

Spis treści

Część I. Podstawy i zarys technologii obróbki cieplnej

Rozdział 1. Metaloznawcze podstawy i terminologia obróbki cieplnej — prof. dr hab. inż. Wacław Luty	1
1.1. Struktury stopów żelaza w stanie równowagi	1
1.1.1. Odmiany alotropowe żelaza	1
1.1.2. Układ równowagi stopów żelazo-węgiel	3
1.1.3. Struktury układu żelazo-węgiel	6
1.1.4. Struktury innych podwójnych i wieloskładnikowych stopów żelaza	7
1.2. Przemiany fazowe w stopach żelaza	13
1.2.1. Podstawy teoretyczne i klasyfikacja przemian	13
1.2.2. Przemiany podczas nagrzewania do temperatur nadkrytycznych i austenitizowanie	17
1.2.3. Ziarno austenitu i kinetyka jego rozrostu	22
1.2.4. Przemiany fazowe przechłodzonego austenitu [1, 5, 9, 11]	27
1.2.5. Przemiany podczas odpuszczania	39
1.2.6. Struktury stali po obróbce cieplnej	42
1.3. Hartowność	42
1.3.1. Pojęcie hartowności	42
1.3.2. Metody określania hartowności	46
1.3.3. Średnice krytyczne i intensywność chłodzenia	48
1.3.4. Hartowność jako kryterium doboru stali konstrukcyjnych	54
1.4. Naprężenia własne, zmiany wymiarowe i odkształcenia w obróbce cieplnej	58
1.4.1. Ogólny opis zjawisk i ich znaczenie	58
1.4.2. Mechanizm powstawania naprężeń cieplnych i strukturalnych	59
1.4.3. Zmiany wymiarowe i odkształcenia w wyniku obróbki cieplnej	64
1.5. Klasyfikacja i terminologia pojęć obróbki cieplnej	66
1.5.1. Pojęcia ogólne i rodzaje zabiegów obróbki cieplnej	68
1.5.2. Klasyfikacja rodzajów obróbki cieplnej	70
1.5.3. Określenia ważniejszych rodzajów obróbki cieplnej	70
Literatura	73
Rozdział 2. Grzanie i chłodzenie — doc. dr hab. inż. Tadeusz Pełczyński	75
2.1. Własności cieplne stopów żelaza	75
2.2. Grzanie	79
2.2.1. Podstawy teoretyczne	79
2.2.2. Obliczanie czasu grzania	87
2.3. Ośrodki grzejne ciekłe	96
2.3.1. Rodzaje kąpeli solnych i ich skład	96
2.3.2. Własności kąpeli solnych	98
2.3.3. Grzanie w kąpielach solnych	99
2.3.4. Regeneracja kąpeli solnych	99
2.3.5. Kąpiele oliwowe i ich własności	100
2.4. Chłodzenie	100
2.4.1. Mechanizm oziębiania w cieczach	100
2.4.2. Obliczanie czasu chłodzenia	103

2.4.3. Ośrodki chłodzące	103
2.4.4. Charakterystyka ważniejszych ośrodków chłodzących	110
Literatura	126
Rozdział 3. Atmosfery ochronne w obróbce cieplnej — dr inż. Aleksander Mo-	129
szczyński	129
3.1. Podstawowe reakcje chemiczne zachodzące podczas grzania stali	129
3.1.1. Reakcje utleniania i redukcji	131
3.1.2. Reakcje odwęglenia i nawęglania stali	134
3.2. Podział atmosfer ochronnych	135
3.3. Zasady wytwarzania atmosfer ochronnych	135
3.3.1. Atmosfery ochronne z gazów opałowych	142
3.3.2. Atmosfery ochronne z amoniaku	144
3.3.3. Atmosfery ochronne z azotu technicznego	145
3.3.4. Atmosfery ochronne z ciekłych związków organicznych	146
3.4. Dobór i zastosowanie atmosfer ochronnych	146
3.4.1. Ogólne zasady doboru atmosfer ochronnych	149
3.4.2. Zastosowanie atmosfer ochronnych do hartowania stali	150
3.4.3. Zastosowanie atmosfer ochronnych do wyżarzania stali	151
3.4.4. Zastosowanie atmosfer ochronnych do odpuszczania stali	151
3.4.5. Zastosowanie atmosfer ochronnych do obróbki cieplnej żeliwa	151
3.4.6. Próżnia jako atmosfera ochronna	152
Literatura	152
Rozdział 4. Zarys technologii obróbki cieplnej zwykłej — prof. dr hab. inż.	154
Wacław Luty	154
4.1. Wyżarzanie	154
4.1.1. Zasady ogólne	156
4.1.2. Wyżarzanie ujednoladniające i przegrzewające	156
4.1.3. Normalizowanie	158
4.1.4. Wyżarzanie zupełne konwencjonalne i izotermiczne	161
4.1.5. Wyżarzanie sferoidyzujące konwencjonalne i izotermiczne	163
4.1.6. Wyżarzanie rekrytalizujące	164
4.1.7. Odprężanie i stabilizowanie	166
4.2. Hartowanie objętościowe	166
4.2.1. Zasady ogólne	171
4.2.2. Hartowanie martenzytyczne zwykłe	172
4.2.3. Hartowanie stopniowe	176
4.2.4. Hartowanie bainityczne z przemianą izotermiczną	179
4.3. Patentowanie	182
4.4. Odpuszczanie	182
4.4.1. Odpuszczalność stali węglowych	189
4.4.2. Odpuszczalność stali stopowych	191
4.4.3. Kruchość odpuszczania	193
4.4.4. Rodzaje odpuszczania i niektóre zalecenia technologiczne	195
4.5. Ulepszanie cieplne	199
Literatura	199
Rozdział 5. Zarys technologii obróbki cieplno-chemicznej — doc. dr inż. Jan Ta-	209
ciukowski, dr inż. Aleksander Moszczyński	209
5.1. Ogólne zasady obróbki cieplno-chemicznej	209
5.2. Dyfuzyjne nasywanie pierwiastkami niemetalicznymi	204
5.2.1. Nawęglanie	220
5.2.2. Węgloazotowanie wysokotemperaturowe	228
5.2.3. Azotowanie	237
5.2.4. Węgloazotowanie niskotemperaturowe	241
5.2.5. Siarkoazotowanie	241
5.2.6. Siarkowęgloazotowanie	243
5.2.7. Tlenoazotowanie	243
5.2.8. Borowanie dyfuzyjne	244
5.3. Dyfuzyjne nasywanie pierwiastkami metalicznymi	244
5.3.1. Chromowanie dyfuzyjne	251
5.3.2. Tytanowanie dyfuzyjne	253
5.3.3. Wanadowanie	253
5.3.4. Aluminowanie	258
5.3.5. Chromoaluminowanie	258
Literatura	258

Część II. Technologia obróbki cieplnej części maszyn i narzędzi

Rozdział 6. Obróbka cieplna części maszyn ze stali konstrukcyjnych — prof. dr hab. inż. Jerzy Wyszkowski	257
6.1. Charakterystyka stali konstrukcyjnych	257
6.1.1. Stale do nawęglania i węglazotowania	257
6.1.2. Stale do ulepszenia cieplnego i hartowania powierzchniowego	259
6.1.3. Stale do azotowania	260
6.1.4. Stale sprężynowe	262
6.1.5. Karty materiałowe	265
6.2. Technologiczność części maszyn z punktu widzenia obróbki cieplnej	356
6.2.1. Wpływ kształtu	356
6.2.2. Dobór gatunku stali	357
6.2.3. Dobór twardości	358
6.2.4. Wpływ rodzaju obróbki cieplnej	361
6.2.5. Dobór grubości warstwy utwardzonej	361
6.3. Obróbka cieplna części maszyn po nawęglaniu i węglazotowaniu	362
6.4. Ulepszanie cieplne części maszyn	365
6.5. Obróbka cieplna typowych części maszyn	366
6.5.1. Obróbka cieplna odkuwek	366
6.5.2. Obróbka cieplna sprężyn i resorów	368
6.5.3. Obróbka cieplna kół zębata	369
6.5.4. Obróbka cieplna części łożysk tocznych	373
Literatura	378
Rozdział 7. Hartowanie powierzchniowe części maszyn — doc. dr inż. Józef Porowski	380
7.1. Ogólna charakterystyka hartowania powierzchniowego	380
7.2. Hartowanie indukcyjne	381
7.2.1. Wiedomości podstawowe	381
7.2.2. Hartowanie indukcyjne	385
7.2.3. Zakres zastosowania	405
7.3. Hartowanie płomieniowe	409
7.3.1. Wiedomości podstawowe	409
7.3.2. Metody hartowania płomieniowego	409
7.3.3. Spalanie paliwa gazowego	414
7.3.4. Zasilanie stanowisk hartowniczych	416
7.3.5. Palniki i ich wyposażenie	417
7.3.6. Przebieg i kontrola procesu technologicznego	420
7.3.7. Zakres zastosowania	422
Literatura	424
Rozdział 8. Obróbka cieplna stali o specjalnych własnościach — doc. dr inż. Mieczysław Pachowski	426
8.1. Obróbka cieplna stali odpornych na korozję nierdzewnych i kwasoodpornych	426
8.1.1. Zasady ogólne	426
8.1.2. Stale martenzytyczne	431
8.1.3. Stale ferrytyczne	437
8.1.4. Stale austenityczne	444
8.2. Obróbka cieplna stali żaroodpornych	446
8.2.1. Zasady ogólne	446
8.2.2. Stale ogólnego przeznaczenia	446
8.2.3. Stale zaworowe	450
8.2.4. Stale na opory grzewcze	450
8.2.5. Stale o wysokiej żarowytrzymałości	453
8.3. Obróbka cieplna stali o szczególnych własnościach fizycznych	454
8.3.1. Podział ogólny	454
8.3.2. Stale magnetyczne miękkie	454
8.3.3. Stale magnetyczne twarde	455
8.3.4. Stale niemagnetyczne	456
8.3.5. Stale o szczególnym współczynniku rozszerzalności	456
Literatura	457

Rozdział 9. Obróbka cieplna odlewów stalowych i żeliwnych — prof. dr hab. inż. Eugeniusz Szpunar, doc. dr inż. Mieczysław Pachowski	453
9.1. Uwagi ogólne	456
9.2. Obróbka cieplna odlewów stalowych	459
9.2.1. Staliwo węglowe	459
9.2.2. Staliwo stopowe	463
9.3. Obróbka cieplna odlewów z żeliwa szarego	473
9.3.1. Wyżarzanie żeliwa szarego	474
9.3.2. Wpływ zawartości dodatków stopowych na czas wygrzewania żeliwa szarego	475
9.3.3. Normalizowanie żeliwa szarego	475
9.3.4. Ulepszanie cieplne żeliwa szarego	478
9.3.5. Hartowanie z przemianą izotermiczną żeliwa szarego	479
9.3.6. Hartowanie stopniowe żeliwa szarego	480
9.3.7. Hartowanie powierzchniowe żeliwa szarego	481
9.3.8. Wyżarzanie odprężające żeliwa szarego	482
9.4. Obróbka cieplna odlewów z żeliwa sferoidalnego	483
9.4.1. Wyżarzanie żeliwa sferoidalnego	483
9.4.2. Normalizowanie żeliwa sferoidalnego	484
9.4.3. Ulepszanie żeliwa sferoidalnego	486
9.4.4. Hartowanie z przemianą izotermiczną i stopniowe żeliwa sferoidalnego	488
9.4.5. Hartowanie powierzchniowe żeliwa sferoidalnego	486
9.5. Obróbka cieplna odlewów z żeliwa ciągliwego	487
9.5.1. Wyżarzanie żeliwa ciągliwego białego	487
9.5.2. Wyżarzanie żeliwa ciągliwego czarnego	488
9.5.3. Wyżarzanie żeliwa ciągliwego perlitycznego	489
Literatura	491
Rozdział 10. Obróbka cieplna narzędzi — prof. zw. dr inż. Edward Zmihorski	492
10.1. Charakterystyka stali narzędziowych	492
10.2. Ogólne zasady obróbki cieplnej narzędzi	497
10.2.1. Ogólne wytyczne i zalecenia w technologii obróbki cieplnej narzędzi	497
10.2.2. Obróbka cieplna narzędzi ze stali szybkotnących	501
10.2.3. Obróbka cieplna narzędzi ze stali narzędziowych do pracy na gorąco	505
10.3. Technologia obróbki cieplnej narzędzi według ich rodzajów	514
10.3.1. Narzędzia pomiarowe i przyrządy	514
10.3.2. Narzędzia skrawające	515
10.3.3. Narzędzia tnące	538
10.3.4. Narzędzia do obróbki plastycznej metali na zimno	543
10.3.5. Narzędzia do wyciskania i różnorodnego kształtowania wyrobów metalowych	546
10.3.6. Narzędzia do tworzyw sztucznych	546
10.3.7. Narzędzia do formowania i prasowania szkła	547
10.3.8. Formy do odlewania pod ciśnieniem metali nieżelaznych	548
10.3.9. Narzędzia do obróbki plastycznej metali na gorąco	549
10.3.10. Narzędzia rolnicze	552
10.3.11. Narzędzia górnicze	553
10.4. Obróbka cieplna narzędzi w próżni	558
Literatura	559
Rozdział 11. Obróbka cieplno-chemiczna narzędzi — doc. dr inż. Jan Taciowski, doc. dr hab. inż. Zbigniew Rogalski	560
11.1. Wprowadzenie	560
11.2. Narzędzia skrawające	563
11.2.1. Technologia i urządzenia	563
11.2.2. Własności warstw dyfuzyjnych	572
11.2.3. Własności narzędzi	580
11.3. Narzędzia do obróbki plastycznej na zimno	582
11.3.1. Kryteria wyboru rodzaju obróbki cieplno-chemicznej	583
11.3.2. Azotowanie gazowe	584
11.3.3. Węglazotowanie kąpielowe	585
11.3.4. Chromowanie dyfuzyjne w proszkach	587
11.3.5. Tytanowanie dyfuzyjne w proszkach	589
11.4. Narzędzia do obróbki plastycznej na gorąco	591
11.4.1. Kryteria wyboru rodzaju obróbki cieplno-chemicznej	591
11.4.2. Azotowanie gazowe	593
11.4.3. Chromowanie dyfuzyjne	594
Literatura	596

Rozdział 12. Wady i kontrola jakości obróbki cieplnej — prof. dr hab. inż. Jerzy Wyszkowski	600
12.1. Ogólne zasady kontroli jakości obrabianych cieplnie wyrobów	600
12.1.1. Kontrola jakości półfabrykatów hutniczych w stanie dostawy	600
12.1.2. Kontrola profilaktyczna urządzeń, aparatury i materiałów pomocniczych	602
12.2. Wady hartowania i odpuszczania	602
12.2.1. Niewłaściwa twardość i miękkie plamy	602
12.2.2. Nieodpowiednie własności mechaniczne	603
12.2.3. Pęknięcia hartownicze	604
12.3. Wady obróbki cieplno-chemicznej i powierzchniowej	607
12.3.1. Odkształcenia i pęcenie się	607
12.3.2. Pęknięcia hartownicze i szliflerskie	612
12.3.3. Utlenienie wewnętrzne	616
12.3.4. Niewłaściwa grubość warstwy dyfuzyjnej	617
12.3.5. Obniżona twardość warstwy dyfuzyjnej i niewłaściwa twardość rdzenia	618
12.3.6. Wady mikrostruktury warstwy dyfuzyjnej i rdzenia	620
12.3.7. Wady powierzchni	621
12.4. Kontrola jakości wyrobów po obróbce cieplnej i cieplno-chemicznej	623
12.4.1. Kontrola twardości	623
12.4.2. Kontrola makroskopowa	623
12.4.3. Kontrola mikrostruktury	624
12.4.4. Kontrola grubości warstw dyfuzyjnych i utwardzonych	625
12.4.5. Nowoczesne metody kontroli nieniszczącej	625
Literatura	626
Rozdział 13. Koszty obróbki cieplnej — dr inż. Janusz Grzyb	628
13.1. Rachunek kosztów obróbki cieplnej	628
13.1.1. Zadania rachunku kosztów	628
13.1.2. Koszt własny obróbki cieplnej	629
13.1.3. Kalkulacja kosztów własnych	630
13.2. Planowanie i ewidencja kosztów	634
13.2.1. Plan kosztów obróbki cieplnej	634
13.2.2. Ewidencja kosztów obróbki cieplnej	635
13.3. Wybór ekonomiczny wariantu obróbki cieplnej	635
13.3.1. Wybór wariantu	635
13.3.2. Koszt eksploatacji	636
13.3.3. Koszt technologiczny	637
13.3.4. Obliczanie składników kosztów	637
13.4. Ocena poziomu obróbki cieplnej	637
13.4.1. Uwagi ogólne	637
13.4.2. Metody oceny poziomu obróbki cieplnej	641
13.4.3. Przykłady oceny poziomu obróbki cieplnej	644
Literatura	647

Część III. Urządzenia do obróbki cieplnej

Rozdział 14. Klasyfikacja urządzeń do obróbki cieplnej — doc. dr hab. inż. Aleksander Sala, dr inż. Tadeusz Sobusiak, dr inż. Tadeusz Burakowski	648
14.1. Ogólna klasyfikacja urządzeń do obróbki cieplnej	648
14.2. Klasyfikacja urządzeń podstawowych do obróbki cieplnej	649
14.3. Klasyfikacja urządzeń pomocniczych do obróbki cieplnej	655
14.4. Klasyfikacja agregatów do obróbki cieplnej	658
14.5. Klasyfikacja aparatury pomiarowej, regulacyjnej i kontrolnej urządzeń do obróbki cieplnej	661
Literatura	664
Rozdział 15. Piece i nagrzewnice do obróbki cieplnej — doc. dr hab. inż. Aleksander Sala, dr inż. Tadeusz Sobusiak, dr inż. Tadeusz Burakowski	665
15.1. Piece do obróbki cieplnej niskotemperaturowej (do 700°C)	667
15.1.1. Piece niskotemperaturowe z atmosferą powietrzną	668
15.1.2. Piece niskotemperaturowe z atmosferami regulowanymi	675
15.1.3. Piece próżniowe	679

15.1.4. Piece solne niskotemperaturowe	682
15.1.5. Piece fluidyzacyjne	684
15.2. Piece do obróbki cieplnej średnotemperaturowej (700÷1000°C)	684
15.2.1. Piece do obróbki cieplnej w atmosferze powietrznej	684
15.2.2. Piece do obróbki cieplnej w atmosferach regulowanych	690
15.2.3. Piece do obróbki cieplnej w próżni	706
15.2.4. Piece solne	706
15.2.5. Piece fluidyzacyjne	708
15.3. Piece do obróbki cieplnej wysokotemperaturowej (do 1350°C)	710
15.3.1. Piece solne	710
15.3.2. Piece próżniowe	712
15.3.3. Piece z atmosferami regulowanymi	712
15.3.4. Piece z atmosferą powietrzną	718
15.4. Agregaty nagrzewnicowe do obróbki cieplnej metali	718
15.4.1. Agregaty nagrzewnicowe elektryczne	718
15.4.2. Agregaty nagrzewnicowe paliwowe	729
Literatura	731
 Rozdział 16. Urządzenia do wytwarzania atmosfer regulowanych — doc. dr hab. inż. Aleksander Sala, dr inż. Tadeusz Sobusiak, dr inż. Tadeusz Burakowski	734
16.1. Generatory endotermiczne	734
16.1.1. Zasady eksploatacji generatorów endotermicznych	739
16.2. Generatory egzotermiczne	741
16.2.1. Rodzaje generatorów egzotermicznych	741
16.2.2. Budowa podstawowego generatora egzotermicznego	742
16.2.3. Układy osuszające atmosfery egzotermiczne	745
16.2.4. Układy oczyszczania z dwutlenku węgla	747
16.2.5. Zasady eksploatacji generatorów egzotermicznych	750
16.3. Dysocjatory amoniaku	752
16.3.1. Dysocjatory amoniaku bez spalania	752
16.3.2. Dysocjatory amoniaku ze spalaniem wodoru	756
16.3.3. Zasady eksploatacji dysocjatorów	757
16.4. Surowce do wytwarzania atmosfer regulowanych	758
16.4.1. Klasyfikacja surowców do wytwarzania atmosfer	758
16.5. Urządzenia dozujące surowce atmosfer regulowanych	760
16.5.1. Urządzenia do wytwarzania bezgeneratorowych atmosfer nawęglających lub ochronnych z ciekłych związków organicznych	760
16.5.2. Wytwornica atmosfer azotopasywujących	761
16.5.3. Odparowywacz propanu	762
Literatura	765
 Rozdział 17. Urządzenia do chłodzenia wsadu — doc. dr hab. inż. Aleksander Sala, dr inż. Tadeusz Sobusiak, dr inż. Tadeusz Burakowski	766
17.1. Wanny hartownicze	766
17.1.1. Wanny wodne	772
17.1.2. Wanny olejowo-wodne	772
17.1.3. Wanny olejowe	772
17.1.4. Wanny solne	776
17.1.5. Wanny fluidyzacyjne	776
17.2. Studzienki	777
17.2.1. Studzienki ze ścianami izolującymi ciepłnie	778
17.2.2. Studzienki ze ścianami chłodzonymi wodą	778
17.3. Prasy i przyrządy hartownicze	781
17.3.1. Prasy kąpielowe	782
17.3.2. Prasy natryskowe	783
17.3.3. Prasy z płytami metalowymi	784
17.3.4. Prasy strumieniowe powietrzne	785
17.3.5. Przyrządy hartownicze	785
17.4. Komory studzenia	785
17.4.1. Komory ze studzeniem strumieniowym	785
17.4.2. Komory z cyrkulacją ośrodka chłodzącego	785
17.4.3. Komory z płaszczem wodnym	785
17.4.4. Komory z ocieplonymi ścianami	787
17.5. Wymrażarki	787
17.5.1. Wymrażarki kąpielowe	787
17.5.2. Wymrażarki sprężarkowe	787
17.5.3. Wymrażarki gazowe	788
Literatura	789

Rozdział 18. Urządzenia do mycia — doc. dr hab. inż. Aleksander Sala, dr inż. Tadeusz Sobusiak, dr inż. Tadeusz Burakowski	790
18.1. Środki myjące	791
18.1.1. Rozpuszczalniki	791
18.1.2. Kąpiele alkaliczne	794
18.2. Sposoby mycia	797
18.3. Rodzaje urządzeń myjących	797
18.3.1. Urządzenia do mycia zanurzeniowego	799
18.3.2. Urządzenia do mycia natryskowego	805
18.3.3. Urządzenia do mycia w parach rozpuszczalników	808
Literatura	813
Rozdział 19. Urządzenia kontrolno-pomiarowe — doc. dr hab. inż. Aleksander Sala, dr inż. Tadeusz Sobusiak, dr inż. Tadeusz Burakowski	814
19.1. Kontrola temperatur w obróbce cieplnej	814
19.1.1. Termometry termoelektryczne	814
19.1.2. Termometry rezystancyjne	827
19.1.3. Termometry rozszerzalnościowe	833
19.1.4. Piremetry	836
19.1.5. Regulatory temperatury	848
19.1.6. Sprawdzanie narzędzi termometrycznych	854
19.1.7. Organizacja i zadania służby termometrycznej	855
19.2. Kontrola i regulacja atmosfer	861
19.2.1. Zasady poboru atmosfer do kontroli	861
19.2.2. Kontrola pełnego składu chemicznego atmosfer	865
19.2.3. Kontrola wilgotności atmosfer	878
19.2.4. Analizatory gazów w podczerwieni i ich zastosowanie	881
19.2.5. Analizatory wodoru i ich zastosowanie	882
19.2.6. Analizatory tlenu w atmosferach regulowanych	885
19.2.7. Metody kontroli i regulacji potencjału węglowego	892
19.2.8. Typowe układy regulacji atmosfer	901
19.2.9. Kontrola natężenia przepływu gazów	905
Literatura	
Rozdział 20. Układy i agregaty piecowe oraz linie i gniazda technologiczne — doc. dr hab. inż. Aleksander Sala, dr inż. Tadeusz Sobusiak, dr inż. Tadeusz Burakowski	909
20.1. Układy piecowe	909
20.1.1. Układy piecowe z dozatorami	911
20.1.2. Układy piecowe z generatorami	911
20.2. Gniazda i linie technologiczne	914
20.3. Gniazda technologiczne na bazie pieców wglebnych	914
20.3.1. Gniazda technologiczne na bazie pieców wglebnych niskotemperaturowych	914
20.3.2. Gniazda technologiczne na bazie pieców wglebnych średnitemperaturowych	915
20.4. Komorowe agregaty piecowe i linie technologiczne na ich bazie	918
20.4.1. Agregaty jednokomorowe i linie technologiczne na ich bazie	918
20.4.2. Agregaty dwukomorowe i linie technologiczne na ich bazie	924
20.5. Linie technologiczne na bazie pieców bębnowych do obróbki cieplnej	927
20.6. Linie technologiczne na bazie pieców przelotowych do obróbki cieplnej	928
20.7. Linie technologiczne na bazie pieców przelotowych do obróbki cieplno-dyfuzyjnej	932
20.7.1. Linie technologiczne na bazie pieców przelotowych do nawęglania i hartowania	932
20.7.2. Linia technologiczna na bazie pieców przelotowych do węglonawęglania	934
20.8. Linie technologiczne i agregaty do obróbki cieplnej wysokotemperaturowej	937
20.8.1. Gniazda i linie technologiczne na bazie pieców solnych elektrodowych	937
20.8.2. Agregaty z piecami próżniowymi	939
Literatura	942

Rozdział 21. Zasady bhp w obróbce cieplnej — doc. dr hab. inż. Aleksander Sa- la, dr inż. Tadeusz Sobusiak, dr inż. Tadeusz Burakowski	944
21.1. Przepisy i zarządzenia bhp	944
21.2. Zasady ogólne postępowania bhp	944
21.3. Zasady bhp przy pracy z atmosferami regulowanymi	945
21.3.1. Własności wybuchowe gazów i atmosfer regulowanych	945
21.3.2. Urządzenia zabezpieczające przed wybuchem atmosfery	945
21.3.3. Własności toksyczne gazów i atmosfer regulowanych	946
21.3.4. Zasady bezpiecznej eksploatacji urządzeń z atmosferami regulowa- nymi	950
21.4. Zasady bhp przy urządzeniach elektrotermicznych	953
21.5. Zasady bhp przy pracy z kąpielami solnymi	955
21.5.1. Ogólne zasady postępowania z piecami z kąpielą solną	956
21.5.2. Własności wybuchowe soli oraz zasady postępowania	956
21.5.3. Własności toksyczne soli oraz zasady postępowania	957
21.6. Zasady bhp przy pracy z kąpielami ołowowymi	958
21.7. Zasady postępowania z urządzeniami elektrycznymi wielkiej częstotliwości	958
21.8. Wyposażenie oddziałów obróbki cieplnej w urządzenia bhp	959
21.9. Zasady postępowania przy wypadkach	959
21.9.1. Zasady postępowania w czasie pożaru lub wybuchu	959
21.9.2. Zasady postępowania przy porażeniu prądem	959
21.9.3. Zasady postępowania przy zatruciu	960
21.9.4. Zasady postępowania przy poparzeniu	960
Literatura	960
Skorowidz rzeczowy	961