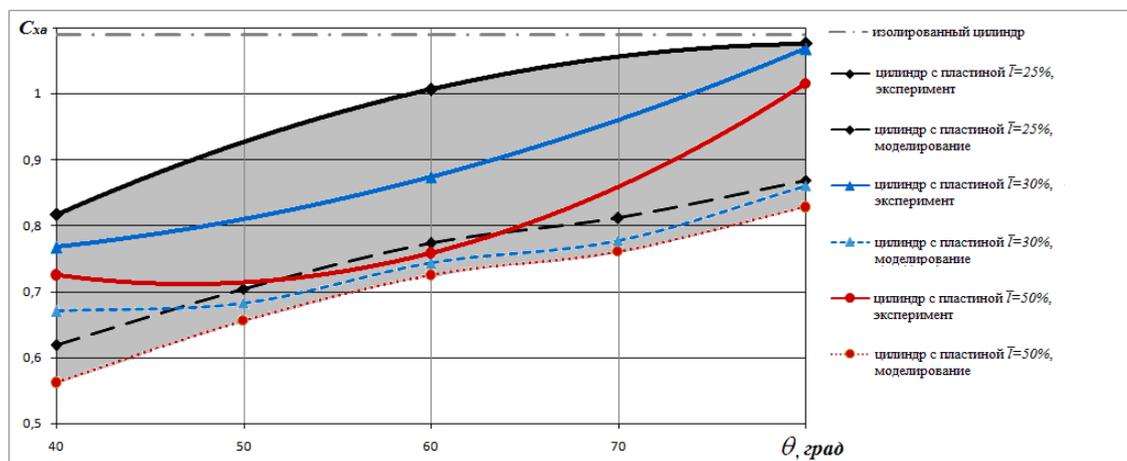


Рис. 2. Зависимость коэффициента лобового сопротивления C_{xa} для системы тел от меридионального угла расположения пластины θ , при различных относительных хордах пластины

В результате многочисленных испытаний для различных положений пластины выяснено, что наилучшим вариантом можно считать положение пластины при $\theta = 40$ град с относительной хордой пластины $\bar{l} = 0,5$. Данные геометрические характеристики комбинации цилиндра и пластины позволяют получить снижение коэффициента лобового сопротивления C_{xa} для двух тел приблизительно на 30%, с относительной погрешностью $\delta = 0,2$.

Таким образом, предположение о том, что установка пластины может привести к снижению лобового сопротивления, была теоретически и экспериментально подтверждена. Показано удовлетворительное согласование результатов теоретического расчёта и экспериментальными данными, а также найдено наиболее рациональное положение пластины, при котором достигается значительный эффект снижения коэффициента лобового сопротивления.

Библиографический список

1. Девнин, С.И. Аэрогидромеханика плохообтекаемых конструкций [Текст] /С.И. Девнин – Л.: Судостроение – 1983. – 320 с.
2. Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя [Текст] /Г. Шлихтинг – М.: Наука – 1974. – 218 с.