

# Obsah

<b>14. ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
14.1 Historická poznámka .....	9
14.2 Současný stav použití technických materiálů .....	12
14.3 Technické materiály .....	14
14.4 Základní principy dělení kovových materiálů .....	14
<b>15 TECHNICKÉ SLITINY ŽELEZA .....</b>	<b>20</b>
<b>15.1 Železo a slitiny železa s uhlíkem .....</b>	<b>20</b>
15.1.1 Vlastnosti čistého železa .....	20
15.1.2 Soustava železo-uhlík .....	20
15.1.3 Další prvky ve slitinách železa s uhlíkem .....	24
<b>15.2 Výroba technických slitin železa .....</b>	<b>35</b>
15.2.1 Suroviny pro výrobu slitin železa .....	36
15.2.2 Výroba surového železa .....	36
15.2.2.1 Základní reakce probíhající ve vysoké peci .....	37
15.2.3 Výroba oceli .....	39
15.2.3.1 Základní principy ocelářských reakcí .....	40
15.2.3.2 Výroba oceli v kyslíkových konvertorech .....	43
15.2.3.3 Výroba oceli v elektrických obloukových pecích .....	45
15.2.3.4 Mimopecní zpracování oceli .....	45
15.2.4 Odlévání ocelí .....	49
<b>15.3 Rozdělení a značení technických slitin železa, materiálové normy .....</b>	<b>50</b>
15.3.1 Oceli ke tváření .....	52
15.3.1.1 Rozdělení oceli ke tváření .....	52
15.3.1.2 Systémy označování oceli .....	55
15.3.2 Oceli na odlitky .....	58
15.3.3 Litiny .....	59
15.3.3.1 Systém označování litin .....	59
<b>15.4 Fázové přeměny slitin železa v tuhém stavu .....</b>	<b>62</b>
15.4.1 Precipitační rozpad tuhých roztoků .....	62

15.4.1.1 Polymorfni oceli .....	62
15.4.1.2 Nepolymorfni oceli .....	64
15.4.2 Austenitizace .....	64
15.4.2.1 Tvorba a homogenizace austenitu .....	65
15.4.2.2 Austenitické zrno a jeho velikost .....	66
15.4.3 Přeměny austenitu .....	68
15.4.3.1 Proeutektoidní přeměny .....	69
15.4.3.2 Perlitická přeměna .....	71
15.4.3.3 Bainitická přeměna .....	73
15.4.3.4 Martenzitická přeměna .....	76
15.4.3.5 Transformační diagramy ocelí .....	80
15.4.4 Přeměny při popouštění oceli .....	83
<b>15.5 Tepelné zpracování slitin železa .....</b>	<b>87</b>
15.5.1 Žihání .....	89
15.5.1.1 Žihání bez překrytalizace .....	89
15.5.1.2 Žihání s překrytalizací .....	91
15.5.2 Kalení a popouštění .....	93
15.5.2.1 Kalitelnost, zakalitelnost a prokalitelnost .....	93
15.5.2.2 Kalicí teplota .....	96
15.5.2.3 Kalicí prostředí .....	97
15.5.2.4 Způsoby kalení .....	98
15.5.2.5 Popouštění .....	99
15.5.3 Tepelně mechanické zpracování .....	100
15.5.4 Povrchové úpravy a vrstvy .....	102
15.5.4.1 Zpevňování povrchu .....	103
15.5.4.2 Chemicko-tepelné zpracování .....	106
15.5.4.3 Další metody modifikace povrchových vrstev .....	111
15.5.4.4 Povlaky na kovech a slitinách (výčet) .....	114
<b>15.6 Konstrukční oceli .....</b>	<b>115</b>
15.6.1 Nelegované oceli obvyklých jakostí .....	115
15.6.2 Oceli jakostní a ušlechtilé .....	116
15.6.2.1 Oceli válcované za studena z hlubokotažných ocelí k tváření za studena ČSN EN 10130 ...	116
15.6.2.2 Oceli pro ocelové konstrukce .....	117
15.6.2.3 Oceli pro tlakové nádoby ČSN EN 10028 .....	118
15.6.3 Oceli pro výztuž do betonu ČSN EN 10080 .....	123
15.6.4 Oceli pro kolejnice (evropská norma se připravuje) .....	123
15.6.5 Automatové oceli, ČSN EN 10087 .....	123
15.6.6 Oceli k cementování ČSN EN 10084 .....	124
15.6.7 Oceli k nitridaci ČSN EN 10085 .....	125
15.6.8 Pružinové oceli ČSN EN 10132-4 .....	126
15.6.9 Oceli k zušlechťování ČSN EN 10083 .....	127
15.6.10 Nerezavějící oceli včetně žáruvzdorných a žárupevných .....	128
15.6.10.1 Nerezavějící oceli ČSN EN 10088 .....	128
15.6.10.2 Žárupevné oceli ČSN EN 10095 .....	134
<b>15.7 Nástrojové oceli .....</b>	<b>135</b>
15.7.1 Oceli na řezné nástroje .....	136
15.7.2 Oceli na nástroje pro lisování a ražení za studena .....	137
15.7.3 Oceli pro práci za tepla .....	138
<b>15.8 Oceli na odlitky .....</b>	<b>138</b>

<b>15.9 Litiny .....</b>	<b>139</b>
15.9.1 Krystalizace litin .....	139
15.9.2 Fázové přeměny litin v tuhém stavu .....	143
15.9.3 Druhy a vlastnosti litin .....	144
15.9.3.1 Bílá litina .....	144
15.9.3.2 Grafitické litiny .....	144
15.9.3.3 Tvrzená litina .....	157
15.9.4 Legované druhy litin .....	157
15.9.4.1 Litiny legované hliníkem .....	158
15.9.4.2 Litiny legované křemíkem .....	158
15.9.4.3 Litiny legované chromem .....	159
15.9.4.4 Litiny legované niklem .....	159
15.9.5 Tepelné zpracování grafitických litin .....	160
15.9.5.1 Způsoby žhání litin .....	161
15.9.5.2 Způsoby kalení litin .....	161

## **16 NEŽELEZNÉ KOVY A SLITINY .....** 171

### **16.1 Rozdělení neželezných kovů a slitin .....** 171

16.1.1 Označování neželezných kovů a slitin .....	172
---	-----

### **16.2 Technické slitiny neželezných kovů .....** 173

#### **16.2.1 Kovy a slitiny s nízkou teplotou tání .....** 173

16.2.1.1 Nízkotavitelné kovy .....	173
16.2.1.2 Slitiny nízkotavitelných kovů .....	174

#### **16.2.2 Hliník a slitiny hliníku .....** 177

16.2.2.1 Hliník technické čistoty .....	178
16.2.2.2 Slitiny hliníku .....	178
16.2.2.3 Tepelné zpracování slitin hliníku .....	185
16.2.2.4 Směry dalšího vývoje slitin hliníku .....	186

#### **16.2.3 Hořčík a slitiny hořčíku .....** 187

16.2.3.1 Hořčík .....	187
16.2.3.2 Slitiny hořčíku .....	187
16.2.3.3 Tepelné zpracování slitin hořčíku .....	188

#### **16.2.4 Berylium a slitiny berylia .....** 189

16.2.4.1 Berylium .....	189
16.2.4.2 Slitiny berylia .....	190

#### **16.2.5 Měď a slitiny mědi .....** 191

16.2.5.1 Měď a její slitiny .....	191
16.2.5.2 Slitiny mědi .....	192
16.2.5.3 Tepelné zpracování mědi a slitin mědi .....	200

#### **16.2.6 Nikl a slitiny niklu .....** 201

16.2.6.1 Nikl .....	201
16.2.6.2 Slitiny niklu .....	201
16.2.6.3 Tepelné zpracování niklu a slitin niklu .....	204
16.2.6.4 Směry dalšího vývoje slitin niklu pro vysoké teploty .....	205

#### **16.2.7 Kobalt a slitiny kobaltu .....** 206

16.2.7.1 Kobalt .....	206
16.2.7.2 Slitiny kobaltu .....	206

#### **16.2.8 Titan a slitiny titanu .....** 207

16.2.8.1 Titan technické čistoty .....	208
--	-----



16.2.8.2	Slitiny titanu .....	209
16.2.8.3	Tepelné zpracování titanu a slitin titanu .....	212
16.2.8.4	Směry dalšího vývoje slitin titanu .....	212
16.2.9	Ušlechtilé kovy .....	213
16.2.9.1	Stříbro a slitiny stříbra .....	213
16.2.9.2	Zlato a slitiny zlata .....	213
16.2.9.3	Platinové kovy .....	214
16.2.10	Kovy a slitiny s vysokou teplotou tání .....	214
<b>17</b>	<b>SLINUTÉ KOVY (PRÁŠKOVÁ METALURGIE, PM) .</b>	<b>217</b>
<b>17.1</b>	<b>Úvod do práškové metalurgie .....</b>	<b>217</b>
<b>17.2</b>	<b>Výroba .....</b>	<b>218</b>
17.2.1	Výroba kovových prášků .....	218
17.2.2	Příprava prášků .....	224
17.2.3	Zhutnění .....	225
17.2.4	Slinování .....	228
<b>17.3</b>	<b>Technické použití výrobků práškové metalurgie .....</b>	<b>232</b>
17.3.1	Technicky důležité slinuté materiály (tab. 17.6) .....	234
17.3.2	Materiály se stanovenou porézností .....	236
<b>18</b>	<b>KERAMICKÉ KONSTRUKČNÍ MATERIÁLY .....</b>	<b>237</b>
<b>18.1</b>	<b>Úvod – rozdělení keramických materiálů .....</b>	<b>237</b>
<b>18.2</b>	<b>Struktura keramických materiálů, silikátů a skel .....</b>	<b>238</b>
18.2.1	Struktura krystalických keramických látek .....	238
18.2.2	Struktura silikátů .....	241
18.2.3	Skelné materiály .....	241
<b>18.3</b>	<b>Výroba keramických a skelných materiálů .....</b>	<b>243</b>
18.3.1	Metody výroby keramických materiálů .....	243
18.3.2	Metody výroby skelných konstrukčních materiálů .....	245
<b>18.4</b>	<b>Vlastnosti keramických materiálů .....</b>	<b>247</b>
<b>18.5</b>	<b>Typy konstrukčních keramických materiálů .....</b>	<b>250</b>
<b>18.6</b>	<b>Použití konstrukčních keramických materiálů .....</b>	<b>253</b>
<b>19</b>	<b>PLASTY .....</b>	<b>256</b>
<b>19.1</b>	<b>Podstata plastů .....</b>	<b>256</b>
19.1.1	Rozdělení plastů .....	256
19.1.2	Příprava polymerů .....	257

19.1.3	Přísady do polymerů .....	259
<b>19.2</b>	<b>Struktura polymerů .....</b>	<b>259</b>
19.2.1	Submolekulární struktura .....	259
19.2.2	Molekulární struktura .....	263
19.2.2.1	Velikost makromolekul .....	263
19.2.2.2	Linearita řetězce .....	264
19.2.2.3	Konfigurace řetězce .....	264
19.2.2.4	Uspořádanost v molekulách kopolymerů .....	264
19.2.3	Nadmolekulární struktura .....	266
19.2.3.1	Ohebnost řetězce .....	266
19.2.3.2	Předpoklady krystalizace polymerů .....	266
19.2.3.3	Krystalinita .....	267
19.2.3.4	Základní krystalová buňka polymerů .....	267
19.2.3.5	Lamelární krystaly .....	268
19.2.3.6	Sférolity .....	268
19.2.3.7	Orientace .....	270
<b>19.3</b>	<b>Mechanické vlastnosti .....</b>	<b>270</b>
19.3.1	Tahové diagramy .....	270
19.3.2	Mechanismy plastické deformace .....	271
19.3.2.1	Teplotní závislost modulu pružnosti .....	272
19.3.2.2	Teplota skelného přechodu .....	274
19.3.2.3	Viskoelastické chování polymerů .....	274
<b>20</b>	<b>KOMPOZITY .....</b>	<b>277</b>
<b>20.1</b>	<b>Základní charakteristika a rozdělení kompozitů .....</b>	<b>277</b>
<b>20.2</b>	<b>Kompozity s vyztužujícími částicemi .....</b>	<b>278</b>
20.2.1	Disperzně zpevněné kompozity .....	278
20.2.2	Standardní kompozity s vyztužujícími částicemi .....	279
20.2.3	Použití kompozitů s vyztužujícími částicemi .....	279
<b>20.3</b>	<b>Kompozity s vyztužujícími vlákny .....</b>	<b>281</b>
20.3.1	Vlastnosti kompozitů s vyztužujícími vlákny .....	282
20.3.1.1	Kompozity s průběžnými vlákny .....	282
20.3.1.2	Kompozity s krátkými vlákny .....	283
20.3.2	Další charakteristiky kompozitů s vyztužujícími vlákny .....	283
20.3.3	Výroba vláken a kompozitů .....	286
20.3.4	Použití kompozitů s vyztužujícími vlákny .....	289
<b>20.4</b>	<b>Vrstvené kompozity .....</b>	<b>290</b>
20.4.1	Výroba vrstvených kompozitů .....	290
20.4.2	Použití vrstvených kompozitů .....	291
<b>20.5</b>	<b>Jiné druhy kompozitů .....</b>	<b>292</b>
20.5.1	Dřevo .....	292
20.5.1.1	Struktura dřeva .....	292
20.5.1.2	Vlastnosti dřeva .....	293
20.5.2	Sendvičové materiály .....	294

20.6 Příklady .....	294
<b>21 DEGRADAČNÍ PROCESY V KONSTRUKČNÍCH MATERIÁLECH.....</b>	<b>296</b>
<b>21.2 Výrobní degradace .....</b>	<b>296</b>
21.2.1 Metalurgie, chemická a strukturní heterogenita .....	297
21.2.1.1 Vliv čistoty na vlastnosti ocelí .....	297
21.2.1.2 Dendritická segregace .....	298
21.2.1.3 Segregace (mikrosegregace) .....	298
21.2.1.4 Degradace svarových spojů .....	299
<b>21.2 Degradace provozní .....</b>	<b>300</b>
21.2.1 Opatření .....	300
21.2.1.1 Zkoušky opotřebení .....	301
21.2.2 Degradáční procesy způsobené korozi .....	308
21.2.2.1 Koroze chemická .....	308
21.2.2.2 Elektrochemická koroze .....	312
21.2.2.3 Druhy korozního napadení .....	315
21.2.2.4 Porušování korozi za napětí .....	316
21.2.2.5 Ochrana proti korozi .....	318
21.2.3 Vliv vodíku na vlastnosti ocelí .....	318
21.2.3.1 Vodíková koroze .....	319
21.2.3.2 Vodíková křehkost .....	320
<b>22 ZÁSADY VOLBY MATERIÁLU .....</b>	<b>322</b>
22.1 Úvod .....	322
22.2 Vztah materiálu, technologie a výrobku .....	325
22.3 Hlediska pro volbu materiálu .....	327
22.4 Volba materiálu v procesu návrhu výrobku .....	328
22.5 Proces volby materiálu .....	330
22.6 Vztah volby materiálu a technologie .....	331
22.7 Cenové aspekty volby materiálu .....	332
22.8 Volba materiálu ve vztahu k životnímu prostředí .....	335
22.9 Nástroje pro volbu materiálu a jejich formalizace .....	338