

I. TEORETICKÉ ZÁKLADY ZVÁRACÍCH PROCESOV	7
I.1. Teória premeny energie pri zváraní	7
I.1.1. Spôsoby elementárnych väzieb	7
I.1.2. Javy v tekutých a tuhých fázach	9
I.1.3. Termodynamické určenie zváracieho procesu	9
I.1.4. Energetická efektívnosť zváracích procesov	11
I.2. Základy fyzikálnej chémie zváracích procesov	13
I.2.1. Termodynamika	13
I.2.2. Termochémia	14
I.2.3. Tepelné efekty pri stálom objeme a stálom tlaku	14
I.2.4. Závislosť tepelného efektu od teploty	16
I.2.5. Vratné a nevratné procesy	16
I.2.6. Charakteristické funkcie a termodynamické potenciály	18
I.2.7. Smer priebehu procesov a termodynamické podmienky rovnováhy	20
I.2.8. Chemický potenciál	20
I.3. Roztoky	21
I.3.1. Tlak nasýtenej pary v jednoduchých systémoch	23
I.3.2. Tlak nasýtených pár skutočných roztokov	24
I.3.3. Aktívnosť a koeficient aktívnosti	24
I.3.4. Vratnosť a rovnováha chemických reakcií	25
I.3.5. Kinetika chemických reakcií	26
I.3.6. Kinetika heterogénnych procesov	27
I.3.7. Javy v tekutých prostrediach a na hranici fáz	27
I.3.8. Rozdelenie komponent medzi dvoma tekutými fázami	28
I.3.9. Absorbcia	29
I.3.10. Povrchové napätie	29
I.3.11. Metalurgické procesy pri tavnom zváraní	29
I.3.12. Vplyv kinetických faktorov na procesy pôsobenia kovu s okolitou atmosférou v podmienkach zvárania tavením	30
I.3.13. Vzájomné pôsobenie roztaveného kovu s kyslíkom pri tavnom zváraní	31
I.3.14. Disociácia kysličníkov	34
I.3.15. Vzájomné pôsobenie roztaveného zvarového kovu s dusí- kom	36
I.3.16. Vzájomné pôsobenie roztaveného zvarového kovu s vodí- kom	37
I.4. Zvarový kúpeľ	38

I.4.1.	Teplota zvarového kúpeľa	40
I.4.2.	Osobitosti kryštalizácie kovu	42
I.5.	Zváranie a naváranie plameňom	44
I.5.1.	Zvárací plameň	44
I.6.	Zváranie elektrickým oblúkom	48
I.6.1.	Fyzikálna podstata el. oblúka	49
I.6.2.	Prenos kovu z elektródneho drôtu do zvarového kúpeľa	53
I.6.3.	Deje prebiehajúce v elektrickom oblúku	58
I.6.4.	Rozstrek	60
I.6.5.	Tepelná bilancia pri ručnom zváraní elektrickým oblúkom	61
I.7.	Zváranie elektrickým oblúkom v ochranných plynoch	63
I.7.1.	Ustálenie zvaracieho procesu	64
I.7.2.	Fyzikálne faktory zvaracieho procesu	64
I.8.	Zváranie v ochrannej atmosfére CO ₂	65
I.8.1.	Disociácia oxidu uhličitého	66
I.8.2.	Deje v elektrickom oblúku	66
I.8.3.	Kinetika chemických reakcií	68
I.8.4.	Prenos kovu do zvarového kúpeľa	68
I.8.5.	Rozstrek	70
I.8.6.	Energetická účinnosť	71
I.8.7.	Impulzné zváranie	71
I.8.8.	Charakteristiky elektrického oblúka	72
I.9.	Zváranie pod tavivom	73
I.9.1.	Metalurgia zvarového procesu	74
I.9.2.	Molekulová teória trosiek	75
I.9.3.	Iónová teória trosiek	76
I.9.4.	Reakcie medzi tekutou a plynnou fázou /tekutý kov - troska - plynná atmosféra/	79
I.10.	Elektrotroskové zváranie	79
I.10.1.	Metalurgické procesy pri elektrotroskovom zváraní ..	81
I.10.2.	Reakcia mangánu a kremíka	81
I.10.3.	Reakcia chrómu	82
I.10.4.	Okysličenie uhlíka	82
I.10.5.	Reakcia fosforu a síry	82
I.10.6.	Pôsobenie plynov pri elektrotroskovom procese	83
I.10.7.	Tavivá pre elektrotroskové zváranie	84
I.11.	Odporové zváranie	84
I.11.1.	Odporové zváranie bodové	85
I.11.2.	Stykové stláčacie zváranie	92
I.11.3.	Stykové odtavovacie zváranie	96

II. TEÓRIA ZVARITEĽNOSTI	100
II.1. Zvariteľnosť ocelí	102
II.1.1. Vplyv zväracieho teplotného cyklu na fázové premeny v oceliach	106
II.1.1.0. Mikroštruktúra zvarového kovu	109
II.1.1.1. Mikroštruktúra pásma čiastočného natevenia	110
II.1.1.2. Mikroštruktúra prehriateho pásma	111
II.1.1.3. Mikroštruktúra pásma normalizačného žihania	113
II.1.1.4. Mikroštruktúra pásma neúplnej prekryštalizácie	113
II.1.1.5. Pásmo žihania na mäkko	114
II.1.1.6. Pásmo lámavosti za modra	114
II.1.2. Deformačný cyklus zvärania	114
II.1.3. Horúce trhliny pri zväraní	116
II.1.3.1. Horúce trhliny vo zvarovom kove	117
II.1.3.2. Horúce trhliny v TOZ	119
II.1.4. Žihacie trhliny	122
II.1.5. Lamelárne trhliny	125
II.1.6. Trhliny iniciované vodíkom	127
II.2. Zvariteľnosť konštrukčných ocelí	136
II.2.1. Zvariteľnosť nízkouhlíkových /mäkkých/ konštrukčných ocelí	136
II.2.2. Zvariteľnosť uhlíkových ocelí	144
II.2.3. Zvariteľnosť mikrolegovaných ocelí	146
II.2.4. Zvariteľnosť nízko a stredne legovaných ocelí ...	149
II.2.5. Zvariteľnosť vysokolegovaných ocelí	160
II.2.6. Zväranie plátovaných materiálov	165
II.3. Zvariteľnosť liatín	166
II.3.1. Zvariteľnosť sivej liatiny	167
II.3.2. Technológia zvärania sivej liatiny	169
II.4. Zvariteľnosť medi a jej zliatín	176
II.4.1. Zvariteľnosť medi	177
II.4.2. Zvariteľnosť mosadzí	179
II.4.3. Zvariteľnosť bronzov	180
II.4.4. Zvariteľnosť titánu a jeho zliatín	182
II.4.5. Zvariteľnosť ďalších technických kovov	185
II.4.5.1. Zliatiny na báze niklu	185
II.4.5.2. Zvariteľnosť olova	186
II.4.5.3. Zväranie niklu	186

DEFORMÁCIE A NAPÄTIA PRI ZVÁRANÍ	187
III.1. Zvyškové napätia vo zvarkoch	187
III.1.1. Základné pojmy a rozdelenie	187
III.1.2. Vznik a mechanizmus vzniku napätí	188
III.1.3. Teplotné napätie vo zvarkoch.....	193
III.1.4. Priebeh zvyškových napätí u rôznych typov spojov	195
III.1.5. Výpočet zvyškových napätí	196
III.1.6. Zmeny zvarových napätí spôsobené vonkajším zaťažením	199
III.1.7. Zmeny zvarových napätí spôsobené ohrevom	200
III.1.8. Zisťovanie zvyškových napätí vo zvarkoch	203
III.2. Deformácie zvarkov	205
III.3. Vplyv zvyškových napätí na úžitkové vlastnosti zvarkov	208
III.3.1. Vplyv vnútorných napätí na medzu únavy a krehkolomné vlastnosti	208
III.3.2. Vplyv zvarových napätí na pevnostné a deformačné charakteristiky materiálu	209
III.3.3. Vplyv zvarových napätí na koróziu zvarov	209
III.4. Postupy znižujúce zvyškové napätia a deformácie zvarkov	210
III.4.1. Konštrukčné opatrenia na zníženie zvarových napätí a deformácií	210
III.4.2. Technologické opatrenia	210
III.4.3. Rovnanie zvarkov	212
Literatúra	214
Dokončenie literatúry	217
Poznámky	218
Tiráž	219