

Д. С. Янышев
Л. В. Быков
А. М. Молчанов

СЕТОЧНЫЕ МОДЕЛИ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ
В СРЕДЕ
ANSYS



URSS

Д. С. Янышев, Л. В. Быков, А. М. Молчанов

СЕТОЧНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В СРЕДЕ ANSYS

Рекомендовано
в качестве учебного пособия
Федеральным учебно-методическим объединением
в системе высшего образования
по укрупненной группе специальностей
и направлений подготовки 24.00.00
«Авиационная и ракетно-космическая техника»



URSS

МОСКВА

ББК 22.18 30.13 31.3 32.973–018

**Янышев Дмитрий Сергеевич,
Быков Леонид Владимирович,
Молчанов Александр Михайлович**

**Сеточные модели для решения инженерных теплофизических задач
в среде ANSYS: Учебное пособие. — М.: ЛЕНАНД, 2018. — 264 с.**

В настоящем учебном пособии представлены общие принципы численного решения уравнений математической физики, общая теория построения расчетных сеток и их разновидности, различные методы построения сеточных моделей. Примеры построения сеточных моделей в рабочей среде Ansys Workbench продемонстрированы с использованием сеточных генераторов ANSYS Meshing и ICEM CFD. Теоретический материал подкрепляется примерами построения различных сеточных расчетных моделей, что позволяет читателю приобрести навыки в решении прикладных задач.

Пособие предназначено для студентов вузов аэрокосмических специальностей. Будет полезно научно-техническим работникам авиационной и ракетно-космической отрасли.

Рецензенты:

директор департамента координации и сопровождения государственных программ ФГБУ «Национальный исследовательский центр „Институт имени Н. Е. Жуковского“», д-р физ.-мат. наук, проф. *А. Л. Медведский*;
зав. кафедрой механики деформируемого твердого тела ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», д-р физ.-мат. наук, проф. *В. А. Скрипняк*

ООО «ЛЕНАНД». 117312, Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, д. 11А, стр. 11.

Формат 60×90/16. Печ. л. 16,5. Зак. №124429

Отпечатано в АО «Т 8 Издательские Технологии».

109316, Москва, Волгоградский проспект, д. 42, корп. 5.

ISBN 978–5–9710–4842–8

© ЛЕНАНД, 2018

22173 ID 228451



9 785971 048428



Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельца.

Оглавление

Введение	5
1. Общие подходы к численному решению уравнений математической физики.....	9
2. Общая теория построения сеток	16
2.1. Регулярные (структурированные) сетки	16
2.1.1. Общие положения	16
2.1.2. Однонаправленная интерполяция	22
2.1.3. Трансфинитная интерполяция	25
2.1.4. Примеры построения сеток в двумерных областях	28
2.1.5. Трехмерная трансфинитная интерполяция	32
2.1.6. Дифференциальные методы построения сеток.....	34
2.1.7. Примеры построения сеточных моделей дифференциальными методами	38
2.2. Построение неструктурированных сеток	40
2.2.1. Типы элементов и критерии их качества.....	43
2.2.2. Триангуляция.....	48
2.2.3. Другие приёмы построения неструктурированных сеток	51
3. Программный комплекс Ansys и рабочая среда Ansys Workbench.....	55
3.1. Общая структура рабочей среды Ansys Workbench	55
3.2. Работа в Ansys Design Modeler.....	60
3.2.1. Примеры построения геометрии	64
3.3. Построение сеток в Ansys Meshing.....	89
3.3.1. Знакомство с интерфейсом	89
3.3.2. Построение сетки реактивного сопла	94
3.3.3. Построение сетки теплообменного аппарата.....	110
3.4. Подготовка и экспорт геометрии в ICEM CFD	116
3.5. Динамически перестраиваемые сетки в среде Workbench.....	119
3.5.1. Подготовка геометрической модели и построение сетки.....	120
3.5.2. Организация процесса динамического перестроения сетки	124

4. Построение сеточных моделей в ANSYS ICEM CFD	130
4.1. Введение.....	130
4.2. Знакомство с ICEM CFD.....	130
4.2.1. Запуск и настройка программы «под себя»	130
4.2.2. Внешний вид рабочей области и необходимые функции.....	132
4.2.3. Работа с клавиатурой, мышкой и манипулятором	134
4.2.4. Меню утилит и значки утилит.....	135
4.2.5. Функциональные закладки.....	139
4.2.6. Дерево модели	140
4.2.7. Меню выбора.....	144
4.2.8. Структура рабочей директории (используемые и создаваемые файлы)	146
4.2.9. Особенности определения качества сеточной модели в ANSYS ICEM CFD.....	147
4.3. Построение тетра-сетки на примере простой геометрии.....	153
4.4. Построение гекса-сетки на основе блочной топологии для простой геометрии	161
4.4.1. Создание сеточной модели для входного коллектора теплообменника	161
4.4.2. Создание сеточной модели для выходного коллектора теплообменника	175
4.5. Построение сеточной модели теплообменника	176
4.5.1. Построение тетра-сетки.....	176
4.5.2. Построение гекса-сетки.....	184
4.5.3. Размножение сетки	191
4.6. Построение сеточной модели реактивного сопла.....	193
4.6.1. Создание блочной структуры реактивного сопла	197
4.7. Построение сеточной модели ракеты.....	212
4.7.1. Построение тетра-сетки.....	212
4.7.2. Построение гекса-сетки.....	219
4.8. Построение сеточной модели выходного устройства двухконтурного реактивного двигателя	242
Библиографический список	263