

SPIS TREŚCI

WSTĘP	Str. 9
I. Jednostki miar oraz oznaczenia	10
1. Jednostki masy i siły w termodynamice technicznej	10
2. Skale temperatury	13
3. Najczęstsze oznaczenia w termodynamice technicznej	15
A. BILANSOWANIE ENERGETYCZNE	19
II. Pierwsza zasada termodynamiki	19
1. Równoważniki energii	19
2. Ogólne sformułowanie I zasady termodynamiki	23
3. Krótkie omówienie pozycji bilansu energetycznego	25
a) Energia układu	25
b) Sposoby doprowadzania i odprowadzania energii	28
III. Ciepło pochłonięte przez układ. Ciepło właściwe	29
1. Uwagi ogólne	29
2. Ciepło właściwe ciał stałych	36
IV. Przepływ energii w rurociągu. Ciśnienia	37
1. Przepływ energii w rurociągu	37
2. Pojęcia różnych ciśnień	41
a) Ciśnienie bezwzględne, manometryczne i próżnia	41
b) Ciśnienie statyczne, dynamiczne i całkowite	46
V. Pojęcia pracy mechanicznej. Układ pracy Clapeyrona	49
1. Praca bezwzględna i praca użyteczna	50
2. Praca techniczna i indykowana	55
3. Inne prace	58
VI. Zastosowanie I zasady termodynamiki do układu cylinder-tłok i urządzenia przepływowe	59
1. Układ cylinder-tłok	59
2. Urządzenia przepływowe	64
B. ZASTOSOWANIE I ZASADY TERMODYNAMIKI DO UKŁADÓW GAZOWYCH	67
VII. Układy ciał stałych i cieczy	68
VIII. Termiczne równania stanu gazów doskonałych i półdoskonałych	71
1. Równania termiczne gazów	71
2. Praktyczne zastosowania równania termicznego	76
3. Naświetlenie stanu termicznego gazów doskonałych z punktu widzenia teorii kinetycznej	78
IX. Kaloryczne równanie stanu gazów doskonałych i półdoskonałych	84
1. Prawa ogólne	84
2. Gazy doskonałe	87

	Str.
3. Gazy półdoskonałe	90
4. Energia wewnętrzna gazów w świetle teorii kinetycznej gazów i mechaniki kwantowej	94
a) Gazy doskonałe	94
b) Gazy półdoskonałe	97
X. Typowe przemiany termodynamiczne gazów doskonałych i półdoskonałych	105
1. Izoterma	107
2. Izochora	109
3. Izobara	110
4. Adiabata	112
5. Politropa	119
6. Dławienie	133
7. Mieszanie	138
a) Proces mieszania	138
b) Równanie termiczne mieszaniny gazów	142
c) Równanie kaloryczne mieszaniny gazów	144
d) Typowe przypadki mieszania gazów	147
C. DRUGA ZASADA TERMODYNAMIKI	149
XI. Obiegi termodynamiczne	149
XII. Sformułowanie II zasady termodynamiki	156
XIII. Wyprowadzenie pojęcia entropii	160
1. Właściwości odwracalnego obiegu Carnota	160
2. Termodynamiczna i logarytmiczna skala temperatur	165
3. Całka Clausiusa	169
4. Entropia	173
XIV. Zastosowanie II zasady termodynamiki. Układ ciepła Belpaire'a	176
1. Przemiany niekołowe. Zasada wzrostu entropii	176
2. Urządzenia przepływowe	184
3. Obiegi termodynamiczne	185
XV. Obliczenie entropii ciał stałych, ciekłych oraz gazów doskonałych i półdoskonałych. III Zasada termodynamiki	189
1. Ciała stałe i ciecze	189
2. Gazy doskonałe	194
3. Gazy półdoskonałe	200
4. Wyznaczanie pracy w układzie T, s	207
XVI. Praca maksymalna. Prawo Gouya-Stodoli. Potencjały termodynamiczne	208
1. Przemiany niekołowe	208
2. Przemiany adiabatyczne	218
3. Obiegi termodynamiczne	219
XVII. Typowe przemiany nieodwracalne	220
1. Wymiana ciepła przy skończonej różnicy temperatur	221
2. Tarcie	222
3. Dławienie	223
4. Dyfuzja	224
5. Przemiany nieodwracalne a prawdopodobieństwo	226
D. TERMODYNAMIKA PAR	232
XVIII. Zmiana stanu skupienia. Reguła faz Gibbsa	232
XIX. Izobaryczne wytwarzanie pary	240

	Str.
XX. Nasycona para wodna	248
1. Termiczne określenie stanu	248
2. Kaloryczne określenie stanu	251
3. Wykresy entropowe	256
a) Wykres T, s Belpaire'a	256
b) Wykres i, s Molliera	260
XXI. Równanie Clapeyrona-Clausiusa	262
1. Uwagi ogólne	262
2. Zastosowanie równania Clapeyrona-Clausiusa	264
a) Przedstawienie ciepła q i ψ	264
b) Wyprowadzenie zależności $P = f(T_s)$	264
c) Ciśnienie cząstkowe pary ponad zwierciadłami zakrzywionymi	265
3. Przejście od empirycznej do bezwzględnej skali temperatur	272
XXII. Typowe przemiany termodynamiczne w obszarze pary mokrej	273
1. Przemiana ogólna	273
2. Linia stałego stopnia suchości $x = \text{idem}$	274
3. Izobara-izoterma	275
4. Izochora	276
5. Dławienie	278
6. Adiabata	279
E. PARA PRZEGRZANA	283
XXIII. Gazy rzeczywiste	283
1. Termiczne określenie stanu	283
a) Dane doświadczalne	283
b) Równanie Van der Waalsa	286
c) Mieszaniny gazowe. Prawo Leduca	297
2. Równanie termiczne stanu dla przegrzanej pary wodnej	300
XXIV. Związek między kalorycznymi i termicznymi parametrami stanu	304
1. Entalpia pary przegrzanej	304
2. Metoda ogólna stosowania zasad termodynamiki. Energia wewnętrzna, entropia pary przegrzanej	308
3. Ciepło właściwe c_p , c_v i różnica ($c_p - c_v$)	315
XXV. Charakterystyczne przemiany termodynamiczne	325
1. Izobara	325
2. Izochora	327
3. Izoterma	327
4. Adiabata	329
5. Dławienie	335
a) Dławienie izoenergetyczne	335
b) Dławienie izentalpowe. Efekt Joule'a-Thomsona	335
XXVI. Gazy wilgotne	344
1. Dyfuzja. Wilgoć i wilgotność gazów	344
2. Wpływ wysokich ciśnień. Efekt Poyntinga	348
3. Termiczne określenie stanu powietrza wilgotnego	350
4. Kaloryczne określenie stanu powietrza wilgotnego	352
5. Psychrometr Augusta	355
6. Wykres i, X Molliera dla powietrza wilgotnego	357
7. Typowe przemiany termodynamiczne	359
XXVII. Aerosole (solgazy)	363
F. PRZEPŁYW PŁYNÓW ELASTYCZNYCH	366
XXVIII. Podstawowe prawa rządzące przepływem	366

	Str.
XXIX. Prędkość wypływu. Szczególne przypadki	369
1. Dławienie adiabatyczne	369
2. Przepływ izentropowy	370
3. Adiabatyczny przepływ rzeczywisty	372
4. Nieadiabatyczny przepływ idealny	376
XXX. Kształt dyszy i natężenie przepływu	377
1. Otwór zaokrąglony (dysza zbieżna Bendemanna)	377
a) Ekspansja w obrębie dyszy	377
b) Ekspansja wtórna poza dyszą	385
c) Prędkość dźwięku w płynach	388
2. Otwór ostrokrawędziowy	390
3. Dysza de Lavala	391
a) Normalne działanie dyszy	391
b) Działanie dyszy po zmianie parametrów	399
4. Dysza złożona	405
5. Dysza skośnie ścięta	407
XXXI. Zastosowanie praw przepływu do techniki pomiarowej	409
1. Rurki spiętrzające	409
2. Zwężki miernicze (dławiące)	412
3. Strata ciśnienia w przewodzie wskutek gwałtownej zmiany przekroju	419
XXXII. Spadek ciśnienia w rurociągach	421
1. Praca tarcia	422
2. Rurociągi krótkie	427
3. Rurociągi długie	430
4. Maksymalna przepuszczistość rurociągów	432
XXXIII. Środki do zmniejszenia natężenia przepływu masy	435
1. Dławiki szczelinowe	435
2. Uszczelnienie labiryntowe	439
XXXIV. Dynamiczne działanie strumienia	444
XXXV. Ssące działanie strumienia	450
Tablice	1
Wykaz piśmiennictwa	I
Skorowidz nazwisk	II
Skorowidz rzeczowy	IV