

Předmluva	8
1. Definice procesů svařování a navařování a rozdělení metod svařování	10
1.1. Základní pojmy při svařování kovů; názvosloví svarového spoje	12
2. Metalurgie tavného svařování	15
2.1. Vznik a složené svarového kovu spoje	15
2.1.1. Zředění svarového kovu nataveným základním materiálem	16
2.1.2. Krystalizace svarového kovu spoje	17
2.1.3. Absorbce plynů ve svarovém kovu spoje	20
2.1.3.1. Absorbce kyslíku	21
2.1.3.2. Absorbce dusíku	24
2.1.3.3. Absorbce vodíku	26
2.1.4. Reakce tekutého kovu se struskou	28
2.1.4.1. Proces redukce Mn a Si ze strusky a jejich přechod do svarového kovu spoje	30
2.1.4.2. Oxidace chromu	30
2.1.4.3. Odstranění síry a fosforu ze svarového kovu spoje	31
2.1.5. Ochrana svarové lázně plynným prostředím	33
2.1.5.1. Ochranná atmosféra při svařování kyslíko-acetylenovým plamenem	34
2.1.5.2. Ochranná atmosféra kysličníku uhličitého	34
2.1.5.3. Ochranná atmosféra inertního a směšného plynu	35
2.2. Svařování elektrickým obloukem	35
2.2.1. Elektrický oblouk jako koncentrovaný zdroj tepla	36
2.2.2. Statické a dynamické vlastnosti elektrického oblouku	40
2.2.3. Přenos kovu do svarové lázně	42
2.2.3.1. Síly působící při přenosu kovu z odtavující se elektrody	42
2.2.3.2. Charakter přenosu kovu z odtavující se elektrody do svarové lázně	45

3. Metalurgie tlakového svařování	50
3.1. Vznik svaru při tlakovém svařování	50
3.1.1. Svařování tlakem za studena	53
3.1.2. Ultrazvukové svařování	56
3.1.3. Třecí svařování	59
3.1.4. Odtavovací stykové svařování	62
4. Teplotní procesy při svařování	67
4.1. Šíření tepla v okolí svaru (návaru)	67
4.1.1. Teplotní pole od okamžitého bodového zdroje tepla	68
4.1.2. Teplotní pole od okamžitého lineárního zdroje tepla	70
4.1.3. Teplotní pole od okamžitého rovinného zdroje tepla	73
4.1.4. Teplotní pole od pohybujících se soustředěných tepelných zdrojů	74
4.1.4.1. Teplotní pole od spojitě působícího bodového zdroje tepla pohybujícího se na povrchu polekonečného tělesa	75
4.1.4.2. Teplotní pole od spojitě působícího pohybujícího se lineárního zdroje tepla v desce	77
4.1.4.3. Teplotní pole od spojitě působícího pohybujícího se rovinného zdroje tepla v tyči	79
4.2. Mezný stav teplotních polí	80
4.2.1. Mezní teplotní pole pohyblivého bodového zdroje tepla	80
4.2.2. Mezní teplotní pole pohyblivého lineárního zdroje tepla	81
5. Deformace a napětí při svařování	83
5.1. Klasifikace svarových napětí	83
5.2. Vznik vnitřního napětí a deformací	85
5.3. Průběh napětí při svařování dvou desek tupým svarem	88
5.4. Deformace způsobené svařováním	90
5.4.1. Deformace svarového spoje	90
5.4.1.1. Příčné smrštění	91
5.4.1.2. Podélné smrštění	92

5.4.1.3. Úhlové deformace	93
5.5. Změňování deformací svarových spojů	94
5.6. Zmenšení napětí při svařování	95
6. Studium změn v tepelně ovlivněné oblasti základního materiálu při svařování ocelí	97
6.1. Vliv základního materiálu	97
6.2. Vliv teplotního cyklu	98
6.3. Vliv deformačního cyklu	101
6.4. Charakter strukturních změn v teplem ovlivněné oblasti základního materiálu	102
6.4.1. Oblast ohřevu do teploty A_{cl}	102
6.4.2. Oblast ohřevu mezi teploty A_{cl} a A_{c3}	103
6.4.3. Oblast ohřevu na teplotu mezi A_{c3} a teplotu solidu	103
6.4.4. Oblast ohřevu v rozmezí teplot "solidus - likvidus"	104
7. Vady svarových spojů	105
7.1. Plynové dutiny ve svarových spojích	105
7.2. Vměstky ve svarových spojích	106
7.3. Trhliny ve svarových spojích	108
7.3.1. Trhliny za tepla	109
7.3.1.1. Trhliny za tepla vznikající ve svarovém kovu spoje	109
7.3.1.2. Trhliny za tepla vznikající v teplem ovlivněné oblasti	112
7.3.1.3. Hodnocení náchylnosti ocelí na vznik trhlín za tepla	112
7.3.1.4. Zkoušení odolnosti svarového kovu proti tvoření krystalizačních trhlín	113
7.3.2. Trhliny za studena	116
7.3.2.1. Hodnocení náchylnosti ocelí na vznik trhlín za studena	119
7.3.2.2. Zkoušení odolnosti svarových spojů proti tvoření trhlín za studena	120
7.3.3. Lamelární trhliny	126
7.3.3.1. Hodnocení náchylnosti ocelí ke vzniku lamelárních trhlín	128

7.3.4. Žíhací trhliny	129
7.3.3.1. Hodnocení náchylnosti ocelí na vznik žíhacích trhlin	130
8. Svařitelnost ková a slitin	131
8.1. Definice pojmu svařitelnosti	131
8.2. Fyzikálně-metalurgické aspekty svařitelnosti ocelí	133
8.2.1. Vliv chemického složení na svařitelnost ocelí	134
8.2.1.1. Parametrické rovnice charakterizující vliv chemického složení na svařitelnost ocelí	139
8.2.2. Vliv způsobu výroby na svařitelnost ocelí	140
8.2.3. Vliv výchozího stavu struktury na svařitel- nost ocelí	142
8.2.4. Vliv technologických a konstrukčních faktorů na svařitelnost ocelí	143
8.3. Zkoušky svařitelnosti ocelí	146
8.3.1. Normalizované zkoušky svařitelnosti ocelí	147
8.3.1.1. Rázová návarová zkouška	149
8.3.1.2. Zkouška rázem v ohybu tepelně ovlivněných pásem svarového spoje	150
8.3.1.3. Zkouška rázem v ohybu na hodnocení transformačního zkřehnutí přehřáté oblasti svarového spoje	152
8.3.1.4. Ohybová návarová zkouška	153
8.3.2. Nenormalizované zkoušky svařitelnosti	153
8.3.2.1. Hodnocení svařitelnosti tenkých plechů	154
8.3.2.2. Zkoušky svařitelnosti na zařízeních imitu- jících svařovací proces	156
8.4. Svařitelnost hliníku a hliníkových slitin	160
8.5. Svařitelnost mědi a slitin mědi	163
9. Svařování ocelí obloukovými a plamenovými metodami a procesy tepelného zpracování při svařování ocelí	167
9.1. Základní poznatky o svařování ocelí obloukovými a plamenovými metodami	167
9.1.1. Svařování uhlíkových ocelí tříd 11, 12 a ocelí na odlitky třídy 26 téže značky	167

9.1.2. Svařování uhlíkových ocelí tř. 11, 12 a uhlíkových ocelí na odlitky různých značek	168
9.1.3. Svařování slitinových ocelí třídy 13, 14, 15, 16 a ocelí na odlitky třídy 27 a 28 téže značky	168
9.1.4. Svařování slitinových ocelí třídy 13 a 15 a ocelí na odlitky třídy 27 a 28 různých značek	170
9.1.5. Svařování vysokolegovaných ocelí třídy 17 a odlitků ze slitinových ocelí na odlitky třídy 29	170
9.2. Procesy tepelného zpracování při svařování ocelí	173
9.2.1. Tepelné zpracování základního materiálu před svařováním	173
9.2.2. Tepelné zpracování během svařování	174
9.2.3. Tepelné zpracování po svařování	175
9.2.3.1. Tepelné zpracování pod teplotami A_1	176
9.2.3.2. Tepelné zpracování s překrytými částmi a částečnou překrytostí	177
10. Pájení	179
10.1. Definice základních pojmů a fyzikální podstata pájení	179
10.2. Pájky - všeobecné požadavky na vlastnosti pájek; rozdělení a hlavní druhy pájek	181
10.2.1. Měkké pájky	182
10.2.2. Tvrdé pájky	185
10.3. Tavidla - všeobecné požadavky na vlastnosti tavidel; rozdělení a hlavní druhy tavidel	189
10.3.1. Tavidla pro měkké pájení	190
10.3.2. Tavidla pro tvrdé pájení	190
10.4. Druhy a mechanické vlastnosti pájených spojů	193
11. Svařování šedé litiny	196
11.1. Svařitelnost šedé litiny	196
11.2. Vybrané metody a základní pravidla pro svařování šedé litiny	199
11.2.1. Příprava svarových ploch	199
11.2.2. Svařování plamenem	201
11.2.3. Svařování elektrickým obloukem obalenými elektrodami	202
11.2.4. Slévárenské svařování	204
Seznam použité literatury	206