

A. P. Ибрагимова, Р. Р. Валиуллов, А. М. Зиганшин

Казанский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Казань

i.a.r97@mail.ru, rinatvaliullov@gmail.com, amziganshin@kgasu.ru

ТЕЧЕНИЕ В ТРОЙНИКЕ НА РАЗДЕЛЕНИЕ – СИММЕТРИЧНОМ И НЕСИММЕТРИЧНОМ

Построены компьютерные модели течений в тройниках на разделение, проведено исследование на сеточную зависимость, найдены очертания вихревых зон и определено наиболее корректное сочетание модели турбулентности и способа пристеночного моделирования.

Ключевые слова: численное моделирование, валидация компьютерной модели, течение в тройнике

A. R. Ibragimova, R. R. Valiullov, A. M. Ziganshin

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

FLOW IN A DIVIDING TEE - SYMMETRIC AND ASYMMETRIC

Numerical models of flows in the dividing tees were constructed, a study on the grid dependence was carried out, the outlines of the vortex zones were found, and the most correct combination of the turbulence model and the near-wall modeling method was determined.

Keywords: numerical modeling, validation of computer models, flow in a tee

Для снижения общего сопротивления вентиляционной сети перспективным направлением является использование энергоэффективных фасонных деталей со сниженным сопротивлением, за счет исключения или уменьшения образования вихревых зон [1]. В работе приводятся результаты численного моделирования течения в тройниках на разделение – равносоставных симметричном (рис. 1а) и несимметричном (рис. 1б). На границе **AB**

задано равномерное распределение скорости $u_0 = 40$ м/с ($Re=26,7 \cdot 10^3$, границы – CD и EF – свободный выход потока, остальные границы – твердые непроницаемые стенки. Ширина каналов $b = 0,1$ м, длина каналов до тройника $l_{до} = 1,5$ м ($l_{до}/b = 15$), после тройника $l_{после} = 4$ м ($l_{до}/b = 40$). Проводится одновременная проверка на «сеточную сходимость» и проверка моделей турбулентности: «стандартная» k - ϵ (SKE) и Рейнольдсовых напряжений (RSM) и способов пристеночного моделирования: «стандартные» пристеночные функции (SWF) и «расширенное» пристеночное моделирование (EWT). При исследовании на «сеточную сходимость» первоначальная более грубая сетка измельчалась сначала во всей расчетной области, а затем вдоль твердых границ и на каждом этапе, проводилось решение и оно считалось сошедшимся, если невязки в уравнениях становились менее $1 \cdot 10^{-7}$, а контрольная величина (давление на выходе) переставало изменяться.

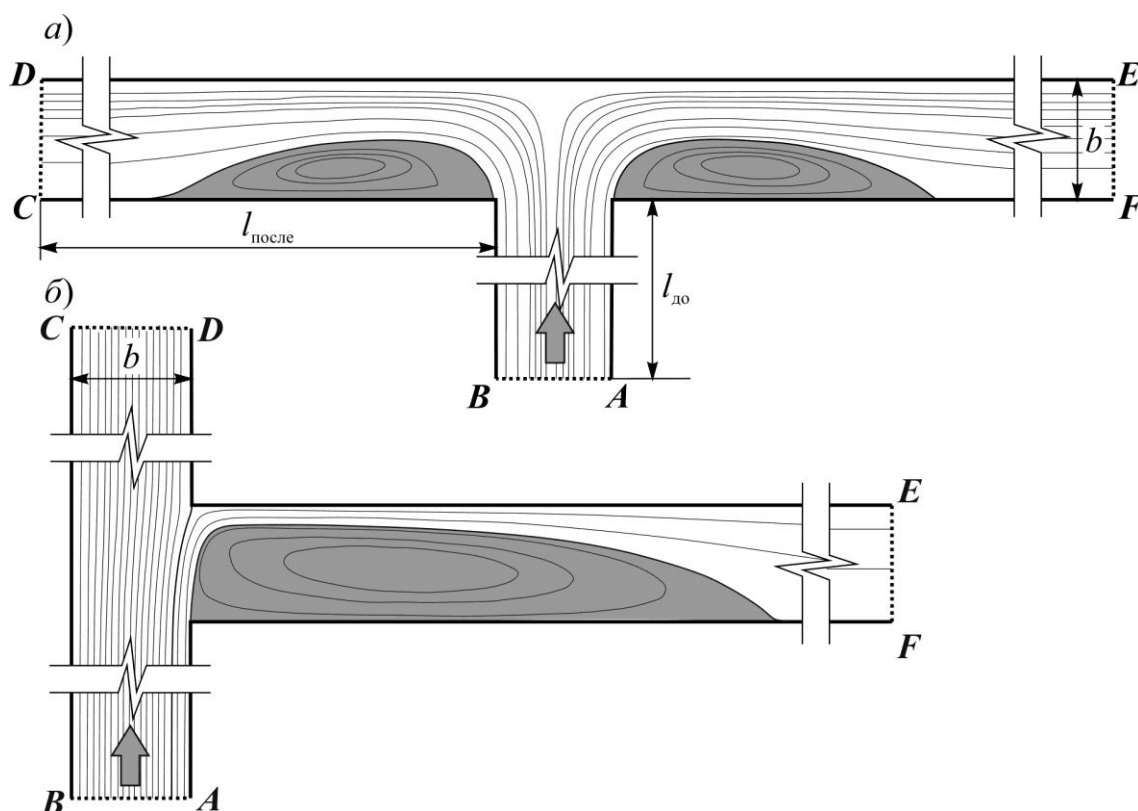


Рис. 1. Геометрия расчетной области конструкции с размерами

В этом случае определялось значение коэффициента местного сопротивления (КМС) и далее на рис. 2 показано изменение КМС (a) и очертаний вихревых зон (ВЗ – показаны для правой стороны

области) при измельчении ячеек расчетной сетки – рис. 2в (характеризуется безразмерным расстоянием y^* для *SWF* и y^+ для *EWT*) для разного сочетания моделей (рис. 2б) для случая симметричного тройника и на рис. 3 – для несимметричного при соотношении расходов протекающего воздуха по боковому каналу G_B к воздуху в магистральном канале G_C : $G_B/G_C = 0,127$.

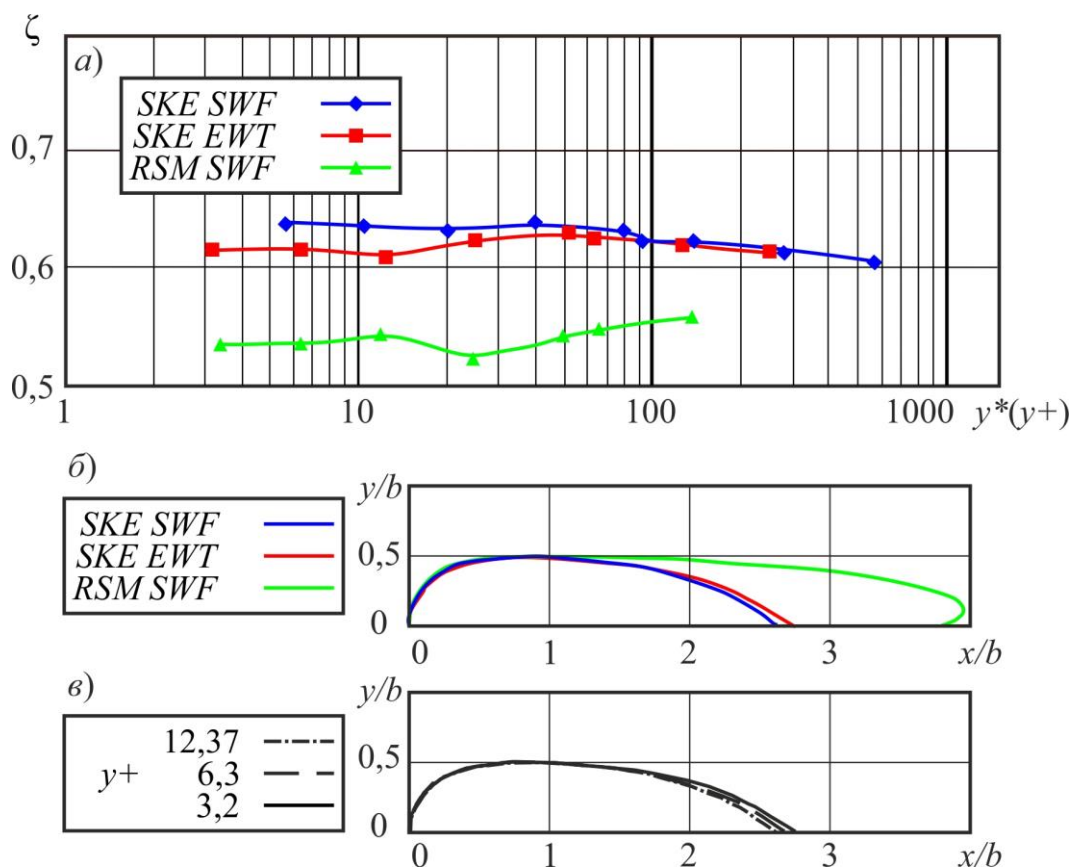


Рис. 2. Валидация и верификация результатов для симметричного тройника: а) изменение КМС при измельчении сетки и для разных моделей; б) изменение очертаний ВЗ для разных моделей и измельчения сетки (в – сочетание *SKE EWT*)

Для симметричного тройника характерна слабая зависимость КМС от измельчения сетки и существенное отличие между моделями *SKE* и *EWT* (рис. 2а), что также видно и по очертаниям ВЗ – при использовании *RSM* ВЗ имеет нефизичное замыкание на стенку канала. Для несимметричного тройника уже видно большое влияние измельчения расчетной сетки на значение КМС и менее существенное, но, тем не менее, заметное. В общем, по анализу течения в обоих тройниках, можно сделать вывод о более адекватном

решении получаемом при использовании сочетания моделей *SKE EWT*.

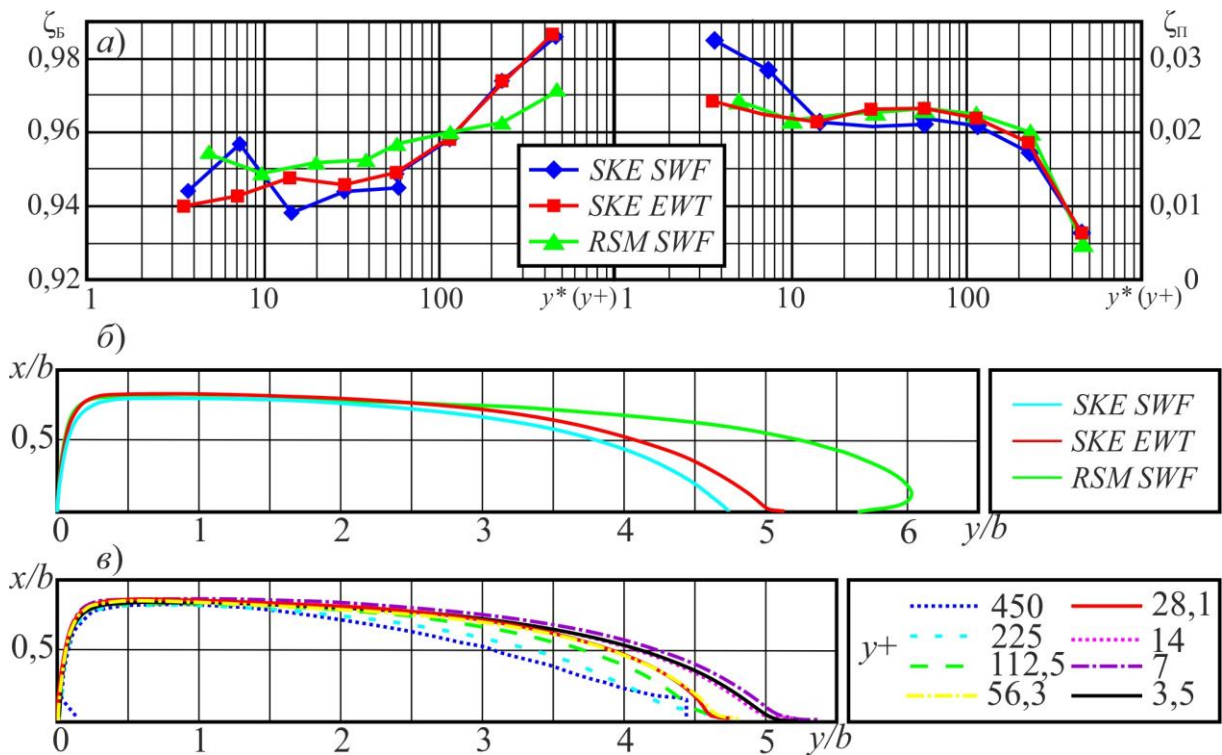


Рис. 3. Валидация и верификация результатов для несимметричного тройника: а) изменение КМС при измельчении сетки и для разных моделей; б) изменение очертаний ВЗ для разных моделей и измельчения сетки (в – сочетание *SKE EWT*)

Хотя, нужно отметить, имеются некоторые различия с данными [2], где для симметричного тройника такой конструкции указано значение $\zeta = 1,08$, а для симметричного $\zeta_{\text{Б}} = 0,93$ и $\zeta_{\text{П}} = 0,6$. Далее с использованием этого сочетания будет проведено компьютерное моделирование для разных соотношений расходов, получены очертания ВЗ и смоделированы профилированные конструкции тройников.

Список использованных источников

1. Зиганшин А. М. Снижение энергозатрат при движении потоков путём профилирования фасонных частей в коммуникациях энергоустановок // Надёжность и безопасность энергетики. 2015. № 1 (28). С. 63–68.
2. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / под ред. М. О. Шайнберга. 3-е изд. М. : Машиностроение, 1992. 672 с.