

Развитие комплекса программ SINF/Flag-S

Смирнов Е.М., Колесник Е.В., Смирновский А.А., Смирнов С.И.
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

Дается краткая характеристика конечно-объемного кода SINF/Flag-S, оперирующего неструктурированными сетками с ячейками произвольной геометрии.

Излагаются особенности двух численных методов (SIMPLE-подобного и варианта метода дробных шагов), реализованных в коде для вихреразрешающего моделирования течений несжимаемой жидкости в областях произвольной геометрии, включая случаи вращающихся стенок и общего вращения системы. На примерах расчетов внутренних свободноконвективных течений, проведенных на основе DNS/ILES подходов, рассматриваются проблемы, которые связаны с необходимостью в отдельных случаях, а чаще всего при идеализированных постановках, рассчитывать чрезмерно большие выборки для получения надежных статистических данных о турбулентном течении.

Описывается реализация в коде метода генерации синтетической входной турбулентности, требующегося для проведения расчетов на основе зонального RANS-LES подхода. Приводятся результаты тестирования реализованного метода на примере внутренних течений. Излагается начальный опыт применения зонального RANS-LES подхода для численного моделирования свободноконвективного пограничного слоя, развивающегося на вертикальной нагретой пластине, и возникающие при этом проблемы.

Представляются реализованные в 2017-2019 гг. численные методы для расчета сверх-, транс- и дозвуковых течений вязкого совершенного газа на основе единого (density-based) подхода. Возможность расчета течений со сколь угодно малыми значениями числа Маха обеспечивается соответствующими (известными) методами регуляризации. Рассматриваются вопросы применения методов регуляризации для случая различных схем расчета конвективных потоков на гранях расчетной ячейки, включая неявные схемы. Номинально второй порядок точности схем при расчете невязок уравнений сохранения достигается посредством применения различных подходов к реконструкции переменных с использованием ограничителей.

В сопоставлении с имеющимися опытными данными, представляются результаты RANS расчетов, нацеленных на оценку качества предсказания вязко-невязкого взаимодействия в случае высокоскоростного существенно трехмерного обтекания цилиндрического тела при его сочленении с пластиной, вдоль которой развивается сверхзвуковой пограничный слой. Работоспособность реализованного метода регуляризации иллюстрируется на примере решения задачи по оценке влияния числа Маха на структуру дозвукового турбулентного течения и локальный теплообмен в области, занятой системой подковообразных вихрей.