

Экспериментальные исследования воздействия плазменных актуаторов на аэродинамические характеристики прямоугольного крыла

В.К. Алаторцев, О.М. Карякин, А.Г. Наливайко, М.В. Устинов, Я.Ш. Флакман, А.Е. Яшин
Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского

В последнее время значительное внимание уделяется изучению возможностей использования плазменных актуаторов, работающих на основе диэлектрического барьерного разряда, для управления течением в пограничном слое на аэродинамических поверхностях [1], [2]. Разрабатываются различные конструкции по реализации диэлектрического барьерного разряда, чтобы обеспечить максимальную силу, создаваемую разрядом на единицу площади поверхности [2]. В настоящей работе рассмотрено воздействие плазменных актуаторов на аэродинамические характеристики крыла.

В испытаниях использовалась модель прямоугольного крыла с профилем NASA 0012, ограниченного двумя концевыми аэродинамическими шайбами. Модель крыла устанавливалась на консоли, оборудованной тензовесами, на поворотном круге в рабочей части аэродинамической трубы, как показано на рис. 1.

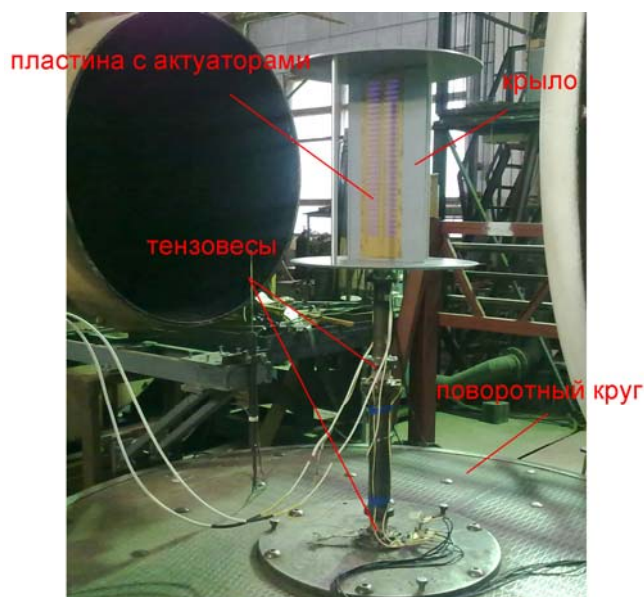


Рис. 1. Модель крыла в АДТ

На поверхности крыла вдоль размаха устанавливалась пластина с электродами, образующая верхнюю часть его профиля. Конфигурация электродов вытравленных на пластине была выбрана так, чтобы в потоке при наличии разряда создавались пары продольных вихрей. Для сравнения с эффективностью разряда, на этой пластине также устанавливались вихрегенераторы в виде пар треугольных крылышек с углом атаки 30° , которые создавали такое же количество пар продольных вихрей.

На рис. 2 показаны зависимости коэффициента подъемной силы C_Y от угла атаки α , полученные при наличии разряда или вихрегенераторов (рис. 2а и рис. 2б соответственно). Эксперименты проводились для скоростей набегающего потока U от 10 до 20 м/с. Для сравнения, на рис. 2 приведена зависимость C_Y от α для чистого крыла без разряда и вихрегенераторов.

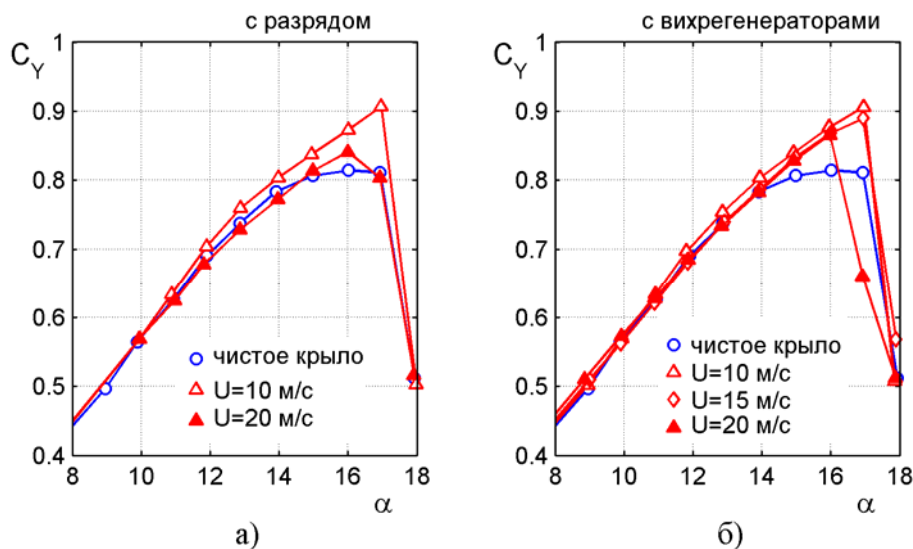


Рис. 2. Зависимости коэффициента подъемной силы крыла от угла атаки при наличии а) барьерного разряда, б) вихрегенераторов для различных скоростей набегающего потока

На рис. 2 видно, что наличие барьерного разряда вблизи отрывных углов атаки задерживает возникновение отрыва, что приводит к сохранению темпа роста подъемной силы вплоть до угла срыва обтекания. При скорости набегающего потока $U=10$ м/с зависимость C_Y от α для разряда и вихрегенераторов близки к друг другу. Это указывает на то, что создаваемые вихри и их воздействие на обтекание крыла одинаковое. Однако, при увеличении скорости набегающего потока до $U=20$ м/с эффективность разряда падает, а вихрегенераторов сохраняется. Это связано с тем, что интенсивность создаваемых продольных вихрей для вихрегенераторов зависит от скорости набегающего потока, а для барьерного разряда только от его мощности, которая неизменна.

Литература

1. Corke T.C., Enloe C.L., Wilkinson S.P. Dielectric barrier discharge plasma actuators for flow control. – Annu. Rev. Fluid Mech. – 2010. – V. 42. – P. 505-529.
2. Гамируллин М.Д., Курячий А.П., Литвинов В.М., Чернышев С.Л. Исследование упрощенной схемы набора плазменных актуаторов для управления течением в пограничном слое. – Ученые записки ЦАГИ. – 2014. – Т. XLV, № 6. – С. 28-35.