

УДК 533.6

Применение параболизированных уравнений Навье-Стокса для решения задач
аэрофизики

П.В. Платонов^{1,2}, А.С. Дикалюк^{1,2,3}

¹Институт проблем механики РАН им. А.Ю. Ишлинского

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

³Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л.Духова

Уравнения Навье-Стокса можно применять для описания характеристик и изучения структуры различных течений в широком диапазоне параметров. Однако, сложности связанные с численным решением этих уравнений (для трехмерных расчетов требуются большие затраты машинного времени и памяти) не позволяют использовать компьютерные программы, основанные на этой системе уравнений, для массового решения практически значимых задач аэрофизики.

В связи с этим были выполнены исследования, связанные с формулировкой упрощенных систем уравнений (полученных на основе системы уравнений Навье-Стокса) для расчета вязких течений. Эти уравнения принадлежат к классу параболизированных уравнений Навье-Стокса. Указанные уравнения, как и исходную систему уравнений Навье-Стокса, можно применять как в невязкой, так и в вязкой областях поля течения, однако, по сравнению с последними, они имеют ряд преимуществ. Во-первых, параболизированные уравнения Навье-Стокса состоят из меньшего количества членов, что приводит к сокращению времени расчета. Во-вторых, в стационарном случае эти уравнения относятся к гиперболически-параболическому типу по координате в направлении основного потока (в отличие от уравнений Навье-Стокса, которые в стационарном случае образуют смешанную систему эллиптически-параболических уравнений). Это означает, что их можно решать маршевыми методами, что уменьшает число измерений с четырех (для исходных уравнений Навье-Стокса 3 пространственных координаты и время) до трех. Тем самым достигается существенная экономия памяти и уменьшается время расчета [1].

Параболизированные уравнения Навье-Стокса применяются авторами, в основном зарубежными, для расчета различных классов как внутренних, так и внешних течений, в том числе и сверхзвуковых [2-4]. Поэтому представляет интерес выполнение обзора работ по этому направлению и определения перспектив применения этих уравнений для решения текущих практически важных задач.

Литература

1. *Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р.* Вычислительная гидромеханика и теплообмен. - М.: Мир, 1990.
2. *Wadawadigi G.* Computation of the integrated aerodynamic and propulsive flowfields of a generic hypersonic spaceplane // PHD Thesis, Iowa State University. – 1993.
3. *Annafederica Urbano, Francesco Nasuti* An approximate Riemann solver for real gas parabolized Navier–Stokes equations // J. Comp. Phys. – 2013. – V. 233. – 574-591 p.
4. *Paredes P., Theofilis V.* Accurate Parabolic Navier-Stokes solutions of the supersonic flow around an elliptic cone // AIAA Paper. – 2013. – AIAA 2013-0670.