

O b s a h :

	str.
Úvod	3
1. Průmyslová energetika	4
1.1 Požadavky průmyslových závodů na tepelnou a elektrickou energii	5
1.2 Bilance spotřeby energie v různých odvětvích průmyslu	6
1.2.1 Hutní průmysl	6
1.2.2 Chemický průmysl	9
1.2.3 Průmysl paliv	9
1.2.4 Strojírenství	10
1.2.5 Papírensko-celulózový průmysl	11
1.2.6 Spotřební průmysl, potravinářský a ostatní	11
2. Parní turbíny pro teplárny a průmyslové závody	13
2.1 Typy parních turbín pro teplárenské účely	13
2.2 Projektování parní turbíny	13
2.3 Stavby páry	15
2.4 Tepelná schemata pro současnou spotřebu tepelné a elektrické energie	17
2.5 Požadavky na projekt a konstrukci teplárenských parních turbín	20
2.6 Optimalizace projektu teplárenské turbíny	22
2.7 Návrh parní turbíny	24
2.8 Parní turbíny malých výkonů pro průmyslové a pomocné účely	28
3. Vlastnosti parních turbín při změně provozních podmínkách	32
3.1 Činnost parní turbíny při změně zatížení	32
3.2 Přibližné řešení průtoku stupňovou částí turbíny	33
3.3 Rozdělení tlaků a tepelných spádů v turbíně při změně zatížení a protitlaku	43
3.4 Termodynamická účinnost kondenzační parní turbíny při obecné změně provozních podmínek	48
4. Způsoby regulace parních turbín	54
4.1 Regulace škrcením	55
4.2 Regulace skupinová	56
4.3 Regulace klouzavým tlakem vstupní páry	58
4.4 Regulace obtokem	59
4.5 Porovnání způsobů regulace parní turbíny	63
5. Spotřební charakteristiky parních turbín	67
5.1 Spotřební charakteristika kondenzační nebo protitlaké parní turbíny	68
5.2 Spotřební charakteristika turbíny s regulovanými odběry páry	74
6. Vliv změny stavů páry na výkon parní turbíny	79
6.1 Vliv změny vstupního tlaku páry	79
6.2 Vliv změny teploty vstupní páry	83
6.3 Vliv změny protitlaku	86
7. Kondenzace parních turbín	97
7.1.1 Konstrukce kondenzátoru	99
7.1.2 Kondenzátor při změně provozních podmínkách	101
7.1.3 Pomocná zařízení kondenzátoru	103
7.1.4 Zásobování elektrárny chladicí vodou	107
7.1.5 Výparné chladiče	107

O b s a h :

	str.
Úvod	3
1. Průmyslová energetika	4
1.1 Požadavky průmyslových závodů na tepelnou a elektrickou energii	5
1.2 Bilance spotřeby energie v různých odvětvích průmyslu	6
1.2.1 Hutní průmysl	6
1.2.2 Chemický průmysl	9
1.2.3 Průmysl paliv	9
1.2.4 Strojírenství	10
1.2.5 Papírensko-celulózový průmysl	11
1.2.6 Spotřební průmysl, potravinářský a ostatní	11
2. Parní turbíny pro teplárny a průmyslové závody	13
2.1 Typy parních turbín pro teplárenské účely	13
2.2 Projektování parní turbíny	13
2.3 Stavby páry	15
2.4 Tepelná schémata pro současnou spotřebu tepelné a elektrické energie	17
2.5 Požadavky na projekt a konstrukci teplárenských parních turbín	20
2.6 Optimalizace projektu teplárenské turbíny	22
2.7 Návrh parní turbíny	24
2.8 Parní turbíny malých výkonů pro průmyslové a pomocné účely	28
3. Vlastnosti parních turbín při změnách provozních podmínkách	32
3.1 Činnost parní turbíny při změně zatížení	32
3.2 Přibližné řešení průtoku stupňovou částí turbíny	33
3.3 Rozdělení tlaků a tepelných spádů v turbíně při změně zatížení a protitlaku	43
3.4 Termodynamická účinnost kondenzační parní turbíny při obecné změně provozních podmínek	48
4. Způsoby regulace parních turbín	54
4.1 Regulace škrcením	55
4.2 Regulace skupinová	56
4.3 Regulace klouzavým tlakem vstupní páry	58
4.4 Regulace obtokem	59
4.5 Porovnání způsobů regulace parní turbíny	63
5. Spotřební charakteristiky parních turbín	67
5.1 Spotřební charakteristika kondenzační nebo protitlaké parní turbíny	68
5.2 Spotřební charakteristika turbíny s regulovanými odběry páry	74
6. Vliv změny stavů páry na výkon parní turbíny	79
6.1 Vliv změny vstupního tlaku páry	79
6.2 Vliv změny teploty vstupní páry	83
6.3 Vliv změny protitlaku	86
7. Kondenzace parních turbín	97
7.1.1 Konstrukce kondenzátoru	99
7.1.2 Kondenzátor při změnách provozních podmínkách	101
7.1.3 Pomocná zařízení kondenzátoru	103
7.1.4 Zásobování elektrárny chladicí vodou	107
7.1.5 Výparné chladiče	107

7.1.6	Suché chladiče	110
7.2	Redukční a chladicí stanice	111
7.3	Akumulátory tepla	111
8.	Vybrané statě z montáže a provozu parních turbín	117
8.1	Usazení turbínových těles a ložiskových stojanů pomocí vodováhy	117
8.2	Středění a kontrola polohy rotorů měřením na přírubách spojky	119
8.3	Uzavření turbínového tělesa	121
8.4	Kontrolní a ochranná zařízení parních turbín	121
	8.4.1 Popis a funkce zabezpečovacího systému	121
	8.4.2 Zabezpečované veličiny	122
	8.4.3 Technické požadavky na řešení požární ochrany	124
8.5	Příčiny poruch energetických zařízení	124
8.6	Přehled nejčastějších poruch parních turbín	125
8.7	Diagnostika	129
8.8	Vyšetření podmínek diagnostiky	130
9.	Měření na parních turbínách	133
9.1	Účel a volba druhu měření	133
9.2	Měřicí místa	134
9.3	Průběh expanze v parní turbíně	134
9.4	Zjišťování termodynamické účinnosti parní turbíny	135
	9.4.1 Metoda přímá	136
	9.4.2 Metoda nepřímá	138
9.5	Expanzní čára parní turbíny	139
9.6	Měření parních turbín při záručních zkouškách	139
	9.6.1 Všeobecné údaje	140
	9.6.2 Úprava strojů před záručními zkouškami	141
	9.6.3 Stálost podmínek při záruční zkoušce	141
	9.6.4 Zatížení při záruční zkoušce a doba trvání zkoušky	143
	9.6.5 Odečty měřených veličin při garančních zkouškách	143
	9.6.6 Měřicí přístroje	144
	9.6.7 Měření tlaku	144
	9.6.7.1 Měření tlaku páry	145
	9.6.7.2 Měření tlaku vody	145
	9.6.8 Měření teploty	145
	9.6.8.1 Měřicí přístroje	146
	9.6.9 Měření průtoku	146
	9.6.10 Vyhodnocení záručních zkoušek	147
	9.6.11 Posouzení záručních zkoušek s ohledem na záruky	147
10.	Teplárny se spalovacími turbínami	149
11.	Ekonomické hodnocení tepláren	152
11.1	Výpočtové náklady	153
11.2	Rozdělení nákladů na teplo a elektrickou energii v teplárnách	153

7.1.6	Suché chladiče	110
7.2	Redukční a chladicí stanice	111
7.3	Akumulátory tepla	111
8.	Vybrané statě z montáže a provozu parních turbín	117
8.1	Usazení turbínových těles a ložiskových stojanů pomocí vodováhy	117
8.2	Středění a kontrola polohy rotorů měřením na přírubách spojky	119
8.3	Uzavření turbínového tělesa	121
8.4	Kontrolní a ochranná zařízení parních turbín	121
	8.4.1 Popis a funkce zabezpečovacího systému	121
	8.4.2 Zabezpečované veličiny	122
	8.4.3 Technické požadavky na řešení požární ochrany	124
8.5	Příčiny poruch energetických zařízení	124
8.6	Přehled nejčastějších poruch parních turbín	125
8.7	Diagnostika	129
8.8	Vyšetření podmínek diagnostiky	130
9.	Měření na parních turbínách	133
9.1	Účel a volba druhu měření	133
9.2	Měřicí místa	134
9.3	Průběh expanze v parní turbíně	134
9.4	Zjišťování termodynamické účinnosti parní turbíny	135
	9.4.1 Metoda přímá	136
	9.4.2 Metoda nepřímá	138
9.5	Expanzní čára parní turbíny	139
9.6	Měření parních turbín při záručních zkouškách	139
	9.6.1 Všeobecné údaje	140
	9.6.2 Úprava strojů před záručními zkouškami	141
	9.6.3 Stálost podmínek při záruční zkoušce	141
	9.6.4 Zatížení při záruční zkoušce a doba trvání zkoušky	143
	9.6.5 Odečty měřených veličin při garančních zkouškách	143
	9.6.6 Měřicí přístroje	144
	9.6.7 Měření tlaku	144
	9.6.7.1 Měření tlaku páry	145
	9.6.7.2 Měření tlaku vody	145
	9.6.8 Měření teploty	145
	9.6.8.1 Měřicí přístroje	146
	9.6.9 Měření průtoku	146
	9.6.10 Vyhodnocení záručních zkoušek	147
	9.6.11 Posouzení záručních zkoušek s ohledem na záruky	147
10.	Teplárny se spalovacími turbínami	149
11.	Ekonomické hodnocení tepláren	152
11.1	Výpočtové náklady	153
11.2	Rozdělení nákladů na teplo a elektrickou energii v teplárnách	153