

Spis treści

Przedmowa do wydania w języku angielskim	11
Przedmowa do drugiego wydania polskiego	13
Wykaz ważniejszych oznaczeń	17
1. Wprowadzenie i podstawy termodynamiki	19
1.1. Wprowadzenie	19
1.2. Własności fizyczne i termodynamiczne substancji	20
1.3. Stan fizyczny substancji	21
1.4. Gazy i pary	25
1.5. Zasady termodynamiki i przemiany termodynamiczne	28
1.6. Roztwory czynników chłodniczych	33
2. Obieg chłodniczy sprężarkowy	35
2.1. Obieg Carnota	35
2.2. Obieg Lorenza	36
2.3. Obieg Lindego	38
2.4. Obieg Joule'a	39
3. Czynniki chłodnicze i chłodziwa	42
3.1. Czynniki chłodnicze	42
3.1.1. Systematyka czynników chłodniczych	42
3.1.2. Wskaźniki ekologicznej oceny czynników chłodniczych	45
3.1.3. Regulacje ograniczające stosowanie czynników chłodniczych	50
3.1.4. Ocena własności termodynamicznych czynników chłodniczych	52
3.1.5. Charakterystyka wybranych czynników chłodniczych	58
3.1.5.1. Czynniki naturalne	60

3.1.5.2. Czynniki syntetyczne	66
3.2. Chłodziwa	71
3.2.1. Solanki	72
3.2.2. Chłodziwa pochodzenia organicznego	75
3.2.3. Lód zawieszinowy	76
3.3. Oleje chłodnicze	77
4. Analiza urządzeń chłodniczych sprężarkowych	82
4.1. Urządzenia jednostopniowe	82
4.2. Urządzenia dwustopniowe	85
4.2.1. Urządzenia dwustopniowe z jednostopniowym dławieniem	86
4.2.2. Urządzenia dwustopniowe z dwustopniowym dławieniem	88
4.3. Urządzenia kaskadowe	89
4.4. Pompy ciepła	90
5. Urządzenia chłodnicze niskotemperaturowe	94
5.1. Obieg Lindego	94
5.2. Obieg Claude'a	96
5.3. Obieg Kapicy	97
6. Urządzenia absorpcyjne	99
6.1. Podstawy termodynamiki roztworów	99
6.2. Obieg urządzenia absorpcyjnego	104
7. Analiza pracy absorpcyjnych i strumienicowych urządzeń chłodniczych	106
7.1. Wielokrotność cyrkulacji roztworu	106
7.1.1. Bilans strumieni masy roztworu dwóch cieczy	106
7.1.2. Bilans strumieni masy roztworu soli w cieczy	107
7.2. Urządzenie absorpcyjne amoniakalno-wodne	108
7.3. Urządzenie absorpcyjne amoniakalno-wodne z gazem wyrównawczym	112
7.4. Urządzenie absorpcyjne bromolitowe	113
7.5. Absorpcyjne pompy ciepła	117
7.6. Transformator ciepła	119
7.7. Urządzenie chłodnicze strumienicowe	123
8. Powietrze wilgotne	126
8.1. Wilgotność bezwzględna	126
8.2. Zawartość wilgoci	127
8.3. Wilgotność względna	127
8.4. Entalpia powietrza wilgotnego	128
8.5. Ciepło właściwe powietrza wilgotnego	128
8.6. Objętość właściwa powietrza wilgotnego	129
8.7. Wykres własności powietrza wilgotnego	129
8.8. Temperatura termometru mokrego	129
8.9. Temperatura punktu rosy	130

9. Procesy wymiany ciepła i masy w powietrzu wilgotnym	132
9.1. Mieszanie strumieni powietrza	132
9.2. Ogrzewanie oraz ochładzanie powietrza przez powierzchnie suche	133
9.3. Ogrzewanie oraz ochładzanie powietrza przez powierzchnie wilgotne	134
9.4. Nawilżanie izotermiczne powietrza	136
9.5. Nawilżanie adiabatyczne powietrza	137
9.6. Liczba Lewisa	138
9.7. Adiabatyczne chemiczne procesy osuszania powietrza	141
9.8. Potencjał entalpii	141
10. Jakość powietrza w systemach klimatyzacji	145
11. Obiegi klimatyzacyjne powietrza wilgotnego	148
11.1. Obiegi klimatyzacyjne o przeważających zyskach wilgoci	148
11.2. Obiegi klimatyzacyjne o przeważających zyskach ciepła jawnego	152
12. Systemy klimatyzacji	157
12.1. Systemy wielostrefowe z podgrzewem wtórnym	157
12.2. Systemy o zmiennym strumieniu objętości powietrza	158
12.3. Systemy zdecentralizowane	159
12.4. Systemy jednostrefowe	160
13. Obliczanie obciążenia chłodniczego	162
13.1. Strumień ciepła przenikający przez przegrodę budowlaną	163
13.2. Zyski ciepła pochodzące od promieniowania słonecznego	165
13.2.1. Strumień ciepła pochodzący od bezpośredniego promieniowania słonecznego	165
13.2.2. Strumień ciepła pochodzący od promieniowania słonecznego przekazywany przez okna	172
13.3. Zyski ciepła pochodzące od ochładzanych towarów	176
13.4. Zyski ciepła spowodowane wentylacją	178
13.5. Zyski ciepła spowodowane infiltracją powietrza zewnętrznego	179
13.6. Zyski ciepła wytwarzane przez silniki elektryczne	180
13.7. Zyski ciepła wytwarzane przez oświetlenie elektryczne	181
13.8. Zyski ciepła pochodzące od ludzi	181
13.9. Zyski ciepła utajonego spowodowane odprowadzaniem wilgoci	183
14. Sprężarki chłodnicze	184
14.1. Sprężarki tłokowe	184
14.2. Sprężarki śrubowe	192
14.3. Sprężarki łopatkowe	195
14.4. Sprężarki spiralne	196
14.5. Sprężarki odśrodkowe	198
15. Wymienniki ciepła	205
15.1. Skraplacze	205
15.1.1. Skraplacze chłodzone wodą	205

15.1.2. Skraplacze natryskowo-wyparne	206
15.1.3. Skraplacze chłodzone powietrzem	207
15.2. Parowniki	209
15.2.1. Parowniki suche	209
15.2.2. Parowniki zalane	211
15.2.3. Parowniki mokre	212
15.2.4. Wężownice chłodzące	214
15.3. Absorbery	214
15.3.1. Absorbery zalane	215
15.3.2. Absorbery z wypełnieniem	215
15.3.3. Absorbery zroszeniowe	216
15.4. Warniki	216
15.5. Przegrzewacze pary	218
15.6. Wodne nawilżacze powietrza	219
15.7. Chłodnie wieżowe wody	220
16. Agregaty skraplające i chłodnicze	225
17. Zasilanie parowników chłodniczych	228
17.1. Elementy rozprężne	228
17.1.1. Termostatyczne zawory rozprężne	228
17.1.2. Automatyczne zawory rozprężne	232
17.1.3. Rurki kapilarne	233
17.1.4. Pływakowe zawory rozprężne	234
17.1.5. Ręczne zawory rozprężne	236
17.1.6. Dobór zaworu rozprężnego	236
17.2. Systemy zasilania parowników	237
17.2.1. Zasilanie parowników suchych	237
17.2.2. Zasilanie oddzielaczy cieczy	239
18. Przewody chłodnicze	245
18.1. Przewody cieczowe	245
18.2. Przewody parowe	246
18.3. Spadki ciśnienia w przewodach chłodniczych	249
19. Przewody powietrzne	257
19.1. Obliczanie spadku ciśnienia statycznego	258
19.2. Wymiarowanie przewodów powietrznych	261
19.3. Moc napędowa wentylatora i podobieństwo dynamiczne wentylatorów	265
19.4. Optymalizacja układów rozprowadzania powietrza	266
19.5. Rozdział powietrza w pomieszczeniach	269
20. Wykres Molliera własności powietrza wilgotnego	272
20.1. Konstrukcja wykresu Molliera $h-X$	272
20.2. Charakterystyczne przemiany powietrza wilgotnego na wykresie Molliera	276
20.2.1. Mieszanie strumieni powietrza wilgotnego	276

20.2.2. Ogrzewanie powietrza wilgotnego	277
20.2.3. Chłodzenie powietrza wilgotnego	277
20.2.4. Nawilżanie powietrza	280
20.3. Obiegi klimatyzacyjne powietrza wilgotnego na wykresie Molliera	281

Literatura	284
-------------------------	------------

Załącznik	289
------------------------	------------

1. Własności termodynamiczne powietrza wilgotnego nasyconego	289
2. Własności termodynamiczne czynników chłodniczych	294
2.1. Woda (R718)	294
2.2. Amoniak (R717)	296
2.3. Propan (R290)	299
2.4. Izobutan (R600a)	302
2.5. Dwutlenek węgla (R744)	306
2.6. Czynnik R22	309
2.7. Czynnik R23	313
2.8. Czynnik R134a	315
2.9. Czynnik R227	317
2.10. Czynnik R410A	321
2.11. Czynnik R507	323
3. Roztwory stosowane w absorpcyjnych urządzeniach chłodniczych	325
4. Wybrane zależności do obliczania własności termodynamicznych czynników chłodniczych	328

Skorowidz	332
------------------------	------------