

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ ЦИЛИНДРА СДВИГОВЫМ ПОТОКОМ

Исследование воздействия сдвигового течения на модель цилиндра проводилось в аэродинамической трубе Т-3 Самарского государственного аэрокосмического университета.

Специально для проведения исследований, связанных с распределением давления на поверхности цилиндра, разработана и изготовлена дрепированная модель диаметром $D = 63$ мм, длиной $L = 495$ мм и удлинением $\lambda = L/D = 7,857$. Она сделана таким образом, что 32 дренажных отверстия, расстояние между которыми 15 мм и которые служат для измерения давления на поверхности, располагаются по образующей цилиндра. На концах модели имеются круглые концевые пластины высотой $H = 133$ мм для предотвращения движения потока вокруг концов цилиндра. Вращением цилиндра вокруг оси изменялся угол θ , характеризующий положение линии измерения давления. Ось цилиндра находилась на расстоянии 60 мм от среза сопла. Модель цилиндра представлена на рисунке 1.

Было проведено исследование распределения давления по цилиндру в однородном и сдвиговом потоке. В последнем случае на выходе из сопла была установлена металлическая сетка (рисунок 2), перекрывающая половину площади сечения сопла (сетка плетеная; диаметр проволоки сетки $b = 0,45$ мм, размер ячейки сетки $M = 2$ мм). Граница сетки находилась на расстоянии 268 мм от правого края цилиндра между 17 и 18 отверстиями.

Измерения во время эксперимента проводились в автоматическом режиме с помощью многоканального электронного манометра. Манометр имеет 32 канала и может одновременно снимать показания по всем каналам. Диапазон измерений датчиков давлений составляет 2,5 кПа. Для изготовления манометра применялись датчики давления DUX1, 10D фирмы HoneyWell. Манометр связан кабелем с платой сбора информации.

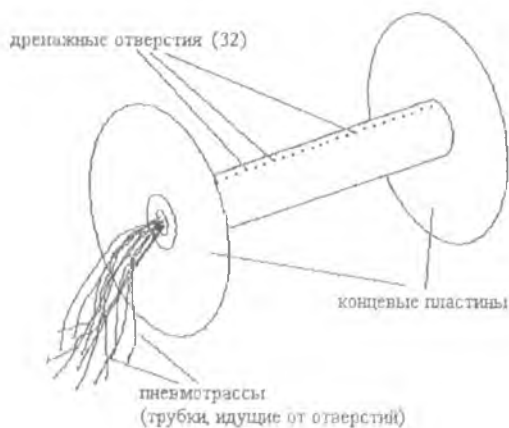


Рисунок 1 – Дренажированная модель цилиндра

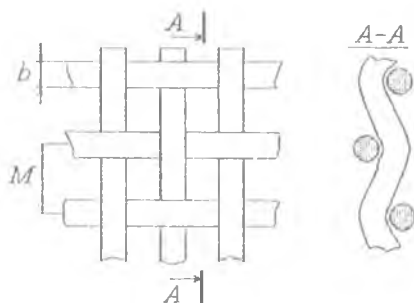


Рисунок 2 – Сетка

Эксперименты проводились в дозвуковой аэродинамической трубе с открытой рабочей частью при скорости набегающего потока $V_\infty = 30$ м/с. Модель цилиндра поворачивалась вокруг оси с переменным шагом угла $\Delta\theta$ (в диапазоне углов θ от 0° до 40° , от 140° до 220° и от 320° до 360° шаг $\Delta\theta = 10^\circ$, в диапазоне углов θ от 40° до 140° и от 220° до 320° с шагом $\Delta\theta = 5^\circ$. Угол 0° (360°) соответствует линии торможения. Обработка экспериментальных данных проводилась в вычислительном пакете MathCad.

Коэффициент давления C_p цилиндра для однородного и сдвигового течений вычислялся по формуле

$$C_p = \Delta p / q,$$

где Δp – избыточное давление в точке, Па;

q – скоростной напор, Па.

В результате проведенных измерений установлено, что в лобовой ($320^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$) (рис. 3) и в тыльной ($90^\circ \leq \theta \leq 270^\circ$) (рис. 4) частях цилиндра давление вдоль образующей остается практически равномерно распределенным в однородном потоке. В сдвиговом потоке в этих областях сохраняется ступенчатое распределение давления, причем в лобовой части оно выражено, чем в тыльной. В предотрывной ($40^\circ \leq \theta < 90^\circ$) и отрывной ($270^\circ \leq \theta < 320^\circ$) областях (рис. 5) имеет место неравномерность распределения давления вдоль образующей.

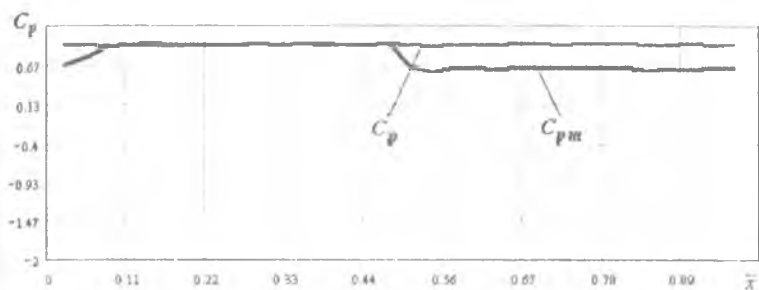


Рисунок 3 – Распределение коэффициента давления вдоль образующей цилиндра в лобовой части ($\theta = 0^\circ$)

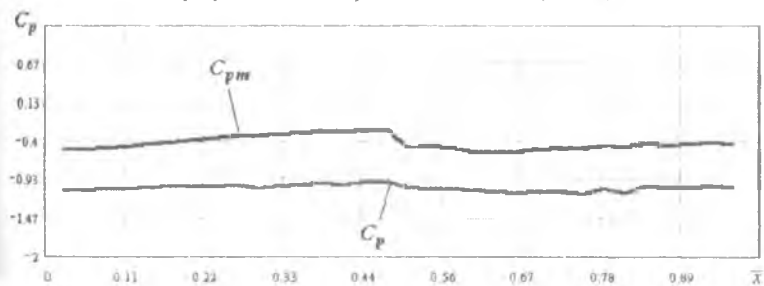


Рисунок 4 – Распределение коэффициента давления вдоль образующей цилиндра в тыльной части ($\theta = 180^\circ$)

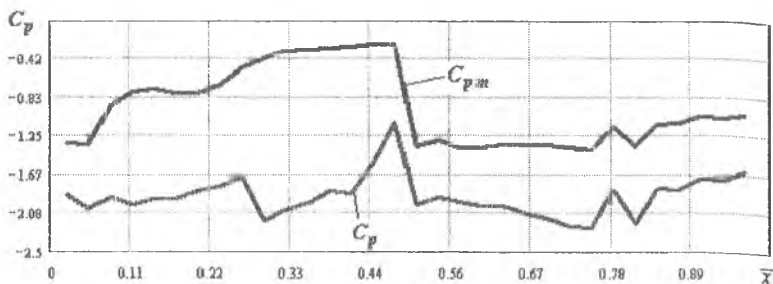


Рисунок 5 -- Характер распределения коэффициента давления вдоль образующей цилиндра в предотрывной и отрывной зонах

Проводились измерения статического давления $p_{стат}$ в сдвиговом потоке и скорости напоров однородного q и сдвигового q_m потоков (рисунки 6 и 7). Для этих целей использовался комбинированный насадок (трубка Пито-Прандтля).

Из рис. 7 видно, что загромождение половины выходного сечения сопла сеткой влияет на величину скоростного напора. В той части потока, где находится сетка, величина скоростного напора меньше, а в свободной части потока больше, чем в однородном.

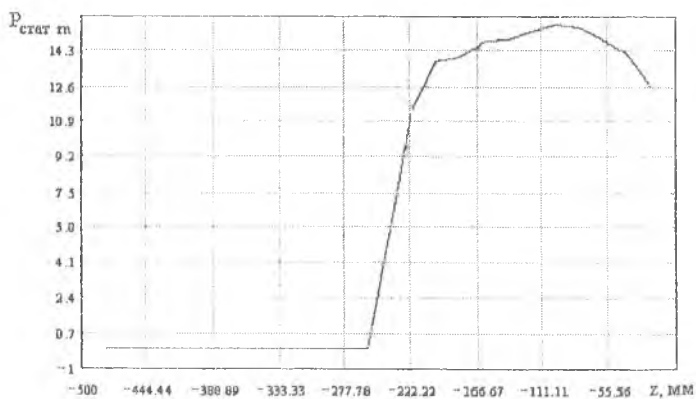


Рисунок 6 -- Статическое давление $p_{стат}$ в сдвиговом потоке

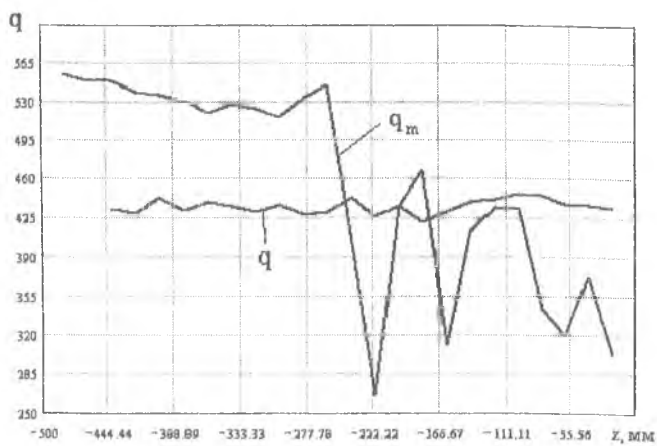


Рисунок 7 – Скоростные напоры однородного q и сдвигового q_m потоков