

OBSAH

Úvod	8
Přehled hlavních použitých značek a indexů	10
1 Stručný přehled vývoje paroplyňových elektráren	17
2 Termodynamika paroplyňových oběhů	25
2.1 Základy teorie tepelných oběhů	25
2.1.1 Základní vztahy	25
2.1.2 Carnotův oběh	26
2.1.3 Rankinův-Clausinův oběh a skutečný parní oběh	28
2.1.4 Braytonův oběh, jednoduchý oběh spalovací turbíny	30
2.1.5 Regenerace tepla	32
2.1.6 Trojúhelníkový a lichoběžníkový parní oběh	35
2.2 Termodynamické základy paroplyňových oběhů	37
2.2.1 Srovnání parních oběhů a oběhů spalovacích turbín — paroplyňový oběh	37
2.2.2 Ideální paroplyňový oběh	39
2.2.3 Paroplyňový oběh s regenerací tepla v parním oběhu	44
2.3 Základní typy paroplyňových oběhů a elektráren	46
2.4 Základy výpočtů paroplyňových elektráren	51
2.4.1 Termodynamické vlastnosti pracovní látky	51
2.4.2 Spalování a bilance spalovací komory	58
3 Paroplyňové elektrárny s kotlem zařazeným za spalovací turbínou	63
3.1 Schéma zapojení, základní parametry	63
3.2 Základní bilanční vztahy a ukazatele	65
3.3 Vliv základních parametrů plynového oběhu na charakteristiky paroplyňového bloku	73
3.3.1 Účinnost spalovací turbíny	73
3.3.2 Vliv tlakových ztrát v plynovém oběhu	74
3.3.3 Optimální stlačení	76
3.3.4 Regenerace tepla v plynovém oběhu	77
3.3.5 Dělená komprese a mezichlazení	79
3.3.6 Dělená expanze se spalováním ve více stupních.	82
3.3.7 Stav vývoje spalovacích turbín a jejich vlastností z hlediska využití v paroplyňových elektrárnách	83
3.4 Vliv základních parametrů parního oběhu na charakteristiky paroplyňového bloku	88
3.4.1 Poměrné množství páry	89
3.4.2 Vliv parametrů vstupní páry, přehřívání páry	94
3.4.3 Teplota napájecí vody	95
3.5 Vliv teploty okolí.	98
3.6 Velikost přitápění a přebytek vzduchu	101
4 Paroplyňové elektrárny s kotlem bez přitápění nebo s mírným přitápěním	112
4.1 Schéma zapojení a základní parametry paroplyňové elektrárny	112
4.2 Paroplyňové elektrárny s dvoutlakovou parní částí, vychlazení spalin	116

4.3	Kotle pro paroplynové elektrárny s mírným přitápěním	120
4.3.1	Přítápění, parametry páry, hořáky	120
4.3.2	Konstruktční řešení	122
4.3.3	Provoz a ekonomická hlediska při návrhu.	125
4.4	Projektované a realizované elektrárny.	126
5	Paroplynové elektrárny s vysokým stupněm přitápění	134
5.1	Schéma zapojení a základní parametry	134
5.2	Optimální rozdělení napájecí vody do spalinových a parních ohříváků napájecí vody	138
5.3	Zvláštnosti návrhu paroplynových bloků sestavených z typových turbín	144
5.4	Kotle se spalovací komorou pro paroplynové elektrárny	146
5.5	Příklady projektovaných a realizovaných paroplynových elektráren s vysokým stupněm přitápění	151
6	Paroplynové elektrárny s ohřevem napájecí vody teplem odvedeným z plynového oběhu	157
6.1	Schéma zapojení, základní parametry	157
6.2	Účinnost paroplynového bloku, výkonový poměr	160
6.2.1	Změna účinnosti parního oběhu	160
6.2.2	Účinnost paroplynového bloku, srovnání se samostatně pracujícím parním blokem a spalovací turbínou	165
6.2.3	Výkonový poměr	168
6.3	Příklady projektovaných a realizovaných elektráren	168
7	Paroplynové elektrárny s přetlakovými kotli a výměníky	173
7.1	Teoretické základy — přestup tepla při vyšším tlaku spalin	173
7.1.1	Přestup tepla konvekci	173
7.1.2	Přestup tepla sáláním	176
7.1.3	Teplota stěny teplosměnné plochy	178
7.2	Tepelná schémata paroplynových elektráren s přetlakovými kotli a vý- měníky	179
7.3	Přetlakové kotle	184
7.4	Příklady projektovaných a postavených elektráren s přetlakovými kotli	188
8	Paroplynové teplárny	194
8.1	Teplárny se spalovacími turbínami a kotli na odpadní teplo	194
8.2	Paroplynové teplárny s protitlakovými parními turbínami	196
8.2.1	Paroplynové teplárny bez přitápění	197
8.2.2	Paroplynové teplárny s přitápěním	200
8.3	Paroplynové teplárny s parními odběrovými turbínami	203
8.4	Projektované a postavené paroplynové teplárny	205
9	Zvláštní a perspektivní typy paroplynových elektráren	214
9.1	Vysokoteplotní paroplynové elektrárny	214
9.2	Monární paroplynové elektrárny	218
9.3	Paroplynová zařízení v jaderných elektrárnách	220
9.4	Paroplynové elektrárny s MHD generátory	222
10	Paroplynové oběhy vhodné pro rekonstrukci a modernizaci stávajících elektráren	224
10.1	Výfuk spalovací turbíny je zaveden do parního kotle	224
10.2	Výfukové spaliný ze spalovací turbíny ohřívají napájecí vodu	227

11	Ekonomické hodnocení paroplynových elektráren. Využití v elektrizační soustavě	229
11.1	Význam technicko-ekonomických výpočtů, volba optimální varianty	229
11.2	Výpočtové náklady	232
11.3	Nové zásady hodnocení efektivnosti investic	234
11.4	Činitel času	236
11.5	Náklady pevné a pohyblivé, měrné náklady, roční měrné náklady	237
11.6	Některé technicko-ekonomické ukazatele a vlastnosti paroplynových elektráren, srovnání s jinými typy elektráren.	239
11.6.1	Účinnost	239
11.6.2	Investiční náklady	243
11.6.3	Zastavěná plocha a obestavěný prostor.	245
11.6.4	Výrobní náklady	246
11.6.5	Spolehlivost	249
11.7	Využití paroplynových elektráren v elektrizační soustavě	250
	Literatura	252