

SPIS TREŚCI

Od Wydawcy	17
Od Autora	19
Wykaz ważniejszych oznaczeń	21
Rozdział I	
Zagadnienia termodynamiki i wymiany ciepła	29
1. Podstawy termodynamiki technicznej	29
1.1. Podstawowe pojęcia termodynamiki	29
1.2. Parametry stanu czynnika termodynamicznego	36
1.3. Gaz jako czynnik termodynamiczny	42
1.4. Przemiany termodynamiczne	44
1.5. Pierwsza zasada termodynamiki	48
1.6. Druga zasada termodynamiki	49
1.7. Obiegi termodynamiczne	50
1.8. Procesy termodynamiczne zachodzące w sprężarkach	52
1.9. Obiegi parowe	54
1.10. Termodynamika roztworów	60
1.11. Absorpcyjne obiegi chłodnicze	63
1.12. Sposoby wymiany powietrza	65
1.13. Charakterystyka powietrza wilgotnego	66
1.14. Przemiany powietrza wilgotnego	68
1.15. Wykres Molliera dla powietrza wilgotnego	68
1.16. Przepływy czynnika termodynamicznego	71
1.17. Sposoby rozchodzenia się ciepła	72
1.18. Wymienniki ciepła – rodzaje, budowa, zastosowanie	78
1.19. Metody obróbki powietrza	79
1.20. Urządzenia do obróbki powietrza	83
2. Obliczenia termodynamiczne	87
2.1. Bilans cieplny chłodni	87

2.2. Strumień ciepła przenikającego przez przegrody	89
2.3. Obiegi chłodnicze	90
2.4. Obliczenia mocy chłodniczej urządzeń	94
2.5. Obliczenia wielkości powierzchni wymienników ciepła	95
2.6. Parametry powietrza wilgotnego	96
2.7. Opory przepływu w rurociągach chłodniczych	101
2.8. Obliczenia strat ciepła w pomieszczeniach klimatyzowanych	104
2.9. Opory przepływu powietrza w przewodach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych	108
2.10. Obliczenia wydajności grzejnej pomp ciepła	111
2.11. Sprawność urządzeń chłodniczych	111
Literatura	113
Pytania powtórzeniowe. Sprawdź się!	114

Rozdział II

Elektrotechnika, elektronika i automatyka	119
1. Podstawy elektrotechniki i elektroniki	119
1.1. Wielkości elektryczne i ich jednostki – napięcie, natężenie prądu, rezystancja, moc, energia	119
1.2. Pojemność elektryczna i kondensatory	120
1.3. Źródła energii elektrycznej	122
1.4. Rodzaje prądów	123
1.5. Łączenie odbiorników – szeregowo, równoległe, w gwiazdę lub trójkąt	124
1.6. Łączenie źródeł energii elektrycznej – szeregowo, równoległe, mieszane	127
1.7. Materiały stosowane w elektrotechnice i elektronice	129
1.8. Elementy obwodu elektrycznego i warunki przepływu prądu elektrycznego w obwodzie elektrycznym	131
1.9. Prawo Ohma	132
1.10. Prawa Kirchhoffa	133
1.11. Prawo Joule’a-Lenza	135
1.12. Obwody nierozgałęzione i rozgałęzione	136
1.13. Obliczanie obwodów – metodą przekształcania, metodą praw Kirchhoffa	136
1.14. Moc w obwodach prądu sinusoidalnie zmiennego	139
1.15. Przebiegi sinusoidalne – powstawanie, wielkości, przesunięcie fazowe	141
1.16. Termistory NTC i PTC	146
1.17. Diody prostownicze i diody LED	146
1.18. Tyrystory	148
1.19. Tranzystory	149
1.20. Termoelementy	152
1.21. Prostowniki	153
1.22. Falowniki	154
1.23. Parametry elementów i układów elektrycznych	155
1.24. Parametry elementów i układów elektronicznych	156
1.25. Przebiegi sinusoidalne typu $y = A \sin(\omega t + \varphi)$ i obliczanie wielkości charakteryzujących przebiegi sinusoidalne typu $y = A \sin(\omega t + \varphi)$	157

2. Miernictwo elektryczne	160
2.1. Metody pomiarów parametrów układów elektrycznych i elektronicznych	160
2.2. Przyrządy do pomiaru parametrów układów elektrycznych i elektronicznych	161
2.3. Dokładność pomiarów	162
2.4. Pomiar parametrów prądu (pomiar natężenia prądu)	165
2.5. Pomiar napięcia	166
2.6. Pomiar napięcia w obwodach z przekształtnikami energoelektronicznymi	167
2.7. Pomiar rezystancji	168
2.8. Sprawdzanie ciągłości przewodów ochronnych	168
2.9. Pomiar rezystancji izolacji	170
2.10. Mierniki rezystancji izolacji	171
2.11. Pomiar mocy	172
2.12. Pomiar energii elektrycznej	175
2.13. Elektryczne pomiary temperatury	176
2.14. Termometr oporowy w układzie mostkowym	178
2.15. Multimetry cyfrowe, wskazówkowe, cęgowo – funkcje, zakresy, zasady obsługi	179
2.16. Mierniki wskazówkowe – rodzaje, skale	180
3. Instalacje elektryczne	181
3.1. Schematy ideowe i montażowe układów elektrycznych	182
3.2. Symbole graficzne stosowane na schematach ideowych i montażowych	182
3.3. Przewody elektroenergetyczne	184
3.4. Przewody elektroenergetyczne z izolacją olejoodporną	186
3.5. Kable energetyczne	187
3.6. Styczniki	187
3.7. Przekazniki elektromagnetyczne	189
3.8. Przekazniki czasowe	190
3.9. Wyłączniki silnikowe	191
3.10. Przekazniki termiczne	192
3.11. Wyłączniki nadmiarowo-prądowe	193
3.12. Wyłączniki ochronne różnicowo-prądowe	194
3.13. Ograniczniki przepięć	196
3.14. Bezpieczniki instalacyjne	197
3.15. Rozłączniki	199
3.16. Instalacje elektryczne w korytkach	200
3.17. Instalacje elektryczne na drabinkach	201
3.18. Instalacje elektryczne prowadzone w rurkach	201
3.19. Osprzęt instalacji elektrycznych prowadzonych w korytkach, na drabinkach oraz w rurkach	202
3.20. Grzałki elektryczne	204
3.21. Lampy LED w chłodnictwie	206
3.22. Lampy fluorescencyjne w chłodnictwie	207
3.23. Schematy wyposażenia elektrycznego urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych	208
3.24. Dokumentacja instalacji elektrycznych	209
3.25. Schematy ideowe obwodów zasilania, sterowania i sygnalizacji	209
3.26. Zagrożenia wynikające z działania prądu na organizm człowieka	210

3.27. Pierwsza pomoc poszkodowanym w wypadkach przy pracy	212
3.28. Przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczące montażu mechanicznego i elektrycznego w układach elektrycznych	213
3.29. Układy sieci w urządzeniach elektroenergetycznych do 1 kV	214
3.30. Ochrona od porażenia prądem w instalacjach o napięciu znamionowym do 1 kV	215
3.31. Czynniki szkodliwe, uciążliwe i niebezpieczne występujące podczas pracy z układami elektrycznymi i elektronicznymi	221
3.32. Przepisy ochrony przeciwpożarowej dotyczące pracy z układami elektrycznymi i elektronicznymi	222
4. Maszyny elektryczne	223
4.1. Elektryczne układy zasilania stosowane w instalacjach chłodniczych	224
4.2. Układy sterowania stosowane w instalacjach chłodniczych i klimatyzacyjnych oraz pompach ciepła	225
4.3. Układy zabezpieczeń stosowane w instalacjach chłodniczych i klimatyzacyjnych oraz pompach ciepła	226
4.4. Zasady montażu układów zasilania, sterowania oraz zabezpieczeń stosowanych w instalacjach chłodniczych i klimatyzacyjnych oraz pompach ciepła	227
4.5. Narzędzia i przyrządy pomiarowe stosowane podczas montażu mechanicznego elementów i urządzeń elektrycznych oraz elektronicznych	229
4.6. Maszyny elektryczne stosowane w chłodnictwie i klimatyzacji – rodzaje, charakterystyka	231
4.7. Silniki elektryczne – rodzaje, zastosowanie	231
4.8. Silniki jednofazowe klatkowe z fazą rozruchową kondensatorową	233
4.9. Silniki trójfazowe asynchroniczne klatkowe	234
4.10. Silniki trójfazowe asynchroniczne klatkowe z dzielonymi uzwojeniami	237
4.11. Przemienne częstotliwości	238
4.12. Rozruch silników sprężarek	239
4.13. Przekazniki rozruchowe: prądowy i napięciowy	241
4.14. Czujnik kolejności i zaniku fazy	242
4.15. Regulacja prędkości obrotowej silników wentylatorów	243
4.16. Regulacja prędkości obrotowej silników pomp obiegowych	243
4.17. Regulacja prędkości obrotowej silników sprężarek chłodniczych	244
4.18. Zintegrowane zabezpieczenia termiczne silników	244
4.19. Zasady bezpiecznej pracy podczas obsługi maszyn elektrycznych	245
5. Automatyka urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych	246
5.1. Podstawy automatyki	247
5.2. Funkcje elementów i układów elektronicznych	249
5.3. Schematy układów elektronicznych	250
5.4. Zastosowanie elementów i układów elektronicznych w automatyce urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych	251
5.5. Regulacja automatyczna urządzeń stosowanych w chłodnictwie i klimatyzacji – podstawy teoretyczne	251
5.6. Charakterystyki regulatorów	255
5.7. Układy regulacji	258
5.8. Sterowniki zespołów sprężarkowych i wentylatorów skraplaczy	259

5.9. Sterowniki parowników chłodniczych	259
5.10. Sterowniki nadrzędne	260
5.11. Sterowniki podrzędne	261
5.12. Magistrale komunikacyjne	262
5.13. Elektroniczne przetworniki ciśnienia	265
5.14. Elektroniczne zawory rozprężne	267
5.15. Zawory elektromagnetyczne	268
5.16. Regulatory temperatury	269
5.17. Regulatory ciśnienia	270
5.18. Specjalistyczne programy komputerowe	271
Literatura	272
Pytania powtórzeniowe. Sprawdź się!	273

Rozdział III

Technologia instalacji i urządzeń chłodniczych 277

1. Zasady montażu instalacji i urządzeń chłodniczych	277
1.1. Pojęcia dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej, ochrony środowiska	279
1.2. Wymagania ergonomii	280
1.3. Zasady ochrony przeciwpożarowej, obowiązujące w chłodnictwie i klimatyzacji	281
1.4. Środki gaśnicze – rodzaje, zastosowania	283
1.5. Instytucje oraz służby działające w zakresie ochrony pracy i ochrony środowiska w Polsce	285
1.6. Prawa i obowiązki pracownika, dotyczące przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy	286
1.7. Obowiązki pracodawcy dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników	287
1.8. Zagrożenia dla mienia i środowiska związane z wykonywaniem zadań zawodowych	287
1.9. Charakterystyka czynników chłodniczych, olejów i nośników ciepła stosowanych w instalacjach chłodniczych	288
1.10. Zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka wynikające ze stosowania czynników chłodniczych	292
1.11. Rodzaje instalacji chłodniczych	294
1.12. Elementy instalacji chłodniczych i ich funkcje	295
1.13. Sprężarki chłodnicze	298
1.14. Wymienniki ciepła	301
1.15. Aparaty pomocnicze	303
1.16. Przewody i armatura chłodnicza	305
1.17. Przyrządy pomiarowe stosowane w chłodnictwie	307
1.18. Aparatura regulacyjno-zabezpieczająca stosowana w chłodnictwie	308
1.19. Agregaty chłodnicze	310
1.20. Materiały stosowane w instalacjach chłodniczych, ich właściwości	311

1.21. Rodzaje połączeń elementów instalacji chłodniczych	312
1.22. Zasady wykonywania połączeń rozłącznych i nierozłącznych	314
1.23. Narzędzia stosowane do montażu instalacji i urządzeń chłodniczych – rodzaje, zasady użytkowania	315
1.24. Zasady prowadzenia i montażu przewodów instalacji chłodniczych	317
1.25. Zasady montażu urządzeń chłodniczych, uzbrojenia oraz aparatury regulacyjno-zabezpieczającej	318
1.26. Próby szczelności instalacji chłodniczych – rodzaje, zasady wykonywania	320
1.27. Rodzaje izolacji cieplnych stosowanych w instalacjach chłodniczych	325
1.28. Zasady wykonywania izolacji antykorozyjnych, termicznych, przeciwwilgociowych i przeciwdrganiowych	326
1.29. Metody napełniania instalacji chłodniczych	328
1.30. Parametry pracy urządzeń chłodniczych	330
1.31. Przyrządy do pomiaru parametrów instalacji i urządzeń chłodniczych	332
1.32. Zasady uruchamiania instalacji chłodniczych	333
1.33. Regulacja instalacji chłodniczych	334
1.34. Rodzaje odbiorów technicznych	337
1.35. Zasady przeprowadzania odbiorów instalacji chłodniczych	338
1.36. Kalkulacja kosztów robót związanych z montażem instalacji i urządzeń chłodniczych	338
1.37. Dokumentacja odbioru instalacji chłodniczych	339
1.38. Dokumentacja instalacji, instrukcje obsługi urządzeń chłodniczych	340
2. Zasady eksploatacji urządzeń chłodniczych	341
2.1. Metody zamrażania żywności oraz innych materiałów	341
2.2. Metody przechowywania żywności oraz innych materiałów z zastosowaniem technik chłodniczych	344
2.3. Procesy zachodzące w żywności podczas zamrażania, przechowywania i rozmrażania	344
2.4. Zastosowanie procesów chłodzenia w przemyśle spożywczym	345
2.5. Rodzaje przeglądów technicznych – ich zakres i terminy wykonywania	346
2.6. Zasady wykonywania przeglądów urządzeń i instalacji chłodniczych	347
2.7. Zasady prowadzenia dokumentacji przeglądów	348
2.8. Metody oceny stanu technicznego urządzeń i instalacji chłodniczych	348
2.9. Zasady regulacji parametrów pracy instalacji chłodniczych	350
2.10. Konserwacja instalacji i urządzeń chłodniczych – rodzaje i zakres	350
2.11. Zasady wykonywania prac konserwacyjnych	351
2.12. Materiały stosowane podczas konserwacji instalacji i urządzeń chłodniczych	352
2.13. Zagrożenia związane z wyciekami czynników chłodniczych – skutki, sposoby zapobiegania	353
2.14. Metody odzyskiwania i uzdatniania czynników chłodniczych	354
2.15. Utylizacja czynników i olejów chłodniczych	355
2.16. Przepisy dotyczące zasad postępowania z czynnikami chłodniczymi	356
Literatura	357
Pytania powtórzeniowe. Sprawdź się!	358

Rozdział IV

Technologia instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	363
1. Podstawy budownictwa	363
1.1. Obiekty budowlane	363
1.2. Materiały budowlane	364
1.3. Fundamenty, ściany, stropy	364
1.4. Dachy	365
1.5. Okna, drzwi, bramy	366
1.6. Kanały kominowe	367
1.7. Podstawowe obliczenia wytrzymałościowe dotyczące obiektów budowlanych	368
1.8. Hydroizolacje, izolacje termiczne i akustyczne	370
1.9. Materiały instalacyjne	372
1.10. Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne	373
1.11. Instalacje grzewcze	374
1.12. Instalacje gazowe	376
1.13. Instalacje wentylacyjne	377
1.14. Instalacje elektryczne	379
1.15. Charakterystyka energetyczna budynku – świadectwo, audyt energetyczny budynku	379
1.16. Dokumentacja projektowa obiektów budowlanych	381
1.17. Dokumentacja instalacji budowlanych	382
2. Montaż instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	383
2.1. Instalacje klimatyzacyjne – rodzaje, elementy, funkcje	383
2.2. Urządzenia chłodnicze stosowane w klimatyzacji	384
2.3. Wentylatory – budowa, zasada działania oraz charakterystyki techniczne	386
2.4. Odzysk ciepła w instalacjach wentylacyjnych – rekuperatory	387
2.5. Odzysk ciepła w instalacjach chłodniczych	389
2.6. Chłodzenie swobodne pośrednie i bezpośrednie, freecooling	390
2.7. Pompy – budowa, działanie, charakterystyki techniczne	392
2.8. Wymagania dotyczące parametrów powietrza w różnych pomieszczeniach	394
2.9. Komfort termiczny, parametry powietrza	395
2.10. Rodzaje urządzeń klimatyzacyjnych	396
2.11. Systemy klimatyzacji komfortu	398
2.12. Systemy klimatyzacji technologicznej	399
2.13. Urządzenia klimatyzacyjne – rodzaje, budowa i zasada działania	403
2.14. Chłodnice z układem bezpośredniego odparowania oraz chłodnice wodne	404
2.15. Sekcje nawilżania, nawilzacze	405
2.16. Nagrzewnice	407
2.17. Osuszanie powietrza	408
2.18. Filtracja powietrza	410
2.19. Pompy ciepła – funkcja, budowa i działanie	412
2.20. Dolne źródła pomp ciepła	413
2.21. Współpraca pompy ciepła z węzłem cieplnym	414
2.22. Montaż pomp ciepła	415

2.23. Czynniki chłodnicze stosowane w pompach ciepła	416
2.24. Nośniki ciepła stosowane w pompach ciepła	417
2.25. Efektywność energetyczna pomp ciepła	417
2.26. Urządzenia i systemy odnawialnych źródeł energii współpracujące z pompami ciepła	419
2.27. Przepisy dotyczące stosowania czynników chłodniczych i nośników ciepła	419
2.28. Materiały stosowane do montażu instalacji klimatyzacyjnych	421
2.29. Sposoby łączenia przewodów rurowych i kanałów wentylacyjnych	423
2.30. Sposoby mocowania instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	424
2.31. Narzędzia do montażu instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	426
2.32. Zasady prowadzenia przewodów instalacji klimatyzacyjnych	427
2.33. Dokumentacja techniczna instalacji klimatyzacyjnych	428
2.34. Narzędzia i przyrządy pomiarowe stosowane podczas montażu instalacji klimatyzacyjnych	429
2.35. Montaż urządzeń klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła	430
2.36. Zasady bezpieczeństwa podczas montażu instalacji klimatyzacyjnych oraz oznakowania miejsc montażu	431
2.37. Montaż instalacji klimatyzacyjnych w obiektach budowlanych	432
2.38. Montaż instalacji klimatyzacyjnych w środkach transportu	433
2.39. Montaż instalacji chłodniczych w urządzeniach klimatyzacyjnych	434
2.40. Instalacje w sekcji nawilżania	436
2.41. Instalacje rurowe współpracujące z pompami ciepła	437
2.42. Materiały izolacyjne – rodzaje, sposoby mocowania	438
2.43. Ocena jakości prac montażowych	438
2.44. Uruchomienie i regulacja instalacji klimatyzacyjnych	439
2.45. Obmiar instalacji klimatyzacyjnych	440
2.46. Dokumentacja odbioru instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	441
2.47. Kosztorysy, rodzaje i funkcje	442
2.48. Kalkulacja kosztów robót związanych z montażem instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	443
3. Eksploatacja instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	443
3.1. Zasady obsługi instalacji oraz urządzeń klimatyzacyjnych	444
3.2. Czynności związane z obsługą urządzeń i instalacji klimatyzacyjnych	444
3.3. Ocena stanu technicznego urządzeń klimatyzacyjnych i pomp ciepła	446
3.4. Przeglądy techniczne urządzeń i instalacji klimatyzacyjnych – zakres, częstotliwość	447
3.5. Parametry pracy urządzeń i instalacji klimatyzacyjnych	449
3.6. Materiały eksploatacyjne	451
3.7. Filtry powietrza stosowane w urządzeniach klimatyzacyjnych	452
3.8. Przyrządy pomiarowe	453
3.9. Regulacja urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych	454
3.10. Czynności konserwacyjne	455
3.11. Czynniki chłodnicze – ich wpływ na środowisko	456
3.12. Przepisy prawa dotyczące substancji kontrolowanych	457
3.13. Odzyskiwanie czynników – przepisy, czynności	458

3.14. Przyczyny i skutki awarii instalacji oraz urządzeń chłodniczych stosowanych w klimatyzacji	460
3.15. Demontaż urządzeń klimatyzacyjnych i pomp ciepła	462
3.16. Zasady utylizacji zużytych części i urządzeń klimatyzacyjnych i pomp ciepła	463
3.17. Zasady eksploatacji pomp ciepła	463
3.18. Narzędzia i materiały do naprawy instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	464
3.19. Zasady opróżniania instalacji chłodniczych stosowanych w klimatyzacji i pompach ciepła	466
3.20. Napełnianie instalacji chłodniczych stosowanych w klimatyzacji i pompach ciepła	466
3.21. Próby szczelności układów chłodniczych stosowanych w instalacjach klimatyzacyjnych i pompach ciepła	467
3.22. Uruchomienie instalacji klimatyzacyjnej po naprawie	468
3.23. Naprawa i wymiana izolacji stosowanych w instalacjach i urządzeniach klimatyzacyjnych	469
3.24. Zagrożenia związane z obsługą urządzeń i instalacji klimatyzacyjnych	470
3.25. Zagrożenia związane z obsługą urządzeń chłodniczych stosowanych w instalacjach klimatyzacyjnych	471
3.26. Sposoby eliminacji zagrożeń wynikających z obsługi urządzeń i instalacji klimatyzacyjnych	472
3.27. Dokumentacja eksploatacyjna instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	473
3.28. Kalkulacja kosztów dotycząca eksploatacji instalacji klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła	473
Literatura	475
Pytania powtórzeniowe. Sprawdź się!	476

Rozdział V

Pomiary parametrów instalacji i urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych

1. Pomiary parametrów elektrycznych urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych	482
1.1. Przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska	483
1.2. Regulaminy obowiązujące w pracowni	484
1.3. Zagrożenia związane z wykonywaniem pomiarów elektrycznych	486
1.4. Zagrożenia związane z obsługą urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych	487
1.5. Ochrona przeciwporażeniowa	488
1.6. Procedury udzielania pierwszej pomocy poszkodowanym w wypadkach przy pracy oraz w stanach zagrożenia zdrowia i życia	491
1.7. Organizacja stanowiska pomiarowego	492
1.8. Schematy ideowe i montażowe układów elektrycznych oraz elektronicznych	493
1.9. Połączenia elementów i układów elektrycznych oraz elektronicznych na podstawie schematów ideowych i montażowych	494

1.10. Dobór metod pomiarów parametrów układów elektrycznych i elektronicznych	495
1.11. Stosowanie przyrządów do pomiaru parametrów układów elektrycznych	496
1.12. Pomiary natężenia prądów metodą bezpośrednią	498
1.13. Pomiary napięcia metodą bezpośrednią w obwodach zasilających, jednofazowym i trójfazowym	501
1.14. Pomiary rezystancji	504
1.15. Pomiary mocy w układach jednofazowych i trójfazowych	507
1.16. Pomiary energii elektrycznej	510
1.17. Pomiary prędkości obrotowej silników	511
1.18. Opracowywanie wyników pomiarów wielkości elektrycznych	513
1.19. Analiza stanów sygnałów sterujących wejściowych i wyjściowych sterownika	516
1.20. Obsługa sterowników stosowanych w chłodnictwie i klimatyzacji	517
2. Pomiary parametrów nieelektrycznych urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych	519
2.1. Zagrożenia związane z wykonywaniem pomiarów parametrów urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych	519
2.2. Przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska	520
2.3. Zasady organizacji stanowiska do wykonywania pomiarów parametrów urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych	520
2.4. Zasady miernictwa warsztatowego	521
2.5. Przyrządy do pomiaru wielkości warsztatowych	522
2.6. Pomiary temperatury i ciśnienia	525
2.7. Pomiary strumienia objętości i masy płynów	532
2.8. Pomiary wilgotności powietrza	534
2.9. Pomiary stężenia roztworów	537
2.10. Pomiary przewodności cieplnej izolacji	543
2.11. Analiza wyników pomiarów	544
2.12. Charakterystyki pomp, wentylatorów, sprężarek chłodniczych	545
2.13. Pomiary parametrów pracy urządzeń chłodniczych	548
2.14. Ocena jakości pracy urządzeń chłodniczych	551
2.15. Regulacja zasilania parowników	552
2.16. Regulacja układów automatyki chłodniczej	553
2.17. Pomiary parametrów pracy urządzeń i instalacji klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła	556
2.18. Ocena jakości pracy urządzeń i instalacji klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła	559
Literatura	561
Pytania powtórzeniowe. Sprawdź się!	562

Rozdział VI

Montaż i eksploatacja instalacji oraz urządzeń chłodniczych 565

1. Montaż instalacji i urządzeń chłodniczych	565
1.1. Organizacja stanowiska pracy	565

1.2. Przepisy dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska	566
1.3. Wymagania ergonomii	567
1.4. Narzędzia stosowane do montażu instalacji i urządzeń chłodniczych – zasady doboru	568
1.5. Wykonywanie połączeń rozłącznych i nierozłącznych	572
1.6. Wykonywanie prac z zakresu obróbki ręcznej	577
1.7. Montaż mechaniczny elementów i urządzeń elektrycznych i elektronicznych	581
1.8. Wyznaczanie trasy przewodów instalacji oraz miejsc montażu urządzeń chłodniczych	582
1.9. Montaż urządzeń chłodniczych, uzbrojenia oraz aparatury regulacyjno-zabezpieczającej	585
1.10. Montaż układów zasilania, sterowania i zabezpieczeń w instalacjach chłodniczych	587
1.11. Próby szczelności instalacji chłodniczych – zasady wykonywania	588
1.12. Dobór materiałów izolacyjnych	589
1.13. Wykonywanie izolacji antykorozyjnych, termicznych, przeciwwilgociowych i przeciwdrganiowych	590
1.14. Zapobieganie zagrożeniom związanym ze stosowaniem czynników chłodniczych	592
1.15. Procedury postępowania w sytuacji zagrożenia związanego ze stosowaniem czynników chłodniczych	593
1.16. Napełnianie instalacji chłodniczych	595
1.17. Pomiary parametrów pracy urządzeń chłodniczych	597
1.18. Stosowanie przyrządów do pomiaru parametrów instalacji i urządzeń chłodniczych	599
1.19. Uruchamianie instalacji chłodniczych	600
1.20. Regulacja instalacji chłodniczych	602
1.21. Obmiary instalacji chłodniczych	603
1.22. Przygotowywanie instalacji chłodniczych do odbiorów	604
1.23. Dokumentacja odbioru instalacji chłodniczych	605
2. Eksploatacja instalacji i urządzeń chłodniczych	606
2.1. Przeglądy techniczne urządzeń i instalacji chłodniczych	606
2.2. Ocena stanu technicznego urządzeń i instalacji chłodniczych w czasie eksploatacji	608
2.3. Pomiary parametrów pracy urządzeń chłodniczych	609
2.4. Zasady obsługi instalacji i urządzeń chłodniczych	610
2.5. Regulacja pracy instalacji i urządzeń chłodniczych	611
2.6. Kontrola działania układów elektrycznych i elektronicznych stosowanych w instalacjach chłodniczych	612
2.7. Organizacja prac związanych z konserwacją instalacji i urządzeń chłodniczych	614
2.8. Analiza przyczyn nieprawidłowości pracy urządzeń i instalacji chłodniczych	614
2.9. Materiały i narzędzia stosowane podczas naprawy instalacji i urządzeń chłodniczych	616
2.10. Awarie urządzeń i instalacji chłodniczych	618

2.11. Naprawa lub wymiana uszkodzonych elementów instalacji i urządzeń chłodniczych	619
2.12. Próby szczelności instalacji chłodniczych po naprawie	621
2.13. Czynniki chłodnicze – zagrożenia, zasady postępowania	622
2.14. Wykonywanie czynności związanych z opróżnianiem instalacji chłodniczych	624
2.15. Napełnianie instalacji chłodniczych po naprawie	625
2.16. Uruchomienie instalacji chłodniczych po naprawie	628
2.17. Prowadzenie dokumentacji związanej z eksploatacją instalacji i urządzeń chłodniczych	629
2.18. Ocena stanu technicznego izolacji stosowanych w instalacjach chłodniczych	630
2.19. Wymiana uszkodzonych elementów izolacji antykorozyjnych, termicznych, przeciwwilgociowych i przeciwdrganiowych	631
2.20. Parametry pracy urządzeń chłodniczych	632
2.21. Przyrządy do pomiaru parametrów instalacji i urządzeń chłodniczych w czasie obsługi i naprawy	633
2.22. Ocena jakości pracy instalacji chłodniczych po jej naprawie	636
2.23. Odbiory techniczne instalacji chłodniczych po ich naprawie	636
Literatura	637
Pytania powtórzeniowe. Sprawdź się!	638

Rozdział VII

Montaż i eksploatacja instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	643
1. Wykonywanie montażu instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	643
1.1. Zagrożenia występujące w środowisku pracy	644
1.2. Środki ochrony indywidualnej stosowane podczas montażu i eksploatacji instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	645
1.3. Przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska	646
1.4. Organizacja stanowiska pracy	648
1.5. Projekt wykonawczy instalacji klimatyzacyjnej	649
1.6. Instrukcje montażu instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	649
1.7. Materiały i narzędzia stosowane do montażu instalacji klimatyzacyjnych	651
1.8. Harmonogram prac montażowych	653
1.9. Wyznaczanie trasy przewodów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych	653
1.10. Montowanie przewodów i urządzeń klimatyzacyjnych w obiektach budowlanych	654
1.11. Montowanie przewodów i urządzeń klimatyzacyjnych w środkach transportu	655
1.12. Montowanie instalacji chłodniczych stosowanych w urządzeniach klimatyzacyjnych	656
1.13. Montowanie instalacji współpracujących z pompami ciepła	658
1.14. Montowanie instalacji wodnych, kanalizacyjnych, parowych stosowanych w instalacjach klimatyzacyjnych i grzewczych	658
1.15. Wykonywanie izolacji termicznej i przeciwwilgociowej	660
1.16. Wykonywanie izolacji akustycznej i przeciwdrganiowej	662

1.17. Wykonywanie obmiarów	663
1.18. Uruchamianie instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	665
2. Konserwacja i naprawa instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	667
2.1. Instrukcje obsługi urządzeń klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła	667
2.2. Wykonywanie czynności obsługowych urządzeń klimatyzacyjnych i pomp ciepła	668
2.3. Kontrolowanie stanu technicznego instalacji klimatyzacyjnych	670
2.4. Obsługa sterowników urządzeń klimatyzacyjnych i pomp ciepła	671
2.5. Regulacja instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	673
2.6. Konserwacja urządzeń i instalacji klimatyzacyjnych	676
2.7. Demontaż instalacji, urządzeń klimatyzacyjnych i pomp ciepła	678
2.8. Narzędzia i materiały stosowane podczas naprawy instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych	679
2.9. Usuwanie awarii w instalacjach i urządzeniach klimatyzacyjnych	682
2.10. Wykonywanie prób szczelności instalacji klimatyzacyjnych po naprawie lub wymianie uszkodzonych elementów	684
2.11. Uruchomienie instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych po naprawie	685
2.12. Prowadzenie dokumentacji związanej z naprawą instalacji klimatyzacyjnych i pomp ciepła	686
Literatura	687
Pytania powtórzeniowe. Sprawdź się!	688

Rozdział VIII

Naturalne czynniki chłodnicze	691
1. Podział czynników chłodniczych	691
2. Właściwości czynników chłodniczych	692
2.1. Właściwości termodynamiczne	692
2.2. Właściwości chemiczne	693
2.3. Wpływ czynników na budowę urządzeń i na układy chłodnicze	693
3. Podział naturalnych czynników chłodniczych	694
4. Czynnik R290 propan C_3H_8 (ang. <i>propane</i>)	695
4.1. Charakterystyka czynnika	695
4.2. Bezpieczeństwo stosowania	697
4.3. Zastosowanie w instalacjach	698
5. Czynnik R600a izobutan, izomer butanu C_4H_{10} o wzorze chemicznym $(CH_3)_3CH$ (ang. <i>isobutane</i>)	698
5.1. Charakterystyka czynnika	698
5.2. Bezpieczeństwo stosowania	699
5.3. Zastosowanie w instalacjach	700
6. Czynnik R717 amoniak NH_3 (ang. <i>ammonia</i>)	700
6.1. Charakterystyka czynnika	700
6.2. Bezpieczeństwo stosowania	702
6.3. Zastosowanie w instalacjach	705

7. Czynnik R744 CO₂ (ang. <i>carbon dioxide</i>)	706
7.1. Charakterystyka czynnika	706
7.2. Bezpieczeństwo stosowania	708
7.3. Zastosowanie w instalacjach	709
8. Czynnik R718 woda H₂O (ang. <i>water</i>)	711
8.1. Charakterystyka czynnika	711
8.2. Bezpieczeństwo stosowania	711
8.3. Zastosowanie w instalacjach	712
9. Podsumowanie	712
Literatura	713
Pytania powtórzeniowe. Sprawdź się!	714
 Zestawienie zbiorcze literatury	 715
 Słowniczek polsko-angielski i angielsko-polski	 718
 Materiały pomocnicze	 734