

Spis treści

Oznaczenia i jednostki miary ważniejszych wielkości termodynamicznych 8

1. Stan termodynamiczny 13

1.1.	Zakres i metody termodynamiki	13
1.2.	Określanie stanu termodynamicznego	19
1.3.	Zerowa zasada termodynamiki	24
1.4.	Ciśnienie	26
1.5.	Równanie stanu gazów doskonałych	28
1.6.	Wnioski z prawa Avogadra	30
1.7.	Przykłady	34

2. Bilansowanie energii 37

2.1.	Przemiany termodynamiczne	37
2.2.	Praca	39
2.3.	Pierwsza zasada termodynamiki	44
2.4.	Bilans energii dla ruchomego układu zamkniętego	51
2.5.	Zastosowanie pierwszej zasady termodynamiki do obiegów	53
2.6.	Ciepło właściwe	56
2.7.	Bilanse substancji oraz energii dla nieruchomego układu otwartego	59
2.8.	Bilans energii dla ruchomego układu otwartego	66
2.9.	Przykłady	67

3. Druga zasada termodynamiki 70

3.1.	Właściwości wyrażeń Pfaffa	70
3.2.	Entropia	74
3.3.	Zasada wzrostu entropii	81
3.4.	Statystyczna interpretacja entropii oraz drugiej zasady termodynamiki	93
3.5.	Zastosowanie drugiej zasady termodynamiki do obiegów	97
3.6.	Potencjały termodynamiczne	104
3.7.	Kierunek przebiegu samorzutnych zjawisk nieodwracalnych	107
3.8.	Egzergia	111
3.9.	Przykłady	114

4.	Właściwości gazów doskonałych	119
4.1.	Cisnienie, temperatura, energia wewnętrzna, entalpia, ciepło właściwe gazów doskonałych w interpretacji teorii kinetycznej	119
4.2.	Zależność ciepła właściwego gazów doskonałych od temperatury	124
4.3.	Przyrosty energii wewnętrznej, entalpii, entropii gazów doskonałych	128
4.4.	Przemiany gazów doskonałych	130
4.4.1.	Przemiany izotermiczne	131
4.4.2.	Przemiany izochoryczne	132
4.4.3.	Przemiany izobaryczne	134
4.4.4.	Przemiany adiabatyczne	135
4.4.5.	Przemiany politropowe	142
4.5.	Opróżnianie i napełnianie zbiorników	147
4.6.	Procesy sprężania	152
4.7.	Obiegi silników spalinowych tłokowych	159
4.8.	Obiegi silników spalinowych turbinowych	165
4.9.	Gazowe obiegi chłodnicze	171
4.10.	Przykłady	175
5.	Właściwości rzeczywistych substancji jednoskładnikowych	182
5.1.	Zastosowanie jakobianów w termodynamice	182
5.2.	Współczynniki termodynamiczne	188
5.3.	Równania stanu gazów rzeczywistych	192
5.4.	Energia wewnętrzna, entalpia, entropia, ciepło właściwe gazów rzeczywistych	208
5.5.	Efekt zjawiska Joule'a-Thomsona	214
5.6.	Warunki równowagi i stabilności równowagi substancji jednoskładnikowej	218
5.7.	Przejścia fazowe	227
5.8.	Wytwarzanie pary wodnej przy stałym ciśnieniu	233
5.9.	Przemiany pary wodnej	242
5.10.	Obiegi siłowni parowych	249
5.11.	Obiegi parowe urządzeń chłodniczych	253
5.12.	Skraplanie gazów	256
5.13.	Przykłady	261
6.	Termodynamika przepływów ściśliwych	270
6.1.	Podstawowe równania dla przepływów ściśliwych	270
6.2.	Parametry krytyczne	274
6.3.	Dysza zbieżna	278
6.4.	Dysza de Laval'a	282
6.5.	Przepływ adiabatyczny przez dysze	287
6.6.	Zasady działania maszyn wirnikowych	290
6.7.	Zasada działania silników odrzutowych	297
6.8.	Przykłady	299
7.	Układy wieloskładnikowe bez reakcji chemicznych	303
7.1.	Roztwory gazów doskonałych	303
7.2.	Właściwości gazów wilgotnych	312
7.3.	Przemiany wilgotnego powietrza	316

7.4.	Równania stanu roztworów gazów rzeczywistych	321
7.5.	Potencjał chemiczny	323
7.6.	Aktywność ciśnieniowa	328
7.7.	Bilanse substancji oraz energii w układzie wieloskładnikowym otwartym bez reakcji chemicznych	333
7.8.	Warunki równowagi i stabilności równowagi w układzie wieloskładnikowym bez reakcji chemicznych	339
7.9.	Właściwości roztworów doskonałych i rzeczywistych	342
7.10.	Przykłady	351
8.	Termodynamika procesów spalania	354
8.1.	Bilansowanie ilości substancji w procesach spalania	354
8.2.	Zapotrzebowanie powietrza do spalania	359
8.3.	Ilość i skład spalin	361
8.4.	Opracowanie wyników analizy spalin	365
8.5.	Bilansowanie substancji, energii i entropii układów równowagowych z reakcjami chemicznymi	370
8.6.	Bilans energii przy spalaniu	380
8.7.	Praca maksymalna reakcji chemicznej	383
8.8.	Trzecia zasada termodynamiki	386
8.9.	Warunki równowagi i stabilności równowagi w układzie z reakcjami chemicznymi	392
8.10.	Zgazowanie paliw stałych	400
8.11.	Dysocjacja termiczna	407
8.12.	Przykłady	411
9.	Termodynamika układów specjalnych	417
9.1.	Ujemne temperatury bezwzględne	417
9.2.	Termodynamika gazu fotonowego	425
9.3.	Właściwości termodynamiczne ciał w polu magnetycznym	427
9.4.	Zależności termodynamiczne dla nadprzewodników	433
9.5.	Termodynamika napięcia powierzchniowego	439
9.6.	Termodynamika sprężystego ciała stałego	444
9.7.	Przykłady	451
10.	Termodynamika procesów nierównowagowych	456
10.1.	Postulaty liniowej termodynamiki procesów nierównowagowych	456
10.2.	Właściwości stanów ustalonych	462
10.3.	Równania bilansu wielkości ekstensywnych dla płynów wieloskładnikowych	469
10.4.	Przepływ prądu elektrycznego i ciepła przez przewodniki	478
10.5.	Bezpośrednia konwersja energii wewnętrznej w elektryczną	483
10.6.	Przykłady	488
	Literatura	491
	Skorowidz	492