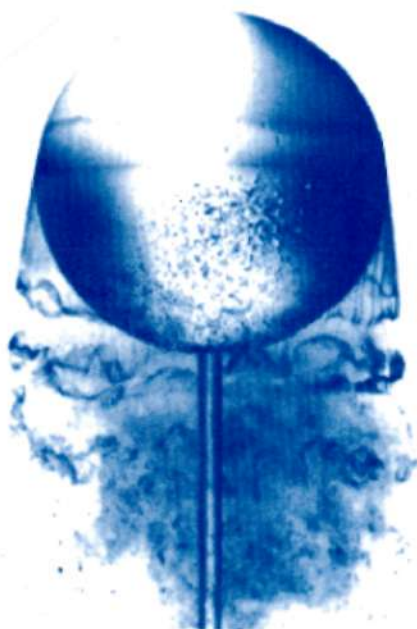


0-799139

А.Б. Мазо

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ
НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ**



Казань-2007

Учебное пособие основано на специальном курсе лекций, читаемых автором студентам-механикам V курса механико-математического факультета. Теория турбулентности представлена в пособии кратким изложением гипотез А.Н. Колмогорова и их следствий. Основное внимание в структуре курса уделено методам замыкания уравнений Рейнольдса с помощью современных полуэмпирических моделей турбулентности. Излагается также метод крупных вихрен.

Освещены все основные модели турбулентности, входящие в каталоги современных CFD-пакетов, таких как FLUENT и STAR-CD.

Пособие может быть использовано также аспирантами, научными работниками и инженерами, специализирующимся в области моделирования и практических расчетов турбулентных течений и теплообмена.

Оглавление

Введение.....	5
1. Ламинарные и турбулентные течения: описание феномена.....	14
1.1. Опыт Рейнольдса.....	14
1.2. Решение Хагена- Пуазсйля.....	15
1.3. Критическое число Рейнольдса.....	15
1.4. Современные представления о механизме турбулентного течения. . .	19
2. Уравнения термогидродинамики.....	22
2.1. Сведения из математики и механики.....	22
2.2. Уравнения движения вязкой жидкости.....	24
2.3. Уравнение энергии (теплопроводности, энтальпии).....	27
2.4. Динамический пограничный слой.....	29
2.5. Тепловой пограничный слой.....	32
3. Математическое описание турбулентных течений.....	35
3.1. Уравнения Рейнольдса.....	35
3.2. Осредненное уравнение конвективной теплопроводности.....	37
3.3. Физический смысл напряжений Рейнольдса. Замеры пульсаций скорости.....	39
3.4. Статистические характеристики пульсаций.....	42
3.5. Теория А.Н. Колмогорова.....	44
3.5.1. Интервалы масштабов турбулентности.....	45
3.5.2. Гипотезы Колмогорова и их следствия.....	46
4. Дифференциальные уравнения турбулентных пульсаций.....	52
4.1. Цепочка уравнений Фридмана - Келлера.....	52
4.2. Физическая интерпретация уравнений эволюции турбулентности. . .	54
4.3. Уравнения кинетической энергии турбулентных пульсаций и ее изотропной диссипации.....	56
4.4. Уравнения для пульсаций турбулентного потока тепла.....	58
5. Дифференциальные модели замыкания уравнений Рейнольдса.....	61
5.1. Модель Колмогорова - Прандтля.....	61
5.2. Семейство $\kappa - \epsilon$ моделей.....	64
5.2.1. Стандартная модель.....	65
5.2.2. RNG модель.....	66
5.2.3. Realizable модель.....	67
5.3. Семейство $\kappa - w$ моделей.....	69
5.3.1. Стандартная модель Вилкокса.....	70
5.3.2. SST модель Ментера.....	72
6. Модели турбулентной вязкости.....	77
6.1. Простейшая модель с постоянной вихревой вязкостью.....	77

А.Б, Мазо. Моделирование турбулентных течений несжимаемой жидкости

6.2. Модель пути и смещения Прандтля.....	78
6.3. Модель переноси вихревой вязкости Ни - Коважного.....	83
6.4. Однопараметрическая модель Спаларта-Аллмараса.....	84
7. Моделирование крупных вихре» (LES).....	88
7.1. Пространственные фильтры и их свойства.....	91
7.2. Фильтрованные уравнения Навье-Стокса.....	93
7.3. Модель (магоринского-Лилли для подсеточных напряжений.....	94
7.4. Динамическая модель Германо.....	96
7.5. О других моделях подсеточных напряжений.....	98
Заключение.....	101
Литература.....	104