

SPIS TREŚCI

1. Kotły parowe i wodne wraz z urządzeniami pomocniczymi —	
<i>Bogusław Maludziński</i>	13
1.1. Rodzaje i budowa kotłów.	13
1.1.1. Podział urządzeń kotłowych.	13
1.1.2. Elementy składowe urządzenia kotłowego.	18
1.1.3. Wielkości charakterystyczne kotłów.	23
1.1.4. Osprzęt kotła i przyrządy kontrolujące.	28
1.2. Parametry paliw stosowanych w kotłach.	29
1.2.1. Węgiel kamienny.	30
1.2.2. Koks.	30
1.2.3. Poprawa jakości spalania węgla.	30
1.2.4. Spalanie węgla w paleniskach rusztowych.	31
1.2.5. Olej opałowy.	34
1.3. Modernizacja kotłów w celu zwiększenia ich sprawności energetycznej.	38
1.3.1. Zastosowanie racjonalizacji technologii spalania węgla.	39
1.3.2. Ograniczenia w modernizacji.	39
1.3.3. Oszczędność energii chemicznej paliw gazowych przez stosowanie ekono- mizerów i kotłów kondensujących.	40
1.4. Rozruch kotłów.	42
1.4.1. Kryteria rozruchu kotła.	42
1.5. Badania kotłów.	43
1.6. Eksploatacja kotłów.	45
1.7. Zabezpieczenia przed rozeniem w komorze spalania w kotłach.	49
1.8. Zasady doboru kotłów parowych płomienicowo-płomieniówkowych.	57
1.9. Trwałość kotłów.	58
Literatura do rozdziału.	59
Wykaz PN i BN cytowanych w rozdziale.	59
Wykaz aktów prawnych omawianych w rozdziale.	62
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	63
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	63
2. Budowa sieci i instalacji ciepłych wraz z urządzeniami pomocniczymi	
— <i>Jan Krupa</i>	65
2.1. Budowa sieci ciepłych.	65
2.1.1. Uwagi wstępne.	65
2.1.2. Podział sieci ciepłych.	65
2.1.3. Elementy sieci ciepłych.	66
2.1.3.1. Przewody.	66
2.1.3.2. Łuki.	66
2.1.3.3. Odgałęzienia.	67
2.1.3.4. Izolacje cieplne rurociągów.	68
2.1.3.5. Sieci preizolowane.	69

2.1.3.6. Kompensatory (wydłużki).	72
2.1.3.7. Punkty stałe (podpory).	74
2.1.3.8. Podpory ruchome (przesuwne).	75
2.1.3.9. Armatura odcinająca.	76
2.1.3.10. Odwodnienia.	79
2.1.3.11. Odpowietrzenia.	81
2.1.3.12. Komory ciepłownicze.	81
2.1.3.13. Systemy alarmowe.	82
2.1.3.14. Aparatura kontrolno-pomiarowa.	82
2.1.3.15. Nośnik energii cieplnej.	83
2.2. Zasady ruchu sieci ciepłych.	84
2.2.1. Przyjmowanie sieci ciepłych do eksploatacji.	84
2.2.2. Dokumentacja sieci ciepłych.	85
2.2.3. Ruch sieci ciepłych (ogólne zasady).	86
2.2.3.1. Regulacja ilości dostarczanej energii cieplnej.	87
2.2.4. Przygotowanie do uruchomienia sieci.	89
2.2.5. Uruchamianie sieci.	91
2.2.5.1. Uruchamianie sieci wodnych.	91
2.2.5.2. Uruchamianie sieci parowych.	91
2.2.6. Prowadzenie ruchu sieci ciepłych.	92
2.2.6.1. Sieci ciepłe wodne.	92
2.2.6.2. Sieci ciepłe parowe.	93
2.2.6.3. Oględziny sieci.	94
2.2.6.4. Wypadki awaryjnego wyłączania sieci z ruchu.	94
2.2.6.5. Wyłączanie sieci z ruchu i obsługa w czasie postoju.	94
2.2.7. Wymagania BHP.	95
2.2.8. Zasady bezpieczeństwa przeciwpożarowego.	96
2.3. Węzły ciepłe.	97
2.3.1. Ogólna charakterystyka i przeznaczenie.	97
2.3.2. Klasyfikacja (podział) węzłów ciepłych.	99
2.3.3. Budowa i elementy węzłów ciepłych.	99
2.3.3.1. Wymienniki ciepła.	101
2.3.4. Rodzaje węzłów ciepłych.	115
2.3.4.1. Węzły bezpośrednie.	115
2.3.4.2. Węzły pośrednie.	117
2.3.4.3. Parowe węzły ciepłe.	119
2.4. Instalacje centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.	120
2.4.1. Rodzaje i podział instalacji.	120
2.4.2. Sposób rozprowadzania wody w instalacji.	121
2.4.3. Elementy instalacji.	122
2.4.3.1. Przewody.	122
2.4.3.2. Grzejniki.	123
2.4.3.3. Armatura.	124
2.5. Zasady ruchu węzłów i instalacji.	129

2.5.1. Ogólne zasady ruchu.	129
2.5.2. Czynności związane z uruchamianiem węzła cieplnego i instalacji.	130
2.5.3. Eksploatacja węzłów i instalacji.	130
2.5.3.1. Uruchamianie.	130
2.5.3.2. Odstawianie węzła oraz instalacji z ruchu.	132
2.5.3.3. Typowe zakłócenia w pracy węzłów, instalacji i zaworów termostatycznych.	132
Literatura do rozdziału.	134
Wykaz PN cytowanych w rozdziale.	134
Wykaz aktów prawnych omawianych w rozdziale.	134
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	135

3. Przemysłowe urządzenia odbiorcze pary i gorącej wody —

<i>Bogusław Maludziński</i>	137
3.1. Podstawy wymiany ciepła w wymiennikach.	137
3.2. Możliwości poprawy współczynnika przenikania ciepła w wymiennikach. ...	138
3.3. Wybór typu wymiennika ciepła.	142
3.4. Instrukcja obsługi urządzeń.	143
3.5. Zagadnienia dotyczące wykorzystania pary jako nośnika energii.	144
3.5.1. Właściwości pary wodnej.	144
3.5.2. Opory przenoszenia ciepła.	146
3.6. Wykonywanie instalacji parowych i skroplinowych.	146
3.7. Spadki rurociągów parowych i skroplinowych.	146
3.8. Ukształtowanie sieci i instalacji.	148
3.9. Rurociągi parowe i skroplinowe.	148
3.10. Powietrze w instalacjach parowych.	149
3.11. Skraplanie pary.	150
3.11.1. Uderzenie wodne.	150
3.12. Odwodnienie instalacji.	152
3.13. Urządzenia odwadniające.	153
3.13.1. Wodooddzielacze.	154
3.13.2. Odwadniacze.	154
3.13.2.1. Odwadniacze termostatyczne.	154
3.13.2.2. Odwadniacze mechaniczne.	158
3.13.2.3. Odwadniacze termodynamiczne.	163
3.14. Pompowanie skroplin.	164
Literatura do rozdziału.	164
Wykaz PN cytowanych w rozdziale.	165
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	165
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	165

4. Budowa i eksploatacja urządzeń chłodniczych, wentylacyjnych

i klimatyzacyjnych o mocy ponad 50 kW — Kazimierz Wojtas	167
4.1. Wstęp.	167
4.2. Budowa i funkcjonowanie urządzeń.	167

4.2.1. Agregaty i systemy ziębnicze.	167
4.2.1.1. Lewobieżny obieg termodynamiczny.	167
4.2.1.2. Schemat sprężarkowego urządzenia ziębniczego.	168
4.2.1.3. Podstawowe rodzaje urządzeń i systemów ziębienia w klimatyzacji i chłodnictwie.	170
4.2.1.4. Zakresy parametrów pracy urządzeń ziębniczych.	176
4.2.1.5. Wyposażenie zabezpieczająco-sterujące agregatu ziębniczego.	177
4.2.1.6. Sposoby regulacji urządzeń ziębiących.	178
4.2.2. Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne.	179
4.2.2.1. Powietrze wilgotne i procesy uzdatniania zachodzące w centrali.	179
4.2.2.2. Wymiana ciepła i rodzaje wymienników.	182
4.2.2.3. Urządzenia do nawilżania powietrza.	184
4.2.2.4. Wentylatory.	185
4.2.2.5. Odzysk ciepła.	186
4.2.2.6. Systemy sterowania.	188
4.3. Czynniki ziębnicze i nośniki ciepła — bezpieczeństwo i eksploatacja.	188
4.3.1. Czynniki ziębnicze — zagadnienia ogólne.	188
4.3.2. Czynniki ziębnicze — zagadnienia bezpieczeństwa.	194
4.3.3. Instalacje ziębnicze — zagadnienia bezpieczeństwa.	197
4.3.3.1. Próba wytrzymałości ciśnieniowej elementów.	198
4.3.3.2. Próba ciśnieniowa kompletnej instalacji.	198
4.3.3.3. Próba szczelności.	198
4.3.3.4. Próby zbiorników ciśnieniowych.	199
4.3.3.5. Świadectwo próby wytrzymałościowej.	199
4.3.3.6. Rurociągi ziębnicze.	199
4.3.3.7. Zabezpieczenie instalacji ziębniczej przed zbyt wysokim ciśnieniem.	200
4.3.3.8. Oznakowanie instalacji lub jej części.	201
4.3.4. Instalacje ziębnicze — warunki bezpieczeństwa dla połączeń elektrycz- nych.	202
4.3.5. Instalacje ziębnicze — warunki bezpieczeństwa dla pomieszczeń maszyno- wni.	202
4.3.5.1. Wymagania ogólne.	203
4.3.5.2. Wymagania specjalne.	203
4.3.6. Wentylacja pomieszczeń maszynowni chłodniczej.	204
4.3.6.1. Wentylacja naturalna.	204
4.3.6.2. Wentylacja mechaniczna.	204
4.3.7. Inne specjalne środki ostrożności.	205
4.3.7.1. Czynniki ziębnicze składowane w maszynowni.	205
4.3.7.2. Wzrost temperatury w otoczeniu parowaczy.	205
4.3.7.3. Bezpieczeństwo osób w komorach chłodniczych.	205
4.3.7.4. Zrasczacze stosowane przy wycieku amoniaku.	205
4.3.7.5. Ciecze pośredniczące.	205
4.3.8. Zalecenia lokalizacyjne dla instalacji ziębniczych.	206
4.3.9. Zalecenia lokalizacyjne dla prowadzenia przewodów ziębniczych.	207

4.4. Zasady eksploatacji urządzeń ziębniczych i klimatyzacyjnych.	211
4.4.1. Zasady ogólne związane z BHP.	211
4.4.1.1. <i>Przeszkolenie personelu użytkownika.</i>	211
4.4.1.2. <i>Instrukcja obsługi.</i>	212
4.4.1.3. <i>Wytyczne dotyczące sprzętu bezpieczeństwa.</i>	212
4.4.2. Instalacja i rozruch urządzeń ziębniczych — na przykładzie agregatu ze skraplaczem chłodzonym wodą.	213
4.4.2.1. <i>Przetłaczanie czynnika ziębniczego.</i>	213
4.4.2.2. <i>Połączenia hydrauliczne do agregatu ziębiącego.</i>	214
4.4.2.3. <i>Podłączenia elektryczne agregatu.</i>	214
4.4.2.4. <i>Procedura czynności przed rozruchem agregatu ziębniczego.</i>	215
4.4.2.5. <i>Sekwencja rozruchowa agregatu.</i>	215
4.4.2.6. <i>Arkusze i protokoły rozruchu agregatu ziębniczego.</i>	216
4.4.2.7. <i>Zakres parametrów pracy agregatu ziębniczego (wskazówki praktyczne).</i>	217
4.4.2.8. <i>Główne przyczyny nieprawidłowej pracy agregatu (najczęściej spotykane).</i>	218
4.4.2.9. <i>Konserwacja instalacji i urządzeń ziębniczych i klimatyzacyjnych.</i>	219
4.4.2.10. <i>Zalecenia dotyczące remontów zasadniczych instalacji.</i>	219
4.4.3. Podstawowe wytyczne dotyczące czynności związanych z odbiorem instalacji ziębniczej przez nadzór budowlany.	219
4.4.4. Podstawowe zagadnienia oraz elementy wyposażenia związanego z serwisowaniem agregatów ziębniczych.	220
4.4.4.1. <i>Opróżnianie agregatu z czynnika ziębniczego.</i>	220
4.4.4.2. <i>Sprawdzanie czystości oleju w sprężarce.</i>	221
4.4.4.3. <i>Pobieranie próbki oleju.</i>	222
4.4.4.4. <i>Metoda dopełniania oleju przy pomocy podciśnienia.</i>	222
4.4.4.5. <i>Metoda napełniania olejem sprężarki semi-hermetycznej przy pomocy pompy oleju.</i>	223
4.4.4.6. <i>Sprawdzanie skuteczności działania zaworów sprężarki.</i>	223
4.4.4.7. <i>Wilgoć i jej skutki dla układu ziębniczego.</i>	224
4.4.4.8. <i>Usuwanie wilgoci z obiegu.</i>	225
4.4.4.9. <i>Próby ciśnieniowe i badanie szczelności instalacji ziębniczej.</i>	225
4.5. Podstawowe wytyczne dotyczące odbioru wykonanych instalacji wentylacji i klimatyzacji.	227
4.5.1. Przedmiot i zakres normy.	227
4.5.2. Procedura badań i kontroli.	227
4.5.3. Sprawdzanie kompletności instalacji.	227
Literatura do rozdziału.	230
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	233
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	234
5. Pompy, dmuchawy i wentylatory — Jerzy Grela	235
5.1. Pompy.	235
5.1.1. <i> Ogólne definicje i wielkości charakterystyczne.</i>	235
5.1.2. <i> Podział i zakresy pracy pomp.</i>	237

5.1.2.1. <i>Pompy wyporowe.</i>	237
5.1.2.2. <i>Pompy wirowe.</i>	240
5.1.3. <i>Dobór pomp i ich współpraca z siecią.</i>	246
5.1.3.1. <i>Dobór pomp.</i>	246
5.1.3.2. <i>Współpraca pomp z siecią.</i>	248
5.1.3.3. <i>Regulacja parametrów pracy pomp.</i>	250
5.1.4. <i>Kawitacja w pompach oraz sposoby jej zapobiegania.</i>	252
5.1.4.1. <i>Powstawanie kawitacji i jej skutki.</i>	252
5.1.4.2. <i>Sposoby zapobiegania powstawaniu kawitacji.</i>	252
5.2. Dmuchawy i wentylatory.	253
5.2.1. <i>Ogólne definicje i wielkości charakterystyczne.</i>	253
5.2.2. <i>Podział i zakresy pracy dmuchaw i wentylatorów.</i>	254
5.2.2.1. <i>Przebieg zjawisk wewnątrz dmuchaw i wentylatorów.</i>	254
5.2.2.2. <i>Dmuchawy i wentylatory promieniowe.</i>	255
5.2.2.3. <i>Dmuchawy i wentylatory osiowe.</i>	255
5.2.2.4. <i>Bezwymiarowe charakterystyki.</i>	257
5.2.2.5. <i>Zakres zmian parametrów.</i>	258
5.2.3. <i>Dobór i współpraca z siecią.</i>	258
5.2.3.1. <i>Współpraca z siecią.</i>	258
5.2.3.2. <i>Współpraca kilku wentylatorów (dmuchaw).</i>	260
5.2.4. <i>Regulacja wentylatorów i dmuchaw.</i>	260
5.2.4.1. <i>Regulacja dławieniem.</i>	260
5.2.4.2. <i>Regulacja kierownicami wstępnymi.</i>	260
5.2.4.3. <i>Regulacja łopatkami wirnika.</i>	261
5.2.4.4. <i>Regulacja przez zmianę prędkości obrotowej.</i>	261
5.2.4.5. <i>Porównanie różnych rodzajów regulacji.</i>	262
Literatura do rozdziału.	262
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	263
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	264

6. Sprężarki i instalacje sprężonego powietrza

— <u>Bronisława Gniewek-Grzybczyk</u>	265
6.1. Sprężarki wyporowe.	265
6.1.1. <i>Wiadomości wstępne.</i>	265
6.1.2. <i>Zasada działania sprężarek wyporowych.</i>	266
6.1.3. <i>Parametry pracy sprężarki.</i>	266
6.1.3.1. <i>Zastosowanie sprężarek tłokowych.</i>	266
6.1.4. <i>Teoria sprężarek tłokowych.</i>	267
6.1.5. <i>Rzeczywiste przebiegi sprężania.</i>	269
6.1.6. <i>Rzeczywisty wykres indykatorowy sprężarki jednostopniowej.</i>	271
6.1.7. <i>Teoretyczna i rzeczywista wydajność sprężarki. Zapotrzebowanie mocy.</i>	271
6.1.7.1. <i>Wydajność rzeczywista.</i>	272
6.1.8. <i>Sprężanie wielostopniowe.</i>	274
6.1.9. <i>Przykładowe rozwiązania konstrukcyjne sprężarek tłokowych.</i>	277

6.1.10. Regulacja wydajności.	278
6.1.11. Obsługa sprężarek tłokowych.	278
Literatura do części 1 rozdziału.	280
6.2. Sprężarki wirnikowe	281
6.2.1. Zastosowanie.	281
6.2.2. Zasada działania.	281
6.2.3. Proces sprężania w sprężarce wirnikowej.	284
6.2.4. Konstrukcje sprężarek wirnikowych.	288
6.2.5. Charakterystyki sprężarek.	290
6.2.6. Współpraca sprężarki z siecią i regulacja.	291
Literatura do części 2 rozdziału.	294
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	295
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	295
7. Urządzenia do składowania, magazynowania i rozładunku paliw stałych — Janusz Baran	297
7.1. Zbiorniki.	297
7.2. Parcie wywierane na ściany pionowe i zamknięcia zbiorników.	298
7.3. Opróżnianie zbiorników — prędkość wypływu.	301
7.4. Nawisy i sklepienia.	302
7.5. Urządzenia do pomiaru stopnia napełnienia zbiorników.	303
7.6. Zamknięcia zbiorników.	303
7.7. Podajniki.	306
7.8. Rodzaje podajników.	306
7.9. Składy węgla.	311
7.10. Ogólne zasady składowania.	311
7.11. Podział składów i ich wyposażenie.	312
7.12. Urządzenia doprowadzające i zwalujące.	314
7.13. Urządzenia odprowadzające węgiel ze zwałów.	316
Literatura do rozdziału.	319
Wykaz PN cytowanych w rozdziale.	319
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	319
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	320
8. Magazynowanie paliw płynnych — Janusz Baran	321
8.1. Paliwa płynne — charakterystyka.	321
8.2. Straty magazynowe.	322
8.3. Wpływ składowania na jakość paliw.	324
8.4. Rodzaje zbiorników przeznaczonych do magazynowania paliw płynnych.	325
8.5. Zbiorniki cylindryczne pionowe z dachami stałymi.	325
8.6. Zbiorniki cylindryczne pionowe z pływającymi dachami.	327
8.7. Zbiorniki cylindryczne pionowe z dachami stałymi i pływającymi pokrycia- mi.	330
8.8. Zbiorniki cylindryczne pionowe podziemne.	331

8.9. Zbiorniki cylindryczne poziome.	331
8.10. Podstawowy osprzęt zbiorników.	332
Literatura do rozdziału.	336
Wykaz PN cytowanych w rozdziale.	336
Wykaz aktów prawnych omawianych w rozdziale.	337
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	337
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	337
9. Piece przemysłowe — <u>Bronisława Gniewek Grzybczyk</u>	339
9.1. Zadania pieców przemysłowych.	339
9.2. Klasyfikacja pieców grzewczych.	339
9.3. Wymiana ciepła w piecach przemysłowych o znacznej objętości swobodnej przestrzeni roboczej.	342
9.4. Model cieplnej pracy pieca oparty na promieniowaniu i konwekcji.	347
9.5. Nagrzewanie fluidalne.	349
9.6. Palniki gazowe.	350
9.7. Obliczanie palników gazowych.	352
9.8. Prawidłowa praca palników.	359
9.9. Zasady bilansowania pieców grzewczych.	359
9.10. Kontrola cieplnej pracy pieca.	363
Literatura do rozdziału.	364
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	365
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	365
10. Aparatura kontrolno-pomiarowa — <u>Jerzy Wojciechowski</u>	367
10.1. Wstęp.	367
10.2. Pomiar temperatury.	367
10.2.1. Wprowadzenie.	367
10.2.2. Termometry rozszerzalnościowe.	370
10.2.2.1. Termometry cieczowe.	371
10.2.2.2. Termometry metalowe.	372
10.2.3. Termometry manometryczne.	373
10.2.3.1. Termometry manometryczne cieczowe.	373
10.2.3.2. Termometry manometryczne gazowe.	374
10.2.3.3. Termometry manometryczne parowe.	374
10.2.4. Termometry rezystancyjne.	375
10.2.4.1. Termometry rezystancyjne metalowe.	375
10.2.4.2. Termometry rezystancyjne półprzewodnikowe (termistory).	378
10.2.4.3. Układy pomiarowe termometrów rezystancyjnych.	380
10.2.5. Termometry termoelektryczne (termopary).	383
10.2.5.1. Układy pomiarowe termoelementów.	389
10.2.5.2. Układy kompensacyjne pomiaru siły termoelektrycznej.	391
10.3. Pomiar ciśnienia.	392
10.3.1. Wprowadzenie.	392

10.3.2. Ciśnieniomierze hydrostatyczne.	394
10.3.3. Ciśnieniomierze z elementem sprężystym (sprężynowe).	399
10.3.3.1. Ciśnieniomierze z rurką Bourdona.	400
10.3.3.2. Ciśnieniomierze membranowe (przeponowe).	401
10.3.3.3. Ciśnieniomierze puszkowe i mieszkowe.	402
10.3.4. Pomiar ciśnienia atmosferycznego.	403
10.3.5. Przetworniki ciśnienia.	404
10.3.5.1. Przetworniki rezystancyjne.	405
10.3.5.2. Przetworniki piezoelektryczne.	405
10.3.5.3. Przetworniki tensometryczne.	407
10.3.6. Dobór i montaż ciśnieniomierzy.	410
10.4. Pomiar strumienia płynu.	411
10.4.1. Wprowadzenie.	412
10.4.2. Przepływomierze zwężkowe.	413
10.4.2.1. Kryzy.	415
10.4.2.2. Dysze.	416
10.4.2.3. Zwężka Venturiego.	417
10.4.3. Przepływomierze pływakowe (rotametry).	420
10.4.4. Przepływomierze z rotującym elementem.	421
10.4.4.1. Przepływomierze wirnikowe.	422
10.4.4.2. Przepływomierze komorowe.	426
10.4.5. Przepływomierze elektromagnetyczne.	429
10.5. Analizatory spalin.	432
10.5.1. Czujniki elektrochemiczne.	434
10.5.2. Czujniki paramagnetyczne.	434
10.5.3. Czujniki katalityczne.	435
10.5.4. Czujniki absorpcyjne (optyczne).	435
10.5.5. Czujniki z ogniwnem z tlenku cyrkonu.	435
10.6. Liczniki ciepła	436
10.7. Prawna kontrola metrologiczna przyrządów pomiarowych.	438
Literatura do rozdziału.	438
Wykaz PN wymienionych w rozdziale.	439
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	439
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	441
11. Turbiny parowe – Jan Górski	443
11.1. Wprowadzenie.	443
11.1.1. Czynniki obiegowe – charakterystyka i właściwości.	443
11.1.2. Właściwości wody i pary wodnej.	443
11.1.3. Model gazu doskonałego.	446
11.1.4. Podstawowe prawa zachowania.	447
11.1.5. Bilans energii układu przepływowego.	447
11.2. Obieg siłowni parowej.	452
11.2.1. Obieg Clausiusa-Rankine’a.	452

11.3. Obieg turbiny gazowej.	455
11.3.1. Chłodzenie turbin.	459
11.4. Typy turbin parowych.	461
11. 4.1. Uwagi ogólne.	461
11.4.2. Klasyfikacja i przykłady turbin parowych.	461
11.5. Przepływ przez stopień turbiny parowej.	465
11.5.1. Proces w wieńcu dyszowym.	465
11.5.2. Stopień akcyjny.	467
11.5.3. Stopień reakcyjny.	469
11.5.4. Profilowanie łopatek.	470
11.5.5. Straty w stopniu.	470
11.6. Układy parowo-gazowe i systemy kogeneracji.	471
11.6.1. Systemy TG ze schładzaniem powietrza i wtryskiem wody.	475
Literatura do rozdziału.	477
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	478
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	478
Literatura.	479
Wykaz norm cytowanych w treści.	482
Wykaz aktów prawnych omawianych w treści.	487
Wykaz rysunków zamieszczonych w treści.	487
Wykaz tabel zamieszczonych w treści.	495