

621.2
Т38

В. Е. Дранковський, К. А. Миронов, Н. М. Фатсєва, К. С. Рєзва, Є. С. Крупа

ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА, ГІДРАВЛІКА І ГІДРОМАШИНИ

Навчальний посібник для студентів спеціальності
«Галузеве машинобудування»

Частина I

Технічна термодинаміка та гідростатика

Харків
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

В. Е. Дранковський, К. А. Миронов, Н. М. Фатєєва, К. С. Рєзва, Є. С. Крупа

ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА, ГІДРАВЛІКА І ГІДРОМАШИНИ

Навчальний посібник для студентів спеціальності
«Галузеве машинобудування»

Частина I

Технічна термодинаміка та гідростатика

Рекомендовано вченою радою НТУ «ХПІ»

Харків
НТУ «ХПІ»
2020

УДК 536.7

Т 35

Рецензенти:

В. І. Гнесін, д-р техн. наук, професор, керівник відділу нестационарної газодинаміки та аеропружності, ІПМаш НАН України;

О. М. Фатєєв, канд. техн. наук, директор з розвитку, ОП Корпорація «Гідроелекс»

*Рекомендовано вченою радою НТУ «ХПІ»
як навчальний посібник для студентів спеціальності
«Галузеве машинобудування», протокол № 11 від 27.12.2019 р.*

Автори: В. Е. Дранковський, к.т.н., К. А. Миронов, к.т.н., Н. М. Фатєєва, к.т.н., К. С. Резва, к.т.н., Є. С. Крупа, к.т.н.

Т35 Технічна термодинаміка, гідравліка і гідромашини : навчальний посібник. У 2 Ч. Ч. І. Технічна термодинаміка та гідростатика / В. Е. Дранковський, К. А. Миронов, Н. М. Фатєєва, К. С. Резва, Є. С. Крупа. – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – 194 с.

ISBN 978-617-7634-81-1

ISBN 978-617-7634-82-8

Викладено закони термодинаміки, методи розрахунку різних процесів і систем з ідеальними та реальними газами (рідинами). Розглянуто властивості реальних робочих тіл. Наведено теоретичні положення розрахунку циклів двигунів внутрішнього згоряння, опис і принцип дії різних компресорів. Містить контрольні запитання після кожного розділу, а також приклади розв'язання задач.

Призначено для студентів спеціальності «Галузеве машинобудування».

Іл. 68. Табл. 6. Бібліогр.: 32 найм.

УДК 536.7

ISBN 978-617-7634-81-1

ISBN 978-617-7634-82-8

© В. Е. Дранковський, К. А. Миронов,
Н. М. Фатєєва, К. С. Резва, Є. С. Крупа, 2020

ЗМІСТ

Вступ	3
Розділ I. Основи термодинаміки	4
Тема 1. Введення. Основні поняття і визначення термодинаміки	4
1.1. Введення.....	4
1.2. Термодинамічна система.....	5
1.3. Параметри стану.....	6
1.4. Рівняння стану і термодинамічний процес.....	8
Тема 2. Перший закон термодинаміки	9
2.1. Тепло і робота.....	9
2.2. Внутрішня енергія.....	10
2.3. Перший закон термодинаміки.....	11
2.4. Теплоємність газу.....	12
2.5. Універсальне рівняння стану ідеального газу.....	13
2.6. Суміш ідеальних газів.....	15
Тема 3. Другий закон термодинаміки	16
3.1. Основні положення другого закону термодинаміки.....	16
3.2. Ентропія.....	18
3.3. Цикл і теореми Карно.....	19
3.4. Цикли теплових і холодильних машин, їх ефективність.....	22
3.5. Третій закон термодинаміки.....	26
Тема 4. Термодинамічні процеси	28
4.1. Метод дослідження термодинамічних процесів.....	28
4.2. Ізопроцеси ідеального газу.....	29
4.3. Політропний процес.....	37
Тема 5. Термодинамічні цикли	39
5.1. Цикли паротурбінних установок.....	39
5.2. Цикли двигунів внутрішнього згорання.....	41

5.3. Цикли газотурбінних установок.....	48
5.4. Цикл Гемфрі.....	51
5.5. Цикл рідинного ракетного двигуна.....	52
Контрольні запитання.....	55
Задачі.....	57
Розділ II. Теплоенергетичні установки.....	77
Тема 6. Термодинаміка теплових машин. Загальний підхід.....	77
Тема 7. Компресорні установки.....	82
7.1. Об'ємний компресор.....	82
7.2. Лопатевий компресор.....	90
Тема 8. Енергетичне паливо.....	92
8.1. Склад палива.....	92
8.2. Характеристика палива.....	96
8.3. Моторні палива для поршневих двигунів внутрішнього згорання....	99
Тема 9. Горіння палива.....	100
9.1. Фізичний процес горіння палива.....	100
9.2. Визначення теоретичної і дійсної витрати повітря на горіння палива.....	104
9.3. Кількість продуктів згорання палива.....	106
9.4. Теплотехнічна оцінка елементів, що містяться у паливі.....	109
Тема 10. Питання екології при використанні теплоти.....	112
10.1. Токсичні гази продуктів згорання.....	112
10.2. Вплив токсичних газів.....	116
10.3. Наслідки парникового ефекту.....	118
Контрольні запитання.....	120
Задачі.....	121
Розділ III. Гідравліка.....	130
Тема 11. Вступ. Об'єкт вивчення гідравліки, історія становлення і розвитку. Рідина та її властивості.....	130

11.1. Вступ.....	130
11.2. Об'єкт вивчення гідравліки.....	132
11.3. Історія становлення і розвитку гідравліки.....	133
11.4. Рідини та їх основні фізичні властивості.....	135
Тема 12. Гідростатика. Гідростатичний тиск. Основне рівняння гідростатики.....	139
12.1. Сили, що діють у рідині.....	139
12.2. Гідростатичний тиск і його властивості.....	141
12.3. Диференціальні рівняння гідростатики Ейлера.....	143
12.4. Основне рівняння гідростатики.....	145
12.5 Способи і прилади для вимірювання тиску.....	146
Тема 13. Сили тиску рідини на плоскі і криволінійні стінки. Плавання тіл і відносний спокій рідини.....	151
13.1. Сила тиску рідини на плоскі стінки.....	151
13.2. Сила тиску рідини на криволінійні стінки.....	153
13.3 Закон Архімеда.....	154
13.4 Плавання тіл.....	156
13.5. Остійне і неостійне положення тіл.....	157
13.6. Відносний спокій нестисливої рідини.....	158
Тема 14. Основи кінематики рідини. Основні поняття і визначення. Рівняння нерозривності.....	161
14.1. Кінематика рідини. Основні поняття і визначення.....	161
14.2. Витрата. Рівняння нерозривності рідини.....	166
Контрольні запитання.....	169
Задачі.....	170
Додатки.....	187
Список літератури.....	188