

O B S A H

	PREDHOVOR	3
1	ÚVOD	5
2	TERMODYNAMICKÉ ZÁKLADY TAVIACEHO PROCESU	8
	2.1 Základné pojmy	8
	2.1.1 Termodynamická sústava	8
	2.1.2 Tepelné kapacity	8
	2.1.3 Prvá veta termodynamiky	10
	2.1.4 Entalpia	11
	2.1.5 Reakčné teplo	11
	2.1.6 Druhá veta termodynamiky	12
	2.1.7 Entrópia	12
	2.1.8 Voľná energia, voľná entalpia	13
	2.1.9 Tretia veta termodynamiky	14
	2.2 Chemická rovnováha pri metalurgických reakciách	15
	2.2.1 Rovnovážna konštanta	15
	2.3 Afinita chemickej reakcie	17
	2.4 Základné typy roztokov tavenín kovov	20
	2.4.1 Ideálne roztoky	21
	2.4.2 Zriedené roztoky	22
	2.4.3 Regulárne roztoky	23
	2.4.4 Reálne roztoky	24
	2.5 Výpočet súčiniteľov aktivít vo viaczložkových sústavách	24
	2.6 Rostavené trosky	25
	2.6.1 Molekulárna teória trosiek	25
	2.6.2 Iónová teória trosiek	27
	2.7 Fyzikálne chemické reakcie	29
	2.7.1 Oxidácia kremíka	29
	2.7.2 Oxidácia mangánu	30
	2.7.3 Oxidácia fosforu	31
	2.7.4 Oxidácia uhlíka	32
	2.7.5 Odstraňovanie síry	32
	2.7.6 Odstraňovanie plynov a vtrúsenín z ocelí	33
	2.7.7 Dezoxidácia ocele	35
	2.7.7.1 Dezoxidácia uhlíkom	36
	2.7.7.2 Dezoxidácia mangánom	36

2.7.7.3	Dezoxidácia kremíkom	36
2.7.7.4	Dezoxidácia hliníkom	36
2.7.7.5	Dezoxidácia komplexami kovov vzácnych zemín	38
2.7.7.6	Dezoxidácia komplexnými prísadami	38
2.7.7.7	Dezoxidácia syntetickými troskami	38
2.8	Tavenie liatiny v kuplovniach	39
2.8.1	Pochody pri spaľovaní koksu	40
2.8.2	Výkon kuplovne	42
2.8.3	Metalurgické pochody v kuplovni	42
3	LIATE MATERIÁLY NA ODLIATKY	45
3.1	Ocele na odliatky	45
3.1.1	Uhlíkové ocele	46
3.1.2	Legované ocele	47
3.1.3	Prehľad legovaných ocelí so špeciálnymi užitnými vlastnosťami	48
3.1.4	Vysokopevné legované ocele	49
3.2	Sivá liatina	50
3.2.1	Očkovaná liatina	53
3.3	Legované liatiny	55
3.3.1	Liatiny s vyššími mechanickými vlastnosťami	57
3.3.2	Liatiny odolné voči opotrebeniu	57
3.3.3	Žiaruvzdorné liatiny	57
3.3.4	Koróziuvzdorné liatiny	58
3.3.5	Nemagnetické liatiny	58
3.3.6	Legované biele liatiny	58
3.3.7	Prehľad vplyvu legujúcich prvkov na základné vlastnosti liatin	59
3.4	Tvárne liatiny	59
3.4.1	Hypotézy vysvetľujúce vznik guľového grafitu	67
3.4.1.1	Rastový model grafitu	67
3.4.1.2	Zárodočná hypotéza	67
3.4.1.3	Hypotéza minimálnej povrchovej energie	68
3.4.1.4	Hypotéza rastu guľového grafitu z tuhej fázy	68
3.4.1.5	Bublinová teória	68
3.4.2	Vlastnosti tvárných liatin	69
3.4.2.1	Mechanické a niektoré fyzikálne vlastnosti	69
3.4.2.2	Charakteristické technologické vlastnosti	71
3.4.2.3	Tepelné spracovanie	73
3.4.2.4	Konštrukčné zásady pri navrhovaní odliatkov z tvárnej liatiny	73
3.4.3	Technológia výroby tvárnej liatiny	76
3.4.3.1	Taviace zariadenie	76
3.4.3.2	Vsádzkové suroviny pre výrobu tvárnej liatiny	80
3.4.3.3	Modifikátory pre výrobu tvárnej liatiny	80
3.4.3.4	Technológia modifikovania tvárnej liatiny	83

3.4.4	Oblasti aplikácie tvárnych liatin	88
3.4.5	Ekonomické výhody používania tvárnych liatin	90
3.5	Liatiny s červíkovitým grafitom	91
3.5.1	Výroba liatiny s červíkovitým grafitom	95
3.5.1.1	Taviace agregáty	95
3.5.1.2	Vsádzkové suroviny	95
3.5.1.3	Modifikačné prísady	96
3.5.1.4	Zhrnutie hlavných poznatkov o výrobe liatiny s červíkovitým grafitom	97
3.5.2	Vlastnosti liatin s červíkovitým grafitom	100
3.5.3	Oblasti aplikácie liatin s červíkovitým grafitom	105
3.5.4	Výhody používania liatin s červíkovitým grafitom	108
3.6	Bainitické tvárne liatiny	108
3.6.1	Výroba bainitickej tvárnej liatiny	109
3.6.2	Vlastnosti bainitických tvárnych liatin	111
3.6.3	Aplikácia bainitickej tvárnej liatiny v priemyselnej praxi	111
3.7	Neželezné kovy a ich zliatiny	114
3.7.1	Hliník a jeho zliatiny	115
3.7.1.1	Základné druhy	115
3.7.1.2	Výroba zliatin hliníka	117
3.7.2	Horčík a jeho zliatiny	119
3.7.2.1	Základné druhy	119
3.7.2.2	Výroba zliatin horčíka	120
3.7.3	Meď a jej zliatiny	121
3.7.3.1	Čistá meď	121
3.7.3.2	Bronzy	121
3.7.3.3	Mosadze	124
3.7.4	Výroba zliatin medi	124
3.7.4.1	Taviace agregáty	124
3.7.4.2	Metalurgické procesy pri výrobe jednotlivých zliatin	126
3.7.5	Niklové a titanové zliatiny	127
4	KONŠTRUOVANIE ODLIATKOV Z HĽADISKA HOSPODÁRNOSTI	130
4.1	Všeobecné konštrukčné zásady pri navrhovaní strojárskych súčiastok	131
4.1.1	Rozbor technológičnosti konštrukcie	131
4.2	Navrhovanie odliatku	134
4.2.1	Usmernené tuhnutie	136
4.2.2	Konštrukcia spojov, prechodov stien, vnútorných dutín, otvorov	136

4.2.2.1	Dutiny, otvory, sedlá	137
4.2.2.2	Hrúbky stien odliatku	138
4.2.2.3	Vnútorne pnutia	138
4.2.3	Tvar odliatku z hľadiska zlievárenskej technológie	144
4.2.4	Tvar odliatku z hľadiska čistenia	147
4.2.5	Tvar odliatku z hľadiska mechanického opracovania	147
5	NOVÉ SMERY V KLASICKÝCH TECHNOLOGIÁCH VÝROBY ODLIATKOV	148
5.1	Výroba veľkých odliatkov bezmodelovou technológiou	149
5.2	Výroba zlievárenských foriem na formovacom automate Disamatic	151
5.2.1	Technické dáta formovacej linky	151
5.2.2	Popis formovacej linky	152
5.3	Explozívne lisovanie zlievárenských foriem	154
5.4	Odlievacie odliatkov z furanových zmesí pripravovaných na priebežnom miešachi do šktupín	155
5.4.1	Použitie furanových zmesí pripravených na kontinuálnom miešachi pre väčšie odliatky	156
5.5	Formovacia metóda VACUPRES	157
5.5.1	Postup výroby foriem	157
5.5.2	Výhody formovacej metódy Vacupres	158
5.6	Vákuový spôsob výroby foriem (V-PROCES)	159
5.6.1	Princíp V-procesu	159
5.6.2	Výhody V-procesu	163
5.7	Stroje a zariadenia na výrobu foriem lisovaním vysokým merným tlakom	164
5.8	Nové smery v konštrukcii kuplovne	168
5.8.1	Bezkoksová kuplovňa	168
5.8.2	Kuplovňa s viac radmi dúchacích trubíc	169
5.8.3	Horúcovzdušná kuplovňa s viac radmi dúchacích trubíc	170
5.8.4	Použitie kyslíka k intenzifikácii chodu kuplovne	171
5.8.5	Taviace zariadenie GHV	171
5.8.5.1	Základná charakteristika kuplovne GHV	172
5.8.5.2	Meracie a regulačné zariadenie s osobným počítačom	174
5.9	Automatické odlievacie zariadenie	175
5.9.1	Charakteristika a popis odlievacieho zariadenia INVR 2500 (NDR)	175
6	TECHNOLÓGIA VÝROBY ODLIATKOV SO ZVÝŠENOU PRESNOSŤOU	178
6.1	Metóda škrupinových foriem ("C")	178
6.1.1	Ostrivo	179
6.1.2	Spojivo	179
6.1.3	Zmesi pre výrobu škrupinových foriem a jadier	179

6.1.3.1	Suché zmesi s práškovými spojivami	179
6.1.3.2	Obalované zmesi	180
6.1.3.3	Postupy výroby škrupinových foriem	181
6.1.3.4	Výhody a nevýhody škrupinových foriem	182
6.2	Metóda horúceho jadrovníka ("HB")	183
6.2.1	Formovanie zmesi pre metódu HB	183
6.2.1.1	Spojivo	183
6.2.1.2	Stroje a zariadenia na výrobu jadier metódou HB	184
6.2.1.3	Výhody a nevýhody škrupinových jadier a foriem vyrábaných metódou HB	185
6.3	Metóda studeného jadrovníka (Cold-Box)	186
6.3.1	Formovacie zmesi pre metódu CB	186
6.3.2	Stroje a zariadenia používané pre výrobu jadier metódou HB	187
6.4	Metóda sadrových foriem	187
6.4.1	Technológia výroby sadrových foriem	188
6.5	Technológia výroby odliatkov metódou presného liatia	189
6.5.1	Metóda vytaviteľného a spaliteľného modelu	190
6.5.1.1	Výroba materských foriem	190
6.5.1.2	Výroba vytaviteľného a spaliteľného modelu	191
6.5.1.2.1	Materiály na výrobu modelov	191
6.5.1.2.2	Spôsoby výroby modelov	191
6.5.1.2.3	Výroba keramických foriem	192
6.5.2	Metóda lisovaných keramických foriem	194
6.5.3	Metóda odlievania trvalého modelu	194
6.5.3.1	Odlievanie do keramických foriem v žeravom stave	194
6.5.3.2	Metóda odlievania do keramických foriem za studena (metóda Shaw)	195
6.5.4	Metóda bezrámových foriem lisovaných vysokými tlakmi	196
7	NEKONVENČNÉ METALURGICKÉ A TECHNOLOGICKÉ PROCESY	198
7.1	Vákuová metalurgia	198
7.1.1	Vákuové indukčné pece	198
7.1.1.1	Konštrukcia vákuových indukčných pecí	199
7.1.1.2	Technológia tavenia	200
7.1.2	Výroba ocele a zliatin vo vákuových peciach	202
7.1.3	Vákuové spracovanie tekutej ocele	205
7.2	Elektrotroskové pretavovanie (ETP) a elektrotroskové odlievanie (ETO)	210
7.2.1	Metalurgické zvláštnosti ETP	212

7.2.2	Zloženie a fyzikálne vlastnosti tavidiel (trosiek) pre ETP	213
7.2.3	Základné fyzikálno-metalurgické pochody pri ETP	215
7.2.3.1	Odsírovanie kovu pri ETP	215
7.2.3.2	Ochrana kovu pred okysličením pri ETP	215
7.2.3.3	Reakcia uhlíka pri ETP	217
7.2.3.4	Odstránenie nekovových vtrúsenín a plynov z kovu pri ETP	217
7.2.4	Ďalší vývoj pri ETP	218
7.2.5	Elektrotroskové odlievania	219
7.2.5.1	Podstata elektrotroskového odlievania	220
7.2.5.2	Typy elektrotroskových odliatkov	221
7.2.5.3	Potenciálne možnosti aplikácie technológie ETO	222
7.3	Odsírovanie	224
7.3.1	Druhy odsírovadiel	225
7.3.2	Teplota odsírovaného kovu	227
7.3.3	Používané spôsoby odsírovania	228
7.3.3.1	Mechanické spôsoby miešania	228
7.3.3.2	Miešanie plynom	230
7.3.3.3	Elektromagnetické miešanie	231
7.3.3.4	Samovolné miešanie	231
7.3.3.5	Výhody a nevýhody jednotlivých spôsobov miešania	231
7.4	Plazmové tavenie	233
7.5	Tavenie v elektrónových peciach	235
7.5.1	Princíp elektrónového ohrevu	236
7.5.2	Konštrukcia elektrónových pecí	236
7.6	Ovplyvňovanie kryštalizácie kovov a zliatin ultrazvukom	237
7.7	Výroba tvarových súčiastok metódou riadenej kryštalizácie	238
7.8	Výroba foriem zmrazovaním	240
7.9	Výroba foriem v magnetickom poli	241
7.10	Protitlakové odlievania	242
7.11	Výroba odliatkov lisovaním tekutého kovu	243
7.12	Metóda suspenzného odlievania	244
7.13	Nepretržité odlievania odliatkov	247
7.13.1	Plynulé odlievania do kryštalizátora	249
7.13.2	Plynulé odlievania viacvrstvových polotovarov	251
7.13.3	Plynulé vyťahovanie priamo z taveniny	251
8	RÝCHLE METÓDY KONTROLY AKOSTI TEKUTEJ LIATINY	253
8.1	Zákalková skúška	253
8.2	Termická analýza	254
8.3	Diferenciálna termická analýza	256

8.4	Diferenciálna kalorimetrická analýza	259
8.5	Metóda zisťovania obsahu kyslíka v roztavenej liatine pomocou kyslíkových termosond	260
9	CHYBY ODLIATKOV	262
9.1	Definovanie chýb odliatkov podľa ČSN 42 1240	262
9.2	Chyby tvaru, rozmerov a hmotnosti	265
9.3	Chyby povrchu	267
9.4	Prerušenie súvislostí	270
9.5	Dutiny	271
9.6	Vtrúseniny	273
9.7	Chyby štruktúry	274
9.8	Chyby chemického zloženia, nesprávne fyzikálne alebo mechanické vlastnosti	276
9.9	Nový návrh klasifikácie chýb odliatkov	276
9.10	Oprava chybných odliatkov	280
9.10.1	Oprava odliatkov zo zliatin farebných a ťahkých kovov	281
9.10.2	Oprava odliatkov zo sivej liatiny	282
9.10.3	Oprava odliatkov zo sivej liatiny	284
9.10.4	Plastické tmely	290
10	AUTOMATIZÁCIA RIADENIA, VÝPOČTOVÁ TECHNIKA V ZLIEVÁRENSTVE	293
10.1	Komplexná socialistická racionalizácia	293
10.2	Automatizácia riadenia	294
10.2.1	Súčasný trendy aplikácie výpočtovej techniky v jednotlivých oblastiach	296
10.2.1.1	ASR TPV	296
10.2.1.2	ASRV, ASR TP	298
10.3	Podmienky a predpoklady zavádzania výpočtovej techniky v zlievárenstve	299
10.3.1	Náplň a metódy štandardizácie	300
10.3.1.1	Triedniky odliatkov	300
10.3.1.2	Klasifikácia podkladov	301
10.3.2	Štandardizačné rozborý	302
10.3.2.1	Evidencia údajov o odliatkoch	302
10.3.2.2	Predmetné roztriedenie odliatkov	302
10.3.2.3	Spracovanie informácií o podobných odliatkoch	303
10.3.2.4	Využitie podkladov o skupine podobných odliatkov	303
10.3.2.5	Informovanosť zlievární	304
10.4	Prehľad počítačov a ich využitie v praxi	304
10.4.1	Rozdelenie počítačov	304
10.4.2	Základné časti počítačov	305

10.4.3	Prídavné zariadenia	305
10.4.4	Súčasný systém čs. počítačov 3,5 generácie	306
10.4.4.1	Univerzálne počítače	306
10.4.4.2	Minipočítače	306
10.4.4.3	Mikropočítače	307
10.5	Riadenie výrobných procesov	308
10.6	Kódovanie postupového výkresu	312
10.7	Kódovanie karty technologického postupu odliatku	313
10.8	Príklady využívania výpočtovej techniky v československých metalurgických závodoch	317
10.8.1	Využívanie výpočtovej techniky v závode Zlievárenň SNP Žiar nad Hronom	318
10.8.2	Využívanie výpočtovej techniky v zlievárni ocele a tvárnej liatiny k.p. Transporta Chrudim	320
11	ROBOTY A MANIPULÁTORY V ZLIEVÁRENSKÝCH PREVÁDZKACH	323
11.1	Robotizácia zlievárni	324
11.2	Požiadavky na PR a M v zlievárni	328
11.3	Príklady použitia PR a M v zlievárenskej praxi	328
11.3.1	Použitie PR v zlievárni presného liatia pracujúceho metódou vytaviteľného modelu	330
11.3.2	Použitie PR v klasických zlievárňach	331
11.3.3	Aplikácia PR a M pri čistení a apretácii odliatkov	333
11.3.3.1	Upaľovanie vtokov a náliatkov	333
11.3.3.2	Apretácia odliatkov	334
12	CHARAKTERISTIKA ZLIEVÁRENSKEJ VÝROBY Z HĽADISKA TECHNICKO-EKONOMICKEJ EFEKTÍVNOTI	335
12.1	Technicko-ekonomické ukazovatele	335
12.2	Ekonomická efektívnosť technologického procesu výroby odliatkov	336
	LITERATÚRA	339