
Obsah

Predslov	iii
Prehľad označenia	vii
Obsah	xi
Zoznam obrázkov	xvii
Zoznam tabuliek	xxvii
1 ÚVOD	1
1.1 Princíp prúdového stroja	1
1.2 Rozdelenie prúdových strojov	12
1.3 Hlavné funkčné časti	13
2 FYZIKÁLNE ZÁKONITOSTI	17
2.1 Vlastnosti plynov	17
2.2 Termodynamické stavové veličiny	19
2.3 Machovo číslo	23
2.4 Rovnica kontinuity	25
2.5 Rovnica energie	27
2.6 Prúdenie s disipáciou	29
2.7 Pohybová rovnica	30
2.7.1 Eulerova rovnica	31
2.7.2 Nestacionárnosť	32
2.7.3 Navier – Stokesova rovnica	33
2.7.4 Bernoulliho rovnica	33
2.7.5 Fannova rovnica	34
2.7.6 Rayleighova rovnica	36
2.7.7 Moment hybnosti	38
2.8 Nevratnosť procesov v prúdových strojoch	40
2.8.1 Prúdové stroje v tepelných obehoch	40

2.8.2	Podmienky pre vytvorenie práce	43
2.8.3	Entropia	44
2.8.4	Produkcia entropie v prúdovom stroji	46
3	ÚČINNOSTĚ	49
3.1	Účinnosť silového stroja	49
3.1.1	Tepelné turbíny	51
3.1.2	Hydraulické turbíny	52
3.2	Účinnosť pracovného stroja	53
3.2.1	Kompresory	55
3.2.2	Čerpadlá	56
3.3	Polytropická účinnosť	56
3.3.1	Kompresor	56
3.3.2	Turbína	60
3.3.3	Význam polytropickej účinnosti	60
3.3.4	Reheat faktor	62
3.4	Účinnosť difúzora	64
3.4.1	Tlakový súčiniteľ	67
3.5	Účinnosť dýzy	68
4	ROZMEROVÁ ANALÝZA	71
4.1	Princíp rozmerovej analýzy prúdových strojov	71
4.2	Kvalitatívna štruktúra pracovnej charakteristiky	72
4.3	Nestlačiteľné prúdenie	75
4.3.1	Izotermické prúdenie (Ventilátor)	79
4.3.2	Bezrozmerná pracovná charakteristika	82
4.3.3	Dynamická podobnosť	83
4.3.4	Špecifické otáčky a priemer	86
4.3.5	Nenávrhové stavy	90
4.3.6	Prúdové stroje s nastaviteľnou geometriou	92
4.4	Stlačiteľné prúdenie	93
4.4.1	Dynamická podobnosť	97
4.4.2	Nenávrhové stavy	98
5	AXIÁLNE PROFILOVÉ MREŽE	101
5.1	Geometria profilovej mreže	102
5.2	Kinematika profilovej mreže	110
5.2.1	Rovnica kontinuity	110
5.3	Termodynamika profilovej mreže	111
5.4	Aerodynamické sily	111
5.4.1	Vztlaková a odporová sila	113
5.4.2	Cirkulácia rýchlosti	114
5.5	Energetické straty	114
5.6	Bezrozmerné súčinitele	115

5.7	Pracovná charakteristika profilových mreží	117
5.7.1	Aerodynamické tunely	117
5.7.2	Výsledky aerodynamických meraní	120
5.7.3	Pracovná charakteristika kompresorových mreží	123
5.7.4	Pracovná charakteristika turbínových mreží	123
5.7.5	Vplyv Reynoldsovho a Machovho čísla	125
5.8	Korelácia experimentálnych výsledkov	125
5.8.1	Kompresorové mreže	126
5.8.2	Turbínové mreže	134
5.8.3	Konštrukcia profilu	140
5.9	Počítačové metódy	143
5.9.1	Model singularít	144
5.9.2	Panelová metóda	145
5.9.3	Profil so vztlakovou silou	148
5.9.4	Periodické panely	150
6	AXIÁLNE TURBÍNY	157
6.1	Kinematika stupňa	158
6.1.1	Rovnica kontinuity	159
6.2	Termodynamika stupňa	160
6.3	Účinnosť	162
6.4	Návrhové parametre stupňa	164
6.5	Koncepty stupňa turbíny	166
6.5.1	Stupeň s nulovou reakciou	166
6.5.2	Rovnotlaký (akčný) stupeň	167
6.5.3	Stupeň s 50 % reakciou	168
6.6	Návrh stupňa	168
6.6.1	Reakčný stupeň	169
6.6.2	Stupeň s reakciou 0%	170
6.6.3	Jednostupňová turbína	171
6.7	Optimalizácia výstupnej straty	172
6.7.1	Zadaný odtokový uhol α_2	173
6.7.2	Zadaný stupeň reakcie R	174
6.8	Viacstupňová turbína	175
6.9	Nenávrhové stavy	176
6.9.1	Konštantné otáčky	176
6.9.2	Zmena otáčok	177
6.10	Chladený stupeň	180
6.11	Vnútorne chladenie lopatiek	182
6.11.1	Termodynamika vnútorne chladeného stupňa	183
6.11.2	Účinnosť	185
6.12	Vonkajšie chladenie lopatiek	187
6.13	Termodynamika vonkajšieho chladenia	189
6.14	Veterná turbína	191

7	AXIÁLNE KOMPRESORY	195
7.1	Kinematika stupňa	196
7.1.1	Rovnica kontinuity	197
7.1.2	Kinematická analýza rýchlostného trojuholníka	198
7.2	Termodynamika stupňa	199
7.3	Účinnosť	199
7.4	Návrhové parametre stupňa	203
7.5	Návrh stupňa	205
7.6	Počet stupňov	206
7.7	Nenávrhové stavy	207
7.7.1	Teoretická pracovná charakteristika	207
7.7.2	Rotujúce odtrhnutie	208
7.8	Transonický stupeň	210
7.8.1	Kinematika	210
7.8.2	Termodynamika	211
7.9	Vrtuľa	213
8	PRIESTOROVÉ PRÚDENIE V STUPNI	219
8.1	Rovnica radiálnej rovnováhy	221
8.2	Zákon voľného víru	223
8.3	Konštantný špecifický hmotnostný tok	226
8.4	Ďalšie trojrozmerné vplyvy	228
8.4.1	Sekundárne prúdenie	228
8.4.2	Celkové straty	231
8.4.3	Prídavné straty	232
8.4.4	Pokročilý dizajn lopatiek	232
8.5	Počítačové metódy	235
9	RADIÁLNE KOMPRESORY	247
9.1	Kinematika stupňa	249
9.1.1	Rovnica kontinuity	251
9.1.2	Predrotácia	251
9.1.3	Konečný počet lopatiek	252
9.1.4	Kinematika bezlopatkového difúzora	254
9.2	Termodynamika stupňa	256
9.2.1	Machovo číslo za rotorom	260
9.2.2	Stlačenie vírením	261
9.3	Návrhové parametre	261
9.4	Účinnosť	262
9.5	Vstupný prierez do rotora	266
9.5.1	Nestlačiteľné prúdenie	266
9.5.2	Stlačiteľné prúdenie	268
9.6	Aerodynamické blokovanie (choking)	270
9.6.1	Vstup	270
9.6.2	Rotor	271

9.6.3	Difúzor	272
9.7	Počítačové metódy	272
10	RADIÁLNE TURBÍNY	281
10.1	Kinematika stupňa	281
10.1.1	Rovnica kontinuity	284
10.2	Termodynamika stupňa	284
10.3	Účinnosť	286
10.4	Návrhové parametre	290
11	SPAĽOVACIA KOMORA	293
11.1	Kinematika	294
11.2	Termodynamika	297
11.2.1	Prúdenie s trením bez prívodu tepla	298
11.2.2	Prúdenie bez trenia s prívodom tepla	301
11.2.3	Prúdenie s reagujúcimi zložkami	304
11.2.4	Reakčné teplo	309
11.3	Návrhové parametre	314
12	SPAĽOVACIE TURBÍNY	319
12.1	Ideálna spaľovacia turbína	320
12.1.1	Analýza hlavných parametrov	322
12.2	Jednoduchá spaľovacia turbína	323
12.3	Jednoduchá spaľovacia turbína s chladením	326
12.4	Pokročilé tepelné obehý	328
12.4.1	Spaľovacia turbína s regeneráciou tepla	328
12.4.2	Spaľovacia turbína s medzichladením kompresora	331
12.5	Charakteristiky spaľovacej turbíny	333
12.5.1	Charakteristiky tepleného obehú	333
12.5.2	Pracovná charakteristika	335
	Dodatky	341
	Výpočet stavových veličín	341
	Termodynamické vlastnosti plynov	343
	Literatúra	357
	Register	361