

## OBSAH

1	Teorie podobnosti a modelování	9
1.1	Podobnost	9
1.1.1	Konstanta podobnosti	10
1.1.2	Indikátor podobnosti	12
1.1.3	Kritérium podobnosti, invariant podobnosti	14
1.2	Kriteriální rovnice	19
1.2.1	Rozměrová analýza	19
1.2.1.1	Veličiny a jednotky	19
1.2.1.2	$\pi$ -teorém	21
1.2.2	Analýza základních rovnic	25
1.3	Modelování	28
1.3.1	Matematické modelování	28
1.3.2	Fyzikální modelování	28
1.3.2.1	Přibližné modelování	29
1.3.2.2	Izotermické modelování	29
2	Proudění	31
2.1	Obecný základ	31
2.1.1	Základní pojmy	31
2.1.2	Stavové veličiny	32
2.1.3	Fyzikální vlastnosti tekutin	33
2.1.4	Základní plynové zákony	35
2.2	Statika a dynamika tekutin	37
2.2.1	Základní druhy tlaku	38
2.2.2	Statika tekutin	40
2.2.2.1	Statika jednoho plynu	40
2.2.2.2	Statika dvou plynů rozdílných vlastností	41
2.2.2.3	Eulerova rovnice statiky tekutin	45
2.2.3	Dynamika tekutin	47
2.2.3.1	Základní rovnice proudění	48
2.2.3.2	Druhy proudění skutečné tekutiny	57
2.2.3.3	Mezní vrstva	64

<b>2.3 Hydraulické ztráty</b>	.....	69
2.3.1 Ztráty třením	.....	70
2.3.1.1 Typy drsnosti	.....	71
2.3.1.2 Vliv drsnosti na hydraulické odpory	.....	72
2.3.1.3 Součinitel tření u kruhového potrubí	.....	73
2.3.1.4 Součinitel tření u nekruhového potrubí	.....	75
2.3.2 Místní ztráty	.....	77
<b>2.4 Proudění plynu v pecních systémech</b>	.....	78
2.4.1 Proudění plynu kanály	.....	78
2.4.1.1 Proudění plynu v horizontálním kanále	.....	79
2.4.1.2 Proudění plynu ve vertikálním kanále	.....	81
2.4.2 Výtok plynu otvory	.....	84
2.4.2.1 Výtok plynu nízkými rychlostmi	.....	84
2.4.2.2 Výtok plynu při vysokých rychlostech	.....	86
2.4.3 Proudění plynu v pracovním prostoru pecí	.....	92
2.4.4 Přirozený a nucený odvod spalin	.....	94
2.4.4.1 Přirozený odvod spalin	.....	95
2.4.4.2 Nucený odvod spalin	.....	97
<b>3 SDÍLENÍ TEPLA</b>	.....	99
<b>3.1 Sdílení tepla vedením</b>	.....	100
3.1.1 Součinitel tepelné vodivosti	.....	101
3.1.2 Fourierova rovnice vedení tepla	.....	103
3.1.3 Podmínky jednoznačnosti úloh vedení tepla	.....	106
3.1.4 Stacionární vedení tepla	.....	108
3.1.4.1 Rovinná stěna	.....	108
3.1.4.2 Válcová stěna	.....	113
3.1.4.3 Vícesměrné stacionární vedení tepla	.....	116
3.1.5 Nestacionární vedení tepla	.....	119
3.1.5.1 Analytické metody	.....	120
3.1.5.2 Numerické metody	.....	127
<b>3.2 Sdílení tepla konvekcí</b>	.....	131
3.2.1 Fourierova - Kirchhoffova rovnice	.....	131
3.2.2 Sdílení tepla mezi tekutinou a tuhým tělesem	.....	134
3.2.2.1 Tepelný tok na rozhraní tekutina - tuhé těleso	.....	134
3.2.2.2 Místní součinitel přestupu tepla konvekcí	.....	136
3.2.2.3 Střední součinitel přestupu tepla konvekcí, střední teplotní rozdíl	.....	138
3.2.4 Využití teorie podobnosti pro řešení konvekčního sdílení tepla	.....	141
3.2.5 Vliv změny teploty tekutiny na konvekci tepla	.....	142
3.2.6 Inženýrské výpočty přestupu tepla konvekcí	.....	143
3.2.6.1 Přirozené proudění	.....	143
3.2.6.2 Nucené proudění	.....	145

3.3 Sdílení tepla zářením	Zákon	..... 148
3.3.1 Fyzikální základy záření	$k_f$	..... 148
3.3.1.1 Základní pojmy	$I_{\lambda}$	..... 149
3.3.1.2 Planckův zákon	$I_{\lambda, \text{Planck}}$	..... 151
3.3.1.3 Wienův posunovací zákon	$I_{\lambda, \text{Wien}}$	..... 152
3.3.1.4 Stefanův - Boltzmannův zákon	$I_{\lambda, \text{Stefan-Boltzmann}}$	..... 153
3.3.1.5 Lambertův zákon	$I_{\lambda, \text{Lambert}}$	..... 154
3.3.2 Radiační vlastnosti	$L$	..... 155
3.3.2.1 Kirchhoffův zákon	$L_{\lambda}$	..... 156
3.3.2.2 Spektrální radiační vlastnosti	$m$	..... 159
3.3.3 Šedé těleso	$M$	..... 160
3.3.4 Záření mezi tělesy v propustném prostředí	$N$	..... 162
3.3.4.1 Index směrovosti	$O$	..... 164
3.3.4.2 Dva rovnoběžné ploché povrchy	$O_{\text{rovnoběžné}}$	..... 166
3.3.4.3 Dva zakřivené povrchy	$O_{\text{zakřivené}}$	..... 168
3.3.5 Záření plynů	$P_p$	..... 169
3.3.5.1 Základní zákonitosti	$P_{p, \text{základní}}$	..... 170
3.3.5.2 Záření spalin	$P_{p, \text{spaliny}}$	..... 171
3.3.6 Záření mezi plynem a tuhým tělesem	$P_{p, \text{plyn-tuhý}}$	..... 174
3.4 Složené sdílení tepla	$P_{\text{složené}}$	..... 175

## LITERATURA

normální tlak	$p_n$	..... 177
relativní tlak	$p_r$	..... 177
stavební tlak	$p_s$	..... 177
tlakové číslo	$p_t$	..... 177
přetlak, podtlak, rozdíl tlaků	$\Delta p$	..... 177
tepelny tok, tepelný výkon, výkon	$P$	..... 177
hmotota tepelného toku	$q$	..... 177
lineární hustota tepelného toku	$q_l$	..... 177
vydělost výmlivého objemového tepelného zdroje	$(Q_{\text{objemový}})$	..... 177
teplota	$T$	..... 177
hmotnostní tok, hmotnostní příkon	$Q_m$	..... 177
objemový tok, objemový příkon	$Q_v$	..... 177
teplota výmlivého smíšeného objemového zdroje	$Q_{\text{smíšený}}$	..... 177
polomer	$r, R$	..... 177
měrná plynová konstanta	$T'$	..... 177
měrný srážkový odpor	$R; R_i; R_w$	..... 177
odrazový a reflektance	$R$	..... 177