

УДК 621.438:62-226.1 (075.8)
ББК 31.363-02я73
К44

Рецензенты:

А. Н. Михайлов, главный конструктор ОАО «Уралтурбо»;

В. Ю. Чан-фун-тен, технический директор ЗАО «Уральский завод гражданской авиации»

Научный редактор – канд. техн. наук, доц. О. В. Комаров

Кистойчев, А. В.

К44 Проектирование лопаточного аппарата осевых компрессоров ГТУ : учебное пособие / А. В. Кистойчев. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 120 с.

ISBN 978-5-7996-1102-6

В пособии изложены основы теории работы ступени осевого компрессора, рассмотрены особенности совместной работы ступеней осевого компрессора, вопросы регулирования осевых компрессоров и их работы на переменных режимах, а также приводятся основы аэродинамического проектирования компрессоров.

Библиогр.: 11 назв. Рис. 57. Табл. 2.

УДК 621.438:62-226.1 (075.8)
ББК 31.363-2я73

ISBN 978-5-7996-1102-6

© Уральский федеральный
университет, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ГАЗОВОГО ПОТОКА В ЛОПАТОЧНЫХ МАШИНАХ	7
1.1. УРАВНЕНИЕ НЕРАЗРЫВНОСТИ	7
1.2. УРАВНЕНИЕ СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ	8
1.3. УРАВНЕНИЕ ПЕРВОГО ЗАКОНА ТЕРМОДИНАМИКИ	9
1.4. ОБОБЩЕННОЕ УРАВНЕНИЕ БЕРНУЛЛИ	10
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	12
2. ТЕОРИЯ СТУПЕНИ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА	13
2.1. РАБОТА СТУПЕНИ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СТУПЕНИ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА	13
2.1.1. Кинематические параметры.....	14
2.1.2. Основные термодинамические параметры ступени осевого компрессора.....	19
2.1.3. Геометрические параметры ступени.....	23
2.2. СТУПЕНИ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ РЕАКТИВНОСТИ	28
2.3. УСИЛИЯ НА ЛОПАТКАХ И РАБОТА ВРАЩЕНИЯ КОЛЕСА СТУПЕНИ	30
2.4. УСЛОВИЯ РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СТУПЕНЕЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА РАЗНЫХ РАДИУСАХ	33
2.4.1. Ступень осевого компрессора с постоянной циркуляцией.....	37
2.4.2. Ступень с постоянной реактивностью.....	41
2.5. ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СТУПЕНИ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА	43
2.6. ПОТЕРИ В ЛОПАТОЧНОМ ВЕНЦЕ	45
2.7. НАЗНАЧЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ И РАБОТА СВЕРХ- И ТРАНСЗВУКОВЫХ СТУПЕНЕЙ	52
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	58
3. МНОГОСТУПЕНЧАТЫЕ ОСЕВЫЕ КОМПРЕССОРЫ	59
3.1. СВЯЗЬ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ СТУПЕНИ И КОМПРЕССОРА..	59
3.2. ФОРМЫ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ И ИЗМЕНЕНИЕ ОСЕВОЙ СКОРОСТИ ПО ТРАКТУ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА	61
3.3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТЫ СЖАТИЯ ПО СТУПЕНЯМ КОМПРЕССОРА	64
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	67

4. ПЕРЕМЕННЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ОСЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ	68
4.1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА	68
4.2. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ К ТЕЧЕНИЮ ГАЗА В КОМПРЕССОРЕ	72
4.3. ПРИВЕДЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА	73
4.4. СРЫВНЫЕ И НЕУСТОЙЧИВЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ СТУПЕНИ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА	75
4.5. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА СТУПЕНЕЙ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА	78
4.6. СРЫВНЫЕ И НЕУСТОЙЧИВЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ ОСЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ	82
4.7. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОМПАЖА	87
4.8. РЕГУЛИРОВАНИЕ КОМПРЕССОРОВ	89
4.8.1. Перепуск воздуха	90
4.8.2. Применение поворотных направляющих лопаток	93
4.8.3. Применение многокаскадных осевых компрессоров	97
4.9. РАБОТА КОМПРЕССОРА ПРИ ВПРЫСКЕ ОБЕССОЛЕННОЙ ВОДЫ В ПРОТОЧНУЮ ЧАСТЬ	100
Вопросы для самопроверки	101
5. МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПРЕССОРОВ	102
5.1. МЕТОД ПОЛНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	104
5.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПРЕССОРА НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	107
5.2.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ПАРАМЕТРАМ НА СРЕДНЕМ ДИАМЕТРЕ	108
5.2.2. РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПРЕССОРА	112
5.2.3. РАСЧЕТ НА БАЗЕ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ МОДЕЛИ (ДВУМЕРНЫЙ РАСЧЕТ)	113
5.2.4. 3D-РАСЧЕТ ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ В ЛОПАТОЧНЫХ ВЕНЦАХ	116
5.2.5. ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ	117
Вопросы для самопроверки	118
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	119