

OBSAH

	SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK, VELIČIN A JEDNOTEK	10
	ÚVOD	13
1	FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY ČINNOSTI HYDRAULICKÝCH STROJŮ	
1.1	Rozdělení hydraulických strojů	31
1.1.1	Princip činnosti hydrostatických strojů	32
1.1.2	Princip činnosti hydrodynamických strojů	36
1.2	Základní fyzikální vlastnosti kapalin	42
1.2.1	Neměnnost vnitřní energie kapalin	42
1.2.2	Hustota kapalin	43
1.2.3	Stlačitelnost kapalin	44
1.2.4	Viskozita kapalin	46
1.2.5	Povrchové napětí kapalin	48
1.2.6	Kavitace v kapalinách	48
1.2.6.1	Kavitace v kapalinách s velkým napětím nasycených par	51
1.2.6.2	Kavitace v kapalinách s nízkým napětím nasycených par	53
1.3	Aplikace základních zákonů hydrodynamiky	55
1.3.1	Zákon o zachování hmoty	55
1.3.2	Zákon o zachování energie	56
1.3.3	Hydrodynamický ráz	58
1.4	Základní parametry hydraulických strojů	62
1.5	Hydrodynamická podobnost	63
1.5.1	Podmínky hydrodynamické podobnosti	63
1.5.2	Rozměrová analýza	65
1.5.3	Měrné otáčky hydrodynamických strojů	70
1.5.4	Měrné otáčky hydrostatických strojů	73
1.5.5	Měrné otáčky reverzibilních hydraulických strojů	75
1.5.5.1	Reverzibilita hydrodynamických strojů	75
1.5.5.2	Reverzibilita hydrostatických strojů	76
1.6	Třídění hydraulických strojů podle měrných otáček	77
1.6.1	Modelová řada čerpadel	78
1.6.2	Modelová řada turbín	80
1.6.3	Modelové třídění oblastí použití čerpadel a kompresorů	80
1.6.4	Podobnost hydraulických strojů a vliv geometrického měřítka	83
1.6.4.1	Vliv velikosti hydrodynamických strojů na účinnost	84
1.6.4.2	Vliv velikosti hydrostatických strojů na účinnost	85
1.7	Energetické poměry v hydraulickém systému	86
1.7.1	Ustálené poměry v hydraulickém systému	87

1.7.1.1	Měrná energie hydraulického stroje	87
1.7.1.2	Měrná energie hydraulického systému	88
1.7.1.3	Statická charakteristika hydraulického systému	90
1.7.2	Změny charakteristiky hydraulického systému	93
1.7.3	Energetické poměry podél trasy hydraulického systému	93
1.7.4	Výchozí projekční data hydraulického systému	95
1.8	Neustálené poměry v hydraulickém systému	97
1.8.1	Časová závislost tlakových změn	98
1.8.2	Vyšetření hydrodynamického rázu metodou Schnyderovou – Bergeronovou	101
	Použitá a doporučená literatura	105
2	HYDROSTATICKÉ STROJE	108
2.1	Činnost hydrostatických jednotek	114
2.1.1	Kinematické poměry	114
2.1.2	Dynamické poměry	118
2.2	Ztráty v hydrostatických jednotkách	120
2.2.1	Hydraulické ztráty	121
2.2.2	Objemové ztráty	121
2.2.3	Mechanické ztráty	122
2.3	Typy rozvodových orgánů	125
2.3.1	Samočinný rozvod (ventily)	127
2.3.2	Nucený rozvod (šoupátka)	133
2.4	Pístové hydrostatické stroje	137
2.4.1	Stroje se samočinnými ventily (čerpadla)	137
2.4.2	Pístové stroje s nuceným rozvodem	165
2.4.2.1	Hydrodynamická ložiska	166
2.4.2.2	Hydrostatická ložiska	167
2.4.3	Radiální pístové stroje	170
2.4.4	Diagonální pístové stroje	187
2.4.5	Axiální pístové stroje	189
2.5	Přímočaré hydromotory (pístové)	201
2.6	Zubové stroje	205
2.7	Vřetenové stroje	214
2.8	Lamelové stroje	222
2.9	Provoz hydrostatických strojů	233
2.10	Řazení hydrostatických strojů	240
	Použitá a doporučená literatura	241
3	HYDROSTATICKÉ PŘEVODY	245
3.1	Kapaliny pro hydrostatické převody	251
3.1.1	Syntetické kapaliny	252
3.1.2	Vlastnosti hydraulických kapalin	253
3.2	Základní typy hydraulických obvodů	253
3.3	Ztráty a charakteristiky hydrostatických převodů	255
3.4	Řízení parametrů hydrostatických převodů	264

3.5	Hydrostatické převody s větvením výkonu	277
	Použitá a doporučená literatura	282
4	HYDRODYNAMICKÉ STROJE	286
4.1	Hydrodynamická čerpadla	298
4.1.1	Charakteristika hlavních parametrů	310
4.2	Axiální (vrtulová) čerpadla	326
4.3	Průtokové kanály statorů čerpadel	358
4.4	Hydrodynamické síly na rotoru čerpadla	375
4.5	Provozní stavy čerpadla	383
4.5.1	Podobné provozní stavy čerpadla	386
4.5.2	Bezrozměrová charakteristika čerpadla	395
4.5.3	Změny charakteristiky čerpadla	397
4.6	Kavitace v čerpadle	405
4.7	Hydraulický návrh čerpadla	417
4.7.1	Volba typu oběžného kola čerpadla	417
4.7.2	Výchozí výpočtové údaje čerpadla	422
4.7.3	Návrh oběžných lopatek	423
4.7.4	Návrh rozváděcích lopatek	434
4.7.5	Hydraulický návrh axiálního čerpadla	436
4.7.5.1	Obecný postup návrhu lopatkové mříže	438
4.7.5.2	Příklad výpočtu	446
4.7.5.3	Návrh profilu lopatky na proudové ploše III	449
4.7.5.4	Návrh profilu lopatky na proudové ploše II	452
4.7.5.5	Návrh profilu lopatky na proudové ploše I	455
4.7.5.6	Vynesení a kontrola profilů oběžné lopatky	456
4.7.5.7	Pevnostní kontrola oběžné lopatky	459
4.7.5.8	Návrh rozváděče	464
4.7.5.9	Rozváděcí lopatky	470
4.8	Konstrukce hydrodynamických čerpadel	471
4.8.1	Nízkotlaká čerpadla	472
4.8.1.1	Axiální (vrtulová) čerpadla	472
4.8.1.2	Diagonální čerpadla	488
4.8.1.3	Neregulační diagonální čerpadla	491
4.8.1.4	Diagonální čerpadla s regulací předrozváděčem	494
4.8.1.5	Diagonální čerpadlo s natáčením oběžných lopatek	494
4.8.1.6	Jednostupňová odstředivá čerpadla	501
4.8.1.7	Nízkotlaká oběhová čerpadla	506
4.8.1.8	Kalová čerpadla	515
4.8.1.9	Čerpadla hydraulických směsí	518
4.8.2	Středotlaká čerpadla	521
4.8.2.1	Čerpadla pro petrochemii	528
4.8.3	Vysokotlaká čerpadla	534
4.8.3.1	Napájecí čerpadla	535
4.9	Konstrukční prvky hydrodynamických čerpadel	545

4.9.1	Ucpávky hřídele	545
4.9.1.1	Ucpávky s měkkým těsněním	545
4.9.1.2	Mechanické ucpávky	547
4.9.2	Ložiska čerpadel	551
4.10	Typizace čerpadel	554
4.11	Provozní stavy čerpacího systému	558
4.11.1	Spouštění hydrodynamických čerpadel	563
4.11.2	Spouštění čerpadla při uzavřeném výtlaku	566
4.11.3	Spouštění čerpadla při otevřeném výtlaku	569
4.11.4	Spouštění čerpadla s obtokem	575
4.11.5	Doběh čerpadla	576
4.11.6	Automatické spouštění a doběh velkých čerpadel	580
4.12	Řízení provozu čerpadel	582
4.12.1	Řízení změnou charakteristiky potrubí	582
4.12.2	Provoz více čerpadel ve společném potrubním systému	591
4.12.3	Paralelní spolupráce čerpadel	592
4.12.4	Sériová spolupráce čerpadel	597
	Použitá a doporučená literatura	600
5	TURBÍNY	613
5.1	Základní typy turbín	622
5.2	Výchozí údaje pro návrh turbín	630
5.3	Konstrukce turbín	633
5.3.1	Nizkotlaké turbíny	633
5.3.2	Středotlaké turbíny	639
5.3.3	Vysokotlaké turbíny	644
5.4	Malé vodní turbíny a mikroturbíny	647
5.4.1	Určení hlavních parametrů malé vodní turbíny	648
5.4.2	Volba typu malé vodní turbíny	652
5.4.3	Použití hydrodynamického čerpadla v reverzním chodu	655
5.4.4	Vrtulová turbína s pevnými lopatkami	658
5.4.5	Rovnotlaká příčně protékaná turbína	658
	Použitá a doporučená literatura	663
6	ČERPADOVÉ TURBÍNY	668
6.1	Dvoustrojové čerpadlové turbíny (reverzibilní)	671
6.2	Třístrojové čerpadlové turbíny	683
6.2.1	Třístrojové čerpadlové turbíny integrované	688
6.3	Čerpací turbíny	690
	Použitá a doporučená literatura	691
7	HYDRODYNAMICKÉ PŘEVODY	694
7.1	Spojky	698
7.2	Měníče momentu	706

7.3	Kombinované hydrodynamické převody	712
	Použitá a doporučená literatura	716
8	ZKUŠEBNICTVÍ	718
8.1	Zkušební okruhy	719
8.2	Zkušební modely	726
8.3	Zkoušky	731
8.4	Zkoušení hydrostatických strojů	733
	Použitá a doporučená literatura	738
	REJSTŘÍK	741