

Spis treści

1. Wprowadzenie	7
2. Procesy technologiczne zmieniające strukturę i podwyższające właściwości użytkowe warstwy wierzchniej . . .	12
3. Zastosowania procesów technologicznych zmieniających strukturę warstw wierzchnich i kierunki ich rozwoju . . .	17
4. Teoretyczne podstawy obróbki cieplno-chemicznej zmieniającej strukturę i właściwości warstw wierzchnich . . .	20
4.1. Istota procesu	20
4.2. Reakcje chemiczne występujące w procesach	22
4.3. Adsorpcja na powierzchni ciał stałych	24
4.4. Stosowane ośrodki chemiczne	26
4.5. Prawa dyfuzji. Pierwsze i drugie prawo Ficka	30
4.6. Mechanizmy dyfuzji	39
4.7. Efekt Kirkendalla	43
4.8. Dyfuzja po granicach ziarn i samodyfuzja w czystych metalach	44
4.9. Wpływ czynników strukturalnych i technologicznych na proces dyfuzji	46
4.10. Budowa strukturalna warstwy dyfuzyjnej	48
4.11. Metody badania dyfuzji	51
4.12. Przykłady obliczania procesów dyfuzyjnych	53
5. Proces nawęglania	59
5.1. Istota procesu nawęglania	59
5.2. Stale do nawęglania elementów maszyn, urządzeń i pojazdów	68

5.3.	Nawęglanie gazowe	72
5.4.	Technologie procesu nawęglania gazowego	81
5.5.	Nawęglanie w proszkach	87
5.6.	Nawęglanie z zastosowaniem past nawęglających	91
5.7.	Nawęglanie w kąpielach	92
5.8.	Kierunki rozwoju technologii nawęglania	93
5.9.	Zabezpieczanie niektórych powierzchni przed nawęglaniem	96
5.10.	Obróbka cieplna elementów nawęglonych	97
5.11.	Wymagania stawiane elementom nawęglanym i przykłady zastosowania do elementów maszyn i pojazdów	101
6.	Proces azotowania	104
6.1.	Istota procesu azotowania	104
6.2.	Zastosowanie procesu azotowania	110
6.3.	Wymagania dotyczące jakości azotowania	114
6.4.	Ośrodki azotujące	115
6.5.	Technologia azotowania i stosowane urządzenia	116
6.6.	Azotowanie krótkookresowe	118
6.7.	Azotowanie długookresowe	119
6.8.	Modyfikacje technologii azotowania	121
6.9.	Azotowanie jonowe	122
7.	Proces węgloazotowania	125
7.1.	Węgloazotowanie wysokotemperaturowe	125
7.2.	Budowa i właściwości warstwy węgloazotowanej	126
7.3.	Wpływ azotu na przebieg procesu węgloazotowania	132
7.4.	Ośrodki węgloazotujące	134
7.5.	Węgloazotowanie wysokotemperaturowe w złożu fluidalnym	139
7.6.	Technologia procesu węgloazotowania	142
7.7.	Węgloazotowanie niskotemperaturowe	145
7.8.	Zastosowanie procesu węgloazotowania	146
8.	Proces chromowania dyfuzyjnego	148
8.1.	Istota procesu chromowania dyfuzyjnego	148
8.2.	Chromowanie w proszkach	149
8.3.	Chromowanie gazowe	151
8.4.	Chromowanie w kąpielach	153
8.5.	Budowa i właściwości struktury warstwy chromowanej ..	154

8.6. Przykłady zastosowań	158
9. Proces aluminowania	160
9.1. Istota procesu aluminowania	160
9.2. Struktura i właściwości warstw aluminowanych	162
9.3. Aluminowanie zanurzeniowe w kąpeli	166
9.4. Aluminowanie w proszkach	167
9.5. Aluminowanie natryskowe	169
9.6. Chromo-aluminowanie stali węglowych, stopowych i żaroodpornych	170
9.7. Przykłady zastosowania aluminowania	171
10. Proces tytanowania	172
10.1. Istota procesu tytanowania	172
10.2. Technologie procesów tytanowania	178
10.3. Struktura i właściwości warstw tytanowanych	182
10.4. Warstwy złożone tytanowo-chromowe	188
10.5. Przykłady zastosowań tytanowania	192
11. Proces borowania	194
11.1. Istota procesu borowania	194
11.2. Technologia procesów borowania	196
11.3. Budowa i właściwości warstwy borowanej	201
11.4. Przykłady zastosowania	204
12. Proces nasiarczania	207
12.1. Istota procesu nasiarczania	207
12.2. Technologia procesu nasiarczania	208
12.3. Azoto-nasiarczanie	209
12.4. Tleno-siarko-azotowanie	214
12.5. Siarko-węglo-azotowanie	214
13. Inne rzadziej stosowane procesy	216
13.1. Wprowadzenie	216
13.2. Proces krzemowania	216
13.3. Proces wanadowania	219
13.4. Proces wolframowania	221
13.5. Proces berylowania	221
13.6. Proces dyfuzyjnego fosforanowania	223

14. Nowe technologie wytwarzania dyfuzyjnych struktur przypowierzchniowych	225
14.1. Istota procesów	225
14.2. Procesy technologiczne PVD	226
14.3. Cechy charakterystyczne warstw otrzymywanych w metodzie PVD	231
14.4. Proces implantacji jonów	232
14.5. Procesy technologiczne CVD	233
14.6. Powłoki z tantalu i azotku tantalu nanoszone w procesie CVD	234
14.7. Powłoki z molibdenu nanoszone w procesie CVD	238
14.8. Powłoki z boru	239
15. Ogólne zasady stosowania urządzeń do procesów obróbki cieplno-chemicznej	240
15.1. Piece	240
15.2. Generatory	245
15.3. Dysocjatory amoniaku	248
15.4. Urządzenia chłodzące	249
15.5. Urządzenia do kontroli i regulacji atmosfer	252
15.6. Ogólne wytyczne doboru urządzeń	254
16. Zasady bezpiecznej pracy przy obróbce cieplno-chemicznej elementów	256
Literatura	261