

OBSAH

	Seznam symbolů	11
	Předmluva	14
1.	ÚVOD	17
2.	ZÁKLADY NAUKY O KOVECH	20
2.1	Vnitřní stavba kovů	20
2.1.1	Elektronová struktura krystalů	21
2.1.2	Bližší rozdělení kovů podle vazeb	23
2.2	Základní pojmy termodynamické	24
2.2.1	Složky, fáze, soustava	24
2.2.2	Popis soustavy	25
2.2.3	Fázové pravidlo	25
2.2.4	Energie soustavy	26
2.2.5	Entropie	27
2.2.6	Volná energie a volná entalpie	28
2.2.7	Standardní termodynamické vlastnosti	29
2.2.8	Volná entalpie a rovnovážné diagramy	30
2.3	Krystalová mřížka	32
2.3.1	Označování rovin a směrů	34
2.3.2	Nedokonalosti skutečné mřížky	36
	Bodové vady	36
	Čárové vady	37
	Plošné a prostorové vady	41
2.4	Difúze v kovech a slitinách	42
2.4.1	Základní zákony difúze	42
2.4.2	Mechanismy difúze	43
2.4.3	Strukturální citlivost difúze	46
2.5	Kovové soustavy	47
2.5.1	Kovy v kapalném stavu	47
2.5.2	Krystalizace čistých kovů	49
	Homogenní (spontánní) nukleace	50
	<i>Vliv podchlazení</i>	51
	Heterogenní nukleace	52
	Růst krystalů čistého kovu	52
	Struktura ztuhlého kovu	54
	<i>Růst krystalu při pozitivním teplotním gradientu</i>	54
	<i>Růst krystalu při negativním teplotním gradientu</i>	55
2.5.3	Rovnovážné diagramy	56
	Soustavy s úplnou rozpustností složek v tuhém stavu	57
	<i>Tuhé roztoky</i>	57
	Rovnovážné diagramy slitin neomezeně rozpustných v tuhém stavu	60
	<i>Pákové pravidlo</i>	61
	<i>Nerovnovážná krystalizace</i>	61
	Rovnovážné diagramy slitin s omezenou rozpustností obou složek v tuhém stavu	63
	<i>Nerovnovážná krystalizace</i>	65
	Rovnovážné diagramy slitin s úplnou nerozpustností složek v tuhém stavu	66

	Rovnovážné diagramy slitin s omezenou rozpustností v tuhém stavu	67
	a peritektickou přeměnou	68
	<i>Nerovnovážná krystalizace</i>	68
	Rovnovážné diagramy slitin s intermediálními fázemi	68
	<i>Podstata intermediálních fází</i>	72
	<i>Typy diagramů s intermediálními fázemi</i>	74
	Slitiny v kapalném stavu	75
	Krystalizace slitin	77
	Segregace	77
	Vicesložkové soustavy	78
	<i>Způsoby zobrazování v ternárních soustavách</i>	79
	<i>Krystalizace ternárních slitin</i>	83
	<i>Řezy ternárními diagramy</i>	84
2.5.4	Fázové přeměny v tuhém stavu	86
	Alotropie kovů	88
	Rozpad přesyceného tuhého roztoku	90
	Precipitační vytvrzování	91
2.6	Metody zkoumání struktur a fázových přeměn	91
2.6.1	Struktura kovů a slitin	93
2.6.2	Metody zkoumání struktur	93
	Makroskopické pozorování	94
	Mikroskopické pozorování	99
	Světelná metalografická mikroskopie	102
	Elektronová mikroskopie	106
2.6.3	Rentgenová a elektronová difrakce	111
	Metody studia fázových přeměn	112
	Teplotní analýza	113
	Dilatometrie	114
	Metody založené na změnách magnetických a elektrických vlastností	116
	Mikroanalýza strukturních složek	117
2.7	Literatura a příklady	120
3	VLASTNOSTI KOVŮ A SLITIN	120
3.1	Přehled fyzikálních vlastností	130
3.2	Koroze a opotřebení	130
3.2.1	Koroze	132
	Chemická koroze	134
	Elektrochemická koroze	141
	Protikorozní ochrana	143
	Korozní zkoušky	144
3.2.2	Opotřebení	147
	Zkoušky opotřebení	148
3.3	Chování kovů za působení vnějších sil	149
3.3.1	Napětí a deformace	150
	Pružná deformace	152
	Mechanismus pružné deformace	152
	Trvalá deformace	152
	<i>Kluzový mechanismus</i>	155
	<i>Krystalografické podmínky kluzu</i>	157
	<i>Dvojčatění</i>	157
	<i>Deformační zpevnění monokrystalu</i>	158
	<i>Deformace a zpevňování polykrystalu</i>	160
	<i>Vliv dalších činitelů na deformační charakteristiku</i>	162
	<i>Rekrystalizace deformačně zpevněného kovu</i>	162
	<i>Vlastnosti deformačně zpevněného kovu</i>	164
	<i>Rekrystalizační pochody</i>	174
	Tečení kovů	176
	Relaxace	176
3.3.2	Lom	178
3.4	Mechanické vlastnosti a jejich zkoušení	178
3.4.1	Odebírání vzorků	179
3.4.2	Mechanické zkoušky statické	180
	Zkouška tahem	181
	<i>Zkušební tyče</i>	

	Jiné statické zkoušky	188
	<i>Zkouška tlakem</i>	188
	<i>Zkouška ohybem</i>	188
	<i>Zkouška stříhem</i>	189
	<i>Zkouška krutem</i>	190
3.4.3	Zkoušky tvrdosti	191
	<i>Přístroje k zjišťování tvrdosti</i>	195
	<i>Mikrotvrdost</i>	195
3.4.4	Dynamické zkoušky	197
	Zkoušky rázové	197
	Únavové zkoušky — únavu materiálu	202
	<i>Druhy únavového poškození</i>	202
	<i>Vysokocyklová únavu</i>	204
	<i>Činitele ovlivňující únavu</i>	208
	<i>Nízkocyklová únavu</i>	211
3.4.5	Mechanické zkoušky za teplot odlišných od okolí	212
	Mechanické zkoušky za vyšších teplot	213
	Mechanické zkoušky za nízkých teplot	218
3.4.6	Cejchování zkušebních strojů	218
3.4.7	Volba zkušebních metod a hodnocení výsledků zkoušek	219
3.5	Technologické vlastnosti a jejich zkoušení	220
3.5.1	Technologické vlastnosti	220
3.5.2	Technologické zkoušky	221
	Zkoušky svařitelnosti	221
	Zkoušky tvárnosti za studena	225
	Zkoušky tvárnosti za tepla	228
	Technologické zkoušky výrobků	229
3.6	Zkoušky bez porušení	229
3.6.1	Prozařování rentgenovým a gama zářením	229
3.6.2	Zkoušení ultrazvukem	234
3.6.3	Zkoušení magnetickými a indukčními metodami	236
	Magnetická metoda prášková	236
	Indukční metody	238
3.6.4	Zkoušky kapilární	238
3.6.5	Použitelnost defektoskopických metod	240
3.7	Literatura a příklady	240
4	TECHNICKÉ SLITINY ŽELEZA	242
4.1	Slitiny železa s uhlíkem	242
4.1.1	Čisté železo	242
4.1.2	Rovnovážné soustavy železa s uhlíkem	244
4.1.3	Metastabilní soustava železo — karbid železa	245
4.1.4	Stabilní soustava železo — grafit	253
4.1.5	Vliv vnějších podmínek na rovnovážné diagramy	255
4.1.6	Rozdělení slitin železa a uhlíku	256
4.1.7	Význam rovnovážných diagramů při zpracování slitin železa	257
4.2	Vliv dalších prvků	258
4.2.1	Doprovodné prvky	259
	Škodlivé doprovodné prvky — nečistoty	259
	<i>Síra</i>	259
	<i>Kyslík</i>	262
	<i>Fosfor</i>	263
	<i>Dusík</i>	263
	<i>Vodík</i>	265
	Doprovodné prvky prospěšné	267
	<i>Mangan</i>	267
	<i>Křemík</i>	268
	<i>Měď</i>	270
	Slitinové prvky — přísady	271
	<i>Vzájemné působení slitinových prvků se železem</i>	272
	<i>Vztah slitinových prvků k uhlíku</i>	274
	<i>Vliv slitinových prvků na soustavu železo — uhlík</i>	275
4.3	Mechanismus a kinetika rozpadu austenitu	278
4.3.1	Perlitická a feritická přeměna	278

4.3.2	Martenzitická přeměna	282
4.3.3	Bainitická přeměna	286
4.3.4	Anizotermický rozpad austenitu	288
4.3.5	Popouštění zakalené oceli	289
4.4	Tepelné zpracování	291
4.4.1	Žihání	293
	Žihání bez překrystalizace	294
	Žihání s překrystalizací	295
4.4.2	Kalení	297
	Kalitelnost a prokalitelnost	299
	Kalicí prostředí	301
	Modifikované postupy kalení	302
4.4.3	Popouštění	304
	Popouštění za nízké teploty — napouštění	304
	Popouštění za vysoké teploty — zušlechťování	306
4.4.4	Vytvrzování	308
4.4.5	Povrchové kalení a chemicko-tepelné zpracování	309
	Povrchové kalení	309
	Chemicko-tepelné zpracování	313
	Porovnání vlastností tvrdých povrchových vrstev	321
4.4.6	Tepelně-mechanické zpracování	323
4.4.7	Zásady pro ohřev vsázky	324
	Způsoby ohřevu vsázky	324
	Ochrana povrchu vsázky při ohřevu	325
	Vliv ohřevu na austenitické zrno	325
4.5	Konstrukční oceli a slitiny	327
4.5.1	Hlediska pro volbu a rozřídění oceli	327
	Ukazatelé vlastností konstrukčních oceli	327
	Materiálové normy	329
	Rozdělení a označení oceli	331
4.5.2	Konstrukční oceli obvyklé jakosti	334
	Celková charakteristika	334
	Příklady použití	334
	Vývojové tendence	336
4.5.3	Ušlechtilé konstrukční oceli	337
	Celková charakteristika	337
	Zásady pro volbu slitinových ušlechtilých oceli	338
	Oceli k cementování	338
	Oceli k zušlechťování	341
	Příklady volby konstrukčních oceli pro některé typické součásti	346
4.5.4	Oceli a slitiny se zvláštními vlastnostmi	350
	Celková charakteristika	350
	Korozivzdorné a žárovzdorné oceli a slitiny	351
	Žáropevné oceli a slitiny	363
	Oceli pro nízké teploty	366
	Oceli a slitiny odolné proti opotřebení	367
	Oceli a slitiny se zvláštními fyzikálními vlastnostmi	368
4.5.5	Oceli na odlitky	371
4.6	Oceli na nástroje	372
4.6.1	Požadavky na nástrojové oceli a jejich rozdělení	372
4.6.2	Uhlíkové nástrojové oceli	373
4.6.3	Slitinové nástrojové oceli	373
4.6.4	Rychlořezné oceli	374
4.6.5	Zvláštnosti tepelného zpracování nástrojů	375
4.7	Litiny	378
4.7.1	Rozdělení a význam	378
4.7.2	Šedá litina — krystalizace a složení	379
	Krystalizace	381
	Strukturální součásti litiny	387
4.7.3	Druhy šedých litin	391
	Šedá litina s lupínkovým grafitem	391
	Vliv složení	394
	Vztahy mezi strukturou, složením a vlastnostmi	395
4.7.4	Tvárná litina	398

4.7.5	Bílá litina	399
4.7.6	Skořepová litina	400
4.7.7	Legované litiny	401
	<i>Litiny se zvýšenými vlastnostmi mechanickými</i>	401
	<i>Litiny korozivzdorné</i>	403
	<i>Litiny žárovzdorné</i>	403
	<i>Ekonomické otázky legování litin</i>	405
4.7.8	Temperovaná litina	405
	<i>Litina s bílým lomem</i>	405
	<i>Litina s černým lomem</i>	406
	<i>Litina perlitická</i>	408
	<i>Vlastnosti temperované litiny</i>	409
4.7.9	Porovnání litých materiálů	409
4.8	Literatura a příklady	411
5	NEŽELEZNÉ KOVY A JEJICH SLITINY	415
5.1	Třídění neželezných kovů a jejich slitin	415
5.2	Vlastnosti neželezných kovů a jejich slitin	418
5.2.1	Technicky nejdůležitější kovy	418
5.2.2	Způsoby zvyšování mechanických vlastností	421
	Změny mechanických vlastností tvářením	423
	Změny mechanických vlastností legováním	425
	Změny mechanických vlastností tepelným zpracováním	427
5.2.3	Slitiny neželezných kovů	428
	Běžné slitiny mědi	428
	Běžné slitiny hliníku	434
5.2.4	Fyzikální vlastnosti	438
5.2.5	Chemické vlastnosti	442
5.2.6	Technologické vlastnosti	443
5.3	Příklady využití speciálních slitin neželezných kovů	444
5.4	Čisté a velmi čisté kovy	449
5.4.1	Budoucnost velmi čistých kovů	451
5.5	Literatura a příklady	451
6	SLINUTÉ KOVY A KOVOVÉ SOUSTAVY	453
6.1	Prášková metalurgie a výroba slinutých materiálů	453
6.1.1	Vlastnosti kovových prášků	453
6.1.2	Lisování výlisku z kovového prášku	454
6.1.3	Slinování výlisků z kovového prášku	454
6.2	Slinuté vysokotavitelné kovy	455
6.3	Slinutá ocel	456
6.4	Slinuté mikroheterogenní materiály	456
6.4.1	Kluzná ložiska	456
6.4.2	Pórovité kovy	457
6.4.3	Kovokeramické třecí materiály	457
6.4.4	Nástrojové materiály	458
6.4.5	Kontakty pro elektrotechniku	460
6.4.6	Disperzně zpevněné slitiny	461
6.5	Způsoby výroby kovových prášků	462
6.6	Literatura a příklady	463
7	MATERIÁLY A ZÁŘENÍ	464
7.1	Poškozování materiálů zářením	464
7.2	Reaktorové materiály	466
7.3	Literatura a příklady	468
8	VÝROBNÍ POCHODY A JAKOST OCELI	469
8.1	Dnes používané ocelářské pochody	469
8.1.1	Pochod Martinův a jeho varianty	469
8.1.2	Pochody kyslíkové a jejich modifikace	470
8.1.3	Výroba oceli v elektrických pecích	471
	<i>Elektrické oboukové pece</i>	471
	<i>Výroba oceli v indukčních pecích</i>	472
8.2	Ocelový ingot	472

8.2.1	Rozdělení ocelí podle způsobů tuhnutí	472
8.2.2	Struktura ingotu a jeho nehomogenita	473
8.3	Rafinační pochody	476
8.3.1	Rafinace ocelí ve vakuu	476
8.3.2	Tavicí a přetavovací rafinační pochody	477
8.4	Srovnání ocelářských pochodů a jejich další rozvoj	480
8.5	Problémy výroby velmi čistých ocelí	483
8.6	Přehled objemu výroby surového železa, ocelí a kovů	484
8.7	Literatura a příklady	488
9	MATERIÁLY NA BÁZI MAKROMOLEKULÁRNÍCH LÁTEK	489
9.1	Technický význam makromolekulárních látek (plastů a pryží)	489
9.2	Vznik makromolekulárních látek	494
9.3	Struktura polymerů	495
9.3.1	Soudržné síly v polymerech	495
9.3.2	Polarizovatelnost kovalentní vazby v polymerech	496
9.3.3	Velikost makromolekul	498
9.3.4	Geometrická pravidelnost a tuhost makromolekul	499
9.3.5	Teplota skelného přechodu	500
9.3.6	Nadmolekulární struktura polymerů	503
	Morfologie krystalických polymerů	503
	Morfologie amorfních polymerů	507
9.3.7	Předpoklady krystalizace z hlediska chemické struktury polymerů	508
9.3.8	Termodynamické zákonitosti a kinetika krystalizace polymerů	509
9.4	Složené materiály (kompozity na bázi makromolekulárních látek)	510
9.5	Mechanické vlastnosti polymerů	513
9.5.1	Projevy viskoelastivity v deformačním chování	513
9.5.2	Deformační chování při působení proměnlivých sil	521
9.5.3	Dlouhodobá statická a únavová pevnost	525
9.6	Kluzné vlastnosti a odolnosti proti opotřebení	528
9.7	Elektrické vlastnosti	529
9.8	Tepelné vlastnosti	532
9.9	Korozní odolnost polymerů	533
9.9.1	Botnání a chemická reaktivita polymerů	533
9.9.2	Degradace účinkem tepelné energie a záření	534
9.10	Zkoušení plastů a pryží	535
9.11	Použití plastů	537
9.11.1	Použití plastů v chemickém a potravinářském strojírenství	538
9.11.2	Použití plastů v dopravní technice	539
9.11.3	Příklady strojírenského použití pryže	541
9.12	Zpracování polymerů	542
9.12.1	Vstříkování	543
9.12.2	Vytlačování	543
9.12.3	Lisování	544
9.12.4	Tvarování	544
9.13	Zpracovatelské vlastnosti plastů a kaučuků	545
9.14	Literatura a příklady	546
	Přehled čs. norem o strojírenských materiálech	548
	Důležité konstanty	551
	Převodní tabulky a jednotky	552
	Rejstřík	554