

Obsah

1. VÝROBA A OZNAČOVÁNÍ OCELÍ	13
<i>Ing. Václav Foldyna, DrSc.</i>	
Úvod do ocelářské metalurgie	13
1.1 Postupy výroby ocelí	14
1.1.1 Výroba ocelí v kyslíkových konvertorech	14
1.1.2 Výroba v elektrických pecích	14
1.1.3 Výroba ocelí v Siemensových - Martinových pecích	14
1.2 Zvláštní zpracování, čistota ocele	15
1.2.1 Rafinace oceli za sníženého tlaku	16
1.2.2 Elektrostruskové přetavování oceli	16
1.3 Odlévané ocele	17
1.3.1 Struktura ingotu	17
1.3.2 Plynulé odlévání	18
1.4 Rozdělení a označování ocelí	18
1.5 Systémy označování ocelí podle ČSN EN	22
1.5.1 Systém zkráceného označování	23
1.5.2 Systém číselného značení	28
1.5.3 Systém označování oceli – Přídavné symboly (ČSN CR 10260)	28
2. ZKOUŠKY MATERIÁLŮ SVARŮ	31
<i>Prof. Ing. Jaroslav Purmenský, DrSc.</i>	
Úvod	31
2.1 Zkouška tahem	31
2.2 Zkouška vrubové houževnatosti	34
2.3 Zkoušky tvrdosti	36
2.3.1 Statické zkoušky tvrdosti	36
2.3.2 Dynamické zkoušky tvrdosti	38
2.4 Zkouška lámavosti	39
2.5 Zkoušky únavové pevnosti	39
2.6 Speciální zkoušky	41
2.6.1 Mechanické zkoušky za snížených, resp. zvýšených teplot	41
2.6.2 Zkoušky tečení	42
2.6.3 Metalografické šetření	44
2.6.3.1 Makrostrukturní rozbory	44
2.6.3.2 Mikrostrukturní rozbory	45
2.6.3.3 Elektronomikroskopická studia	46
2.6.4 Zkouška mezikystalové koroze (MKK)	47
2.6.5 Metalurgická čistota oceli	48
3. STRUKTURA A VLASTNOSTI KOVŮ	49
<i>Ing. Václav Foldyna, DrSc.</i>	
3.1 Krystalové mřížky	49
3.2 Označování rovin a směrů	51

3.3 Krystalická struktura	53
3.4 Elastická a plastická deformace	58
3.4.1 Plastická deformace skluzem	59
3.4.2 Mechanismy zpevnění	60
3.4.3 Šíření plastické deformace	61
3.5 Odpevňovací pochody v kovech	62
3.5.1 Zotavení	63
3.5.2 Rekrytalizace	63
3.6 Mechanické vlastnosti v závislosti na teplotě	64
4. SLITINY A FÁZOVÉ DIAGRAMY	67
<i>Ing. Václav Foldyna, DrSc.</i>	
4.1 Kovy a slitiny	67
4.1.1 Krystalizace čistých kovů a slitin	67
4.2 Tuhé roztoky	67
4.2.1 Tuhé roztoky substituční	68
4.2.2 Tuhé roztoky intersticiální	68
4.2.3 Intermediární fáze	68
4.3 Rovnovážné diagramy	69
4.3.1 Diagramy s úplnou rozpustností složek v kapalném i tuhém stavu	69
4.3.2 Diagramy s omezenou rozpustností složek v tuhém stavu	70
4.3.3 Rovnovážné diagramy slitin železa s uhlíkem	71
4.3.3.1 Metastabilní soustava železo - karbid železa	74
4.3.4.1 Primární krystalizace slitin železa s uhlíkem	75
4.3.4.2 Sekundární krystalizace slitin železa s uhlíkem	77
4.3.5 Stabilní soustava železo – grafit	77
4.3.6 Přehled strukturních složek ve slitinách železa s uhlíkem	78
5. SLITINY ŽELEZO – UHLÍK	79
<i>Ing. Václav Foldyna, DrSc.</i>	
5.1 Příkladové prvky	79
5.1.1 Vliv přísadových prvků na termodynamickou stabilitu základních fází	80
5.1.2 Vliv přísadových prvků na mechanismus a kinetiku fázových přeměn	82
5.2 Přeměny austenitu	83
5.2.1 Transformační diagramy	83
5.2.1.1 Diagramy izotermického rozpadu austenitu (IRA)	83
5.2.1.2 Diagramy anizotermického rozpadu austenitu (ARA)	85
5.3 Seznam použité literatury ke kapitolám 1, 3, 4, 5	86
6. TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH MATERIÁLŮ A SVARŮ	87
<i>Prof. Ing. Jaroslav Purmanský, DrSc.</i>	
Úvod	87
6.1 Základní režimy tepelného zpracování	88

6.1.1 Tepelné zpracování s překrytalizací	88
6.1.2 Tepelné zpracování bez překrytalizace	91
6.2 Chemicko-tepelné zpracování	92
6.2.1 Objemové chemicko-tepelné zpracování	92
6.2.2 Povrchové chemicko-tepelné zpracování	93
6.3 Zařizování k tepelnému zpracování	94
7. STRUKTURA SVARU	95
<i>Ing. Vladislav Ochodek</i>	
7.1 Teplotní cyklus svařování	95
7.2 Vznik a tvorba svaru	98
7.2.1 Svarový kov	98
7.2.2 Teplem ovlivněná oblast (TOO)	99
7.3 Seznam použité literatury	101
8. SVAŘITELNOST MATERIÁLU A PRASKAVOST	103
<i>Ing. Vladislav Ochodek</i>	
8.1 Trhliny za horka	103
8.1.1 Hodnocení náchylnosti ocelí k horkým trhlinám	103
8.1.2 Opatření pro zamezení vzniku horkých trhlin	104
8.2 Studené trhliny	105
8.2.1 Hodnocení náchylnosti ocelí ke studeným trhlinám	106
8.2.2 Opatření pro zamezení vzniku studených trhlin	108
8.3 Lamelární trhliny	108
8.3.1 Hodnocení náchylnosti ocelí k lamelárnímu praskání	109
8.3.2 Opatření pro zamezení vzniku lamelárních trhlin	110
8.4 Žihací trhliny	111
8.4.1 Hodnocení náchylnosti ocelí k žihacím trhlinám	112
8.4.2 Opatření pro zamezení vzniku žihacích trhlin	112
8.5 Seznam použité literatury	113
9. SVAŘITELNOST UHLÍKOVÝCH OCELÍ	115
<i>Ing. Ivo Hlavatý</i>	
9.1 Vlivy jednotlivých prvků na svařitelnost uhlíkových ocelí	116
9.2 Uhlíkový ekvivalent	118
9.3 ARA diagram (anizotermický rozpad austenitu)	118
9.4 Vztah C_{max} - tvrdost, vztah C_{ckv} - kalitelnost	120
9.5 Stanovení teploty přehřevu	121
9.6 Seznam použité literatury	122
10. SVAŘITELNOST JEMNOZRNNÝCH OCELÍ	123
<i>Prof. Ing. Jaroslav Koukal, CSc.</i>	
10.1 Seznam použité literatury	125

11. SVAŘITELNOST TERMOMECHANICKY ZPRACOVANÝCH OCELÍ	127
<i>Prof. Ing. Jaroslav Koukal, CSc.</i>	
11.1 Seznam použité literatury	128
12. POUŽITÍ KONSTRUKČNÍCH A VYSOCEPEVNÝCH OCELÍ	129
<i>Prof. Ing. Václav Pilous, DrSc.</i>	
12.1 Svařované konstrukce z konstrukčních ocelí	129
12.2 Provozní podmínky svařovaných konstrukcí	129
12.3 Oceli pro svařované konstrukce	129
12.4 Svařované konstrukce pro všeobecné použití	130
12.5 Svařované konstrukce pro snížené teploty	131
12.6 Svařované konstrukce pro nízké teploty	131
12.7 Seznam použité literatury	132
13. OCELI PRO POUŽITÍ ZA VELMI NÍZKÝCH TEPLOT	133
<i>Prof. Ing. Jaroslav Purmanský, DrSc.</i>	
Úvod	133
13.1 Přehled typů používaných ocelí	133
14. OCELI ŽÁRUPEVNÉ	135
<i>Prof. Ing. Jaroslav Purmanský, DrSc.</i>	
Úvod	135
14.1 Základní charakteristiky procesu tečení	135
14.2 Rozdělení žárupevných ocelí	138
14.3 Technologická zpracovatelnost žárupevných ocelí	140
15. VYSOKOLEGOVANÉ KOROZIVZDORNÉ OCELI	143
<i>Prof. Ing. Jaroslav Koukal, CSc.</i>	
15.1 Struktura vysokolegovaných korozivzdorných ocelí	143
15.2 Svařitelnost korozivzdorných ocelí	149
15.2.1 Chromové feritické oceli	149
15.2.2 Martenzitické chromové oceli	150
15.2.3 Austenitické Cr-Ni (Cr-Ni-Mo) oceli	151
15.2.4 Austeniticko-feritické Cr-Ni oceli	157
15.3 Seznam použité literatury	158
16. ÚVOD DO KOROZE	159
<i>Ing. František Kristofory, CSc.</i>	
16.1 Definice koroze	159
16.2 Rozdělení koroze	159
16.3 Chemická koroze	160
16.4 Elektrochemická koroze	160
16.4.1 Práce galvanického článku	161
16.4.2 Průběh konstantního děje	161

16.4.3 Polarizace a depolarizace elektrod	165
16.4.4 Pasivita kovů	166
16.5 Průběh a druhy korozního napadení	167
16.5.1 Koroze v různých prostředích	170
16.6 Korozní zkoušky	171
16.6.1 Zkoušky v provozních podmínkách	172
16.6.2 Laboratorní zkoušky	172
16.6.3 Zkušební vzorky a vyhodnocování korozních zkoušek	174
17. ÚVOD DO OPOTŘEBENÍ	175
<i>Ing. František Kristofory, CSc.</i>	
17.1 Rozdělení opotřebení	175
17.1.1 Adhezivní opotřebení	175
17.1.2 Abrazivní opotřebení	175
17.1.3 Erozivní opotřebení	176
17.1.4 Kavitační opotřebení	177
17.1.5 Únavové opotřebení	177
17.1.6 Vibrační opotřebení	177
17.1.7 Vliv na opotřebení a metodiku zkoušení	177
17.2 Volba materiálu podle podmínek opotřebení	178
17.2.1 Volba vhodných materiálů	179
18. OCHRANNÉ VRSTVY	181
<i>Ing. František Kristofory, CSc.</i>	
18.1 Ochrana materiálu proti korozi	181
18.1.1 Úprava korozního prostředí	181
18.1.2 Elektrochemická ochrana kovů	182
18.1.3 Volba vhodného konstrukčního materiálu	183
18.1.4 Tvorba ochranných povlaků	187
18.1.5 Plátované a sdružené vláknité materiály	187
18.2 Povrchové úpravy kovů	190
18.2.1 Rozdělení povrchových úprav	190
18.2.2 Čištění a předběžné úpravy	191
18.2.3 Chemická povrchová úprava	193
18.2.4 Galvanické úpravy povrchu	193
18.2.5 Povrchové úpravy organickými nátěry	197
18.2.6 Žárové stříkání – metalizace	201
18.2.7 Plazmový nástřik kovů a nekovů	202
18.3 Seznam použité literatury ke kapitolám 16, 17, 18	204
19. ŽÁRUVZDORNÉ OCELI	205
<i>Prof. Ing. Jaroslav Purmanský, DrSc.</i>	
Úvod	205
19.1 Chromové feritické oceli	205
19.2 Austenitické žáruvzdorné oceli	206
19.3 Seznam použité literatury ke kapitolám 2, 6, 13, 14, 19	207

20. LITINA A LITÉ OCELI	209
<i>Doc. Ing. Julius Veselko, CSc.</i>	
20.1 Druhy a charakteristika litin	209
20.1.1 Bílé litiny	209
20.1.2 Grafitické litiny	209
20.1.3 Šedá litina	211
20.1.4 Litina s červíkovitým grafitem	211
20.1.5 Tvárná litina	211
20.1.6 Temperované litiny	211
20.1.7 Tepelně zpracované modifikované litiny	211
20.2 Svařování litin	212
20.2.1 Vlastnosti litin, určujících jejich svařitelnost	212
20.2.2 Požadované vlastnosti svarového spoje	213
20.2.3 Přídavné materiály	213
20.2.4 Metody svařování litin	214
20.2.5 Subjektivní vliv svářeče	214
20.3 Lité oceli a jejich charakteristika	214
20.3.1 Základní druhy litých ocelí	215
20.3.1.1 Lité konstrukční oceli	215
20.3.1.2 Oceli pro nízké teploty	216
20.3.1.3 Oceli pro vysoké teploty	226
20.3.1.4 Korozivzdorné oceli	226
20.3.2 Svařitelnost litých ocelí	226
20.4 Seznam použité literatury	227
21. MĚĎ A JEJÍ SLITINY	219
<i>Ing. Drahomír Schwarz, CSc.</i>	
21.1 Svařitelnost technické mědi	220
21.2 Technologie svařování technické mědi	222
21.3 Svařitelnost slitin mědi	225
21.4 Technologie svařování slitin mědi	227
21.5 Tepelné zpracování před a po svařování	228
22. HLINÍK A JEHO SLITINY	229
<i>Ing. Drahomír Schwarz, CSc.</i>	
22.1 Svařitelnost technického hliníku a slitin hliníku	230
22.2 Technologie svařování technického hliníku a slitin hliníku	233
23. NIKL A NIKLOVÉ SLITINY	237
<i>Ing. Drahomír Schwarz, CSc.</i>	
23.1 Svařitelnost niklu a niklových slitin	237
23.2 Technologie svařování	238
24. OSTATNÍ KOVY A SLITINY	241
<i>Ing. Drahomír Schwarz, CSc.</i>	
24.1 Titan	241

24.2 Hořčík	245
24.3 Tantal	246
24.4 Zirkon	247
24.5 Kobalt	247
24.6 Molybden	248
24.7 Niob	249
24.8 Wolfram	249
24.9 Seznam použité literatury ke kapitolám 21, 22, 23, 24	250
25. SPOJOVÁNÍ RŮZNORODÝCH MATERIÁLŮ	251
<i>Prof. Ing. Václav Pilous, DrSc.</i>	
Úvod	251
25.1 Použití Schaefflerova diagramu	251
25.2 Volba procesu svařování a účinky promíšení	252
25.3 Heterogenní svarové spoje z pohledu složení a struktury	252
25.4 Problémy při svařování a jejich řešení	254
25.5 Typický postup a použití	256
25.8 Seznam použité literatury	260
26. SOUVISEJÍCÍ NORMY	261
<i>Ing. Karel Hennhofer</i>	
26.1 Všeobecně o normalizaci	261
26.2 Související normy ČSN třídy 01 - Obecná třída	263
26.2.1 Normy skupiny 01 31xx - Technické výkresy	263
26.2.2 Normy skupiny 01 50xx - Všeobecné zkušební metody (pro víceúčelové použití)	263
26.3 Související normy ČSN třídy 03 - Strojní součásti - Koroze a ochrana materiálu	264
26.3.1 Normy skupiny 03 80xx - Ochrana proti korozi, všeobecně	264
26.3.2 Normy skupiny 03 81xx - Zkoušení koroze	264
26.3.3 Normy skupiny 03 82xx - Oblasti koroze	266
26.3.4 Normy skupiny 03 83xx - Oblasti koroze	267
26.3.5 Normy skupiny 03 84xx - Dočasná ochrana. Inhibitory koroze	268
26.3.6 Normy skupiny 03 85xx - Ochranné vrstvy kovové	268
26.3.7 Normy skupiny 03 86xx - Ochranné vrstvy anorganické nekovové	269
26.3.8 Normy skupiny 03 87xx - Ochranné vrstvy organické a kombinované	270
26.3.9 Normy skupiny 03 88xx - Ochrana proti prostředím	270
26.3.10 Normy skupiny 03 89xx - Třídění vnějšího prostředí	270
26.4 Související normy ČSN třídy 05 – Svařování	271
26.4.1 Všeobecné normy	272
26.4.2 Zajištění kvality ve svařování	273
26.4.3 Bezpečnost svařování	274
26.4.4 Zkoušení svářečů	274
26.4.5 Zkoušení svarů a svařitelnosti	275
26.4.6 Metody svařování, stroje a zařízení	277
26.4.7 Přídavné a svařovací materiály	279

26.5 Související normy ČSN tříd 41 a 42 - Hutnictví a materiálové listy	281
26.5.1 Normy skupiny 42 00xx - Všeobecné předpisy	282
26.5.2 Normy skupiny 42 01xx - Tvářené výrobky z ocelí. Technické dodací předpisy	283
26.5.3 Normy skupiny 42 02xx - Ingoty z ocelí. Tvářené výrobky z ocelí. Technické dodací předpisy	284
26.5.4 Normy skupiny 42 03xx - Mechanické zkoušení kovů	285
26.5.5 Norma skupiny 42 04xx - Technologické, metalografické a fyzikální zkoušení kovů	287
26.5.6 Normy dalších skupin třídy 42 xxxx	288
26.6 Související normy dalších oborů	289
26.6.1 Normy třídy 07: Kotle	289
26.6.2 Normy třídy 13: Armatury a potrubí	289
26.6.3 Normy třídy 27: Zdvihací zařízení, stroje pro povrchovou těžbu, stroje a zařízení pro zemní, stavební a silniční práce	290
26.6.4 Normy třídy 29: Kolejová vozidla	290
26.6.5 Normy třídy 69: Strojní zařízení chemického průmyslu	291
26.6.6 Normy třídy 73: Navrhování a provádění staveb	291
26.7 Seznam použité literatury	292