

ПРОЯВЛЕНИЕ ТРЕХМЕРНОСТИ
В ДВУМЕРНОМ ТУРБУЛЕНТНОМ ОТРЫВНОМ ТЕЧЕНИИ
ЗА ОБРАТНЫМ УСТУПОМФ.С.Занько, А.П.Козлов, Н.И.Михеев
(КГТУ им. А.Н.Туполева, Казань)

На основании результатов измерений мгновенного вектора поверхностного трения в области присоединения за обратным уступом получены новые данные по динамике пространственной структуры турбулентного отрыва потока. Эксперимент проводился в аэродинамической трубе замкнутого типа с закрытой рабочей частью 200×400 мм². Уступ высотой $H = 33$ мм располагался на широкой стенке рабочего участка. Толщина пограничного слоя над уступом вблизи кромки равнялась 15 мм. Скорость набегающего потока 12 м/с, интенсивность пульсаций скорости 4%. Измерения вектора поверхностного трения проводились с помощью специального датчика, разработанного авторами.

По результатам измерений установлено, что осредненная линия присоединения потока за обратным уступом является практически прямой и расположена на расстоянии приблизительно $5H$ от уступа. При этом мгновенное положение линии присоединения, оцененное по знаку продольной компоненты вектора трения τ_x , находится в пределах $3H$ с вероятностью 0.95. Во всех точках измерения ниже ступеньки обе компоненты вектора трения имеют распределение близкое к нормальному с нулевым средним τ_z и переменным по длине средним τ_x , равным нулю в среднем положении линии присоединения. Модуль трения никогда не обращается в нуль и имеет распределение близкое к логарифмически нормальному. В среднем положении линии присоединения направление вектора трения по отношению к направлению потока имеет почти равномерное распределение.

Получены спектры компонент и модуля вектора поверхностного трения. Анализ этих спектров позволил оценить характерные частоты пульсаций потока вблизи стенки в отрывной области за обратным уступом. Проведена оценка производных по времени от модуля и направления вектора поверхностного трения.

Анализ результатов измерений вектора поверхностного трения свидетельствует о том, что рассматриваемое течение, являясь в среднем двумерным, оказывается трехмерным в мгновенных значениях. Можно предположить, что поперечные вихри, образующиеся за уступом, имеют ограниченный по длине размер, и происходит жгутование вихрей.

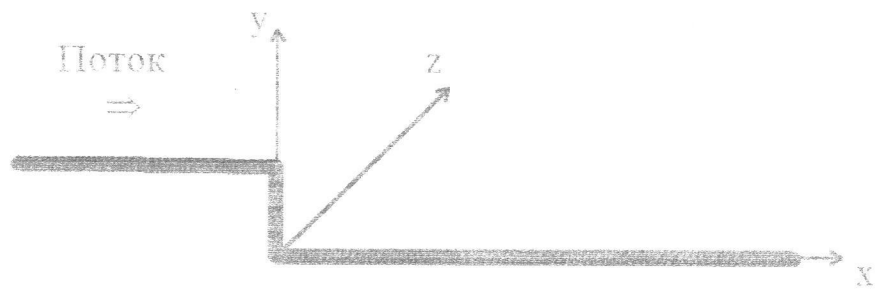


Рис.1. Конфигурация течения

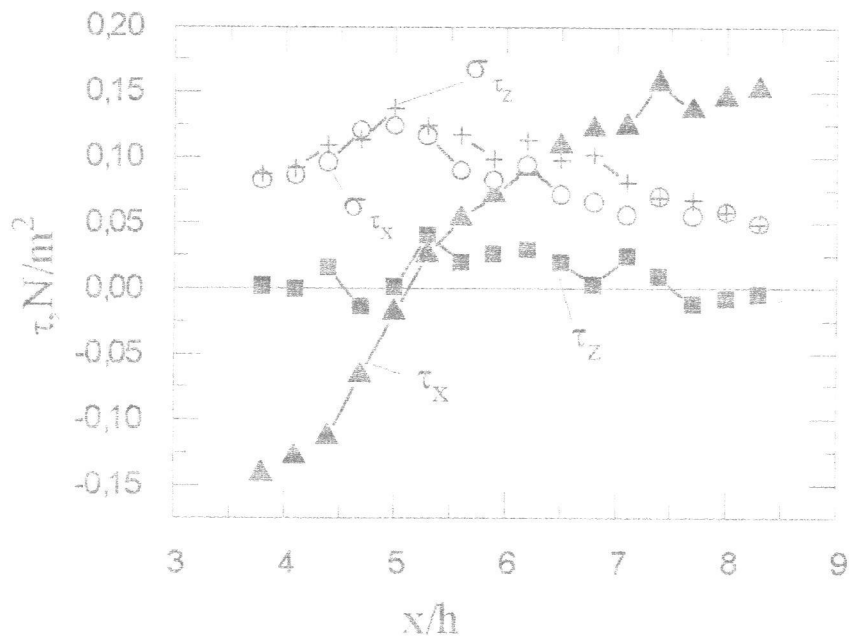


Рис. 2. Средние компоненты вектора поверхностного трения τ и соответствующие им среднеквадратические отклонения σ_{τ} .

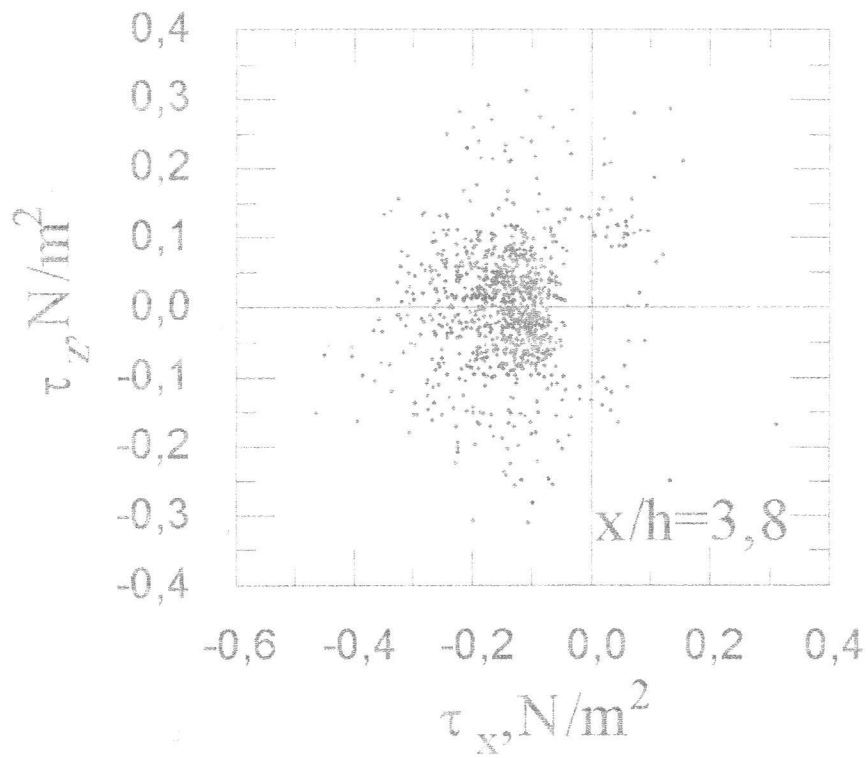


Рис. 3. Распределение вектора поверхностного трения в точке, лежащей в рециркуляционной зоне ($x/H=3,8$)

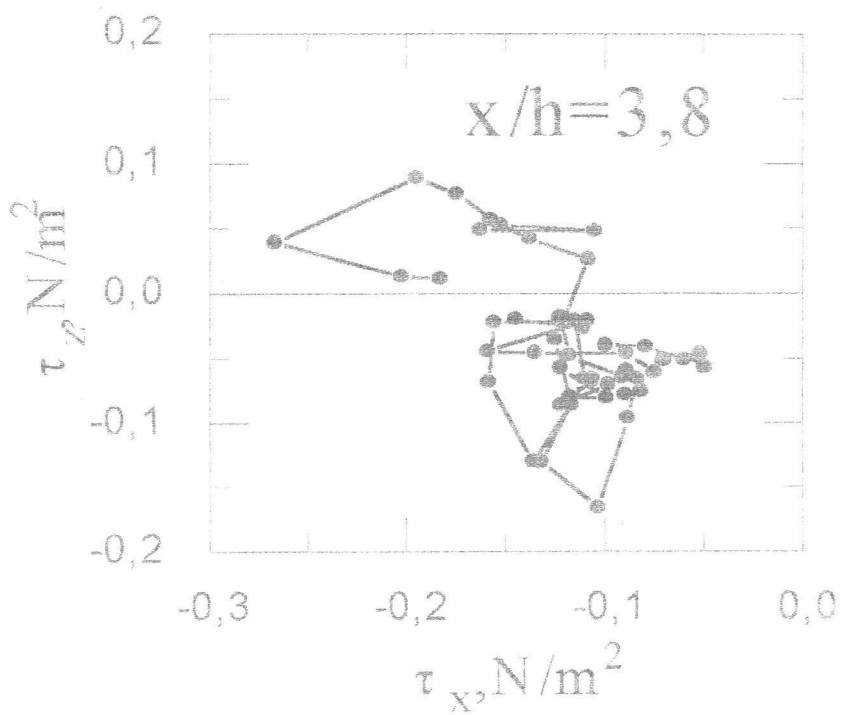


Рис. 4. Годограф векторной функции $\tau(t)$ в точке $x=3,8$

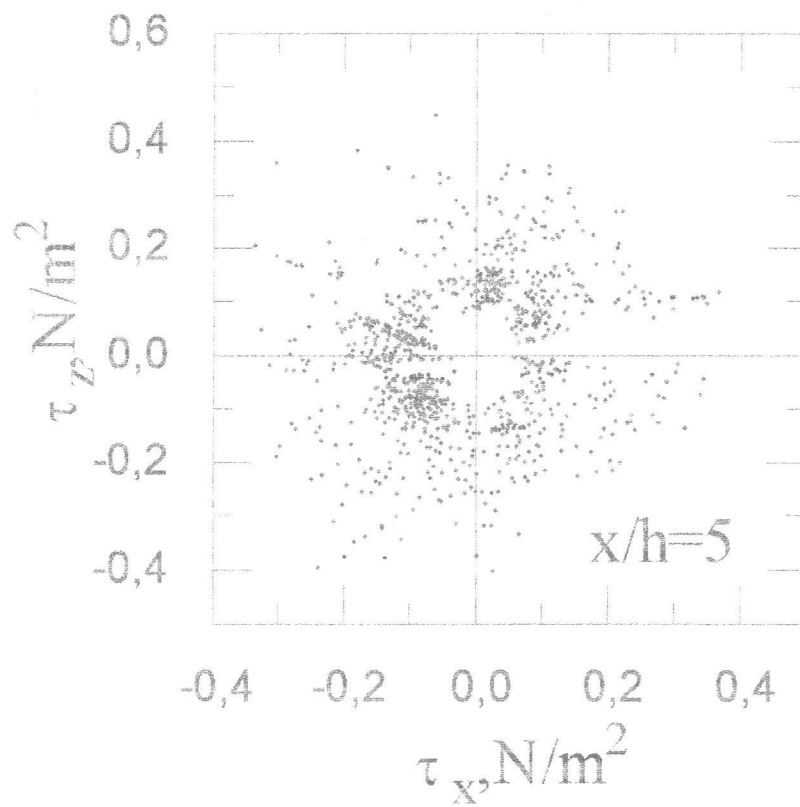


Рис. 5. Распределение вектора поверхностного трения τ в точке, лежащей в районе средней точки присоединения ($x/H=5,0$)

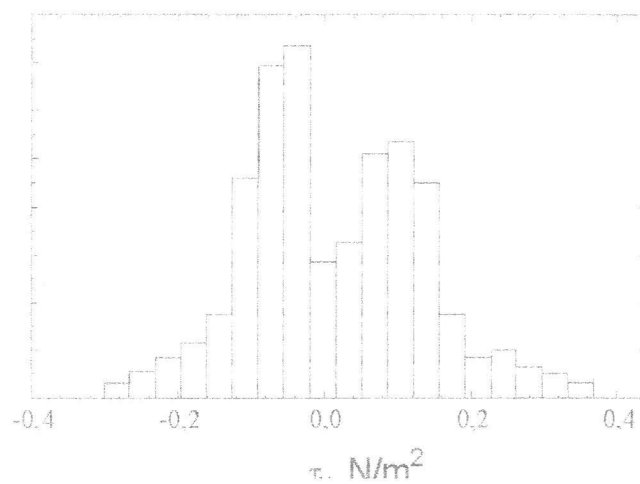


Рис. 6. Гистограмма напряжения трения τ в точке, лежащей в районе средней точки присоединения ($x/H=5,0$)