

Předmluva . . . . .	3
1. <u>Úprava vody pro jaderné elektrárny</u> . . . . .	4
1.1. Základní pojmy . . . . .	4
1.1.1. Kondensát . . . . .	4
1.1.2. Přídavná voda . . . . .	4
1.1.3. Soli ve vodě . . . . .	6
1.1.4. Solnost . . . . .	6
1.1.5. Tvrdost vody . . . . .	7
1.1.6. Alkalita (zásaditost) vody . . . . .	7
1.1.7. Plyny ve vodě . . . . .	8
1.2. Úprava přídavné vody . . . . .	8
1.2.1. Tlakové filtry . . . . .	8
1.2.2. Odstraňování organických látek z vody . . . . .	9
1.2.3. Čiření . . . . .	10
1.2.4. Dekarbonisace vody . . . . .	11
1.2.5. Úprava vody měniči iontů . . . . .	12
1.2.6. Měnič vodíku - vodíkový katex . . . . .	12
1.2.7. Měniče aniontů - anexy . . . . .	14
1.2.8. Chemická úprava vody . . . . .	17
1.3. Blokova úpravna kondensátu . . . . .	17
1.4. Úpravna radioaktivní vody na I. okruhu . . . . .	18
1.5. Odluh parního generátoru . . . . .	19
1.6. Odplyňování vody . . . . .	21
1.7. Úprava vody odparkami . . . . .	24
Kontrolní otázky k 1. kapitole . . . . .	25
2. <u>Výměníky tepla a parní generátory</u> . . . . .	25
2.1. <u>Rozdělení výměníků tepla podle druhu teplonosičů</u> . . . . .	25
2.1.1. Optimální teplonosič . . . . .	26
2.1.2. Kapalně teplonosiče . . . . .	27
2.1.3. Plynně teplonosiče . . . . .	28
2.1.4. Tekuté kovy . . . . .	29
2.2. <u>Typy výměníků z hlediska jejich konstrukčního řešení</u> . . . . .	30
2.3. Parní generátory jaderných elektráren . . . . .	33
2.4. <u>Zařazení parních generátorů v tepelných schématech jaderných elektráren</u> . . . . .	33
2.4.1. V jaderných elektrárnách s tlakovodními reaktory . . . . .	33
2.4.2. V elektrárnách s organickým chladivem v primárním okruhu . . . . .	35
2.4.3. V elektrárnách s varným reaktorem . . . . .	36
2.4.4. Při použití přehřívání páry u elektráren s varnými reaktory . . . . .	38
2.4.5. V elektrárnách s plynem chlazeným reaktorem . . . . .	42
2.4.6. V elektrárnách s reaktory chlazenými tekutými kovy, především sodíkem . . . . .	43
2.4.7. V elektrárnách s vysokoteplotním reaktorem a plynovou turbínou, případně s magnetohydrodynamickým generátorem . . . . .	44

2.5	<u>Parní generátory v elektrárnách s tlakovodními reaktory</u>	44
2.5.1	<u>Postup tepelného výpočtu parního generátoru s primárním teplonosičem tlakovou vodou</u> . . . . .	47
2.5.2	Otázka vyčlenění ekonomiséru . . . . .	51
2.5.3	<u>Parní generátory reaktorů VVER 440</u> . . . . .	52
2.5.4	<u>Parní generátory reaktorů VVER 1000</u> . . . . .	55
2.5.5	Svislé parní generátory . . . . .	58
2.5.6	Parní generátory s mírným přehřevem páry . . . . .	62
2.5.7	Rozdělení parních generátorů z hlediska proudění sekundární vody v parním generátoru . . . . .	65
2.5.8	Parní generátor Trépaud s přímými mírně vlnitými trubkami . . . . .	68
2.5.9	Porovnání svislých parních generátorů s vodorovnými . . . . .	70
2.5.10	Integrální řešení parního generátoru ve společné tlakové nádobě s tlakovodním reaktorem . . . . .	70
2.5.11	Regulace bloku jaderné elektrárny . . . . .	71
2.5.12	Parní generátory s primárním teplonosičem těžkou vodou. . . . . Kontrolní otázky k odstavcům 2.1 až 2.5 . . . . .	75 76
2.6	<u>Parní generátory v elektrárnách s plynem chlazenými reaktory</u>	77
2.6.1	Tepelný výpočet parních generátorů jaderných elektráren s primárním teplonosičem plynem . . . . .	80
2.6.2	Určení optimální rychlosti primárního plynu v parním generátoru . . . . .	86
2.6.3	Úvahy k optimalizaci příkonu oběhových dmychadel primárního okruhu . . . . .	88
2.6.4	Parní generátory první československé jaderné elektrárny A1	90
2.6.5	Parní generátory elektráren s pokročilými plynem chlazenými reaktory typu AGR . . . . .	94
2.6.6	Parní generátory elektráren s vysokoteplotními plynem chla- zenými reaktory (HTGR). . . . .	98
2.6.7	Parní generátory plynem chlazených rychlých reaktorů. . . . .	106
2.7	<u>Výměníky tepla a parní generátory s tekutými kovy</u> . . . . .	109
2.7.1	Koncepce konstrukčních řešení parních generátorů se sodíkem	111
2.7.2	Havarijní systém sodíkových parních generátorů. . . . .	114
2.7.3	Příklady parních generátorů elektráren s rychlými reaktory chlazenými sodíkem . . . . .	115
	Parní generátory na elektrárně Enrico Fermi 1 . . . . .	115
	Parní generátory elektrárny Phénix . . . . .	115
	Československý mikročlánekový parní generátor na BORu60. . . . .	116
	Československý mikročlánekový parní generátor Naďa na BN-350	118
	Československý inverzní mikromodulový parní generátor na BORu60 . . . . .	120
	Makromodulové parní generátory u BN 600 . . . . .	120
	Parní generátory u SNR-300. . . . .	123
	Parní generátory u reaktoru Super Phénix 1 a 2 . . . . .	126
2.7.4	Mezivýměníky tepla sodík-sodík. . . . .	130
2.8	<u>Hydrodynamický výpočet parních generátorů</u> . . . . .	133
2.8.1	Příklad výpočtu tlakové ztráty na sekundární straně ekonomiséru parního generátoru	138

2.8.2	Příklad výpočtu tlakové ztráty na sekundární straně přehříváku parního generátoru . . . . .	140
2.8.3	Výpočet příkonu elektromotoru pohánějícího napájecí čerpadlo parního generátoru . . . . .	140
2.8.4	Výpočet tlakových ztrát na sekundární straně výparníku. .	141
2.8.5	Příkon oběhového čerpadla výparníku s nuceným oběhem za ustáleného stavu . . . , . . . . .	147
2.8.6	Výparník s přirozeným oběhem na sekundární straně . . . .	148
2.8.7	Rychlost vody ve spádových trubkách . . . . .	152
	Kontrolní otázky k odstavcům 2.6 až 2.8 . . . . .	152
	<u>3. Jaderné elektrárny s reaktory chlazenými disociujícími plyny.</u> . . . . .	153
	<u>4. Jaderné teplárny a jaderné vytopy.</u> . . . . .	158
4.1	Jaderné výroby tepla. . . . .	159
4.1.1	Jaderné elektrárny s odběrem tepla (JEOT) . . . . .	159
4.1.2	Jaderné teplárny. . . . .	159
4.1.3	Dálkové teplovody . . . . .	162
4.1.4	Akumulace energie v jaderných energetických výrobnách . .	165
4.1.5	Použití termokomprese v jaderném teplárenství . . . . .	169
4.1.6	Jaderné vytopy . . . . .	171
	System Salamo . . . . .	174
	System Adam-Eva . . . . .	174
	Kontrolní otázky ke 4. kapitole . . . . .	175
	<u>5. Celkové řešení jaderné elektrárny</u> . . . . .	175
5.1	Hlavní výrobní blok . . . . .	175
5.2	Barbotážní věž. . . . .	177
5.3	Uspořádání strojovny s parními turbínami. . . . .	180
5.4	Vzduchotechnická zařízení . . . . .	181
5.5	Diesलगенераторová stanice. . . . .	183
5.6	Příklady situačních plánů a dispozičních řešení některých jaderných elektráren. . . . .	184
	Kontrolní otázky k 5. kapitole. . . . .	196
	<u>6. Zapojení jaderných elektráren do energetického systému</u> . . . . .	196
	Kontrolní otázky k 6. kapitole. . . . .	199
	<u>7. Poznámky k ekonomickému posuzování jaderných elektráren.</u> . . . . .	200
7.1	Celkové roční náklady na výrobu energie . . . . .	200
7.1.1	Investiční náklady. . . . .	201
7.1.2	Provozní náklady. . . . .	202
7.1.3	Výpočet složek ročních nákladů . . . . .	202
7.2	Několik poznámek ke zlepšení výstavby a provozu . . . . .	204
	Kontrolní otázky k 7. kapitole. . . . .	205
	Literatura . . . . .	206
	Obsah . . . . .	206