

Obsah

Zoznam skratiek	3
Úvod	5
1 HISTÓRIA	6
2 ZVÁRANIE	9
3 TEPELNE OVPLYVNENÁ OBLASŤ	18
3.1 Teplotný cyklus zvárania	19
3.2 Deformačný cyklus zvárania	24
4 ZVAROVÝ KOV	29
4.1 Absorpcia plynov vo zvarovom kove	30
4.2 Segregácia a likvácia	34
4.3 Prídavné materiály a metalurgické reakcie	36
4.4 Druhy a zloženie plnených rúrkových drôtov	38
5 PRASKANIE ZVAROVÝCH SPOJOV	42
5.1 Horúce praskanie	42
5.1.1 Skúšky náchylnosti ocele na horúce praskanie	46
5.2 Studené praskanie	49
5.2.1 Skúšky praskavosti pre studené trhliny	59
5.2.2 Studené praskanie vo zvarovom kove	65
5.3 Lamelárne praskanie	67
5.4 Žihacie praskanie	70
5.4.1 Skúšobné metódy	73
6 VLASTNOSTI TEPELNE OVPLYVNENEJ OBLASTI	77
7 TEPELNÉ SPRACOVANIE ZVAROVÝCH SPOJOV	86
7.1 Teoretický základ tepelného spracovania na zníženie napätí	86
7.2 Prehľad požiadaviek a predpisov klasifikačných spoločností na žihanie	90
7.3 Mechanické spôsoby relaxácie napätí	96
7.4 Prekryštalizačné tepelné spracovanie a žihanie s čiastočnou prekryštalizáciou	100
8 ZVÁRANIE PLAMEŇOM	101
8.1 Zváracie plyny	104
8.2 Rezanie plameňom	108
8.3 Drážkovanie kyslíkom	111
8.4 Ohrev plameňom	112
9 OBLÚKOVÉ ZVÁRANIE	113
9.1 Ručné oblúkové zváranie	116
9.1.1 Prídavné materiály	118
9.1.2 Označenie a klasifikácia elektród	120
9.2 Oblúkové zváranie v plynovej ochrane netaviacou sa elektródou (zváranie TIG)	125
9.2.1 Prúdové zdroje	129
9.2.2 Ochranné plyny	130
9.2.3 Spôsoby zvárania	134
9.3 Oblúkové zváranie v plynovej ochrane taviacou sa elektródou (MIG)	136
9.3.1 Spôsoby prenosu kovu	136
9.3.2 Vplyv premenných	142
9.4 Zváranie plazmovým oblúkom	148
9.5 Hybridné zváranie plazmovým oblúkom a metódou TIG	157

10 ZVÁRANIE POD TAVIVOM	158
10.1 Tavivá	164
10.2 Operačné premenné	166
11 ELEKTROTROSKOVÉ A ELEKTROPLYNOVÉ ZVÁRANIE	175
11.1 Elektrotroskové zváranie	177
11.2 Elektroplynové zváranie	184
12 ZVÁRANIE ELEKTRICKÝM ODPOROM	188
12.1 Vysokofrekvenčné indukčné zváranie	196
12.2 Vysokofrekvenčné odporové zváranie	197
13 ZVÁRANIE ELEKTRÓNOVÝM A LASEROVÝM LÚČOM	200
13.1 Zváranie elektrónovým lúčom	200
13.1.1 Zvariteľnosť kovov elektrónovým lúčom	206
13.2 Zváranie laserovým lúčom	209
13.2.1 Iné aplikácie laserových zdrojov	221
14 PRIVÁRANIE SVORNÍKOV	223
14.1 Oblúkové spôsoby	223
14.2 Priváranie svorníkov kapacitným výbojom	227
15 ZVÁRANIE TRENÍM	230
15.1 Zotrvačnikové zváranie	233
16 TRECIE PREMIEŠAVACIE ZVÁRANIE	236
17 ZVÁRANIE VÝBUCHOM	241
18 ZVÁRANIE ULTRAZVUKOM	247
18.1 Prípravky na zváranie mikroelektronických komponentov	250
18.2 Iné aplikácie ultrazvuku	252
19 DIFÚZNE ZVÁRANIE	253
19.1 Procesné parametre	253
19.2 Difúzne zváranie jednotlivých materiálov	257
20 TERMÁLNE REZANIE A DRÁŽKOVANIE, REZANIE VODNÝM LÚČOM	260
20.1 Rezanie vysokotlakovým vodným lúčom	263
21 OSTATNÉ PROCESY ZVÁRANIA	265
21.1 Aluminotermické zváranie	265
21.1.1 Zváranie koľajníc	266
21.2 Zváranie za studena	271
21.3 Magnetické pulzné zváranie	273
21.4 Zváranie tlakom za tepla	275
21.5 Zváranie valcovaním	279
21.6 Hutnícke zalievanie materiálov	279
21.7 Zváranie uhlíkovou elektródou	279
21.8 Vodíkové atomické zváranie	280
21.9 Zváranie rotujúcim oblúkom	281
21.10 Hybridné technológie	281
22 SPÁJKOVANIE	284
22.1 Procesy spájkovania	286
22.2 Mäkké spájkovanie	291
23 TERMÁLNE STRIEKANIE	296
23.1 Striekanie plameňom	296
23.2 Striekanie elektrickým oblúkom	300

23.3 Striekanie plazmou	301
24 ADHÉZNE LEPENIE	304
25 PLASTY A ICH SPÁJANIE	312
25.1 ZVÁRANIE PLASTOV	316
26 KERAMIKA A JEJ SPÁJANIE	323
27 KONŠTRUKČNÉ ZVARITELNÉ OCELE	330
28 OCELE PRE ZVÝŠENÉ TEPLoty	338
29 OCELE PRE KRYOGÉNNE TEPLoty	352
30 ZVÁRANIE VYSOKOLEGOVANÝCH OCELÍ	358
30.1 Mangánové austenitické ocele	359
31 NEHRDZAVEJÚCE OCELE A ICH ZVÁRANIE	361
31.1 Martenzitické nehrdzavejúce ocele	366
31.2 Feritické nehrdzavejúce ocele	372
31.3 Austenitické nehrdzavejúce ocele	377
31.4 Duplexné feriticko-austenitické nehrdzavejúce ocele	384
31.5 Precipitačne spevnené nehrdzavejúce ocele	388
31.6 Prax zvarovania nehrdzavejúcich ocelí	391
32 LIATINY A ICH ZVÁRANIE	393
33 NIKEL A JEHO ZLIATINY	397
34 MEĎ, JEJ ZLIATINY A ZVÁRANIE	410
35 HLINÍK A JEHO ZLIATINY	415
35.1 Zliatiny hliníka s lítiom	422
35.2 Disperzne spevnené zliatiny hliníka	423
35.3 Kompozitné materiály s hliníkovou maticou	424
36 ZLIATINY HORČÍKA	425
37 KOBALT	429
38 INÉ KOVY A ICH ZLIATINY	430
38.1 Titán	430
38.2 Tantal	433
38.3 Zirkón	434
38.4 Hafnium	435
38.5 Niób	435
38.6 Berýlium	436
38.7 Urán	436
38.8 Molybdén	437
38.9 Volfrám	438
38.10 Zlato	438
38.11 Striebro	438
38.12 Olovo	438
39 ZVÁRANIE NEROVNORODÝCH MATERIÁLOV	440
39.1 Niektoré kombinácie nerovnorodých materiálov	444
39.2 Zváranie plátovaných ocelí	446
40 LITERATÚRA	449
Summary	466
INDEX	469

PRÍLOHY

Príloha 1 – POLOHY ZVÁRANIA	474
Príloha 2 – OZNAČOVANIE SPOJOV VO VÝKRESOVEJ DOKUMENTÁCII	477
Príloha 3 – STANOVENIE A SCHVÁLENIE POSTUPOV ZVÁRANIA PODĽA NORMY STN EN 288	482
Príloha 4 – PREHĽAD SKUPÍN ZÁKLADNÝCH MATERIÁLOV PODĽA TNI CEN ISO/TR 15608	485