

Obsah

| | |
|--|-----------|
| I. Chemicko-tepelné zpracování kovů a slitin | 13 |
| 1. Všeobecné údaje | 13 |
| 2. Teoretické základy chemicko-tepelného zpracování | 18 |
| 2.1 Difúze v kovech a slitinách | 19 |
| 2.11 Teoretické základy difúze | 19 |
| 2.12 Zákony difúze | 21 |
| 3. Cementování oceli | 22 |
| 3.1 Oceli k cementování | 23 |
| 3.2 Průběh a podmínky cementačního procesu | 25 |
| 3.3 Cementování v tuhém prostředí | 27 |
| 3.31 Zařízení k cementování a technologický postup | 31 |
| 3.32 Místní cementování pastami a nátěry | 32 |
| 3.4 Cementování v plynné atmosféře | 33 |
| 3.41 Technologie a zařízení k cementování plynem | 36 |
| a) Cementační pouzdro CEMUP | 36 |
| b) Cementační pec MONOCARB | 37 |
| c) Cementování v průběžných pecích | 38 |
| d) Cementování plynem s použitím indukčního ohřevu | 38 |
| 3.5 Cementování v kapalném prostředí | 39 |
| 3.51 Cementování v prostředí SiC | 39 |
| 3.52 Cementování kyanidovými lázněmi | 39 |
| 3.6 Tepelné zpracování cementovaných součástí | 40 |
| 3.61 Kalení z cementační teploty | 43 |
| 3.62 Kalení na vrstvu | 43 |
| 3.63 Kalení na jádro i vrstvu | 43 |
| 3.64 Dvojité kalení s mezižháním | 44 |
| 3.65 Kalení cementovaných uhlíkových ocelí | 44 |
| 3.66 Kalení cementovaných niklových a niklchromových ocelí | 45 |
| 3.67 Kalení cementovaných chromových, chrommolybdenových a chrommanganových ocelí | 45 |

| | | |
|------|--|----|
| 3.68 | Zpracování předmětů z cementovaných ocelí pod bodem mrazu | 47 |
| 3.69 | Různé technologické postupy při cementování a následujícím tepelném zpracování | 47 |
| 3.7 | Částečné (místní) cementování | 51 |
| 4. | Nitridování | 52 |
| 4.1 | Průběh vzniku nitridační vrstvy | 53 |
| 4.2 | Rozdělení způsobů nitridace | 55 |
| 4.21 | Nitridování pro zvýšení tvrdosti a odolnosti proti opotřebení | 55 |
| 4.22 | Nitridování pro zvýšení meze únavy | 55 |
| 4.23 | Nitridování pro zvýšení odolnosti proti korozi | 56 |
| 4.3 | Nitridační oceli | 56 |
| 4.4 | Technologie nitridování | 59 |
| 4.5 | Nitridování plynem | 59 |
| 4.51 | Ochrana před nitridováním | 62 |
| 4.6 | Nitridování v lázních | 62 |
| 5. | Kyanidování (nitrocementace) | 62 |
| 5.1 | Kyanidování v tuhém prostředí | 63 |
| 5.2 | Kyanidování v tekutém prostředí | 64 |
| 5.21 | Lázně s kyanidem sodným nebo draselným | 64 |
| 5.22 | Lázně s kyanidem vápenatým | 65 |
| 6. | Kyanidování za vysokých teplot | 66 |
| 6.1 | Cementační lázně | 67 |
| 6.2 | Technologický postup | 67 |
| 6.3 | Zařízení pro cementování v lázni | 68 |
| 7. | Kyanidování v plynném prostředí | 69 |
| 7.1 | Rozdělení používaných atmosfér | 69 |
| 7.2 | Druhy kyanidování v plynném prostředí | 70 |
| 7.21 | Kyanidování plynem za vysoké teploty | 70 |
| 7.22 | Kyanidování plynem za nízké teploty | 70 |
| 8. | Sulfidování a sulfonitridování | 71 |
| 8.1 | Sulfidování | 71 |
| 8.11 | Sulfidování v lázni | 71 |
| 8.12 | Sulfidování v plynné atmosféře | 72 |
| 8.2 | Sulfonitridování | 72 |
| 8.21 | Sulfonitridování v lázni | 72 |
| 8.22 | Sulfonitridování v plynném prostředí | 72 |

| | |
|---|-----------|
| 9. Difúzní pokovování | 73 |
| 9.1 Hliníkování | 74 |
| 9.11 Alitování | 74 |
| Alitování tuhými prostředky | 74 |
| Alitování v plynném prostředí | 76 |
| Alitování v tekutém prostředí | 76 |
| Elektrolytické alitování | 76 |
| 9.12 Alumetování | 77 |
| 9.2 Chromování | 77 |
| 9.21 Chromování v tuhém prostředí | 77 |
| 9.22 Chromování v tekutém prostředí | 79 |
| 9.23 Chromování v plynném prostředí | 79 |
| 10. Křemíkování | 80 |
| 10.1 Křemíkování v tuhém prostředí | 80 |
| 10.2 Křemíkování v plynném prostředí | 81 |
| 11. Bórování | 81 |
| 11.1 Bórování v tuhém prostředí | 81 |
| 11.2 Bórování elektrolytické | 82 |
| 12. Zinkování — sherardování | 82 |
| 12.1 Sherardování | 83 |
| 12.2 Shopování | 83 |
| 13. Chromokřemíkování | 83 |
| 14. Chromalitování | 84 |
| II. Povrchové kalení | 85 |
| 1. Povrchové kalení plamenem | 88 |
| 1.1 Způsoby povrchového kalení plamenem | 88 |
| 1.11 Postupné povrchové kalení plamenem | 90 |
| 1.12 Jednorázové povrchové kalení plamenem | 92 |
| 1.2 Stroje a zařízení pro povrchové kalení plamenem | 93 |
| 1.3 Technologické postupy pro povrchové kalení plamenem | 94 |
| 2. Indukční povrchové kalení | 95 |
| 2.1 Zdroje proudu o velkém kmitočtu | 96 |
| 2.2 Kalicí stroje a induktoxy | 98 |
| 2.3 Vedení záznamů o indukčním ohřevu | 101 |
| 3. Zvláštní způsoby povrchového kalení | 101 |
| 3.1 Postup AC 1 | 102 |
| 3.2 Postup OCe | 103 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 3.3 | Ponorné kalení | 103 |
| 3.4 | Kalení v elektrolytu | 103 |
| III. | Tepelné zpracování litiny | 104 |
| 1. | Stabilní soustava železo-grafit | 104 |
| 1.1 | Zlepšené druhy šedé litiny | 108 |
| 1.11 | Očkovaná šedá litina | 109 |
| 1.12 | Perlitická litina | 109 |
| 1.13 | Tvárná litina | 109 |
| 1.14 | Tvrzená litina | 111 |
| 1.15 | Slitinové litiny | 111 |
| 2. | Tepelné zpracování odlitků ze šedé litiny | 112 |
| 2.1 | Žihání odlitků ze šedé litiny | 112 |
| 2.11 | Žihání ke snížení vnitřního pnutí | 112 |
| 2.12 | Žihání ke snížení tvrdosti | 113 |
| 2.13 | Žihání normalizační | 113 |
| 2.2 | Zušlechťování odlitků ze šedé litiny | 114 |
| 2.3 | Izotermické kalení šedé litiny | 115 |
| 2.4 | Chemicko-tepelné zpracování šedé litiny pro zvýšení odolnosti proti opotřeбенí a korozi | 116 |
| 3. | Tepelné zpracování tvárné litiny | 117 |
| 3.1 | Žihání tvárné litiny ke snížení vnitřních pnutí | 117 |
| 3.2 | Grafitizace vázaného uhlíku | 118 |
| 3.3 | Feritizační žihání | 118 |
| 3.4 | Homogenizační žihání | 119 |
| 3.5 | Normalizační žihání | 119 |
| 3.6 | Kalení a popouštění | 119 |
| 3.7 | Sulfidování tvárné litiny | 120 |
| 4. | Výroba temperované litiny | 120 |
| 4.1 | Postup při výrobě perlitické temperované litiny | 120 |
| 4.2 | Temperovací pochod při výrobě feritické temperované litiny | 224 |
| IV. | Tepelné zpracování lehkých slitin | 127 |
| 1. | Všeobecné údaje | 127 |
| 2. | Slitiny hliníku | 127 |
| 2.1 | Slitiny hliníku ke tváření | 129 |
| 2.11 | Vytvrzovatelné slitiny | 129 |
| 2.12 | Nevytvrzovatelné slitiny pro tváření | 129 |
| 2.2 | Slévárenské slitiny hliníku | 130 |

| | |
|---|------------|
| 3. Slitiny hořčíku | 131 |
| 3.1 Slévárenské slitiny hořčíku | 132 |
| 3.2 Slitiny hořčíku ke tváření | 134 |
| 4. Teoretické základy tepelného zpracování lehkých slitin | 134 |
| 4.1 Hlavní zásady vytvrzování | 137 |
| 4.2 Tepelné zpracování slitin hliníku | 139 |
| 4.21 Žihání | 139 |
| 4.22 Vytvrzování | 142 |
| 4.3 Tepelné zpracování slitin hořčíku | 145 |
| 4.31 Žihání | 146 |
| 4.32 Stabilizování | 146 |
| 4.33 Homogenizování | 146 |
| 4.34 Stárnutí | 148 |
| 4.35 Rekrystalizační žihání | 148 |
| V. Tepelné zpracování slitin mědi | 149 |
| 1. Slitiny mědi | 149 |
| 1.2 Slitiny mědi se zinkem — mosazi | 151 |
| 1.21 Mosazi k tváření | 152 |
| 1.22 Mosazi na odlitky | 152 |
| 1.23 Mosazi speciální | 152 |
| 1.3 Slitiny mědi s cínem — bronzy | 153 |
| 1.4 Slitiny mědi a hliníku — hliníkové bronzy | 154 |
| 1.41 Bronzy k tváření za studena | 154 |
| 1.42 Bronzy k tváření za tepla | 154 |
| 1.43 Bronzy na odlitky | 155 |
| 1.5 Slitiny mědi s křemíkem | 155 |
| 1.51 Slitiny ke tváření | 155 |
| 1.52 Slitiny na odlévání | 156 |
| 1.6 Slitiny mědi a berylia | 156 |
| 1.7 Slitiny mědi a olova — ložiskové bronzy | 157 |
| 1.8 Slitiny mědi a niklu | 157 |
| 1.9 Slitiny mědi s manganem | 158 |
| 2. Tepelné zpracování slitin mědi | 159 |
| 2.1 Žihání slitin mědi | 159 |
| 2.2 Vytvrzování slitin mědi | 161 |
| 2.21 Hliníkové bronzy | 161 |
| 2.22 Cínové bronzy | 161 |
| 2.23 Křemíkové bronzy | 162 |
| 2.24 Beryliové bronzy | 162 |

| | |
|---|----------------|
| VI. Tepelné zpracování slitin niklu | 163 |
| 1. Slitiny niklu | 164 |
| 1.1 Slitiny niklu s malým obsahem přísad. | 164 |
| 1.2 Slitiny Ni—Cu, Ni—Cu—Si | 164 |
| 1.3 Slitiny Ni—Cu—Sn, Ni—Cu—Sn—Pb | 165 |
| 1.4 Slitiny Ni—Cr | 165 |
| 1.5 Slitiny Ni—Fe, Ni—Cr—Fe | 165 |
| 1.6 Slitiny Ni—Mo—Fe, Ni—Mo—Cr—Fe | 165 |
| 1.7 Slitiny Ni—Si | 165 |
| 1.8 Slitiny Ni—Ti, Ni—Be | 166 |
| 2. Tepelné zpracování slitin niklu | 167 |
| 2.1 Žihání slitin niklu | 167 |
| 2.2 Vytvrzování slitin niklu | 167 |
| 2.21 Slitiny niklu s malým obsahem přísad | 167 |
| 2.22 Slitiny Ni—Cu—Si | 167 |
| 2.23 Slitiny niklu s hliníkem | 168 |
| 2.24 Slitiny Ni—Be | 168 |
| 3. Tepelné zpracování žáropevných slitin. | 168 |
| VII. Pece pro tepelné zpracování kovů a slitin | 171 |
| 1. Druhy paliv | 172 |
| 1.1 Tuhá paliva | 172 |
| 1.2 Tekutá paliva | 173 |
| 1.3 Plynná paliva | 173 |
| 1.4 Výhřevnost paliv. | 174 |
| 1.5 Spalování | 175 |
| 1.6 Pohyb plynů v peci | 177 |
| 2. Elektrické ohřívací pece | 178 |
| 3. Rozdělení ohřívacích pecí pro tepelné zpracování | 180 |
| 4. Popis jednotlivých druhů ohřívacích pecí | 185 |
| 4.1 Komerové pece | 185 |
| 4.2 Šachtové pece | 197 |
| 4.3 Pece kelímkové a vanové | 201 |
| 4.4 Zvonové a pokloповé pece | 208 |
| 5. Mechanizované pece pro tepelné zpracování | 213 |
| 5.1 Bubnové pece | 214 |
| 5.2 Průběžné střešovací pece | 215 |
| 5.3 Otočné (karuselové) pece | 216 |
| 5.4 Průběžné pece s pásovým dopravníkem | 217 |

| | |
|---|------------|
| 5.5 Průběžné pece s válečkovým dopravníkem | 218 |
| 5.6 Průběžné pece s řetězovým pohonem | 220 |
| 5.7 Protahovací pece | 220 |
| 5.8 Průběžné pece pro temperování litiny | 221 |
| 5.9 Automatické kalírny | 222 |
| VIII. Ochranné atmosféry | 224 |
| 1. Okysličení, oduhličení a spálení oceli | 224 |
| 2. Výběr ochranných atmosfér | 226 |
| 3. Výroba ochranné atmosféry | 230 |
| 3.1 Čistý vodík | 230 |
| 3.2 Směsi vodíko-dusíkové | 230 |
| 3.3 Částečně spálené topné plyny | 231 |
| IX. Zařízení k ochlazování a čištění tepelně zpracovaných součástí | 236 |
| 1. Kalicí nádrže na vodu | 236 |
| 2. Kalicí nádrže na olej | 237 |
| 3. Kalicí lisy a stroje | 238 |
| 4. Čistící zařízení | 241 |
| 4.1 Praní a odmašťování | 241 |
| 4.2 Moření | 242 |
| 4.3 Pískování a pískovací stroje | 244 |
| Literatura | 247 |