

# Obsah

	PŘEHLED VELIČIN A JEJICH JEDNOTEK . . . . .	11
	INDEXOVÁNÍ SYMBOLŮ . . . . .	14
	ZKRATKY . . . . .	15
1	ÚVOD (J. Pluhař) . . . . .	17
2	ZÁKLADY NAUKY O MATERIÁLECH . . . . .	19
2.1	Vnitřní stavba materiálů (V. Sedláček) . . . . .	19
2.1.1	Vazby mezi atomy a molekulami . . . . .	19
2.1.2	Typické vlastnosti materiálů . . . . .	26
2.2	Základní pojmy termodynamiky (V. Sedláček) . . . . .	29
2.2.1	Termodynamické soustavy . . . . .	30
2.2.2	Fázové pravidlo . . . . .	31
2.2.3	Termodynamické věty a termodynamické veličiny . . . . .	32
2.2.4	Termodynamické rovnováhy . . . . .	35
2.2.5	Nevratné děje . . . . .	37
2.2.6	Statistická termodynamika . . . . .	38
2.3	Krystalová mřížka a její nedokonalosti (J. Pluhař) . . . . .	39
2.3.1	Krystalové mřížky . . . . .	39
2.3.2	Mřížkové poruchy . . . . .	47
2.4	Difúze v tuhých látkách (V. Sedláček) . . . . .	56
2.4.1	Základní zákony a mechanismus difúze . . . . .	56
2.4.2	Difúze v kovech a jednofázových slitinách . . . . .	57
2.4.3	Difúze ve složitých slitinách . . . . .	60
2.4.4	Difúze v nekovových materiálech . . . . .	62
2.5	Fáze a fázové přeměny (J. Koritta) . . . . .	63
2.5.1	Kovy a slitiny v kapalném stavu . . . . .	63
2.5.2	Fáze v tuhých kovech a slitinách . . . . .	64
2.5.2.1	Tuhé roztoky . . . . .	65
2.5.2.2	Intermediární fáze . . . . .	66
2.5.2.3	Rovnovážné diagramy . . . . .	68
2.5.3	Fázové přeměny . . . . .	81
2.6	Metody zkoumání struktury a fázových přeměn (E. Dorazil) . . . . .	89
2.6.1	Světelná a elektronová mikroskopie . . . . .	90
2.6.2	Rentgenová a elektronová strukturní analýza . . . . .	101
2.6.3	Metody lokální mikroanalýzy . . . . .	106
2.6.4	Metody zkoumání fázových přeměn . . . . .	114
3	VLASTNOSTI MATERIÁLŮ . . . . .	123
3.1	Fyzikální vlastnosti (V. Sedláček) . . . . .	123

3.1.1	Pružnostní vlastnosti . . . . .	124
3.1.2	Elektrické vlastnosti . . . . .	127
3.1.3	Tepelné vlastnosti . . . . .	130
3.1.4	Magnetické vlastnosti . . . . .	135
3.2	Koroze a opotřebení (J. Koritta) . . . . .	137
3.2.1	Koroze . . . . .	138
3.2.1.1	Elektrochemická koroze . . . . .	138
3.2.1.2	Chemická koroze . . . . .	142
3.2.1.3	Druhy korozního napadení . . . . .	144
3.2.1.4	Koroze nekovových materiálů . . . . .	147
3.2.1.5	Protikorozní ochrana . . . . .	149
3.2.1.6	Korozní zkoušky . . . . .	151
3.2.2	Opotřebení . . . . .	153
3.3	Deformační a lomové chování materiálů (J. Pluhař) . . . . .	156
3.3.1	Napjatost a deformace . . . . .	157
3.3.2	Druhy a mechanismy deformací . . . . .	159
3.3.3	Závislost napětí a deformace u kovů . . . . .	165
3.3.3.1	Deformační chování monokrystalů . . . . .	165
3.3.3.2	Deformační chování polykrystalů . . . . .	168
3.3.4	Odpeňovací pochody v kovech . . . . .	174
3.3.4.1	Zotavení . . . . .	175
3.3.4.2	Rekrytalizace . . . . .	176
3.3.4.3	Další pochody při žhání kovů . . . . .	180
3.3.5	Vznik a rozvoj porušení, lom . . . . .	181
3.3.5.1	Druhy lomů . . . . .	181
3.3.5.2	Nukleace a rozvoj porušení . . . . .	183
3.3.5.3	Koncepce hodnocení lomového chování . . . . .	183
3.3.6	Tečení a relaxace . . . . .	187
3.3.6.1	Tečení a lom při tečení . . . . .	187
3.3.6.2	Relaxace . . . . .	191
3.3.7	Únava materiálů . . . . .	192
3.3.7.1	Poškozování kovů únavou . . . . .	192
3.3.7.2	Časový průběh únavy . . . . .	194
3.3.7.3	Lom při únavě . . . . .	195
3.3.8	Chování materiálů za složitých podmínek . . . . .	198
3.4	Zkoušení mechanických vlastností materiálů (J. Adamka) . . . . .	199
3.4.1	Odebírání vzorků . . . . .	200
3.4.2	Statické mechanické zkoušky . . . . .	200
3.4.3	Zkoušky tvrdosti . . . . .	213
3.4.4	Zkoušky odolnosti proti křehkému porušení . . . . .	221
3.4.5	Zkoušky za teplot odlišných od okolí . . . . .	228
3.4.6	Zkoušky únavy . . . . .	234
3.5	Technologické vlastnosti materiálů a jejich zkoušení (J. Adamka) . . . . .	240
3.5.1	Zkoušky slévarenských vlastností materiálů . . . . .	240
3.5.2	Zkoušky svařitelnosti . . . . .	241
3.5.3	Zkoušky tvařitelnosti za studena . . . . .	247
3.5.4	Zkoušky tvařitelnosti za tepla . . . . .	249
3.5.5	Zkoušky obrobitelnosti . . . . .	250
3.6	Zjišťování necelistvosti výrobků (J. Adamka) . . . . .	250
3.6.1	Zkoušky prozařováním . . . . .	250
3.6.2	Zkoušky zvukem a ultrazvukem . . . . .	254

3.6.3	Zkoušení magnetickými a indukčními metodami . . . . .	256
3.6.4	Kapilární zkoušky . . . . .	258
3.6.5	Nové fyzikální metody zkoušení . . . . .	259
3.6.6	Použití defektoskopických metod . . . . .	260
3.7	Rozsah zkoušek a hodnocení výsledků (J. Pluhař) . . . . .	261
4	TECHNICKÉ SLITINY ŽELEZA . . . . .	263
4.1	Slitiny železa s uhlíkem (J. Koritta) . . . . .	263
4.1.1	Čisté železo . . . . .	264
4.1.2	Uhlík v technickém železe . . . . .	264
4.1.3	Rovnovážná soustava slitin železa s uhlíkem . . . . .	266
4.1.4	Rovnovážný diagram stabilní soustavy železo-grafit . . . . .	272
4.1.5	Přehled strukturních složek v diagramu Fe-Fe <sub>3</sub> C a Fe-C . . . . .	273
4.1.6	Vliv vnějších podmínek na soustavu Fe-Fe <sub>3</sub> C . . . . .	276
4.1.7	Rozdělení slitin železa s uhlíkem . . . . .	278
4.1.8	Praktický význam rovnovážného diagramu slitin železa s uhlíkem . . . . .	279
4.2	Vliv dalších prvků (J. Koritta) . . . . .	280
4.2.1	Doprovodné prvky škodlivé . . . . .	281
4.2.2	Doprovodné prvky prospěšné . . . . .	287
4.2.3	Přísadové prvky . . . . .	290
4.3	Přeměny austenitu (E. Dorazil) . . . . .	299
4.3.1	Tvorba proeutektoidních fází . . . . .	299
4.3.2	Perlitická přeměna . . . . .	301
4.3.3	Martenzitická přeměna . . . . .	303
4.3.4	Bainitická přeměna . . . . .	306
4.3.5	Transformační diagramy . . . . .	308
4.3.6	Přeměny při popouštění . . . . .	312
4.4	Teplné zpracování ocelí (E. Dorazil) . . . . .	313
4.4.1	Žihání . . . . .	315
4.4.2	Kalení . . . . .	319
4.4.3	Popouštění . . . . .	328
4.4.4	Povrchové kalení . . . . .	329
4.4.5	Chemicko-teplné zpracování . . . . .	332
4.4.6	Teplně mechanické zpracování . . . . .	341
4.5	Konstrukční oceli a slitiny (J. Pluhař) . . . . .	343
4.5.1	Rozdělení a označování ocelí . . . . .	344
4.5.2	Oceli pro práci za běžných podmínek . . . . .	348
4.5.2.1	Konstrukční oceli tř. 10 a 11 . . . . .	349
4.5.2.2	Konstrukční oceli tř. 12 až 16 . . . . .	353
4.5.2.3	Oceli k cementování . . . . .	354
4.5.2.4	Oceli k zušlechťování . . . . .	356
4.5.3	Oceli a slitiny se zvláštními vlastnostmi . . . . .	363
4.5.4	Korozivzdorné a žárovzdorné oceli a slitiny . . . . .	364
4.5.5	Žáropevné oceli a slitiny . . . . .	376
4.5.6	Oceli pro nízké teploty . . . . .	380
4.5.7	Oceli a slitiny odolné proti opotřebení . . . . .	380
4.5.8	Oceli a slitiny se zvláštními fyzikálními vlastnostmi . . . . .	381
4.5.9	Oceli na odlitky . . . . .	383
4.6	Oceli a slitiny na nástroje (J. Adamka) . . . . .	384
4.6.1	Požadavky na materiály na nástroje . . . . .	385

4.6.2	Druhy nástrojových ocelí . . . . .	386
4.6.3	Povrchové úpravy nástrojů . . . . .	390
4.6.4	Další nástrojové materiály . . . . .	391
4.6.5	Směry dalšího vývoje . . . . .	392
4.7	Litiny (E. Dorazil) . . . . .	392
4.7.1	Význam litin jako konstrukčního materiálu . . . . .	392
4.7.2	Krystalizace a fázové přeměny litin v tuhém stavu . . . . .	393
4.7.3	Druhy a vlastnosti litin . . . . .	399
4.7.4	Tepelné zpracování litin . . . . .	411
5	<b>NEŽELEZNÉ KOVY A JEJICH SLITINY (V. Sedláček)</b> . . . . .	418
5.1	Značení a hlavní typy hutních výrobků . . . . .	418
5.2	Přehled neželezných kovů a jejich slitin . . . . .	420
5.2.1	Technicky nejdůležitější kovy . . . . .	420
5.2.2	Hlavní typy slitin neželezných kovů . . . . .	424
5.3	Mechanické vlastnosti . . . . .	437
5.4	Fyzikální vlastnosti . . . . .	439
5.5	Chemické vlastnosti . . . . .	443
5.6	Technologické vlastnosti . . . . .	445
5.7	Slitiny pro kluzná uložení. . . . .	446
5.8	Pájky . . . . .	450
5.9	Ostatní neželezné kovy a slitiny . . . . .	451
5.10	Směry vývoje neželezných kovů a slitin . . . . .	451
6	<b>SLINUTÉ KOVY A SOUSTAVY (J. Adamka)</b> . . . . .	452
6.1	Výroba a vlastnosti kovových prášků . . . . .	452
6.1.1	Fyzikálně mechanické způsoby výroby . . . . .	453
6.1.2	Chemické a další způsoby výroby . . . . .	454
6.1.3	Vlastnosti kovových prášků . . . . .	454
6.2	Zhutňování výrobků z prášků . . . . .	454
6.2.1	Zhutňování s využitím tlaku . . . . .	454
6.2.2	Tvarování bez působení vnějšího tlaku . . . . .	455
6.2.3	Slinování výlisků z kovových prášků . . . . .	456
6.3	Slinuté vysokotavitelné kovy . . . . .	457
6.4	Slinutá ocel . . . . .	457
6.5	Slinuté mikroheterogenní materiály . . . . .	457
6.5.1	Slinutá kluzná ložiska . . . . .	457
6.5.2	Pórovité kovové materiály . . . . .	458
6.5.3	Kovokeramické třecí materiály . . . . .	458
6.5.4	Slinuté nástrojové materiály . . . . .	458
6.5.5	Slinuté kontakty pro elektrotechniku . . . . .	460
6.5.6	Disperzně zpevněné soustavy . . . . .	460
7	<b>MATERIÁLY PRO JADERNOU TECHNIKU (J. Adamka)</b> . . . . .	461
7.1	Vliv záření na materiály . . . . .	461
7.2	Reaktorové materiály . . . . .	464
7.2.1	Materiály hlavních komponent reaktoru . . . . .	464
7.2.2	Konstrukční kovové materiály pro jadernou techniku . . . . .	465

8	VLIV VÝROBNÍCH POCHODŮ NA JAKOST OCELÍ (J. Adamka) . . . . .	468
8.1	Běžné ocelářské výrobní pochody . . . . .	468
8.1.1	Výroba oceli v kyslíkových konvertorech . . . . .	469
8.1.2	Výroba oceli v Siemsenových–Martinových pecích . . . . .	469
8.1.3	Výroba oceli v elektrických pecích . . . . .	470
8.2	Ocelový ingot . . . . .	471
8.3	Speciální metody při výrobě oceli . . . . .	474
9	POLYMERNÍ MATERIÁLY (V. Zilvar) . . . . .	477
9.1	Technický význam plastů a kaučuků . . . . .	477
9.2	Základní pojmy a třídění polymerů . . . . .	477
9.2.1	Chemická (molekulární) struktura . . . . .	477
9.2.2	Polárnost polymerů . . . . .	484
9.3	Molární hmotnost a její rozdělení . . . . .	485
9.3.1	Střední molární hmotnost . . . . .	485
9.3.2	Rozdělení molárních hmotností . . . . .	487
9.4	Tvar makromolekul . . . . .	487
9.4.1	Konfigurace makromolekul . . . . .	488
9.4.2	Konformace makromolekul . . . . .	490
9.5	Morfologie polymerů a krystalizace z tavenin . . . . .	492
9.5.1	Morfologie částečně krystalických polymerů . . . . .	492
9.5.2	Kinetika krystalizace z tavenin . . . . .	496
9.5.3	Morfologie vláken . . . . .	497
9.5.4	Morfologie polymerních směsí . . . . .	498
9.6	Viskoelastické deformační chování polymerů . . . . .	499
9.6.1	Lineární viskoelastická . . . . .	499
9.6.2	Teplotní závislost viskoelastického chování . . . . .	503
9.6.3	Energetický a entropický charakter deformací . . . . .	504
9.6.4	Viskózní tok . . . . .	505
9.7	Plasticita polymerů . . . . .	506
9.7.1	Křivky napětí – deformace . . . . .	506
9.7.2	Mechanismy plastické deformace . . . . .	507
9.8	Pevnost a lom . . . . .	509
9.8.1	Dlouhodobá statická a únavová pevnost . . . . .	510
9.9	Degradace účinkem tepelné energie a záření . . . . .	511
9.10	Příklady technického použití polymerů a kompozitů . . . . .	512
9.10.1	Elektrotechnika . . . . .	512
9.10.2	Potrubi a chemická zařízení . . . . .	513
9.10.3	Dopravní technika . . . . .	513
9.10.4	Části strojů . . . . .	514
10	KOMPOZITY (V. Zilvar) . . . . .	515
10.1	Charakterizace a členění . . . . .	515
10.2	Kompozity s částicovými plnivý . . . . .	516
10.2.1	Tuhost a pevnost . . . . .	516
10.3	Kompozity s vyztužujícími vlákny . . . . .	517
10.3.1	Zásady vyztužování . . . . .	518
10.3.2	Tuhost a pevnost vláknových kompozitů . . . . .	519
10.3.3	Mechanismus porušování vláknových kompozitů . . . . .	520

11	DALŠÍ VÝVOJ V MATERIÁLOVÉ OBLASTI (J. Pluhař) . . . . .	522
	ZÁKLADNÍ OBECNÁ LITERATURA . . . . .	525
	DOPORUČENÁ LITERATURA K JEDNOTLIVÝM KAPITOLÁM . . . . .	526
	PŘÍKLADY . . . . .	528
	DŮLEŽITÉ KONSTANTY . . . . .	535
	VYBRANÉ JEDNOTKY SI . . . . .	536
	PŘEVOD NĚKTERÝCH JEDNOTEK DŘÍVE POUŽÍVANÝCH V DOMÁCÍ A ZAHRANIČNÍ LITERATUŘE NA JEDNOTKY SI . . . . .	537
	PŘEHLED VYBRANÝCH PRVKŮ A JEJICH VLASTNOSTÍ . . . . .	538
	REJSTŘÍK . . . . .	541