



КАЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

**XXVI ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ
НАУЧНЫЙ СЕМИНАР,
ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА**

Казань, 6-7 декабря 2022 г.

Материалы докладов

В трех томах

Том 2

4. Зинуров, В. Э. Повышение энергоэффективности технологических линий по получению аэросила путем установки сепаратора с соосно расположенными трубами / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, Г. Р. Бадретдинова, Р. Я. Биккулов // Промышленная энергетика. – 2022. – № 4. – С. 29-35. – DOI 10.34831/EP.2022.26.75.004.

5. Салахова, Э. И. Пылеулавливающее устройство для блоков дегидрирования парафиновых углеводородов с кипящим слоем катализатора / Э. И. Салахова, А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, И. Р. Набиуллин, И. И. Салахов // Катализ в промышленности. – 2022. – Т. 22. – № 2. – С. 57-64. - DOI 10.18412/1816-0387-2022-2-57-64.

УДК 517.925

РАССМОТРЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

Радмила Ильдаровна Гилязетдинова

Науч. рук. доцент О.С. Попкова

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

Radmilagilazetdinova33@gmail.com

Аннотация. При моделировании турбулентных течений возникает выбор в той или иной модели турбулентности. Вследствие этого целью данной работы является анализ основных моделей турбулентности. Существует три основных подхода при моделировании турбулентности: прямое численное решение (DNS), осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса (RANS), модель крупных вихрей (LES). В работе представлено описание основных моделей турбулентности.

Ключевые слова: модель турбулентности, турбулентность, моделирование турбулентных течений, уравнение Навье-Стокса, модель напряжения Рейнольдса.

CONSIDERATION OF VARIOUS TURBULENCE MODELS

Radmila I. Giliazetdinova

KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

Radmilagilazetdinova33@gmail.com

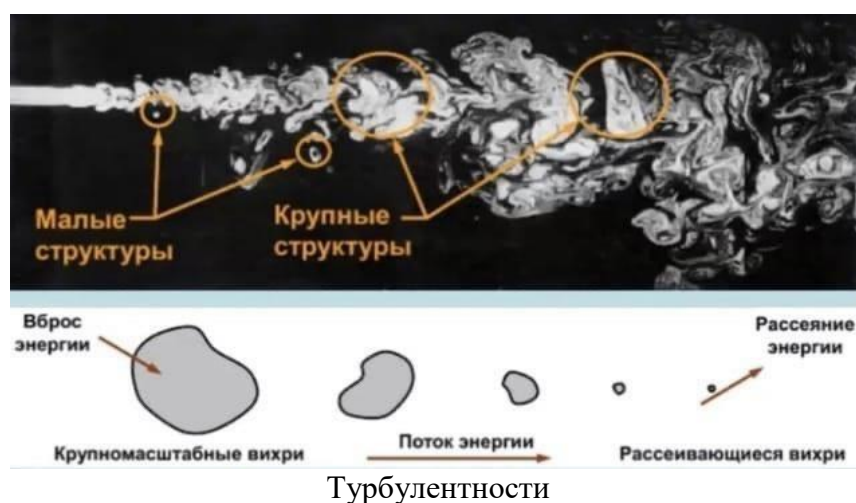
Abstract. When modeling turbulent currents, a choice arises in a particular turbulence model. As a result, the purpose of this work is to analyze the main models of turbulence. There

are three main approaches in modeling turbulence: direct numerical solution (DNS), Reynolds-averaged Navier-Stokes equations (RANS), large vortex model (LES). This paper describes the main models of turbulence.

Keywords: turbulence model, turbulence, turbulent current modeling, Navier-Stokes equation, Reynolds stress model.

При проведении численных расчетов газодинамических, теплообменных и иных процессов применяются различные программные комплексы [1, 2]. Зачастую необходимо подбирать наиболее подходящую модель турбулентности [3, 4]. Целью данной работы является анализ основных моделей турбулентности. В качестве программного продукта рассматривалась программа Ansys Fluent.

В общем виде турбулентность — это случайный процесс (см. рисунок). При турбулентности весь процесс разбивается на два этапа: возникновение вихря и рассеивание вихря. Для описания турбулентности необходимо усреднить числовые значения параметров. Подход усреднения лежит в качестве одного из подходов моделирования создания моделей турбулентности.



В настоящее время предложено 3 подхода описания турбулентных течений. Первый - прямое численное решение (DNS). Вторым – RANS (осредненные уравнения по Рейнольдсу) и третий - модель крупных вихрей (LES).

Выделяют модели RANS с одним, двумя и более уравнениями.

Модель с одним уравнением: Спаларта - Аллмараса (для аэрокосмических задач, включая стесненные течения).

Модели двух уравнений: standard $k-\varepsilon$ (только для полностью турбулентных течений), RNG $k-\varepsilon$ (для сильно искривленных течений), Realizable $k-\varepsilon$ (для улучшения производительности), standard $k-\omega$ (хорошо работает со стесненными течениями и низкими числами Рейнольдса), SST $k-\omega$ (для использования в задачах, где течение среды вблизи стенок).

Модели напряжений Рейнольдса (для сильно завихренных течений): $k-kL$ -Transition Model, SST Transition Model.

В докладе представлены результаты моделирования течения газа в сепарационном устройстве с применением различных моделей турбулентности.

Источники

1. Зинуров, В. Э. Численное и экспериментальное исследование сужающего устройства на основе трубы Вентури / В. Э. Зинуров, И. И. Насырова, К. Д. Вьюгова, И. Н. Мадышев // Вестник Технологического университета. – 2022. – Т. 25. – № 7. – С. 106-111.

2. Салахова, Э. И. Исследование структуры газового потока в сепарационном устройстве с дугообразными элементами / Э. И. Салахова, А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров // Вестник Технологического университета. – 2022. – Т. 25. – № 5. – С. 60-64.

3. Зинуров, В. Э. Численное моделирование газодинамики в центробежном классификаторе / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, Н. Ф. Сахибгареев, Д. Н. Латыпов, М. Г. Гарипов // Вестник технологического университета. - 2021. – Т. 24. - № 12. – С. 128-132.

4. Дмитриев, А. В. Эффективность прямоугольного сепаратора в зависимости от оформления элементов внутри аппарата / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, В. Л. Нгуен // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2018. – Т. 10. – № 1(37). – С. 74-81.

УДК 517.925

КРИТЕРИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ СЕТКИ ВБЛИЗИ СТЕНОК

Никита Сергеевич Мочалов

Науч. рук. д-р техн. наук, доцент А.В. Дмитриев
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
mochalovns14@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрен критерий для оценки плотности сетки вблизи стенок y^+ . Данный параметр показывает безразмерное расстояние от первого узла сетки до стенки. При различных моделях турбулентности рекомендуется достигать определенные числовые значения или диапазоны y^+ . В докладе показано влияние безразмерного параметра y^+ на результаты численных расчетов при моделировании рекуперативного теплообменного аппарата.

Ключевые слова: численное моделирование, густота сетки, плотность сетки, сеточная модель, безразмерное расстояние от первого узла сетки.

TEST FOR EVALUATION OF GRID DENSITY OF WALLS

Nikita S. Mochalov

KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

mochalovns14@gmail.com

Abstract. The article considers the criterion for assessing the density of the grid near the walls of y^+ . This parameter indicates the dimensionless distance from the first grid node to the wall. With different turbulence models, it is recommended to reach certain numerical values or ranges y^+ . The report shows the influence of the dimensionless parameter y^+ on the results of numerical calculations during modeling of the recuperative heat exchanger.

Keywords: numerical modeling, grid density, grid density, grid model, dimensionless distance from the first grid node.

При численном моделировании теплообменных и газодинамических процессов важным критерием для оценки построения сетки вблизи стенок является безразмерный параметр y^+ [1, 2].

Он показывает безразмерное расстояние от первого узла сетки до стенки (см. рисунок).

Данный параметр был особенно важным, когда использовались стандартные пристеночные функции, поскольку пользователю нужно было избегать значений y^+ меньших чем приблизительно 20. С масштабируемыми пристеночными функциями и автоматической пристеночной обработкой, значения этого параметра дают информацию о разрешающей способности вблизи стенки.