

УДК 621.1.016(075.8)

Ш 264

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *П.А. Щинников*  
канд. техн. наук, доцент *С.В. Митрофанов*  
канд. техн. наук, доцент *М.В. Горбачев*

**Шаров Ю.И.**

Ш 264    Техническая термодинамика : учебное пособие / Ю.И. Шаров, О.К. Григорьева, А.А. Францева. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. – 215 с. – (Учебники НГТУ).

ISBN 978-5-7782-4241-8

Учебное пособие включает в себя основные понятия и законы технической термодинамики, приложения этих законов к процессам и системам. Оно написано доступно и просто, на высоком научном и методическом уровне, предназначено для студентов направления 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Производство тепловой и электрической энергии».

УДК 621.1.016(075.8)

ISBN 978-5-7782-4241-8

© Шаров Ю.И., Григорьева О.К.,  
Францева А.А., 2020  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	9
Введение .....	9
Глава 1. Идеальные газы .....	15
1.1. Уравнение Клапейрона .....	15
1.2. Первый закон термодинамики .....	23
1.3. Смеси идеальных газов .....	24
Контрольные вопросы .....	30
Глава 2. Теплоемкости газов. Влажный воздух .....	31
2.1. Теплоемкости газов .....	31
2.2. Влажный воздух .....	39
Контрольные вопросы .....	42
Глава 3. Термодинамические поверхности идеального и реального газа .....	43
3.1. Термодинамические поверхности .....	43
3.2. Термодинамические диаграммы водяного пара .....	46
3.2.1. $p$ - $v$ -диаграмма водяного пара .....	50
3.2.2. $t$ - $s$ -диаграмма водяного пара .....	54
3.2.3. $h$ - $s$ -диаграмма водяного пара .....	56
Контрольные вопросы .....	57
Задача .....	58
Глава 4. Исследование термодинамических процессов .....	65
4.1. Политропные термодинамические процессы .....	65



4.2. Энтропия идеального газа .....	74
4.3. Частные термодинамические процессы .....	75
4.4. Первый закон термодинамики для потока газа .....	88
4.5. Истечение газов и паров .....	91
4.6. Дросселирование газов и паров .....	97
Контрольные вопросы .....	100
Задача .....	100
Глава 5. Второй закон термодинамики .....	105
5.1. Основные определения .....	105
5.2. Цикл Карно .....	108
5.3. Энтропия как параметр состояния рабочего тела .....	110
5.4. Изменение энтропии термодинамической системы при необратимой теплопередаче .....	112
5.5. Интеграл Клаузиуса .....	113
Контрольные вопросы .....	116
Глава 6. Максимальная и теряемая работа .....	117
6.1. Максимальная работа .....	117
6.2. Эксергия .....	119
Контрольные вопросы .....	122
Глава 7. Циклы паротурбинных установок (ПТУ) .....	123
7.1. Цикл Ренкина .....	123
7.2. Цикл Ренкина на перегретом паре .....	124
7.3. Влияние начального давления на КПД цикла Ренкина .....	125
7.4. Цикл ПТУ на сверхкритических параметрах пара .....	126
7.5. Регенеративный цикл ПТУ .....	129
7.6. Теплофикационный цикл ПТУ .....	132
Контрольные вопросы .....	134
Задача .....	134



Глава 8. Циклы тепловых двигателей .....	141
8.1. Обобщенный цикл тепловых газовых двигателей .....	141
8.2. Цикл ДВС с изохорным подводом теплоты .....	143
8.3. Цикл ДВС с изобарным подводом теплоты .....	145
8.4. Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты (Тринклера) .....	146
8.5. Принцип действия ДВС .....	147
8.6. Циклы газотурбинных установок (ГТУ) .....	152
8.6.1. Цикл ГТУ с изохорным подводом теплоты .....	152
8.6.2. Цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты .....	154
8.6.3. Регенеративный цикл ГТУ .....	155
8.6.4. Регенеративный цикл ГТУ с промежуточным подводом теплоты и охлаждением .....	157
8.7. Комбинированная парогазовая установка (ПГУ) .....	159
8.8. Прямое преобразование теплоты в электроэнергию .....	161
Контрольные вопросы .....	164
Задача .....	165
Глава 9. Циклы холодильных установок и термодинамические процессы компрессоров .....	173
9.1. Цикл воздушной холодильной установки .....	173
9.2. Цикл парокомпрессионной холодильной установки .....	175
9.3. Абсорбционная холодильная установка .....	177
9.4. Термодинамические процессы компрессоров .....	178
Контрольные вопросы .....	185
Задача .....	186
Глава 10. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии .....	187
10.1. Солнечная энергетика .....	187
10.2. Ветровая энергетика .....	193
10.3. Альтернативная гидроэнергетика .....	195
10.4. Гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС) г. Нидерварта .....	198




---

10.5. Геотермальная энергетика.....	199
10.6. Биоэнергетика.....	201
10.7. Водородная энергетика.....	203
10.8. Энергетика на топливных элементах .....	205
10.8.1. Общемировые тенденции .....	205
10.8.2. Применение топливных элементов в Германии.....	207
10.9. Термоядерная энергетика [11] .....	210
Контрольные вопросы .....	211
Библиографический список .....	213