

Obsah :

1. ROZDĚLENÍ KOTLŮ	6
1.1. TEPLOVODNÍ A HORKOVODNÍ KOTLE	6
1.2. PŘÍKLADY PARNÍCH KOTLŮ	7
1.2.1. <i>Velkoprostorové kotle</i>	7
1.2.2. <i>Vodotrubné kotle</i>	9
2. OBECNÉ ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ KOTLŮ	17
2.1. VÝPOČTOVÉ METODY	17
2.1.1. <i>Projekční výpočet kotle</i>	17
2.1.2. <i>Kontrolní výpočet kotle</i>	18
2.1.3. <i>Rozsah zadání pro nový projekt</i>	18
2.2. ZÁKLADNÍ PARAMETRY KOTLE	18
2.3. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH KONCEPCE KOTLE A PŘÍPRAVY PALIVA	19
2.3.1. <i>Vliv paliva na konstrukční provedení kotle</i>	19
2.3.2. <i>Vliv složení pevného paliva na konstrukční provedení kotle</i>	21
2.3.3. <i>Vliv paliva na řešení palivového hospodářství</i>	23
2.3.4. <i>Vliv parametrů páry na koncepci kotle</i>	23
2.3.5. <i>Vliv tlaku na tepelné schéma kotle</i>	24
2.3.6. <i>Teplota spalin na výstupu z ohniště</i>	25
2.3.7. <i>Teplota spalin odcházejících z kotle</i>	26
2.3.8. <i>Teplota ohřátí vzduchu</i>	27
2.4. POSTUP PŘI NÁVRHU A PROJEKČNÍM TEPELNÉM VÝPOČTU KOTLE	28
2.5. POSTUP PŘI KONTROLNÍM TEPELNÉM VÝPOČTU KOTLE	29
3. VLASTNÍ NÁVRH KOTLE	30
3.1. TEPELNÉ SCHÉMA A ŘAZENÍ TEPLOSMĚNNÝCH PLOCH	30
3.1.1. <i>Návrh celkového uspořádání kotle</i>	31
3.1.2. <i>Jednotlivé koncepční typy</i>	32
3.1.3. <i>Návrh koncepce spalovacího zařízení (ohniště)</i>	33
4. PŘÍPRAVNÉ VÝPOČTY	36
4.1. PŘEPOČTY PALIV	36
4.1.1. <i>Tuhá paliva</i>	36
4.1.2. <i>Kapalná paliva</i>	38
4.1.3. <i>Plynná paliva</i>	38
4.2. STECHIOMETRICKÉ VÝPOČTY	39
4.2.1. <i>Výpočet pro tuhá a kapalná paliva</i>	39
4.2.2. <i>Výpočet pro plynná paliva</i>	42
4.2.3. <i>Přibližné metody určení spotřeby vzduchu a množství spalin</i>	43
4.2.4. <i>Hustota vzduchu a spalin</i>	43
4.2.5. <i>Entalpie vzduchu a spalin</i>	44
4.3. FYZIKÁLNÍ CHARAKTERISTIKY SPALIN, VZDUCHU A PÁRY	47
4.3.1. <i>Měrná tepelná kapacita spalin a vzduchu</i>	47
4.3.2. <i>Kinematická viskozita spalin a vzduchu</i>	48
4.3.3. <i>Součinitel tepelné vodivosti vzduchu a spalin</i>	49
4.3.4. <i>Prandtlovo číslo vzduchu a spalin</i>	49
4.3.5. <i>Fyzikální charakteristiky vody a páry</i>	50
4.4. SPALOVÁNÍ SMĚSÍ PALIV	53
4.5. PŘEBYTEK SPALOVACÍHO VZDUCHU	53
4.5.1. <i>Přebytek vzduchu na výstupu z ohniště</i>	54
4.5.2. <i>Přisávání falešného vzduchu</i>	55
4.5.3. <i>Přisávání ohříváku vzduchu</i>	56
4.5.4. <i>Přebytek vzduchu při dílčích výkonech kotle</i>	57
4.5.5. <i>Určení součinitele přebytku vzduchu u stávajících kotlů</i>	57
4.6. PRŮTOK VZDUCHU A SPALIN	58
4.7. RECIRKULACE SPALIN	59

5. ZÁKLADNÍ BILANCE KOTLE.....	61
5.1. TEPELNÁ BILANCE KOTLE.....	61
5.1.1. Redukovaná výhřevnost.....	61
5.2. TEPELNÉ ZTRÁTY KOTLE A ÚČINNOST.....	63
5.2.1. Ztráta mechanickým nedopalem.....	63
5.2.2. Ztráta chemickým nedopalem.....	65
5.2.3. Ztráta sáláním a vedením tepla do okolí.....	65
5.2.4. Ztráta fyzickým teplem tuhých zbytků.....	66
5.2.5. Ztráta citelným teplem spalin (kominová).....	67
5.2.6. Účinnost kotle.....	68
5.3. VÝROBNÍ TEPLA PÁRY A MNOŽSTVÍ PALIVA.....	68
5.3.1. Výrobní teplo páry.....	68
5.3.2. Množství paliva.....	68
5.4. PŘÍPRAVA PALIVA PŘED SPALOVÁNÍM.....	68
5.5. BILANČNÍ TEPELNÉ VÝPOČTY JEDNOTLIVÝCH DÍLŮ KOTLE.....	74
5.5.1. Tepelná bilance ohříváku vzduchu.....	76
5.5.2. Tepelná bilance ohříváku vody.....	76
5.5.3. Tepelná bilance přehříváku.....	76
5.5.4. Tepelná bilance spalinového přehříváku.....	77
5.5.5. Tepelná bilance vstřikového chladiče.....	77
5.5.6. Tepelná bilance paralelně řazených ploch.....	77
5.5.7. Bilance výparníku.....	78
6. VÝPOČET SPALOVACÍ KOMORY.....	78
6.1. NÁVRH VELIKOSTI A KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ OHNIŠTĚ.....	79
6.2. KONSTRUKČNÍ USPOŘADÁNÍ OHNIŠTĚ.....	82
6.3. URČENÍ GEOMETRICKÝCH PARAMETRŮ OHNIŠTĚ.....	83
6.3.1. Aktivní objem ohniště.....	83
6.3.2. Projekční povrch stěn ohniště.....	83
6.3.3. Účinná sálavá plocha stěn ohniště.....	84
6.3.4. Součinitel tepelné efektivity stěn.....	84
6.4. VÝPOČET OHNIŠTĚ Z HLEDISKA PŘENOSU TEPLA.....	86
6.4.1. Teplota nechlazeného plamene.....	86
6.4.2. Boltzmannovo číslo.....	87
6.4.3. Součinitel M.....	87
6.4.4. Stupeň černosti ohniště.....	89
6.4.5. Doporučený postup tepelného výpočtu ohniště.....	92
7. VÝPOČET SDÍLENÍ TEPLA.....	93
7.1. SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA.....	93
7.2. RYCHLOST PROUDĚNÍ.....	96
7.3. PRŮTOČNÝ PRŮŘEZ PROUDU.....	97
7.3.1. Příčné proudění.....	97
7.3.2. Podélné proudění.....	98
7.4. SOUČINITEL PŘESTUPU TEPLA KONVEKČÍ.....	98
7.4.1. Příčné obtékání svazku trubek uspořádaných za sebou.....	98
7.4.2. Příčné obtékání svazku trubek uspořádaných vystřídane.....	99
7.4.3. Podélné obtékání plochy.....	100
7.4.4. Součinitel přestupu tepla konvekci pro deskové (kapsové) ohříváky vzduchu.....	102
7.4.5. Součinitel přestupu tepla konvekci pro regenerační ohříváky vzduchu.....	102
7.4.6. Zvláštní případy přestupu tepla.....	103
7.4.7. Součinitel přestupu tepla konvekci žebrovaných trubek ⁹	104
7.5. SOUČINITEL PŘESTUPU TEPLA SÁLÁNÍM.....	117
7.5.1. Efektivní tloušťka sálavé vrstvy.....	119
7.5.2. Součinitel zeslabení sálání triatomovými plyny.....	119
7.5.3. Součinitel zeslabení sálání popílkovými částicemi.....	120
7.5.4. Sálání volných prostorů.....	120
7.5.5. Teplota povrchu nánosů na straně spalin.....	121
7.6. SOUČINITEL ZANESENÍ, VYUŽITÍ A TEPELNÉ EFEKTIVNOSTI VÝHŘEVNÉ PLOCHY.....	122
7.6.1. Součinitel zanesení.....	123

7.6.2. Součinitel využití	124
7.6.3. Součinitel tepelné efektivity	124
7.7. TEPLOTNÍ SPÁD.....	125
7.7.1. Souproudé a protiproudé zapojení.....	125
7.7.2. Kombinované proudění.....	126
7.7.3. Zvláštní případy.....	131
8. DOPORUČENÍ K VÝPOČTU KONVEKČNÍCH PLOCH	132
8.1. OHŘÍVÁK VZDUCHU (OVZ).....	132
8.1.1. Typy ohříváků vzduchu.....	132
8.1.2. Rosný bod spalin.....	133
8.1.3. Ochrana proti nízkoteplotní korozi.....	133
8.1.4. Trubkový ohřívák vzduchu.....	135
8.1.5. Ohřívák vzduchu typu Ljungstroem.....	138
8.2. VÝPOČET OHŘÍVÁKU VODY.....	143
8.2.1. Uspořádání ohříváku vody.....	143
8.2.2. Volba trubek a roztečí.....	143
8.2.3. Doporučené rychlosti.....	144
8.2.4. Výpočet ohříváku vody.....	144
8.3. NÁVRH VÝPARNÍKU.....	146
8.3.1. Konstrukční provedení výparníku bubnových kotlů.....	146
8.3.2. Výparník průtočných kotlů.....	147
8.3.3. Přechodník.....	149
8.4. KONVEKČNÍ PŘEHŘÍVÁKY PÁRY.....	150
8.4.1. Zapojení a uspořádání přehříváku.....	151
8.4.2. Vliv regulace teploty páry.....	151
8.4.3. Rychlost páry.....	152
8.4.4. Průměr trubek a rozteče.....	152
8.4.5. Výpočet přehříváku.....	153
8.4.6. Výpočet paralelně řazených ploch.....	154
8.5. VÝPOČET DESKOVÉHO PŘEHŘÍVÁKU.....	154
8.5.1. Volba základních rozměrů.....	154
8.5.2. Bilance tepla.....	156
8.5.3. Sálavé teplo z ohniště.....	157
8.5.4. Výhřevná plocha desek.....	158
8.5.5. Střední teplotní spád.....	159
8.5.6. Součinitel prostupu tepla.....	159
8.5.7. Postup výpočtu.....	160
9. NEDOKONALÉ SPALOVÁNÍ.....	160
10. HYDRAULICKÝ A AERODYNAMICKÝ VÝPOČET KOTLE	162
10.1. TLAKOVÉ ZTRÁTY PŘI PODÉLNÉM JEDNOFÁZOVÉM PROUDĚNÍ.....	163
10.2. TLAKOVÉ ZTRÁTY PŘI PŘÍČNÉM JEDNOFÁZOVÉM OMÝVÁNÍ SVAZKŮ TRUBEK.....	165
11. KONSTRUKČNÍ MATERIÁLY PRO STAVBU KOTLŮ.....	168
11.1. KERAMICKÉ MATERIÁLY.....	168
11.2. VLASTNOSTI KOVOVÝCH MATERIÁLŮ.....	168
11.2.1. Obecné požadavky na kovové materiály pro stavbu kotlů.....	168
11.2.2. Základní rozdělení.....	170
11.3. KOVOVÉ MATERIÁLY PRO STAVBU KOTLŮ.....	170
11.3.1. Materiály na plechy.....	170
11.3.2. Materiály na trubky.....	171
12. PŘÍKLAD PROJEKČNÍHO NÁVRHU NOVÉHO KOTLE	173