

Отзыв на автореферат диссертации
Болдырева Сергея Владимировича

«Численное моделирование пульсирующего отрывного турбулентного течения в канале на основе модифицированной квадратичной $k-\epsilon$ модели турбулентности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.05 — Механика жидкости, газа и плазмы

В диссертации С.В. Болдырева разработана модификация одного из вариантов $k-\epsilon$ модели турбулентности, которая уточняет описание характеристик турбулентного течения в канале при наличии вынужденных периодических возмущений. С предложенной моделью получены новые данные о динамике крупных вихрей в цилиндрическом канале с диафрагмой на входе.

В первой главе диссертации автор делает обзор экспериментальных данных по турбулентным течениям в каналах, описывает физические эффекты, возникающие при наличии вынужденных периодических пульсаций в них, а также обобщает данные по влиянию вынужденных колебаний на характеристики потока. Рассматриваются возможности численного моделирования течений такого типа и ограничения стандартных моделей турбулентности, которые используются в подходе URANS (Unsteady Reynolds-averaged Navier–Stokes — нестационарная система уравнений Рейнольдса).

Во второй главе автор составляет математическую модель для обозначенного класса задач, аргументирует выбор системы уравнений и разрабатывает модификации модели турбулентности, которые учитывают особенности взаимодействия турбулентности с периодически изменяющимся глобальным течением. Поправки зависят от числа Струхала, расстояния до стенки и среднего поля скорости. Далее достаточно подробно описаны постановки задач отрывного течения за обратным уступом и пульсирующего отрывного течения в цилиндрическом канале.

В третьей главе анализируются результаты расчетов выбранных задач. Сделана оценка точности выбранной модели турбулентности при описании отрыва за обратным уступом. Продемонстрировано существенное повышение точности воспроизведения коэффициентов трения, давления и длины отрывной зоны в задаче о пульсирующем течении в канале.

В четвертой главе модифицированная модель применена для анализа структуры этого течения. Рассмотрены три характерных режима колебаний, включая резонанс со столбом газа. Получены выводы о динамике крупнейших вихрей за диафрагмой и влиянии числа Струхала.

Выбранная тема диссертации обладает несомненной актуальностью, связанной с повсеместным применением насосов, трубопроводных систем, турбокомпрессоров и других подобных устройств. Научная новизна работы заключается в оригинальных инженерных поправках к нелинейной $k-\epsilon$ модели турбулентности и в выводах об эволюции крупнейших вихрей при пульсирующем течении в цилиндрическом канале с диафрагмой. Приведенные в автореферате сведения позволяют судить о достоверности результатов исследования. Работа имеет практическую значимость: полученные результаты могут применяться при разработке технических устройств, в которых реализуются турбулентные течения с периодическими пульсациями среднего течения.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ)	
Вх. №	666
от «09»	06 2017.

Достоинством работы является выбранный подход к построению поправок для модели турбулентности. Автор не боится использовать нелокальные параметры течения (число Струхала, расстояние до стенки) и неинвариантные величины (модуль скорости), что вполне допустимо при разработке инструментов для решения инженерных задач. Также необходимо отметить логическую связность работы и ясность изложения. По автореферату можно сделать следующие замечания:

1. Предложенные поправки к модели турбулентности зависят от числа Струхала Sh и откалиброваны по течению только с одной простой геометрической конфигурацией. Следовало бы проверить применимость поправок к другим задачам, где выбор параметров, входящих в определение Sh , не столь однозначен.
2. В условиях отрывного турбулентного течения вызывает сомнение применимость стандартных пристеночных функций. Задачи, рассмотренные в диссертации, вполне допускают использование расчетных сеток, разрешающих вязкий подслой турбулентного пограничного слоя. Интересно было бы сравнить результаты расчетов с использованием пристеночных функций и с полным разрешением пограничного слоя.

Высказанные замечания не критичны. Представленный автореферат позволяет заключить, что диссертация С.В.Болдырева является законченным научным исследованием и удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям. Автор диссертации, Болдырев Сергей Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Младший научный сотрудник ФГУП ЦАГИ
к.ф.-м.н.

— Трошин Трошин Алексей Игоревич

Подпись А.И. Трошина заверяю.

Ученый секретарь диссертационного совета
Д403.004.01
д.ф.-м.н., доцент



Брутян Мурад Абрамович

Государственный научный центр
Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского»

Адрес: 140180, Московская обл., г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 1

Телефон: 8 (495) 556-42-05

e-mail: info@tsagi.ru

Трошин Алексей Игоревич
Телефон: 8 (495) 556-34-42
e-mail: ai-troshin@yandex.ru