



Б.В. МОИСЕЕВ, Ю.Д. ЗЕМЕНКОВ,
М.Ю. ЗЕМЕНКОВА, Н.В. НАЛОБИН

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Под редакцией доктора технических наук,
профессора Б.В. Моисеева

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Б.В. Моисеев, Ю.Д. Земенков, М.Ю. Земенкова, Н.В. Налобин

**ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ
НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Под редакцией доктора технических наук, профессора
Б.В. Моисеева**

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов
Российской Федерации по нефтегазовому образованию
в качестве учебника для студентов высших учебных
заведений, обучающихся по направлению подготовки магистров
«Нефтегазовое дело»*

Издание второе

Тюмень
«Вектор Бук»
2017

УДК 621.1.016 (075.8)

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор М.Н. Чекардовский
доктор технических наук, профессор Р.В. Агиней
доктор технических наук, профессор С.Ю. Торопов

Моисеев Б.В.

Теплоэнергетические установки на объектах нефтегазовой промышленности: учебник / Б.В. Моисеев, Ю.Д. Земенков, М.Ю. Земенкова, Н.В. Налобин / Издание второе. – Тюмень: «Вектор Бук», 2017. – 230 с.

Рассмотрены устройства, принципы действия, основные параметры и характеристики теплоэнергетических установок для нефтегазовых объектов. Приведены конструкции и принцип работы основных теплоэнергетических установок, применяемых на нефтегазовых объектах.

Учебник предназначен для специалистов, магистров и бакалавров, обучающихся по направлениям «Физические процессы горного или нефтегазового производства», «Нефтегазовое дело», слушателей курсов повышения квалификации нефтегазового профиля, а также для широкого круга специалистов технических специальностей.

ISBN 978-5-91409-412-3

© ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», 2017

© Б.В. Моисеев, Ю.Д. Земенков, М.Ю. Земенкова, Н.В. Налобин, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
Раздел первый	
ЦИКЛЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК	
Глава 1 Циклы газотурбинных установок и реактивных двигателей.....	7
1.1 Газотурбинные установки (ГТУ)	7
1.2 Циклы ГТУ с подводом теплоты в процессе $p = \text{const}$	8
1.3 Циклы ГТУ с подводом теплоты в процессе $v = \text{const}$	11
1.4 Сравнение циклов ГТУ	13
1.5 Методы повышения КПД ГТУ	14
1.6 Циклы реактивных двигателей	20
Контрольные вопросы и примеры	22
Глава 2 Циклы двигателей внутреннего сгорания	27
2.1 Краткие исторические сведения	27
2.2 Цикл с подводом теплоты в процессе $v = \text{const}$	30
2.3 Цикл с подводом теплоты в процессе $p = \text{const}$	36
2.4 Цикл с подводом теплоты в процессе при $v = \text{const}$ и $p = \text{const}$, или цикл со смешанным подводом теплоты	40
2.5 Сравнение циклов поршневых двигателей внутреннего сгорания.	43
Контрольные вопросы и примеры	44
Глава 3 Водяной пар	51
3.1 Основные понятия и определения	51
3.2 Особенности pv -диаграммы водяного пара	52
3.3 Основные параметры жидкости и сухого насыщенного пара. Теплота парообразования	54
3.4 Основные параметры влажного насыщенного водяного пара	56
3.5 Основные параметры перегретого пара	56
3.6 Энтропия воды и водяного пара	57
3.7 Ts -диаграмма водяного пара	59
3.8 Таблица водяного пара.....	60
3.9 hs -диаграмма водяного пара	60
Контрольные вопросы и примеры	62
Глава 4 Основные термодинамические процессы водяного пара.....	65
4.1 Общий метод исследования термодинамических процессов вод- яного пара	65

4.2 Термодинамические процессы изменения состояния водяного пара	66
Контрольные вопросы и примеры	69
Глава 5 Дросселирование газов и паров. Смешение газов	71
5.1 Дросселирование газа	71
5.2 Уравнение процесса дросселирования	72
5.3 Исследование процесса дросселирования. Эффект Джоуля-Томсона	73
5.4 Дросселирование Ван-дер-Ваальсова газа. Кривая инверсии	76
5.5 Дросселирование, или мятие, водяного пара	78
5.6 Смешение газов	79
5.7 Изменение энтропии идеальных газов при смешении	83
Контрольные вопросы и примеры	84
Глава 6 Влажный воздух	88
6.1 Общие понятия. Абсолютная влажность, влагосодержание и относительная влажность воздуха	88
6.2 Плотность, газовая постоянная и энтальпия влажного воздуха	92
6.3 <i>h_d</i> -диаграмма для влажного воздуха	93
Контрольные вопросы и примеры	95
Глава 7 Компрессоры	97
7.1 Одноступенчатый компрессор	97
7.2 Многоступенчатый компрессор	105
Контрольные вопросы и примеры	109

Раздел второй ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Глава 8 Газовые турбины	112
8.1 Развитие газовых турбин	112
8.2 Основы теории тепловых процессов в газовых турбинах	114
8.3 Тепловые циклы газовых турбин	117
8.4 Коэффициент полезного действия газотурбинной установки	124
8.5 Газовые турбины постоянного объема горения	125
8.6 Газотурбинные установки замкнутого цикла	127
8.7 Расчет тепловой схемы газотурбинной установки	130
8.8 Компрессоры	134
8.9 Конструкции газовых турбин	136
8.10 Материалы и охлаждение турбинных лопаток и дисков	138
8.11 Регенераторы	140
8.12 Топливо и камеры сгорания	141

Глава 9 Поршневые двигатели внутреннего сгорания	142
9.1 Принципы действия и классификация двигателей	143
9.2 Рабочие циклы двигателей	145
9.3 Использование теплоты в двигателях	150
9.4 Индикаторный КПД	151
9.5 Механический КПД	157
9.6 Эффективный тепловой КПД и параметры рабочего процесса ...	159
9.7 Сравнение теоретической и действительной индикаторных диаграмм.....	163
9.8 Определение основных размеров двигателей	164
9.9 Тепловой баланс двигателя	166
9.10 Смесеобразование	168
Глава 10 Паросиловые циклы	171
10.1 Цикл Карно для водяного пара	171
10.2 Цикл Ренкина	173
10.3 Влияние основных параметров на эффективность (КПД) цикла Ренкина	176
10.4 Основы теплофикации	178
Контрольные вопросы и примеры.....	180
Глава 11 Циклы атомных, силовых установок, парогазовых и магнитогидродинамических установок	181
11.1 Термодинамические циклы атомных силовых установок	181
11.2 Циклы парогазовых установок	185
11.3 Магнитогидродинамические генераторные циклы	188
Контрольные вопросы и примеры	192
Глава 12 Холодильные циклы	193
12.1 Основные действия холодильных установок	193
12.2 Воздушно-газовые компрессоры, парожеткорные и абсорбционные холодильные установки	194
12.3 Паровой компрессорный холодильный цикл	201
12.4 Глубокое охлаждение	202
12.5 Тепловой насос.....	206
Контрольные вопросы и примеры	207
Приложения	210
Литература	227