

Воздействие синтетических струй на обтекание профиля крыла

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

Перспективный способ управления отрывом потока, активно исследуемый в последнее время [1-3], связан с применением синтетических струй или струй с нулевым расходом. В настоящей работе представлены экспериментальные исследования воздействия синтетических струй на обтекание профиля NASA 0012. Воздействующее устройство (струйный актуатор) представлял собой два ряда отверстий вдоль размаха на верхней поверхности крыла, из которых истекают струи от генераторов синтетических струй, расположенных внутри модели крыла. Основным элементом каждого генератора является пьезоэлектрическая диафрагма, колеблющаяся с частотой около 2.4 кГц и обеспечивающая истечение струи из отверстий. Характеристики используемых генераторов синтетических струй были подобраны в ходе предварительно проведенных специальных исследований.

Воздействие синтетических струй на аэродинамические характеристики исследуемого крыла проявляется на отрывных режимах обтекания. Наблюдается увеличение подъемной силы крыла на режимах срыва потока, достигающее 20-30%. Кроме того, устраняется гистерезис подъемной силы, имеющий место при малых числах Рейнольдса [4].

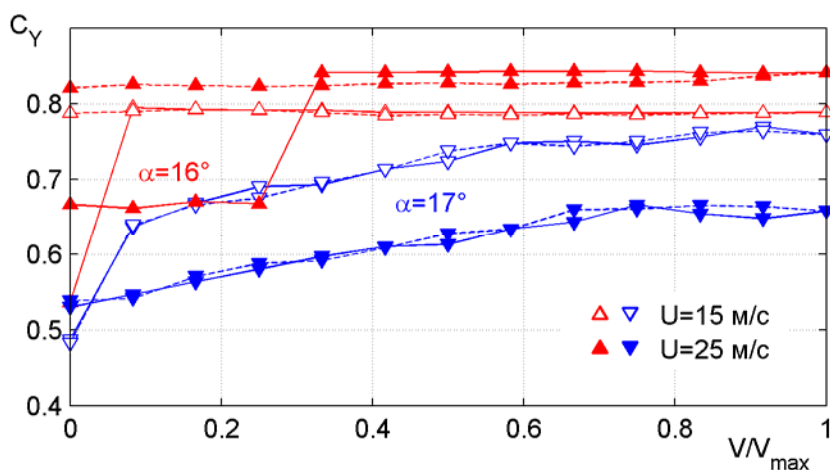


Рис. 1 – Зависимости коэффициента подъемной силы модели крыла для углов атаки 16° и 17° от амплитуды напряжения, питающего генераторы синтетических струй, при скорости потока 15 и 25 м/с (штриховая линия – обратный ход)

На рис. 1 представлены зависимости коэффициента подъемной силы от амплитуды напряжения, питающего генератор синтетических струй, при скорости набегающего потока 15 и 25 м/с.

При угле атаки крыла $\alpha=16^\circ$ на рис. 1 проиллюстрирована возможность ликвидации отрыва потока на околокритических режимах обтекания крыла. Видно, что увеличение амплитуды питающего напряжения приводит к скачкообразной ликвидации срыва обтекания крыла. Безотрывный режим сохраняется при последующем уменьшении напряжения питания до нуля. Это объясняется, тем, что $\alpha=16^\circ$ является критическим углом атаки, при котором обтекание крыла метастабильно.

На режиме развитого отрыва (см. рис. 1 при $\alpha=17^\circ$) изменение амплитуды питающего напряжения приводит к плавному изменению коэффициента подъемной силы крыла. Причем с ростом скорости набегающего потока до 25 м/с это изменение уменьшается.

Тот факт, что на критических углах атаки генераторы синтетических струй способны менять коэффициент подъемной силы в достаточно широких пределах, а в некоторых случаях и ликвидировать срыв обтекания крыла, в перспективе открывает новые возможности управления летательным аппаратом на критических режимах, таких, например, как сваливание в штопор.

Литература

1. *Greenblatt D., Paschal K.B., Yao C.-S., Harris J., Schaeffler N.W., Washburn A.E.* Experimental investigation of separation control. Part 2: Zero mass-flux oscillatory blowing // *AIAA Journal*. 2006, V. 44, N. 12. P. 2831–2845.
2. *Gordon M., Soria J.* PIV measurements of a zero-net-mass-flux jet in cross flow // *Exp. Fluids*. 2002. V. 33, N 6. P. 863–872.
3. *Garcillan L., Liddle S., Sunmechurra K., Growthe B., Zhang S., Wood N.* PIV measurements of the effect of pitch and skew on a circular orifice synthetic jet in a turbulent boundary layer // *AIAA paper No 318-2006*.
4. *Колин И.В., Суханов В.Л., Трифонова Т.И., Шуховцов Д.В.* Существование и устойчивость внутренних границ области множественного гистерезиса статических аэродинамических сил и моментов // *Механика жидкости и газа*. 2002. № 2. С. 199–206.