УДК 533.6

Подъемная сила звездообразного конического тела

Максимов Федор Александрович(*) f_a_maximov@mail.ru

НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Аннотация. *Представлены результаты численного исследования коэффициента подъемной силы звездообразного конического тела. Результаты численных расчетов сопоставляются с экспериментальными данными и обрабатываются в рамках параметров теории тонкого крыла. Получено простое выражение для оценки коэффициента подъемной силы для звездообразного конического тела.*

Ключевые слова: *сверхзвуковые течения, звездообразные тела, конические течения, аэродинамические характеристики*

Введение. В [1–3] приведены экспериментальные данные о коэффициенте подъемной силы звездообразных конических тел. В качестве характерной площади используется площадь миделя. При этом сопоставляются геометрии с существенно разной площадью в плане. В линейной теории обтекания тонкого крыла в качестве характерной площади используется площадь в плане, что позволяет получить простое выражение для определения коэффициента подъемной силы. Теория тонких крыльев хорошо согласуется с экспериментальными данными. В данной работе выполнены параметрические расчеты обтекания звездообразных конических тел под углом атаки, определен коэффициент подъемной силы. Результаты сравниваются с известными экспериментальными данными и обрабатываются в соответствии с параметрами теории тонкого крыла.

Материалы и методы; результаты. Для расчета обтекания звездообразных тел со сверхзвуковыми передними кромками реализован метод на основе уравнений Эйлера. Расчет течения во всех циклах позволяет определить распределение давления по контуру звездообразного тела и определить, в частности, коэффициент подъемной силы. Проведены расчеты звездообразных тел нулевой толщины, которые удовлетворяют требованиям теории тонкого крыла. По этим результатам получена оценка влияния числа циклов на величину подъемной силы звездообразного тела — коэффициент k_n.

В качестве параметра, характеризующего объем звездообразного тела ненулевой толщины, по результатам расчетов целесообразно взять угол 2δ — угол в плоскости, нормальной к передней кромке между верхней и нижней поверхностями, образующими лепесток звездообразного тела. Выбор этого параметра обусловлен тем, что δ при присоединенной ударной волне к передней кромке определяет разность давления на двух сторонах, что создает дополнительную составляющую подъемной силы объемного тела типа несущий корпус [4].

Результаты расчетов позволяют предложить простое приближенное выражение для производной коэффициента подъемной силы звездообразного конического тела в условиях обтекания со сверхзвуковыми передними кромками: $Cy^{\alpha} \approx k_n \left[\frac{4}{\sqrt{M^2 - 1}} + \delta\lambda \right]$, M — число Маха, $\lambda = \frac{4}{tg\,\chi}$ — удлинение крыла, χ — угол стреловидности передней кромки лепестков звездообразного тела.

Фактически, подъемная сила звездообразного тела определяется двумя составляющими: первая зависит от площади тела в плане и существенно зависит от числа Маха M; вторая связана с толщиной лепестка звездообразного тела, определяемой углом δ, и удлинением лепестка. Сумма двух слагаемых умножается на коэффициент k_n, учитывающий число циклов n звездообразного тела.

Заключение. Получена оценка коэффициента подъемной силы звездообразных конических тел. Показано, что в параметрах подобия теории тонкого крыла величина коэффициента подъемной силы звездообразного конического тела определяется суммой двух составляющих подъемной силы: первой, зависящей от площади тела в плане, и второй, обусловленной толщиной тела.

Список источников

[1] Гонор А.Л., Казаков М.Н., Швец А.И., Шеин В.И. Аэродинамические характеристики звездообразных тел при сверхзвуковых скоростях. *Изв. АН СССР. МЖГ*, 1971, № 1, с. 97–102.

[2] Ведерников Ю.А., Гонор А.Л., Зубин М.А., Остапенко Н.А. Аэродинамические характеристики звездообразных тел при M=3–5. *Изв. АН СССР. МЖГ*, 1982, № 4, с. 88–93.

[3] Зубин М.А., Остапенко Н.А. Аэродинамические характеристики и запас устойчивости конических звездообразных тел при сверхзвуковых скоростях. *Изв. РАН. МЖГ*, 1992, № 6, с. 142–150.

[4] Келдыш В.В. Влияние формы несущего тела на его подъемную силу при сверхзвуковых и гиперзвуковых скоростях полета. *Ученые записки ЦАГИ*, 1974, № 2, с. 19–26.