

ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОРЕЙНОЛЬДСОВЫХ МОДЕЛЕЙ В ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЯХ

Юн А.А.

НТЦ им. А. Люльки, ОАО “НПО Сатурн”, Москва, Россия

alex@yun.su

Прогресс компьютерной техники в последнем столетии позволил широко использовать численное моделирование турбулентных течений (CFD). Одной из проблем, при моделировании турбулентных течений, является описание пристеночных течений, в частности с отрывом пограничного слоя. Такие течения находят место во многих технических устройствах: турбинные лопатки, диффузоры, воздуховоды и др. В последнее время для такого типа течений наметился переход от использования эмпирических функций (пристеночные функции) к применению специальных моделей (Low-Re) с демпфирующими функциями, более точно учитывающих срыв потока [1]. Другое направление - использование изначально таких уравнений переноса при моделировании, которые более точно описывают пристеночные течения, например модели $k-\omega$ типа [2]. На рис. 1 показана структура течения в канале за ступенькой со степенью расширения $ER = 1.2$ ($ER = \frac{H+h}{h}$, где $H = 20\text{ мм}$ - высота ступеньки, h - ширина канала) и числом Рейнольдса $Re = 2000$, полученная с помощью перспективной Low-Re EARSM модели [3].

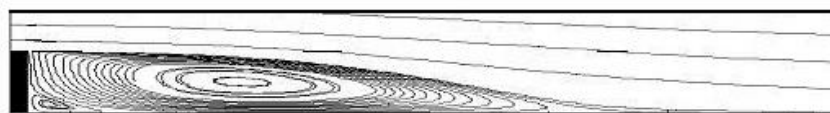


Рис. 1. Линии тока в канале с обратной ступенькой.

EARSM предсказывает точку присоединения на расстоянии 5.60 калибров, *Low-Re EARSM* на расстоянии 6.20 калибров, что более близко к наблюдаемым в эксперименте 6.28 калибрам.

На рис. 2 показана структура течения в канале с незначительным препятствием ($H = 40\text{ мм}$, $Re = 3000$), полученная с Low-Re EARSM.



Рис.2. Линии тока в канале с незначительным препятствием.

В эксперименте точка присоединения отрывной зоны лежала на расстоянии 11.7 калибров, при расчете с пристеночными функциями 15.87, при Low-Re EARSM на расстоянии 11.39 калибров. Как и в предыдущем случае в углах можно наблюдать существование дополнительных рециркуляционных зон, отсутствующих при расчетах с использованием пристеночных функций [4].

Проведенные расчеты показывают более точное описание структуры течения Low-Re моделью, чем при использовании пристеночных функций. Также более точно предсказывается точка присоединения отрывной зоны. С другой стороны к недостаткам Low-Re моделей можно отнести повышенные требования к вычислительным ресурсам [1,4].

Список литературы

1. Юн А.А. Теория и практика моделирование турбулентных течений. 272 стр. "URSS". Москва. Россия. 2009.
2. Wilcox D.C. Turbulence Modeling for CFD. California, 1994.
3. Wallin S. Engineering turbulence modeling for CFD with a focus on explicit algebraic Reynolds stress models. Doctoral thesis. Norstedts Truckeri, Stockholm, Sweden, 2000.
4. Yun A. Development and Analysis of Advanced Explicit Algebraic Turbulence and Scalar Flux Models for Complex Engineering Configurations. Doctor thesis. Darmstadt. 2005.