

Вторник, 30.06.2015. 11:00

Тема: Обзор и опыт приложения моделей ламинарно-турбулентного перехода, разработанных для CFD-кодов общего назначения

Автор: Евгений Михайлович Смирнов (СПбПУ)
aero@phmf.spbstu.ru

Рассматриваются полуэмпирические RANS-модели ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП), которые были разработаны в последнее десятилетие рядом зарубежных авторов и являются полностью совместимыми с современными технологиями CFD, основанными на использовании неструктурированных сеток и параллелизацией вычислений по стратегии “domain-decomposition”. Отличительная особенность этих моделей заключается в том, что их формулировка не предполагает вычислительных операций нелокального характера (таких, например, как расчет интегральных толщин развивающихся пристенных пограничных слоев).

Излагаются основные идеи двух концептуально различных моделей, а именно: модели k_L - k_T - ω (Walters et al, 2004-2008), в которой приближенно воспроизводятся физические механизмы нарастания возмущений («ламинарной» кинетической энергии k_L) в области вверх по потоку от местоположения ЛТП (реализована в лицензионном коде ANSYS Fluent), и γ - Re_θ модели (Menter, Langtry, 2004-2009), которая применяется в сочетании с k - ω SST моделью турбулентности и основана на использовании эмпирических корреляций для запуска ЛТП при критических значениях локальных параметров пристенного течения (внедрена в лицензионные коды ANSYS CFX, ANSYS Fluent, Star CCM+).

Освещается опыт реализации модели γ - Re_θ в гидродинамическом коде внутреннего пользования SINF (кафедра гидроаэродинамики СПбПУ).

По данным литературных источников и собственных исследований представляются примеры успешных и неуспешных расчетов ламинарно-турбулентного перехода в безградиентных и градиентных пограничных слоях (развивающихся на плоской пластине при разной интенсивности внешней турбулентности), в пограничных слоях на аэродинамических профилях, в дозвуковых и трансзвуковых турбинных решетках, в пограничных слоях на трехмерных телах. Анализируется влияние расчетной сетки на предсказание ламинарно-турбулентного перехода, приводятся примеры кросс-верификационных расчетов по разным кодам.