

УДК 533.6.04:011

Влияние формы передней кромки на аэродинамические характеристики полукольцевого крыла

Калугин Владимир Тимофеевич

kaluginvt@bmstu.ru

Наумов Александр Владимирович^(*)

avnaumov@bmstu.ru

Слободянюк Дмитрий Михайлович

slobodyanyuk@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Работа посвящена исследованию влияния формы передней кромки полукольцевого крыла летательного аппарата на его аэродинамические характеристики при сверхзвуковом обтекании и эффекта реверса крена с ростом числа M_∞ при нулевом угле атаки. В работе проведено численное моделирование и сопоставление результатов с данными экспериментальных исследований и расчетов. Определены диапазоны чисел Маха набегающего потока, при которых происходит реверс крена у рассматриваемых конфигураций консолей.

Ключевые слова: полукольцевые крылья, аэродинамическая интерференция, численное моделирование, реверс крена, аэродинамические характеристики

Введение. При разработке летательных аппаратов (ЛА) стартующих из пусковых контейнеров часто используют компоновку с полукольцевыми крыльями (ПКК). Расчет их аэродинамических характеристик (АДХ) требует учета реверса момента крена в области малых сверхзвуковых скоростей. Актуальна задача выбора геометрии ПКК, минимизирующей подобные эффекты.

Материалы и методы; результаты. Масштабные экспериментальные исследования АДХ ПКК проводились в рамках программы ТТСР [1] для специально разработанной конфигурации ЛА. Обозначенная в литературе как В1F1 или базовая ТТСР, она состоит из (в калибрах): осесимметричного корпуса длиной 10, оживальной головной части длиной 2 и четырех полностью развернутых ПКК прямоугольной формы с хордой 1,75 и толщиной 0,05 с симметричнозаостренными под 45° передней и задней кромками, которые полностью окружают корпус в сложенном состоянии (рис. 1).

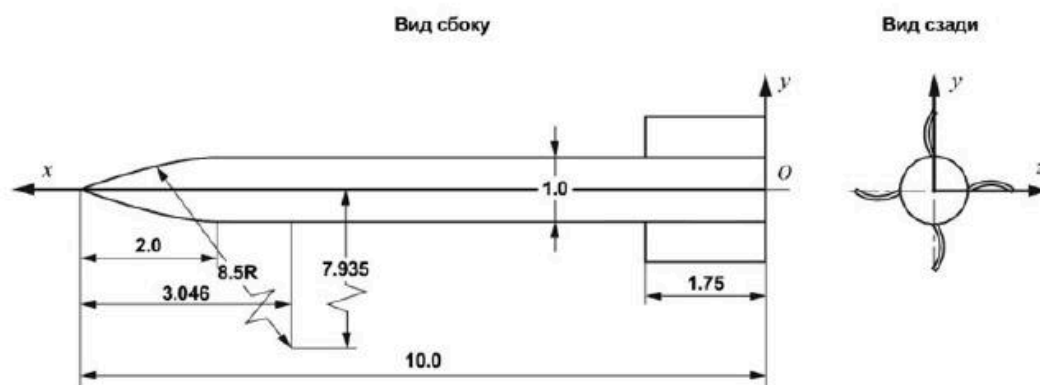


Рис. 1. Компоновка ТТСР-модели

В работе [2] было проведено численное исследование обтекания модели B1F1-Edge [3] (плоские кромки консолей) с использованием метода Годунова [4] и получены ее АДХ, хорошо соответствующие экспериментальным данным [1], и подтверждено наличие у модели момента крена при нулевом угле атаки и реверсе момента крена в области $M_\infty = 1,6$.

В работе исследовано влияния стреловидности передней кромки ПКК на моментные характеристики ЛА. Проведен численный расчет АДХ конфигураций ПКК различной формой передней кромки. АДХ определялись в связанной системе координат охуз (рис.1). Рассматривалось несколько вариантов консолей: B1F1-Edge, базовая ТТСР, базовая ТТСР с со стреловидностью 30° по передней кромке (ТТСР-30-0) (рис. 2).

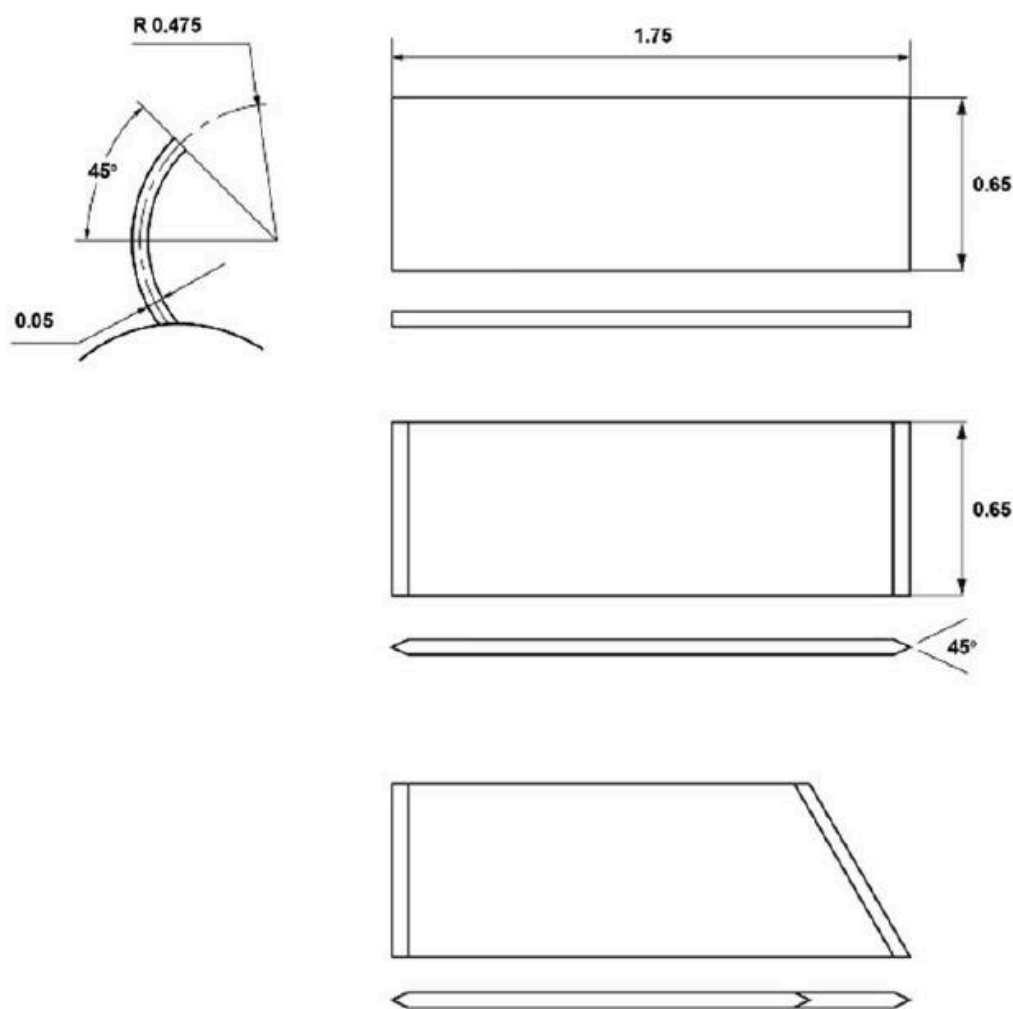


Рис. 2. Варианты формы передней кромки крыла

Заключение. Исследован диапазон M_∞ 1,5...2,5 с шагом 0,25 (рис. 3). Реверс крена у компоновки ТТСР происходит в области $M_\infty = 1,8$, а в случае плоской передней кромки в области $M_\infty = 1,6$ что хорошо согласуется с экспериментом [1, 3] и работой [2].

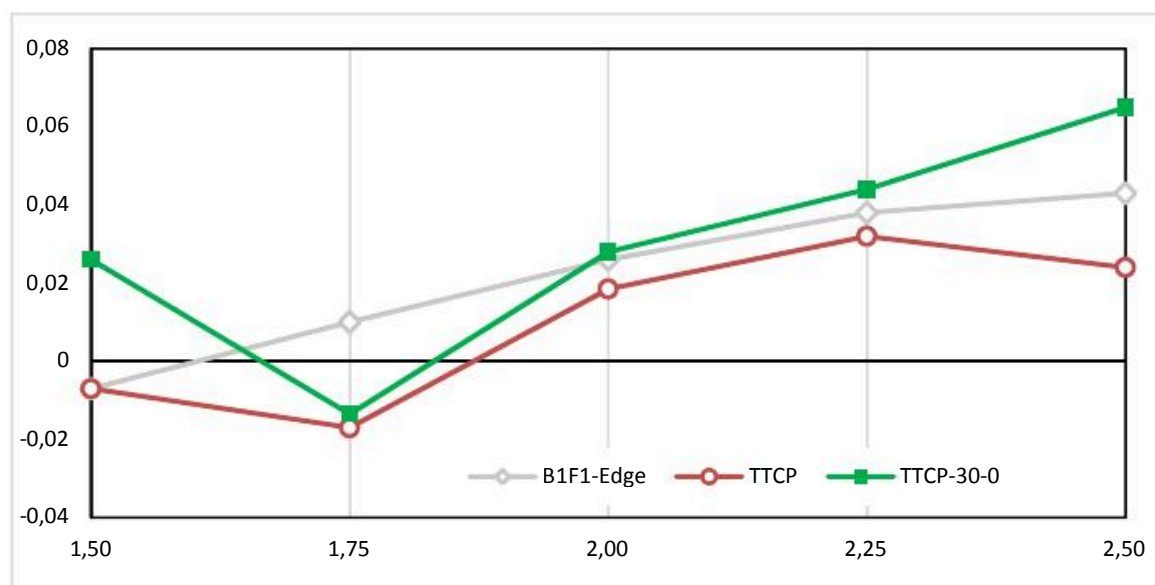


Рис. 3. Полученный график зависимости коэффициент момента крена от M_∞ для рассмотренных конфигураций ПКК

Для компоновки TTCP-30-0 30° реверс крена произошел дважды: в диапазоне низких сверхзвуковых скоростей. В окрестности $M_\infty=1,7$ положительный момент крена меняется на отрицательный. Затем в области $M_\infty=1,8$ отрицательный момент крена меняется на положительный.

Стреловидность передней кромки ПКК не уменьшает влияние эффекта реверса крена у ЛА с такими консолями.

Список источников

- [1] Bar-Haim B., Seginert A. Aerodynamics of Wraparound Fins. *J. of. spacecraft's and rockets*, 1983, vol. 20, no. 4.
- [2] Калугин В.Т., Наумов А.В., Чернуха П.А. Аэродинамический расчет полукольцевых стабилизаторов летательных аппаратов при сверхзвуковых скоростях обтекания. *Оборон. Техника*, 2007, № 3–4, с. 17–22.
- [3] Seung-Kil Paek, Tae-Sang Park, Jae-Sung Bae, In Lee, Jang Hyuk Kwon. Computation of Roll Moment for Projectile with Wraparound Fins Using Euler Equation. *J. of. spacecraft's and rockets*, 1999, vol. 36, no. 1, pp. 53–58.
- [4] Годунов С.К. Численное решение многомерных задач газовой динамики. Москва, Наука, 1976.