

1. Kotły parowe i wodne wraz z urządzeniami pomocniczymi —	
<i>Bogusław Maludziński</i>	15
1.1. Rodzaje i budowa kotłów.	15
1.1.1. Podział urządzeń kotłowych.	15
1.1.2. Elementy składowe urządzenia kotłowego.	19
1.1.3. Wielkości charakterystyczne kotłów.	24
1.1.4. Osprzęt kotła i przyrządy kontrolujące.	29
1.2. Parametry paliw stosowanych w kotłach.	30
1.2.1. Węgiel kamienny.	31
1.2.2. Koks.	31
1.2.3. Poprawa jakości spalania węgla.	31
1.2.4. Spalanie węgla w paleniskach rusztowych.	32
1.2.5. Olej opałowy.	35
1.3. Modernizacja kotłów w celu zwiększenia sprawności energetycznej kotłów.	38
1.3.1. Zastosowanie racjonalizacji technologii spalania węgla.	40
1.3.2. Ograniczenia w modernizacji.	40
1.3.3. Oszczędność energii chemicznej paliw gazowych przez stosowanie ekono- mizerów i kotłów kondensujących.	41
1.4. Rozruch kotłów.	43
1.4.1. Kryteria rozruchu kotła.	43
1.5. Badania kotłów.	44
1.6. Eksploatacja kotłów.	45
1.7. Zabezpieczenia przed roszaniem w komorze spalania w kotłach.	50
1.8. Zasady doboru kotłów parowych płomienicowo-płomieniówkowych.	57
1.9. Trwałość kotłów.	58
Literatura.	59
Wykaz PN i BN cytowanych w rozdziale.	59
Wykaz aktów prawnych omawianych w rozdziale.	60
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	60
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	60
2. Budowa sieci i instalacji ciepłych wraz z urządzeniami pomocniczymi	
— <i>Jan Krupa</i>	61
2.1. Budowa sieci ciepłych.	61
2.1.1. Uwagi wstępne.	61
2.1.2. Podział sieci ciepłych.	61
2.1.3. Elementy sieci ciepłych.	62
2.1.3.1. Przewody.	62
2.1.3.2. Łuki.	62
2.1.3.3. Odgałęzienia.	63
2.1.3.4. Izolacje cieplne rurociągów.	64
2.1.3.5. Sieci preizolowane.	64
2.1.3.6. Kompensatory (wydłużki).	68
2.1.3.7. Punkty stałe (podpory).	70
2.1.3.8. Podpory ruchome (przesuwne).	71
2.1.3.9. Armatura zaporowa.	72
2.1.3.10. Odwodnienia.	75
2.1.3.11. Odpowietrzenia.	76

2.1.3.12. Komory ciepłownicze.	76
2.1.3.13. Systemy alarmowe.	77
2.1.3.14. Aparatura kontrolno-pomiarowa.	77
2.1.3.15. Nośnik energii cieplnej.	78
2.2. Zasady ruchu sieci ciepłych.	79
2.2.1. Przyjmowanie sieci ciepłych do eksploatacji.	79
2.2.2. Dokumentacja sieci ciepłych.	80
2.2.3. Ruch sieci ciepłych (ogólne zasady).	81
2.2.3.1. Regulacja ilości dostarczanej energii cieplnej.	82
2.2.4. Przygotowanie do uruchomienia sieci.	84
2.2.5. Uruchamianie sieci.	86
2.2.5.1. Uruchamianie sieci wodnych.	86
2.2.5.2. Uruchamianie sieci parowych.	86
2.2.6. Prowadzenie ruchu sieci ciepłych.	87
2.2.6.1. Sieci ciepłe wodne.	87
2.2.6.2. Sieci ciepłe parowe.	88
2.2.6.3. Oględziny sieci.	89
2.2.6.4. Wypadki awaryjnego wyłączania sieci z ruchu.	89
2.2.6.5. Wyłączanie sieci z ruchu i obsługa w czasie postoju.	89
2.2.7. Wymagania BHP.	90
2.2.8. Zasady bezpieczeństwa przeciwpożarowego.	91
2.3. Węzły ciepłe.	92
2.3.1. Ogólna charakterystyka i przeznaczenie.	92
2.3.2. Klasyfikacja (podział) węzłów ciepłych.	94
2.3.3. Budowa i elementy węzłów ciepłych.	94
2.3.3.1. Wymienniki ciepła.	96
2.3.4. Rodzaje węzłów ciepłych.	108
2.3.4.1. Węzły bezpośrednie.	108
2.3.4.2. Węzły pośrednie.	111
2.3.4.3. Parowe węzły ciepłe.	112
2.4. Instalacje centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.	114
2.4.1. Rodzaje i podział instalacji.	114
2.4.2. Sposób rozprowadzania wody w instalacji.	114
2.4.3. Elementy instalacji.	116
2.4.3.1. Przewody.	116
2.4.3.2. Grzejniki.	116
2.4.3.3. Armatura.	117
2.5. Zasady ruchu węzłów i instalacji.	123
2.5.1. Ogólne zasady ruchu.	123
2.5.2. Czynności związane z uruchamianiem węzła ciepłego i instalacji.	123
2.5.3. Eksploatacja węzłów i instalacji.	124
2.5.3.1. Uruchamianie.	124
2.5.3.2. Odstawianie węzła oraz instalacji z ruchu.	125
2.5.3.3. Typowe zaktócenia w pracy węzłów, instalacji i zaworów termostatycznych.	125
Literatura.	127
Wykaz PN cytowanych w rozdziale.	127
Wykaz aktów prawnych omawianych w rozdziale.	128
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	128

3. Turbiny parowe i wodne wraz z urządzeniami pomocniczymi	
— <i>Tadeusz Chmielniak, Marian Żmija</i>	131
3.1. Wprowadzenie.	131
3.2. Opis właściwości pary wodnej.	131
3.3. Obiegi cieplne turbin parowych.	135
3.4. Klasyfikacja turbin parowych. Definicje i pojęcia podstawowe.	138
3.5. Równanie energii dla turbin.	143
3.6. Istota działania turbin. Turbiny akcyjne i reakcyjne.	147
3.7. Stopień turbiny.	154
3.7.1. Wprowadzenie.	154
3.7.2. Trójkąty prędkości.	156
3.7.3. Równania energii dla stopnia i jego elementów.	158
3.7.3.1. <i>Wieniec łopatek wirnikowych.</i>	159
3.7.3.2. <i>Stopień turbiny.</i>	161
3.7.4. Sprawność obwodowa stopnia.	162
3.7.5. Bezwymiarowe wskaźniki charakterystyczne dla stopnia turbinowego.	164
3.7.6. Inne stopnie.	166
3.7.6.1. <i>Stopień promieniowy.</i>	166
3.7.6.2. <i>Wielowiencowy stopień reakcyjny (stopień Curtisa).</i>	168
3.7.7. Straty energii mechanicznej w stopniu turbiny.	169
3.7.7.1. <i>Ogólna charakterystyka strat.</i>	169
3.7.7.2. <i>Straty łopatkowe.</i>	171
3.7.7.3. <i>Straty pozałopatkowe.</i>	173
3.7.8. Linia ekspansji w stopniu. Sprawność wewnętrzna.	175
3.7.9. Uwagi końcowe.	176
3.8. Turbiny wielostopniowe.	177
3.8.1. Linia ekspansji.	177
3.8.2. Sprawność turbiny wielostopniowej.	180
3.8.3. Zależność między sprawnością wewnętrzną turbiny i sprawnością stopnia. Współczynnik odzyskania ciepła tarcia (samoogrzania).	181
3.8.4. Związki opisujące przelotowość turbin. Zmienne obciążenie.	182
3.8.4.1. <i>Przepływ masy przez pojedyncze wieńce łopatkowe przy zmianie parametrów termodynamicznych.</i>	182
3.8.4.2. <i>Turbiny wielostopniowe.</i>	184
3.8.5. Sposoby regulacji turbin (rozzząd strumienia masy).	186
3.8.6. Charakterystyki turbin wielostopniowych.	191
3.8.7. Układy regulacji turbin parowych.	193
3.8.7.1. <i>Wprowadzenie.</i>	193
3.8.7.2. <i>Cel regulacji.</i>	194
3.8.7.3. <i>Regulacja obciążenia bloku.</i>	195
3.8.7.4. <i>Statyczna charakterystyka regulacji.</i>	196
3.8.7.5. <i>Rodzaje układów regulacji.</i>	199
3.9. Podsumowanie.	202
3.10. Turbiny wodne.	203
3.10.1. Wprowadzenie.	203
3.10.2. Klasyfikacja turbin wodnych (silników hydraulicznych).	203
Literatura.	209
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	210

Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	211
4. Przemysłowe urządzenia odbiorcze pary i gorącej wody —	
<i>Bogusław Maludziński</i>	213
4.1. Podstawy wymiany ciepła w wymiennikach.	213
4.2. Możliwości poprawy współczynnika przenikania ciepła w wymiennikach. ...	214
4.3. Wybór typu wymiennika ciepła.	218
4.4. Instrukcja obsługi urządzeń.	219
4.5. Zagadnienia dotyczące wykorzystania pary jako nośnika energii.	220
4.5.1. Właściwości pary wodnej.	220
4.5.2. Opory przenoszenia ciepła.	221
4.6. Wykonywanie instalacji parowych i skroplinowych.	222
4.7. Spadki rurociągów parowych i skroplinowych.	222
4.8. Ukształtowanie sieci i instalacji.	223
4.9. Rurociągi parowe i skroplinowe.	224
4.10. Powietrze w instalacjach parowych.	225
4.11. Skraplanie pary.	226
4.11.1. Uderzenie wodne.	226
4.12. Odwodnienie instalacji.	228
4.13. Urządzenia odwadniające.	229
4.13.1. Wodooddzielacze.	229
4.13.2. Odwadniacze.	230
4.13.2.1. Odwadniacze termostatyczne.	230
4.13.2.2. Odwadniacze mechaniczne.	233
4.13.2.3. Odwadniacze termodynamiczne.	236
4.14. Pompowanie skroplin.	238
Literatura.	238
Wykaz PN cytowanych w rozdziale.	238
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	238
5. Budowa i eksploatacja urządzeń chłodniczych, wentylacyjnych	
i klimatyzacyjnych o mocy ponad 50 kW — <i>Bogusław Maludziński</i>	239
5.1. Wstęp.	239
5.2. Budowa i funkcjonowanie urządzeń.	239
5.2.1. Agregaty i systemy ziębnicze.	239
5.2.1.1. Lewobieżny obieg termodynamiczny.	239
5.2.1.2. Schemat sprężarkowego urządzenia ziębniczego.	240
5.2.1.3. Podstawowe rodzaje urządzeń i systemów ziębienia w klimatyzacji	
i chłodnictwie.	242
5.2.1.4. Zakresy parametrów pracy urządzeń ziębniczych.	247
5.2.1.5. Wyposażenie zabezpieczająco-sterujące agregatu ziębniczego.	249
5.2.1.6. Sposoby regulacji urządzeń ziębiących.	250
5.2.2. Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne.	251
5.2.2.1. Powietrze wilgotne i procesy uzdatniania zachodzące w centrali.	251
5.2.2.2. Wymiana ciepła i rodzaje wymienników.	254
5.2.2.3. Urządzenia do nawilżania powietrza.	256
5.2.2.4. Wentylatory.	257
5.2.2.5. Odzysk ciepła.	258

5.2.2.6. Systemy sterowania.	260
5.3. Czynniki żiębnicze i nośniki ciepła — bezpieczeństwo i eksploatacja.	261
5.3.1. Czynniki żiębnicze — zagadnienia ogólne.	261
5.3.2. Czynniki żiębnicze — zagadnienia bezpieczeństwa.	266
5.3.3. Instalacje żiębnicze — zagadnienia bezpieczeństwa.	270
5.3.3.1. Próba wytrzymałości ciśnieniowej elementów.	270
5.3.3.2. Próba ciśnieniowa kompletnej instalacji.	270
5.3.3.3. Próba szczelności.	270
5.3.3.4. Próby zbiorników ciśnieniowych.	271
5.3.3.5. Świadectwo próby wytrzymałościowej.	271
5.3.3.6. Rurociągi żiębnicze.	271
5.3.3.7. Zabezpieczenie instalacji żiębniczej przed zbyt wysokim ciśnieniem.	272
5.3.3.8. Oznakowanie instalacji lub jej części.	273
5.3.4. Instalacje żiębnicze — warunki bezpieczeństwa dla połączeń elektrycznych.	274
5.3.5. Instalacje żiębnicze — warunki bezpieczeństwa dla pomieszczeń maszynowni.	275
5.3.5.1. Wymagania ogólne.	275
5.3.5.2. Wymagania specjalne.	275
5.3.6. Wentylacja pomieszczeń maszynowni chłodniczej.	276
5.3.6.1. Wentylacja naturalna.	276
5.3.6.2. Wentylacja mechaniczna.	277
5.3.7. Inne specjalne środki ostrożności.	277
5.3.7.1. Czynniki żiębnicze składowane w maszynowni.	277
5.3.7.2. Wzrost temperatury w otoczeniu parowaczy.	277
5.3.7.3. Bezpieczeństwo osób w komorach chłodniczych.	277
5.3.7.4. Zróżnicowanie stosowane przy wycieku amoniaku.	278
5.3.7.5. Ciecze pośredniczące.	278
5.3.8. Zalecenia lokalizacyjne dla instalacji żiębniczych.	278
5.3.9. Zalecenia lokalizacyjne dla prowadzenia przewodów żiębniczych.	279
5.4. Zasady eksploatacji urządzeń żiębniczych i klimatyzacyjnych.	283
5.4.1. Zasady ogólne związane z BHP.	283
5.4.1.1. Przeszkolenie personelu użytkownika.	283
5.4.1.2. Instrukcja obsługi.	283
5.4.1.3. Wytyczne dotyczące sprzętu bezpieczeństwa.	284
5.4.2. Instalacja i rozruch urządzeń żiębniczych — na przykładzie agregatu ze skraplaczem chłodzonym wodą.	284
5.4.2.1. Przetłaczanie czynnika żiębniczego.	285
5.4.2.2. Połączenia hydrauliczne do agregatu żiębniczego.	285
5.4.2.3. Połączenia elektryczne agregatu.	286
5.4.2.4. Procedura czynności przed rozruchem agregatu żiębniczego.	286
5.4.2.5. Sekwencja rozruchowa agregatu.	286
5.4.2.6. Arkusz i protokół rozruchu agregatu żiębniczego.	287
5.4.2.7. Zakres parametrów pracy agregatu żiębniczego (wskazówki praktyczne).	288
5.4.2.8. Główne przyczyny nieprawidłowej pracy agregatu (najczęściej spotykane).	290
5.4.2.9. Konserwacja instalacji i urządzeń żiębniczych i klimatyzacyjnych.	291
5.4.2.10. Zalecenia dotyczące remontów zasadniczych instalacji.	291

5.4.3. Podstawowe wytyczne dotyczące czynności związanych z odbiorem instalacji ziębniczej przez nadzór budowlany.	291
5.4.4. Podstawowe zagadnienia oraz elementy wyposażenia związanego z serwisowa- aniem agregatów ziębniczych.	292
5.4.4.1. Opróżnianie agregatu z czynnika ziębniczego.	292
5.4.4.2. Sprawdzanie czystości oleju w sprężarce.	293
5.4.4.3. Pobieranie próbki oleju.	294
5.4.4.4. Metoda dopełniania oleju przy pomocy podciśnienia.	294
5.4.4.5. Metoda napełniania olejem sprężarki semi-hermetycznej przy pomocy pompy oleju.	295
5.4.4.6. Sprawdzanie skuteczności działania zaworów sprężarki.	295
5.4.4.7. Wilgoć i jej skutki dla układu ziębniczego.	295
5.4.4.8. Usuwanie wilgoci z obiegu.	297
5.4.4.9. Próby ciśnieniowe i badanie szczelności instalacji ziębniczej.	297
Literatura.	299
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	301
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	302
6. Pompy, sprężarki, dmuchawy i wentylatory — Jerzy Grela	303
6.1. Pompy.	303
6.1.1. Ogólne definicje i wielkości charakterystyczne.	303
6.1.2. Podział i zakresy pracy pomp.	305
6.1.2.1. Pompy wyporowe.	305
6.1.2.2. Pompy wirowe.	308
6.1.3. Dobór pomp i ich współpraca z siecią.	314
6.1.3.1. Dobór pomp.	314
6.1.3.2. Współpraca pomp z siecią.	316
6.1.3.3. Regulacja parametrów pracy pomp.	317
6.1.4. Kawitacja w pompach oraz sposoby jej zapobiegania.	319
6.1.4.1. Powstawanie kawitacji i jej skutki.	319
6.1.4.2. Sposoby zapobiegania powstawaniu kawitacji.	320
6.2. Sprężarki.	321
6.2.1. Ogólne definicje i wielkości charakterystyczne.	321
6.2.1.1. Wydajności.	321
6.2.1.2. Spiętrzenie całkowite i spręż.	322
6.2.1.3. Prace sprężania i moce.	322
6.2.1.4. Sprawności.	323
6.2.1.5. Sprężanie wielostopniowe.	324
6.2.2. Podział i zakresy pracy sprężarek.	324
6.2.2.1. Sprężarki wyporowe.	324
6.2.2.2. Sprężarki przepływowe.	329
6.2.3. Dobór sprężarek i ich współpraca z siecią.	331
6.2.3.1. Dobór i charakterystyki sprężarek.	331
6.2.3.2. Równoległa i szeregową współpracą z siecią.	334
6.2.3.3. Regulacja sprężarek.	334
6.3. Dmuchawy i wentylatory.	336
6.3.1. Ogólne definicje i wielkości charakterystyczne.	336
6.3.2. Podział i zakresy pracy dmuchaw i wentylatorów.	337

6.3.2.1. Przebieg zjawisk wewnątrz dmuchaw i wentylatorów.	337
6.3.2.2. Dmuchawy i wentylatory promieniowe.	337
6.3.2.3. Dmuchawy i wentylatory osiowe.	338
6.3.2.4. Bezwymiarowe charakterystyki.	339
6.3.2.5. Zakres zmian parametrów.	340
6.3.3. Dobór i współpraca z siecią.	341
6.3.3.1. Współpraca z siecią.	341
6.3.3.2. Współpraca kilku wentylatorów (dmuchaw).	342
6.3.4. Regulacja wentylatorów i dmuchaw.	342
6.3.4.1. Regulacja dławieniem.	342
6.3.4.2. Regulacja kierownicami wstępnymi.	343
6.3.4.3. Regulacja łopatkami wirnika.	344
6.3.4.4. Regulacja przez zmianę prędkości obrotowej.	344
6.3.4.5. Porównanie różnych rodzajów regulacji.	344
Literatura.	345
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	345
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	346

7. Sprężarki i instalacje sprężonego powietrza

— Bronisława Gniewek-Grzybczyk	347
--------------------------------------	-----

I. Sprężarki wporowe

7.1. Wiadomości wstępne.	347
7.2. Zasada działania sprężarek wporowych.	348
7.3. Parametry pracy sprężarki.	348
7.3.1. Zastosowanie sprężarek tłokowych.	349
7.4. Teoria sprężarek tłokowych.	349
7.5. Rzeczywiste przebiegi sprężania.	351
7.6. Rzeczywisty wykres indykatorowy sprężarki jednostopniowej.	353
7.7. Teoretyczna i rzeczywista wydajność sprężarki. Zapotrzebowanie mocy.	354
7.7.1. Wydajność teoretyczna.	354
7.7.2. Wydajność rzeczywista.	354
7.7.3. Zapotrzebowanie mocy.	355
7.8. Sprężanie wielostopniowe.	356
7.9. Konstrukcja elementów sprężarek tłokowych.	359
7.10. Przykładowe rozwiązania konstrukcyjne sprężarek tłokowych.	363
7.11. Regulacja wydajności.	365
7.12. Urządzenia pomocnicze sprężarek.	365
7.12.1. Smarowanie.	365
7.12.2. Chłodzenie.	366
7.12.3. Filtr powietrzny.	366
7.12.4. Rurociągi.	366
7.13. Powstawanie fali uderzeniowej w rurociągach powietrznych.	367
7.14. Warunki powstania mieszanki wybuchowej w sieci sprężonego powietrza.	370
7.15. Obsługa sprężarek tłokowych.	371
Literatura do części I.	371

II. Sprężarki wirnikowe

7.16. Zastosowanie.	373
7.17. Zasada działania.	373

7.18. Proces sprężania w sprężarce wirnikowej.	376
7.19. Konstrukcje sprężarek wirnikowych.	380
7.20. Charakterystyki sprężarek.	382
7.21. Współpraca sprężarki z siecią i regulacja.	383
7.22. Instalacja i obsługa sprężarek wirnikowych.	387
Literatura do części II.	388
Wykaz PN i BN cytowanych w rozdziale.	388
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	389
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	390
8. Urządzenia do składowania, magazynowania i rozładunku paliw stałych — Janusz Baran	391
8.1. Zbiorniki.	391
8.2. Parcie wywierane na ściany pionowe i zamknięcia zbiorników.	392
8.3. Opróżnianie zbiorników — prędkość wypływu.	395
8.4. Nawisy i sklepienia.	396
8.5. Urządzenia do pomiaru stopnia napełnienia zbiorników.	397
8.6. Zamknięcia zbiorników.	398
8.7. Podajniki.	401
8.8. Rodzaje podajników.	401
8.9. Składy węgla.	406
8.10. Ogólne zasady składowania.	407
8.11. Podział składów i ich wyposażenie.	408
8.12. Urządzenia doprowadzające i zwałujące.	409
8.13. Urządzenia odprowadzające węgiel ze zwałów.	412
Literatura.	414
Wykaz PN cytowanych w rozdziale.	414
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	414
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	415
9. Magazynowanie paliw płynnych — Janusz Baran	417
9.1. Paliwa płynne — charakterystyka.	417
9.2. Straty magazynowe.	418
9.3. Wpływ składowania na jakość paliw.	420
9.4. Rodzaje zbiorników przeznaczonych do magazynowania paliw płynnych. ...	421
9.5. Zbiorniki cylindryczne pionowe z dachami stałymi.	421
9.6. Zbiorniki cylindryczne pionowe z pływającymi dachami.	423
9.7. Zbiorniki cylindryczne pionowe z dachami stałymi i pływającymi pokrycia- mi.	426
9.8. Zbiorniki cylindryczne pionowe – podziemne.	427
9.9. Zbiorniki cylindryczne poziome.	428
9.10. Podstawowy osprzęt zbiorników.	429
Literatura.	433
Wykaz PN cytowanych w rozdziale.	433
Wykaz aktów prawnych omawianych w rozdziale.	433
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	433
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	433

10. Piece przemysłowe — Bronisława Gniewek Grzybczyk	435
10.1. Zadania i podział pieców przemysłowych.	435
10.2. Elementy konstrukcyjne pieców.	436
10.2.1. Ściany.	436
10.2.2. Sklepienia.	437
10.2.3. Trzony.	438
10.3. Ciepłne i konstrukcyjne schematy pieców.	438
10.3.1. Piece szybowe.	440
10.3.2. Piece komorowe.	442
10.3.3. Piece tunelowe.	445
10.3.4. Piece przepychowe.	446
10.3.5. Piece płomienne do wytapiania.	447
10.4. Palniki.	448
10.4.1. Obliczanie palników gazowych.	450
10.4.1.1. Główne wymiary palnika dyfuzyjnego.	455
10.4.1.2. Palniki samossące — jednostopniowe, niskiego ciśnienia.	458
10.4.1.3. Obliczanie palników samossących wysokiego ciśnienia.	462
10.4.2. Kontrola pracy palników.	464
10.4.3. Wymiana ciepła w piecach przemysłowych.	465
10.4.3.1. Wymiana ciepła w piecach o znacznej objętości swobodnej przestrzeni roboczej.	467
10.4.3.2. Zewnętrzna wymiana ciepła.	468
10.4.3.3. Wewnętrzna wymiana ciepła.	471
10.4.4. Model cieplnej pracy pieca oparty na promieniowaniu i konwekcji.	473
10.4.5. Nagrzewanie fluidalne.	474
10.4.6. Wybór rodzaju pieca.	476
10.5. Zasady bilansowania pieców grzewczych.	478
10.6. Obsługa przewodów gazowych.	483
10.7. Wybuchy w piecach i ich urządzeniach.	484
10.8. Przepisy obsługi pieców.	484
10.9. Obsługa przewodów gazu generatorowego.	485
10.10. Kontrola cieplnej pracy pieca.	485
Literatura.	486
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	487
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	487
11. Odnawialne źródła energii — Stanisław Gumuła	489
11.1. Wstęp.	489
11.2. Rodzaje odnawialnych źródeł energii.	490
11.3. Energia słoneczna.	491
11.3.1. Płaskie kolektory słoneczne.	491
11.3.2. Kolektory słoneczne skupiające.	492
11.3.3. Ogniwa fotowoltaiczne.	492
11.4. Energia geotermalna.	493
11.4.1. Wody geotermalne.	494
11.4.2. Pompy ciepła.	495
11.4.2.1. Sprężarkowe pompy ciepła.	495
11.4.2.2. Sorpcyjne pompy ciepła.	496

11.5. Energia wód powierzchniowych.	497
11.5.1. Duże elektrownie wodne.	497
11.5.2. Mała energetyka wodna.	498
11.5.3. Energia pływów.	499
11.5.4. Energia fal.	499
11.5.5. Energia prądów morskich.	500
11.5.6. Energia dyfuzji.	500
11.6. Energia wiatru.	500
11.7. Energia biomasy.	502
11.7.1. Drewno.	503
11.7.2. Słoma.	504
11.7.3. Biopaliwa.	504
11.8. Ogniwa paliwowe.	505
11.8.1. Wysokotemperaturowe ogniwa paliwowe.	505
11.8.2. Niskotemperaturowe ogniwa paliwowe.	506
11.9. Wodór.	506
11.10. Energia odpadów komunalnych.	507
Literatura.	509
12. Aparatura kontrolno-pomiarowa — Jerzy Wojciechowski	511
12.1. Wstęp.	511
12.2. Pomiar temperatury.	511
12.2.1. Wprowadzenie.	511
12.2.2. Termometry rozszerzalnościowe.	514
12.2.2.1. Termometry cieczowe.	515
12.2.2.2. Termometry metalowe.	516
12.2.3. Termometry manometryczne.	517
12.2.3.1. Termometry manometryczne cieczowe.	517
12.2.3.2. Termometry manometryczne gazowe.	518
12.2.3.3. Termometry manometryczne parowe.	518
12.2.4. Termometry rezystancyjne.	519
12.2.4.1. Termometry rezystancyjne metalowe.	519
12.2.4.2. Termometry rezystancyjne półprzewodnikowe (termistory).	523
12.2.4.3. Układy pomiarowe termometrów rezystancyjnych.	524
12.2.5. Termometry termoelektryczne (termopary).	528
12.2.5.1. Układy pomiarowe termoelementów.	533
12.2.5.2. Układy kompensacyjne pomiaru siły termoelektrycznej.	535
12.3. Pomiar ciśnienia.	537
12.3.1. Wprowadzenie.	537
12.3.2. Ciśnieniomierze hydrostatyczne.	539
12.3.3. Ciśnieniomierze z elementem sprężystym (sprężynowe).	544
12.3.3.1. Ciśnieniomierze z rurką Bourdona.	544
12.3.3.2. Ciśnieniomierze membranowe (przeponowe).	546
12.3.3.3. Ciśnieniomierze puszkowe i mieszkowe.	547
12.3.4. Pomiar ciśnienia atmosferycznego.	548
12.3.5. Przetworniki ciśnienia.	550
12.3.5.1. Przetworniki rezystancyjne.	550
12.3.5.2. Przetworniki piezoelektryczne.	551

12.3.5.3. Przetworniki tensometryczne.	553
12.3.6. Dobór i montaż ciśnieniomierzy.	556
12.4. Pomiar strumienia płynu.	557
12.4.1. Wprowadzenie.	557
12.4.2. Przepływomierze zwężkowe.	559
12.4.2.1. Kryzy.	560
12.4.2.2. Dysze.	561
12.4.2.3. Zwężka Venturiego.	562
12.4.3. Przepływomierze pływakowe (rotametry).	565
12.4.4. Przepływomierze z rotującym elementem.	567
12.4.4.1. Przepływomierze wirnikowe.	568
12.4.4.2. Przepływomierze komorowe.	572
12.4.5. Przepływomierze elektromagnetyczne.	575
12.5. Analizatory spalin.	578
12.5.1. Czujniki elektrochemiczne.	579
12.5.2. Czujniki paramagnetyczne.	580
12.5.3. Czujniki katalityczne.	580
12.5.4. Czujniki absorpcyjne (optyczne).	581
12.5.5. Czujniki z ogniwnem z tlenku cyrkonu.	581
12.6. Prawna kontrola metrologiczna przyrządów pomiarowych.	581
Literatura.	582
Wykaz PN wymienionych w rozdziale.	583
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	583
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	585
Literatura.	587
Wykaz norm.	591
Wykaz aktów prawnych omawianych w treści	593
Wykaz rysunków zamieszczonych w treści	593
Wykaz tabel zamieszczonych w treści	603