

OBSAH

Předmluva	11
Přehled hlavních označení	13

Část první

Úvod do teorie vodních turbín

I. Vodní energie, vodní motory, rozdělení turbín	17
II. Vztahy mezi spádem, průtokem a výkonem; účinnost	25
1. Výkon a účinnost	25
2. Hrubý a čistý spád	27
III. Působení proudu na kanál	31
1. Proudění v pevném kanále, moment kanálu	31
2. Moment, kterým proud působí na rotující kanál — Energetická rovnice	36
3. Hydraulická účinnost	43
4. Rovnice průtoková, přetlak oběžného kola	45
IV. Turbíny přetlakové a rovnotlakové	47
V. Sací trouba, kavitace	49
1. Sací trouba	49
2. Kavitace	54
VI. Příklady konstrukčního řešení turbín a způsob regulace výkonu	57
VII. Hydraulická podobnost	65
1. Vliv změny spádu	66
2. Vliv velikosti rozměrů	69
3. Jednotkové hodnoty	70
VIII. Měrné (specifické) otáčky turbíny a měrné (specifické) rychlosti	71
1. Měrné otáčky z podkladových hodnot	71
2. Měrné rychlosti	72
3. Měrné otáčky určené z konstrukčních veličin	74
IX. Závislost změny účinnosti na rozměrech stroje	82
X. Chování turbíny při změnách provozu	87
1. Chování turbíny při konstantním spádu a otáčkách a při měnícím se průtoku	87
2. Chování turbíny při měnících se otáčkách	93
XI. Charakteristika turbíny	97
1. Normální charakteristika	97
2. Vliv změny účinnosti na jednotkové hodnoty	102
3. Provozní charakteristika	105
XII. Braunovy diagramy	107
1. Odvození diagramu	107
2. Vliv změny plnění u Francisovy turbíny	111

3. Vliv změny plnění u Kaplanovy turbíny	115
4. Axiální propelerová turbína s natáčivými lopatkami oběžného kola a s pevnými lopatkami kola rozváděcího.	116
XIII. Využití hydraulické podobnosti pro výrobu	117
1. Všeobecné požadavky výroby	117
2. Volba typové řady kol podle měrných otáček a řady průměrů kol podle hltnosti	118

Část druhá

Konstrukce turbín

A. Turbíny Francisovy	121
a) Hydraulické řešení	121
I. Řešení oběžného kola	121
1. Teoretický úvod	121
2. Prvkové turbíny, meridiální proudové pole	137
3. Tvar prostoru turbíny	144
4. Poloha vstupní a výstupní hrany lopatek; zvětšení meridiálních rychlostí vlivem tloušťky lopatek	151
5. Zobrazování lopatkových řezů na proudových plochách a zobrazování lopatky	154
6. Tvar lopatkového kanálu	161
7. Vzájemný vztah rychlostních diagramů na proudových plochách; šikmý výstup z rozváděče	168
8. Měřitelné světlosti výtokové hrany	173
9. Celkové hydraulické řešení oběžného kola Francisovy turbíny	174
10. Kontrola kavitačního součinitele	188
11. Pevnostní kontrola oběžných lopatek	190
12. Hydraulické zatížení oběžného kola	200
II. Řešení rozváděcího kola	210
1. Hydraulické řešení rozváděcího kola	210
2. Síly působící na rozváděcí lopatku	214
III. Hydraulické řešení spirály	218
IV. Hydraulické řešení sací trouby	228
b) Vlastní konstrukce	235
I. Návrh stroje a konstrukční celky	235
II. Oběžné kolo a hřídel	236
1. Oběžné kolo	236
2. Kavitace a materiál oběžného kola	245
3. Vliv spádu na kavitaci	249
4. Těsnění spár oběžného kola	251
5. Hřídel	252
III. Rozváděcí ústrojí	259
1. Rozváděcí lopatky a jejich uložení	259
2. Regulační mechanismus, tahélka, regulační kruh	267
IV. Prodloužení regulace	285
V. Spirála s kruhem výztužných lopatek	291
VI. Horní a spodní víko turbíny	300
1. Víka	300
2. Součásti horního, popřípadě spodního víka	301
VII. Sací trouba a zavzdušňovací ventily	311
VIII. Převodová skřín s pomocnými pohony	315
c) Všeobecné montážní připomínky	315

B. Turbíny propelerové a Kaplanovy	318
a) Hydraulické řešení	318
I. Řešení oběžného kola	318
1. Úvod	318
2. Rovnice pro aplikaci letadlových profilů na lopatky turbíny	319
3. Aerodynamické vlastnosti křídel	322
4. Změna součinitele vztaku při seřazení křídel do mříže	333
5. Tvar prostoru turbíny, meridiální proudové pole a vzájemný vztah rychlostních diagramů na proudových plochách	335
6. Celkový postup při řešení oběžného kola vrtulové (Kaplanovy) turbíny	337
7. Kontrola kavitace součinitele	338
8. Stabilita proudu po lopatce	347
9. Pevnostní kontrola oběžné lopatky	349
10. Hydraulické zatížení oběžného kola	351
II. Řešení rozváděcího kola, spirály a sací trouby	352
b) Vlastní konstrukce	352
I. Návrh stroje a konstrukční celky	352
II. Oběžné kolo a hřídel	352
1. Oběžné kolo	352
2. Hřídel	357
III. Vnitřní víko	365
IV. Zajištění proti proběhnutí	366
c) Celkový postup montáže	367
C. Peltonovy turbíny	368
a) Hydraulické řešení	368
I. Řešení oběžného kola	368
1. Úvod	368
2. Průměr paprsku	372
3. Průměr oběžného kola a měrné otáčky	373
4. Rychlostní diagramy	376
5. Počet lopatek	380
6. Sklon lopatky k poloměru	383
7. Výřez a rozměry lopatky	385
8. Pevnostní kontrola lopatky	391
II. Řešení rozvodného aparátu	400
1. Deflektor a deviátor	400
2. Dýza a jehla	401
3. Síly působící na jehlu	405
b) Vlastní konstrukce	411
I. Uspořádání Peltonových turbín	411
II. Součásti	414
1. Skříň	414
2. Oběžné kolo	416
3. Dýzy, jehly, deflektory	417
III. Zajištění proti proběhnutí stroje	420
D) Kaplanova, Francisova a Peltonova turbína a jiné systémy	420

Část třetí

Příslušenství turbín

A. Regulátory	432
I. Schéma regulátorů	432
II. Konstrukční detaily	440
1. Čerpadlo oleje	440
2. Regulátor čerpadla (tlaku oleje ve větrníku)	444
3. Větrník	445
4. Regulátor obsahu vzduchu ve větrníku	446
5. Rozvodník	447
6. Servomotor	451
7. Olejová nádrž	452
8. Roztěžník	454
III. Celková dispozice regulátorů	460
IV. Směrnice pro výpočet regulace	470
V. Kontrola funkce regulátorů	482
B. Ložiska	483
I. Účel a umístění závěsného ložiska	483
II. Hydrodynamická teorie mazání	487
1. Viskozita oleje	487
2. Hydrodynamická teorie ložisek	489
III. Konstrukce ložisek	507
1. Uložení segmentů axiálních ložisek a běhoun	507
2. Materiál segmentů a adheze	515
IV. Závěsná konstrukce	518
V. Ložiska horizontálních strojů	520
VI. Mazací a chladicí soupravy	522
VII. Měření ztrát ložisek	527
C. Potrubí	529
I. Česlice	529
II. Vlastní potrubí	532
1. Velikost potrubí a ztráty	532
2. Uložení potrubí	537
3. Výpočet stability bloků	544
4. Výpočet stěny potrubí	548
5. Potrubí pro krajně vysoké spády a průměry	554
III. Vodní ráz	555
1. Základní vztahy a početní řešení	555
2. Grafické vyšetření vodního rázu (metoda Schnyder—Bergeronova)	572
IV. Vyrovnávací komory	581
1. Účel vyrovnávacích věží a stabilita	581
2. Dimenzování vyrovnávacích komor	586
3. Složitější tvary vyrovnávacích komor	587
4. Grafická metoda zjištění pohybu hladiny v komoře	590
5. Stabilita při velkých rozkyvech hladiny	594
6. Faktor zabezpečení	595

V. Uzávěry	595
1. Rychlozávěry	595
2. Stavidlové rychlozávěry	597
3. Rychlozávěry v potrubí	602
4. Vysokotlakové uzávěry před turbínou	611
VI. Synchronní ventily	616

Část čtvrtá

Uvádění do provozu a garanční měření

I. Uvádění do provozu	623
II. Garanční měření	627

Část pátá

Soustrojí přečerpacích elektráren

I. Účel a způsoby přečerpávání	632
II. Akumulační odstředivá čerpadla a jejich příslušenství	635
1. Čerpadla	635
2. Příslušenství akumulačních čerpadel	647
III. Zvláštní opatření u turbín přečerpacích elektráren	652
IV. Celková dispozice a provoz přečerpacích soustrojí	653
V. Reverzní soustrojí	659
Seznam použité literatury	662
Věcný rejstřík	668