

# OBSAH

	PŘEDMLUVA	6
	SEZNAM ZNAČEK HLAVNÍCH VELIČIN	7
	ÚVOD	9
1	TEORETICKÉ ZÁKLADY TEPELNÉ ENERGETIKY	11
1.1	Základní vztahy z mechaniky tekutin	11
1.1.1	Základy proudění	11
1.1.2	Stacionární (ustálený) tok ideální tekutiny	12
1.1.3	Stacionární (ustálený) tok skutečných tekutin	13
1.1.4	Nestacionární (neustálený) tok tekutin za působení tíhového pole	16
1.1.5	Proudění v relativním prostoru	16
1.2	Základní vztahy z termodynamiky	17
1.2.1	Rovnice celkové energie pro ustálené proudění	17
1.2.2	První zákon termodynamiky pro uzavřené homogenní soustavy	19
1.2.3	Termodynamické změny	21
1.3	Základy sdílení tepla	32
1.3.1	Způsoby sdílení tepla	32
1.3.2	Sdílení tepla sáláním	32
1.3.3	Sdílení tepla vedením	33
1.3.4	Sdílení tepla prouděním	35
1.3.5	Složené případy sdílení tepla	36
2	JADERNÉ ELEKTRÁRNY S PARNÍM A PLYNOVÝM OBĚHEM	37
3	ODVOD TEPLA Z JADERNÝCH REAKTORŮ	44
3.1	Druhy teplonosných látek	44
3.1.1	Kapalné teplonosné látky	45
3.1.2	Plynné teplonosné látky	46
3.1.3	Tekuté kovy	46
3.2	Newtonův zákon a součinitel přestupu tepla	47
3.3	Teorie podobnosti	48
3.4	Jednofázové proudění - konvektivní přestup tepla	50
3.4.1	Nucené proudění	50
3.4.2	Přirozené proudění	51
3.5	Jednofázové proudění - konduktivní přestup tepla	51
3.5.1	Nucené proudění	51

3.5.2	Přirozené proudění	52
3.6	Dvoufázové proudění	52
3.6.1	Dvoufázové proudění v tlakovodních reaktorech	52
3.6.2	Var tekutých kovů	54
4	POTRUBÍ V JADERNÝCH ELEKTRÁRNÁCH	56
4.1	Základní pojmy a výpočty potrubí	56
4.1.1	Části potrubí	56
4.1.2	Tepelný a hydraulický výpočet potrubí	63
4.2	Potrubí a armatury v jaderných elektrárnách	65
4.2.1	Roztřídění potrubí v jaderných elektrárnách	65
4.2.2	Hlavní cirkulační potrubí primárního okruhu	66
4.2.3	Potrubí sekundárního okruhu	68
4.2.4	Potrubí pro tekuté kovy	68
4.2.5	Armatury v jaderných elektrárnách	69
4.2.6	Regulační zařízení na potrubí jaderné elektrárny	70
5	STROJE K TRANSPORTU TEKUTIN V JADERNÝCH ELEKTRÁRNÁCH	72
5.1	Čerpadla	73
5.1.1	Hlavní cirkulační (oběhová) čerpadla primárního okruhu tlakovodního reaktoru	73
5.1.2	Některá další čerpadla primárního okruhu	78
5.1.3	Některá důležitější čerpadla sekundárního okruhu	79
5.1.4	Čerpadla na tekuté kovy	81
5.2	Oběhová dmychadla	83
6	VÝMĚNÍKY TEPLA V JADERNÝCH ELEKTRÁRNÁCH	86
6.1	Tepelný a hydraulický výpočet výměníku tepla	86
6.2	Koncepční a konstrukční řešení výměníků tepla jaderných elektráren	88
6.3	Kondenzátory	91
6.4	Regenerační ohříváky	93
6.5	Přihříváky - odlučovány	95
6.6	Mezivýměníky	98
7	PARNÍ GENERÁTORY JADERNÝCH ELEKTRÁREN	102
7.1	Typy a parametry parních generátorů jaderných elektráren	102
7.2	Sdílení tepla v parních generátorech jaderných a klasických tepelných elektráren	102
7.3	Koncepce a technické parametry parních generátorů	104
7.4	Zařazení parních generátorů v tepelných schématech jaderných elektráren	105
7.4.1	Zařazení parních generátorů v elektrárnách s plynem chlazenými reaktory	105
7.4.2	Zařazení parních generátorů v elektrárnách s tlakovodními reaktory	106

7.4.3	Zařazení parních generátorů v elektrárnách s reaktory chlazenými organickým chladivem	108
7.4.4	Zařazení parních generátorů v elektrárnách s varnými reaktory	108
7.4.5	Zařazení parních generátorů v elektrárnách s reaktory chlazenými tekutými kovy	112
7.5	Parní generátor vytápěný tlakovým plynem	113
7.5.1	Parní generátory elektráren s reaktory magnoxového typu	113
7.5.2	Parní generátory elektráren se zdokonalenými plynem chlazenými reaktory	115
7.5.3	Parní generátory elektráren s vysokoteplotními plynem chlazenými reaktory	117
7.5.4	Parní generátory první československé jaderné elektrárny A1	119
7.6	Parní generátor vytápěný tlakovou vodou	121
7.6.1	Parní generátory vertikálního provedení	122
7.6.2	Parní generátory elektráren s reaktory VVER	124
7.6.3	Porovnání svislých a vodorovných parních generátorů	128
7.7	Parní generátor vytápěný organickými látkami	128
7.8	Parní generátor vytápěný tekutým kovem (sodíkem)	129
7.8.1	Koncepce konstrukčních řešení parních generátorů se sodíkem	129
7.8.2	Příklady parních generátorů elektráren s rychlými reaktory chlazenými sodíkem	131
7.9	Energetická bilance parního generátoru dvouokruhového uspořádání jaderné elektrárny	134
8	PARNÍ TURBÍNY	141
8.1	Používané otáčky u parních turbín	141
8.2	Parní turbíny používané v jaderných elektrárnách	142
8.3	Parní turbíny na vstupní sytou páru	142
8.4	Regulace a ochrana parních turbín na vstupní sytou páru	144
8.5	Parní turbíny v jaderných elektrárnách s tlakovodními reaktory VVER-440	146
8.6	Parní turbíny v jaderných elektrárnách s tlakovodními reaktory VVER-1000	149
8.7	Parní turbíny v jaderných elektrárnách s tlakovodními reaktory zahraničních výrobců	152
8.8	Parní turbíny zařazené do primárního okruhu jaderných elektráren s varnými reaktory	153
9	SEMESTRÁLNÍ PRÁCE	156
9.1	Povrchový kondenzátor chlazený vodou	156
9.2	Základní tepelný výpočet parního generátoru pro jadernou elektrárnu	161
10	PŘÍKLADY K PROCVIČOVÁNÍ	168
11	KONTROLNÍ OTÁZKY	178
12	VÝPOČTOVÉ PODKLADY	185
	ČESKO - ANGLICKÝ JADERNĚ ENERGETICKÝ SLOVNÍČEK	220
	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	230
	JMENNÝ REJSTŘÍK	233