

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY VZNIKU SVAROVÝCH SPOJŮ PŘI TAVNÉM A TLAKOVÉM SVAŘOVÁNÍ..</b>	<b>7</b>
2.1	Fyzikální základy svařování kovů .....	7
2.2	Uplatnění meziatomových sil jako základní předpoklad pro vytvoření svarového spoje ..	8
2.3	Vznik svarového spoje kovových materiálů.....	10
2.4	Princip vzniku svarového spoje při tlakovém svařování.....	12
2.5	Princip vzniku svarového spoje při tavném svařování.....	14
<b>3</b>	<b>TEPLOTNÍ CYKLUS SVAŘOVÁNÍ .....</b>	<b>15</b>
3.1	Zdroje tepla používané pro tavné svařování .....	15
3.2	Teplotní cykly při svařování .....	16
3.3	Stanovení průběhu teplotních cyklů.....	20
3.3.1	Měření teplotních cyklů.....	20
3.3.2	Výpočet teplotních cyklů .....	22
3.4	Využití znalostí teplotních cyklů .....	25
<b>4</b>	<b>TEPELNĚ OVLIVNĚNÁ OBLAST SVAROVÝCH SPOJŮ.....</b>	<b>27</b>
4.1	Pásmo částečné překrystalizace definované teplotami $Ac_1$ a $Ac_3$ .....	28
4.2	Pásmo normalizace definované teplotami $Ac_3$ až teplota přehřátí .....	29
4.3	Pásmo přehřátí definované teplotou přehřátí a teplotou solidu .....	29
4.4	Precipitační procesy v TOO.....	32
4.5	Růst zrn v pásmu přehřátí TOO .....	33
4.6	Vměstky v TOO .....	33
4.7	Vlastnosti jednotlivých pásem TOO.....	34
<b>5</b>	<b>SVAROVÝ KOV.....</b>	<b>35</b>
5.1	Stadium tavení a metalurgických reakcí.....	35
5.1.1	Složení strusek .....	36
5.1.2	Fyzikální vlastnosti strusek .....	37
5.1.3	Chemická charakteristika strusek.....	39
5.1.4	Molekulární a iontová teorie strusek .....	39
5.1.5	Legování svarového kovu .....	41
5.1.6	Rafinace svarového kovu.....	48
5.1.7	Absorpce plynů ve svarovém kovu.....	49
5.2	Stadium tuhnutí svarového kovu.....	53
5.2.1	Vznik svarové lázně.....	54
5.2.2	Krystalizace svarového kovu.....	57
5.2.3	Nehomogenity chemického složení svarového kovu .....	60
5.2.4	Segregace a likvace ve svarovém kovu.....	61
5.2.5	Strukturní transformace ve svarových kovech .....	62
5.2.6	Mechanické vlastnosti svarových kovů .....	64

<b>6</b>	<b>TRHLINY VE SVAROVÝCH SPOJÍCH.....</b>	<b>65</b>
6.1	Teplé trhliny.....	65
6.1.1	Krystalizační trhliny.....	65
6.1.2	Likvační trhliny.....	67
6.1.3	Polygonizační trhliny.....	67
6.1.4	Hodnocení náchylnosti ocelí na vznik teplých trhlin.....	68
6.1.5	Opatření ke snížení rizika vzniku teplých trhlin.....	72
6.2	Studené trhliny.....	73
6.2.1	Hodnocení náchylnosti na vznik studených trhlin.....	74
6.2.2	Opatření ke snížení rizika vzniku studených trhlin.....	79
6.3	Lamelární trhliny.....	80
6.3.1	Hodnocení náchylnosti ocelí k lamelárnímu praskání.....	81
6.3.2	Opatření ke snížení rizika vzniku lamelárních trhlin.....	83
6.4	Žíhací trhliny.....	84
6.4.1	Hodnocení náchylnosti ocelí k žíhacím trhlinám.....	85
6.4.2	Opatření ke snížení rizika vzniku žíhacích trhlin.....	86
6.5	Korozní praskání.....	87
6.5.1	<i>Opatření ke snížení rizika korozního praskání.....</i>	<i>87</i>
<b>7</b>	<b>DEFORMAČNÍ A NAPĚŤOVÝ CYKLUS SVAŘOVÁNÍ.....</b>	<b>88</b>
7.1	Rozdělení napětí vznikajících při svařování.....	88
7.2	Mechanismus vzniku napětí a deformací při svařování.....	90
7.3	Příklady průběhu napětí ve svarových spojích.....	93
7.4	Rozdělení deformací vznikajících při svařování.....	96
7.4.1	<i>Příčné smrštění.....</i>	<i>97</i>
7.4.2	<i>Podélné smrštění.....</i>	<i>100</i>
7.4.3	<i>Úhlová deformace.....</i>	<i>101</i>
7.5	Vliv zbytkových vnitřních napětí na vlastnosti svarových spojů.....	103
7.6	Snižování vnitřních napětí a deformací.....	105
7.7	Shrnutí.....	111
<b>8</b>	<b>TEORETICKÉ ZÁKLADY DĚLENÍ MATERIÁLU KYSLÍKEM.....</b>	<b>112</b>
8.1	Řezání kovů kyslíkem.....	112
8.2	Řezání kovů kyslíkem pomocí prášků.....	120
<b>9</b>	<b>TEORETICKÉ ZÁKLADY PÁJENÍ MATERIÁLŮ.....</b>	<b>121</b>
9.1	Pájení a svařování.....	121
9.2	Teploty při pájení.....	121
9.2.1	<i>Teplotní interval tavení pájky.....</i>	<i>122</i>
9.2.2	<i>Pracovní teplota pájení.....</i>	<i>123</i>
9.2.3	<i>Rozsah reakční teploty tavidla.....</i>	<i>123</i>
9.3	Smáčivost a roztékavost pájky.....	123
9.4	Kapilarita.....	125
9.5	Vznik pájeného spoje.....	129
9.6	Pájky.....	132

9.6.1	Druhy pájek a jejich charakteristické vlastnosti .....	133
9.6.2	Měkké pájky.....	133
9.6.3	Tvrdé pájky.....	135
9.7	Tavidla pro pájení .....	138
9.7.1	Druhy tavidel.....	139
9.7.2	Tavidla pro měkké pájení.....	139
9.7.3	Tavidla pro tvrdé pájení.....	140
9.7.4	Zvláštní druhy tavidel.....	140
9.8	Vlastnosti pájených spojů.....	140
9.9	Vady pájených spojů.....	142
<b>10</b>	<b>SVAŘITELNOST OCELÍ.....</b>	<b>144</b>
10.1	Vliv chemického složení ocelí na jejich svařitelnost .....	145
10.2	Ekvivalent uhlíku.....	148
10.3	Teplota předehřevu a její výpočet.....	149
10.3.1	Stanovení teploty předehřevu pro svařování nelegovaných, jemnozrnných a nízkolegovaných ocelí podle ČSN EN 1011-2 metoda A.....	151
10.3.2	Výpočet teploty předehřevu pro svařování nelegovaných, jemnozrnných a nízkolegovaných ocelí podle ČSN EN 1011-2 metoda B.....	155
10.3.3	Stanovení teploty předehřevu pro svařování žárupevných ocelí a ocelí pro nízké teploty podle ČSN EN 1011-2 .....	156
10.3.4	Další metody výpočtu teploty předehřevu.....	157
10.4	Tepelné zpracování svarových spojů.....	158
10.4.1	Základy tepelného zpracování.....	158
10.4.2	Základní režimy tepelného zpracování .....	159
10.4.3	Tepelné zpracování svarových spojů s překrytými.....	161
10.4.4	Tepelné zpracování svarových spojů bez překrytými.....	162
10.5	Svařitelnost uhlíkových ocelí .....	165
10.6	Svařitelnost jemnozrnných ocelí .....	167
10.7	Svařitelnost termomechanicky zpracovaných ocelí .....	169
10.8	Svařitelnost nízkolegovaných ocelí.....	170
10.9	Svařování vysokolegovaných ocelí .....	172
10.9.1	Struktura vysokolegovaných ocelí .....	173
10.9.2	Svařitelnost vysokolegovaných ocelí.....	178
<b>11</b>	<b>SPOJOVÁNÍ RŮZNORODÝCH MATERIÁLŮ .....</b>	<b>189</b>
11.1	Použití Schaefflerova diagramu.....	189
11.2	Volba procesu svařování a účinky promíšení .....	190
11.3	Heterogenní svarové spoje z pohledu složení a struktury.....	190
11.4	Problémy při svařování a jejich řešení.....	192
<b>12</b>	<b>LITINA A LITÁ OCEL.....</b>	<b>195</b>
12.1	Druhy a charakteristika litin.....	195
12.1.1	Bílé litiny .....	195
12.1.2	Grafitické litiny.....	195
12.1.3	Šedá litina .....	196

12.1.4	<i>Litina s červíkovitým grafitem</i> .....	197
12.1.5	<i>Tvárná litina</i> .....	197
12.1.6	<i>Temperované litiny</i> .....	197
12.1.7	<i>Tepelně zpracované modifikované litiny</i> .....	197
12.2	<b>Svařování litin</b> .....	197
12.2.1	<i>Vlastnosti litin určující jejich svařitelnost</i> .....	198
12.2.2	<i>Požadované vlastnosti svarového spoje</i> .....	199
12.2.3	<i>Přídavné materiály</i> .....	199
12.2.4	<i>Metody svařování litin</i> .....	199
12.2.5	<i>Subjektivní vliv svářeče</i> .....	200
12.3	<b>Lité oceli a jejich charakteristika</b> .....	200
12.3.1	<i>Základní druhy litých ocelí</i> .....	200
12.3.2	<i>Svařitelnost litých ocelí</i> .....	202
<b>13</b>	<b>SPOJOVÁNÍ NOVÝCH MATERIÁLŮ</b> .....	<b>203</b>
13.1	<b>Problematika spojování keramických a kompozitních materiálů s mat. kovovými</b> .....	203
13.2	<b>Charakteristika keramických a kompozitních materiálů</b> .....	203
13.3	<b>Spojování keramických a kompozitních materiálů</b> .....	203
13.4	<b>Současně používané metody zkoušení pájených spojů</b> .....	204
<b>14</b>	<b>SVAŘOVÁNÍ BAREVNÝCH KOVŮ</b> .....	<b>206</b>
14.1	<b>Měď a její slitiny</b> .....	206
14.1.1	<i>Svařitelnost technické mědi</i> .....	207
14.1.2	<i>Technologie svařování technické mědi</i> .....	210
14.1.3	<i>Svařitelnost slitin mědi</i> .....	212
14.1.4	<i>Technologie svařování slitin mědi</i> .....	214
14.1.5	<i>Tepelné zpracování před a po svařování</i> .....	215
14.2	<b>Hliník a jeho slitiny</b> .....	216
14.2.1	<i>Svařitelnost technického hliníku a slitin hliníku</i> .....	217
14.2.2	<i>Technologie svařování technického hliníku a slitin hliníku</i> .....	221
14.3	<b>Nikl</b> .....	224
14.3.1	<i>Svařitelnost niklu a niklových slitin</i> .....	225
14.3.2	<i>Technologie svařování</i> .....	226
14.4	<b>Ostatní kovy a slitiny</b> .....	227
14.4.1	<i>Titan</i> .....	227
	<b>TEPELNĚ ZPRACOVÁNÍ TITANOVÝCH SLITIN</b> .....	<b>230</b>
14.4.2	<i>Hořčík</i> .....	232
14.4.3	<i>Tantal</i> .....	234
14.4.4	<i>Zirkon</i> .....	234
14.4.5	<i>Kobalt</i> .....	235
14.4.6	<i>Molybden</i> .....	235
14.4.7	<i>Niob</i> .....	236
14.4.8	<i>Wolfram</i> .....	236
<b>15</b>	<b>LITERATURA</b> .....	<b>238</b>