

УДК 533.6.071.1

Исследование возможности уменьшения индукции границ потока в перспективных
трансзвуковых аэродинамических трубах

Волкова А.О.^{1,2}, Иванов А.И.², Стрельцов Е.В.^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет),

²Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского

Одной из важнейших методических задач при испытаниях моделей в аэродинамических трубах (АДТ) является задача уменьшения или полного устранения индукции границ потока. С этой целью в трансзвуковых аэродинамических трубах ЦАГИ традиционно используются перфорированные стенки рабочей части АДТ. Данная работа посвящена исследованию новых видов граничных условий, основанных на концепции струйных границ потока, теоретически позволяющих реализовать безиндукционное обтекание модели. В проведенной серии экспериментов для оценки величины индукции использовались геометрически-подобные, разномасштабные контрольные модели, представляющие собой схематизированные планеры пассажирского самолета со стреловидным крылом без мотогондол и с Т-образным хвостовым оперением.

Испытания геометрически-подобных моделей – классический подход, позволяющий оценить влияние стенок рабочей части АДТ. Считается, что правильный выбор граничных условий приведет к совпадению аэродинамических характеристик для всех испытываемых моделей. В данной работе исследовался новый тип граничных условий, основанный на использовании комбинированных струйно-перфорированных границ. Этот подход является развитием концепции применения управляемого пограничного слоя в качестве аналога струйных границ с целью уменьшения индукции стенок, так как пограничный слой в определенном смысле представляет собой пристеночную струю с меньшим, чем в основном потоке, скоростным напором. В результате были получены аэродинамические характеристики испытываемых моделей в сплошных стенках, в сплошных стенках со спойлерами, увеличивающими толщину пограничного слоя, и в комбинированных струйно-перфорированных границах. Проведен сравнительный анализ полученных данных с целью определения оптимального варианта границ потока для получения малоиндукционного или даже безиндукционного обтекания при испытаниях моделей в АДТ.

Единственное реальное подтверждение эффективности выбранного граничного условия – прямое сравнение характеристик модели, полученных в аэродинамических

трубах, с характеристиками модели при безграничном обтекании. Такие «безграничные» характеристики могут быть получены в аэродинамических трубах с гораздо большими размерами рабочей части или численными методами.

В данной работе эти характеристики были рассчитаны с использованием программного комплекса ANSYS/CFX. Расчет проводился путем численного решения уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу (RANS), с использованием модели турбулентности SST. Полученные результаты могут использоваться как для выбора оптимального коэффициента проницаемости традиционных перфорированных стенок, так и для разработки новых перспективных видов границ, позволяющих реализовать безиндукционное обтекание модели.

Литература

1. *Иванов А.И., Стрельцов Е.В.* Расчетно-экспериментальное исследование возможности уменьшения индукции стенок путем управления пограничным слоем на входе в рабочую часть АДТ. Материалы XXIII научно-технической конференции по аэродинамике. ЦАГИ. 2012 г.
2. *Нейланд В.М., Семенов А.В., Семенова О.К., Иванов А.И., Глазков С.Н., Хозяенко Н.Н.* Особенности методики испытаний в аэродинамической трубе с адаптивной перфорацией стенок рабочей части. Москва 1991.
3. *Ivanov A.I.* An experimental study of gas flow near the perforated walls of transonic wind tunnel. Fluid Mechanics- Soviet Research, vol.17, No.4,1988.
4. *Glazkov S. A., Gorbushin A. R., Ivanov A. I. and Semenov A.V.* Recent experience in improving the accuracy of wall interference corrections in TsAGI T-128 wind tunnel. Progress in Aerospace Sciences, Vol. 37, No.3, pp. 263-298, 2001.
5. *Neyland V.M., Ivanov A.I., Semenov A.V., Semenova O.K., Amirjanz G.A.* Adaptive-Wall Perforated Test Section for Transonic Wind Tunnels, AGARD-CP-585. October. 1996.