PŘEDMLUVA 13

1. ÚVOD 15

1.1 **Technika a strojírenství** 15
1.1.1 Úkoly a cíle techniky 15
1.1.2 Strojírenství v ČSSR 16
Výrobní proces ve strojírenství 16
1.1.3 Technická normalizace ve strojírenství 17
Druhy norem 19
1.1.4 Bezpečnost a hygiena práce 20
1.1.5 Technická literatura 20
Zdroje informací 21
Využívání technické literatury 22

1.2 **Úkoly strojírenské technologie** 24

1.3 **Rozdělení technologie** 25

1.4 **Přehled strojírenské technologie** 26
1.4.1 Těžká metalurgie 27
1.4.2 Strojírenská metalurgie 28
1.4.2.1 Odlévání 28
1.4.2.2 Tváření 30
Tváření za tepla 31
Válcování 31
Kování 33
Tváření za studena 35
Stroje pro tváření 37
1.4.2.3 Svařování 37
1.4.2.4 Pájení 41
1.4.2.5 Tepelné zpracování 41
Žíhání 41
Kalení 42
Vytvrzování 42
1.4.3 Obrábění 42
Soustružení 43
Vrtání 44
Frézování 46
Hoblování a obrážení 48
Broušení 50
1.4.4 Povrchová úprava 53
Koroze 53
Ochrana proti korozi 54
1.4.5 Montáž 54
Druhy montáže 55
1.4.6 Perspektivy strojírenské technologie 55

2. **METALOGRAFIE** 59

2.1. **Vnitřní stavba kovů a slitin** 59
2.1.1 Krystalová mřížka 62
2.1.2 Nedokonalosti skutečné mřížky 65
2.1.3 Základní pojmy fyzikální chemie 67
2.1.3.1 Soustavy o jedné složce 67
2.1.3.2 Soustavy o dvou složkách 69
2.1.4 Zákon fází 70
2.1.5 Kovy a jejich slitiny 73
2.1.6 Chladnutí a ohřev čistých kovů nepolymorfních a polymorfních . . . 74
2.1.7 Krystalizace čistých kovů 79
2.1.8 Polymorfie železa 80

2.2 **Základní pojmy podvojných slitin a jejich rovnovážné diagramy** . 82
2.2.1 Dva kovy *A* a *B* jsou v tekutém i tuhém stavu úplně rozpustné 83
2.2.1.1 Tuhý roztok 86
2.2.1.2 Postup vzniku krystalů tuhého roztoku 88
2.2.1.3 Podstata a mechanismus difúze 89
2.2.2 Dva kovy *A* a *B* jsou v tekutém stavu úplně rozpustné, v tuhém stavu nerozpustné 91
2.2.3 Změna rozpustnosti v tuhém stavu 96
2.2.4 Krystalizace kovů s překrystalizací v tuhém stavu 99

2.3 **Rovnovážný diagram železo – uhlík** 101
2.3.1 Metastabilní soustava Fe – Fe_3C 105
2.3.2 Stabilní soustava železo – grafit 110

3. **ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI MATERIÁLŮ A JEJICH ZKOUŠENÍ** 117

3.1 **Fyzikální vlastnosti** 118

3.2 **Odolnost proti korozi** 121

3.3 **Mechanické vlastnosti** 122
Druhy zkoušek mechanických vlastností materiálů 123
3.3.1 Mechanické zkoušky statické 123
Zkoušky pevnosti 125
Zkoušky tvrdosti 132
3.3.2 Mechanické zkoušky dynamické 137
Zkoušky rázem 139
Zkoušky opětovným namáháním 139
3.3.3 Zkoušky za vyšších teplot 141
3.3.4 Zkoušky za nízkých teplot 143

3.4 **Technologické vlastnosti** 143
Tvárnost 143
Svařitelnost 146
Obrobitelnost 147

Slévatelnost 147
Odolnost proti opotřebení 149
Jiskrové zkoušky 149

3.5 Zkoušky bez porušení materiálu 149
3.5.1 Zjišťování vad na povrchu materiálu 150
Zkouška elektromagnetická polévací 150
Zkouška kapilární 151
3.5.2 Zjišťování neviditelných vnitřních vad materiálu 152
Zkouška prozařováním rentgenovým zářením a gama zářením 152
Zkouška ultrazvukem 154

4. PŘEHLED TECHNICKÝCH MATERIÁLŮ 159

4.1 Materiály kovové 159
4.1.1 Technické slitiny železa 159
4.1.1.1 Oceli 160
Rozdělení ocelí 162
Třídy ocelí 163
Označování ocelí 163
Oceli konstrukční 165
Oceli konstrukční obvyklé jakosti 167
Oceli třídy 10 168
Oceli třídy 11 168
Oceli konstrukční ušlechtilé 169
Oceli třídy 12 170
Oceli třídy 13 171
Oceli třídy 14 172
Oceli třídy 15 172
Oceli třídy 16 173
Oceli třídy 17 173
Oceli nástrojové 176
Oceli třídy 19 176
4.1.1.2 Slitiny železa na odlitky 180
Oceli na odlitky 180
Uhlíkové oceli na odlitky 181
Legované (slitinové) oceli na odlitky 181
Šedá litina 182
Šedé litiny nelegované 185
Šedé litiny legované a zvláštní slitiny železa na odlitky 186
Tvárná litina 186
Temperovaná litina 188
4.1.2 Neželezné kovy a jejich slitiny 193
Čisté kovy 193
Slitiny neželezných kovů 193
Vlastnosti a použití slitin 194

Rozdělení neželezných kovů a slitin 195
Označování neželezných kovů a slitin 195
4.1.2.1 Těžké neželezné kovy a jejich slitiny 196
Měď a slitiny mědi 196
Slitiny mědi 197
Bronzy 197
Mosazi 199
4.1.2.2 Lehké neželezné kovy a jejich slitiny 200
Hliník a slitiny hliníku 200
Druhy hliníku 201
Slitiny hliníku 201
Tvářené hliníkové slitiny 201
Slévárenské hliníkové slitiny 203
Titan a slitiny titanu 203
4.1.2.3 Speciální slitiny neželezných kovů 204
4.1.2.4 Kovové prášky (prášková metalurgie) 204
4.1.3 Kovový odpad 205
4.1.3.1 Ocelový a litinový odpad 205
4.1.3.2 Odpad neželezných kovů 206

4.2 Materiály nekovové 206
4.2.1 Plasty a syntetické kaučuky 207
4.2.1.1 Výroba 207
4.2.1.2 Rozdělení a struktura polymerů 210
4.2.1.3 Mechanické chování polymerů 211
4.2.1.4 Charakteristické vlastnosti plastů 214
4.2.1.5 Přehled nejdůležitějších druhů plastů a jejich hlavní použití 216
Termoplasty 216
Reaktoplasty a elastomery 219
4.2.2 Ostatní technické nekovové materiály 222
4.2.2.1 Dřevo 222
4.2.2.2 Sklo 224
4.2.2.3 Technický porcelán 224
4.2.2.4 Čedič 225
4.2.2.5 Technická kamenina 225
4.2.2.6 Azbest 225
4.2.2.7 Kůže 226
4.2.2.8 Textilie 226
4.2.2.9 Papír 227

5. TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ KOVOVÝCH MATERIÁLŮ 231

5.1 Účel a základní rozdělení způsobů tepelného zpracování 231

5.2 Teorie tepelného zpracování 232
5.2.1 Ohřev 233
5.2.2 Ochlazování 235

5.2.2.1 Vliv rychlosti ochlazování na segregaci . . . 235
5.2.2.2 Vliv rychlosti ochlazování na rozpad austenitu . . . 236
Izotermický rozpad austenitu . . . 237
Perlitická přeměna . . . 239
Bainitická přeměna . . . 239
Martenzitická přeměna . . . 240
Vliv obsahu uhlíku a slitinových prvků na diagram IRA . . . 241
Anizotermický rozpad austenitu . . . 244

5.3 Žíhání . . . 246
5.3.1 Žíhání ocelí . . . 246
5.3.2 Žíhání litin . . . 252
5.3.3 Žíhání neželezných kovů . . . 253

5.4 Kalení a popouštění ocelí . . . 254
5.4.1 Kalitelnost – prokalitelnost – zkoušky prokalitelnosti . . . 256
5.4.2 Kalicí prostředí . . . 260
5.4.3 Způsoby kalení . . . 266
5.4.3.1 Způsoby kalení martenzitického . . . 267
5.4.3.2 Způsoby kalení bainitického . . . 270
5.4.4 Popouštění kalené oceli a jeho kombinace s kalením . . . 271
5.4.4.1 Popouštění nástrojových ocelí . . . 273
5.4.4.2 Zušlechťování . . . 274
5.4.5 Tepelné zpracování rychlořezných ocelí . . . 277

5.5 Zvláštní způsoby tepelného zpracování . . . 279
5.5.1 Patentování . . . 279
5.5.2 Tepelně mechanické zpracování . . . 279
5.5.3 Vývojové způsoby . . . 280
5.5.4 Rozpouštění – vytvrzování – stránutí . . . 280

5.6 Povrchové tvrzení . . . 281
5.6.1 Povrchové kalení . . . 282
5.6.2 Chemicko-tepelné zpracování ocelí . . . 285
Cementování . . . 285
Nitridování . . . 288
Nitrocementování . . . 288

5.7 Zařízení pro tepelné zpracování . . . 289
5.7.1 Zařízení pro malosériovou a kusovou výrobu . . . 292
5.7.2 Zařízení pro velkosériovou a hromadnou výrobu . . . 295

6. ZÁSADY PRO VOLBU KONSTRUKČNÍCH MATERIÁLŮ . . . 299

6.1 Volba kovových materiálů . . . 299
6.1.1 Obecné zásady pro volbu materiálů . . . 299
6.1.2 Volba materiálů . . . 300
6.1.3 Vyhledávání materiálů v tabulkách a normách . . . 303
6.1.4 Volba neželezných kovů a jejich slitin . . . 304

6.1.5 Volba nástrojových ocelí a slitin 305
6.1.6 Rozměrové normy a technické dodací předpisy hutních polotovarů . . 306
6.1.7 Základní popisové pole strojnických výkresů 307

6.2 Volba plastů 308
6.2.1 Hodnocení funkční 308
6.2.2 Hodnocení ekonomické 309

6.3 Ceny konstrukčních materiálů 310

7. TECHNOLOGICKÁ CVIČENÍ 315

7.1 Ukázka základních zkoušek materiálu 315

7.2 Volba materiálu 320

7.3 Tepelné zpracování 325

SEZNAM POTŘEBNÝCH NOREM PRO VÝUKU STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE A TECHNOLOGICKÁ CVIČENÍ . . 329

DOPORUČENÁ A POUŽITÁ LITERATURA 331

SLOVNÍK ODBORNÝCH VÝRAZŮ 333

ČESKO-RUSKÝ-ANGLICKÝ-NĚMECKÝ SLOVNÍK VYBRANÝCH ODBORNÝCH VÝRAZŮ 337

REJSTŘÍK 351