

W książce omówiono w sposób przystępny, zwięzły i logiczny zasady termodynamiki - ogólne prawa obowiązujące we wszelkich typach układów i wszelkich przemianach fizycznych i chemicznych. Przedstawiono podstawowe zasady termodynamiki, przemiany charakterystyczne gazów doskonałych i półdoskonałych, zasady przepływu ciepła i termodynamikę przepływów, obiegi porównawcze silników cieplnych i urządzeń chłodniczych. Zaletą książki jest poparcie teorii odpowiednimi przykładami rachunkowymi, w których uwzględniono najczęściej spotykane w praktyce inżynierskiej procesy i urządzenia.

Książka jest przeznaczona dla studentów wyższych uczelni technicznych oraz dla specjalistów zajmujących się techniką cieplną.

Do książki dołączono:

Wykres „i-s” entalpia-entropia dla pary wodnej do 1000°C i 95 MPa

Opracowany na podstawie „Termodynamiczne właściwości wody i pary wodnej”

wg. M.P. Wukałowicza.

Wykres „i=x” Molliera dla powietrza wilgotnego

Spis treści

1. Podstawowe pojęcia	9
1.1. Materia, substancja	9
1.2. Układ termodynamiczny	9
1.3. Stan termodynamiczny. Zerowa zasada termodynamiki	11
1.4. Przemiana termodynamiczna	11
1.5. Temperatura	12
1.5.1. Pomiar temperatury	12
1.5.2. Skale temperatury	12
1.6. Ciśnienie	15
1.6.1. Pomiar ciśnienia	16
1.6.2. Jednostki ciśnienia	16
1.7. Przykłady	17
2. Gaz jako czynnik termodynamiczny	19
2.1. Prawa gazowe	20
2.1.1. Prawo Avogadra	20
2.1.2. Prawo Boyle’a-Mariotte’a	20
2.1.3. Prawo Gay-Lussaca	21
2.1.4. Prawo Charlesa	23
2.2. Równanie stanu gazu doskonałego i półdoskonałego	24
2.2.1. Ciepło właściwe	24
2.2.2. Stała gazowa	25
2.2.3. Równanie Clapeyrona – równanie stanu gazu doskonałego	27
3. Bilans energii. Pierwsza zasada termodynamiki	34

3.1. Energia wewnętrzna układu	34
3.2. Praca i ciepło przemiany	36
3.2.1. Praca przemiany	36
3.2.1.1. Praca bezwzględna	37
3.2.1.2. Praca użyteczna	38
6 PODSTAWY Termodynamiki	
3.2.1.3. Praca techniczna	39
3.2.2. Ciepło przemiany	42
3.3. Entalpia i entropia	43
3.3.1. Entalpia	43
3.3.2. Entropia	43
3.4. Pierwsza zasada termodynamiki	45
3.4.1. Bilans energii przemiany termodynamicznej	45
3.4.2. Bilans energii przemiany termodynamicznej maszyny przepływowej	46
4. Przemiany charakterystyczne gazów doskonałych	48
4.1. Przemiany charakterystyczne	48
4.1.1. Przemiana izobaryczna	48
4.1.2. Przemiana izochoryczna	51
4.1.3. Przemiana izotermiczna	53
4.1.4. Przemiana izentropowa (adiabata)	55
4.1.5. Przemiana politropowa	58
4.2. Napełnianie i opróżnianie zbiornika	60
4.2.1. Napełnianie zbiornika	60
4.2.2. Opróżnianie zbiornika	62
4.3. Przykłady	63
5. Obiegi termodynamiczne. Druga zasada termodynamiki	73
5.1. Obiegi termodynamiczne	73
5.1.1. Obiegi prawo- i lewobieżne	74
5.1.1.1. Obieg prawobieżny	74
5.1.1.2. Obieg lewobieżny	74
5.1.2. Praca obiegu i ciepło obiegu	75
5.1.2.1. Obieg prawobieżny	75
5.1.2.2. Obieg lewobieżny	77
5.1.3. Sprawność i efektywność obiegu	78
5.1.3.1. Obieg prawobieżny	78
5.1.3.2. Obieg lewobieżny	78
5.1.4. Typowe porównawcze obiegi gazowe	79
5.1.4.1. Obieg Carnota	80
5.1.4.2. Obiegi silników spalinowych tłokowych	82
5.1.4.3. Obiegi silników spalinowych, turbinowych	86
5.1.4.4. Gazowe obiegi chłodnicze	88
5.1.4.5. Sprężanie	89
5.2. Druga zasada termodynamiki	94
5.3. Przykłady	95

Spis treści 7

6. Właściwości jednoskładnikowych par nasyconych	101
6.1. Przemiany fazowe	101
6.2. Energia cieplna i entalpia w procesie parowania	104
6.3. Przemiany charakterystyczne pary	112
6.3.1. Przemiana izotermiczna	112
6.3.2. Przemiana izochoryczna	113
6.3.3. Przemiana izobaryczna	115
6.3.4. Przemiana adiabatyczna odwracalna (izentropa odwracalna)	117
6.3.5. Przemiana izentalpowa	118
6.4. Parowe obiegi porównawcze	119
6.4.1. Obieg Clausiusa-Rankine'a	119
6.4.2. Obieg Lindego	123
6.5. Przykłady	125
7. Powietrze wilgotne	135
7.1. Podstawowe parametry powietrza wilgotnego	136
7.1.1. Zawartość wilgoci	136
7.1.2. Ciśnienie cząstkowe pary wodnej	136
7.1.3. Ciśnienie pary wodnej w stanie nasycenia	138
7.1.4. Wilgotność powietrza	139
7.1.4.1. Wilgotność bezwzględna powietrza	139
7.1.4.2. Wilgotność właściwa powietrza	140
7.1.4.3. Wilgotność względna powietrza	140
7.1.5. Stopień nasycenia	141
7.1.6. Temperatura	141
7.1.6.1. Temperatura wg termometru mokrego i temperatura adiabatycznego nasycenia	141
7.1.7. Temperatura punktu rosy	143
7.1.8. Entalpia powietrza wilgotnego	143
7.2. Wykres „i-x” Molliera	148
7.2.1. Konstrukcja wykresu „i-x” Molliera	149
7.2.2. Parametry powietrza wilgotnego na wykresie „i-x” Molliera	155
7.2.3. Przemiany powietrza wilgotnego	159
7.2.3.1. Mieszanie powietrza	159
7.2.3.2. Ogrzewanie powietrza w nagrzewnicy	162
7.2.3.3. Chłodzenie powietrza w chłodnicach powierzchniowych	163
7.2.3.4. Procesy zachodzące w komorze zraszania	165
7.2.3.5. Nawilżanie parowe powietrza	169
7.3. Przykłady	171
8 PODSTAWY Termodynamiki	
8. Wymiana ciepła	185
8.1. Podstawowe pojęcia	185
8.2. Podstawowe sposoby przenoszenia ciepła	186
8.2.1. Konwekcja	187

8.2.2. Przewodzenie	189
8.2.3. Promieniowanie	191
8.3. Przenoszenie ciepła przez przegrody płaskie	195
8.3.1. Wnikanie ciepła	195
8.3.2. Przewodzenie ciepła	196
8.3.3. Przenikanie ciepła	198
8.4. Przenoszenie ciepła przez przegrody walcowe	201
8.4.1. Wnikanie ciepła	201
8.4.2. Przewodzenie ciepła	202
8.4.3. Przenikanie ciepła	204
8.5. Izolowanie przegród	206
8.5.1. Izolowanie przegród płaskich	206
8.5.2. Izolowanie przegród walcowych	206
8.6. Przykłady	208
Skorowidz	215
Bibliografia	219