

# OBSAH

PŘEDMLUVA .....	11
<b>1. PŘÍPRAVA PŘÍDAVNÉ VODY PAROVODNÍHO CYKLU .....</b>	<b>13</b>
1.1 Předúprava vody .....	18
1.1.1 Membránová filtrace.....	22
1.1.2 Flotace.....	23
1.1.3 Filtrace zrnitým ložem .....	23
1.1.3.1 Koagulační filtrace (kontaktní čiření).....	29
1.1.4 Čiření.....	32
1.1.4.1 Kyselé čiření.....	33
1.1.4.2 Alkalické čiření .....	34
1.1.4.3 Současná dekarbonizace a změkčování vody .....	38
1.1.4.4 Porovnání kyselého a alkalického čiření .....	40
1.1.5 Typy čiričů.....	45
1.1.5.1 Čiriče s kalovým mrakem.....	45
1.1.5.2 Čiriče s recirkulací kalu.....	46
1.1.5.3 Čiriče s tvorbou kalu na nosiči .....	49
1.1.5.4 Porovnání jednotlivých typů čiričů .....	52
1.1.6 Rozbor jednotlivých fází čiričícího procesu.....	52
1.1.6.1 Homogenizace směsi čiřené vody a čiričících chemikálií.....	52
1.1.6.2 Koagulace.....	53
1.1.6.3 Flokulace .....	55
1.1.6.4 Sedimentace .....	59
1.1.7 Filtrace čiřené vody.....	62
1.2 Ionexová demineralizace .....	66
1.2.1 Typy používaných ionexů.....	68
1.2.2 Demineralizační stupeň .....	70
1.2.2.1 Regenerační postup .....	71
1.2.2.2 Technické parametry jednotlivých členů demineralizace .....	76
1.2.3 Procesy probíhající v ionexovém loži při demineralizaci.....	82
1.2.3.1 Silně kyselý katex.....	82
1.2.3.2 Slabě bazický anex .....	82
1.2.3.3 Silně bazický anex.....	85
1.2.4 Vliv regenerační techniky na kvalitu upravené vody .....	86
1.2.5 Regenerační účinnost .....	90

1.2.6 Rychlost výměny na ionexech v demineralizaci.....	97
1.2.7 Směsné lože (mixbed) .....	99
1.2.7.1 Délka pracovního cyklu mixbedu.....	101
1.2.7.2 Kvalita vody upravené mixbedem.....	103
1.2.7.3 Snížení kontaminace ionexů při interní regeneraci mixbedu .....	106
1.2.7.4 Systém HIPOL.....	108
1.3 Změkčování a dekarbonizace .....	108
1.3.1 Změkčování.....	108
1.3.2 Dekarbonizace.....	109
1.3.2.1 Kyselá dekarbonizace - dekarbonizace slabě kyselým katexem.....	109
1.3.2.2 Neutrální dekarbonizace.....	115
1.4 Membránové procesy .....	116
1.4.1 Konfigurace reverzní osmózy.....	117
1.4.2 Předúprava vody pro reverzní osmózu .....	122
1.4.3 Provoz reverzní osmózy .....	124
1.4.4 Porovnání reverzní osmózy s ionexovou demineralizací .....	132
1.5 Aplikace reverzní osmózy v přípravě demineralizované vody.....	136
1.5.1 Kombinace reverzní osmózy a ionexové demineralizace.....	137
1.5.2 Dvoustupňová reverzní osmóza .....	140
1.5.3 Kombinace reverzní osmózy a elektrodeionizace .....	142
1.5.4 Kombinace nanofiltrace a reverzní osmózy.....	145
1.6 Organické látky.....	146
1.6.1 Organické látky v přírodních vodách .....	148
1.6.1.1 Odstranění organických látek v předúpravě .....	150
1.6.1.2 Odstranění organických látek ionexy .....	154
1.6.2 Snížení TOC v demineralizované vodě .....	158
1.7 Automatizace úpraven vody .....	163
1.7.1 Automatizace úpraven vod malých a středních průtoků.....	163
1.7.2 Automatizace demineralizačních stanic .....	165
1.7.2.1 Provoz celé přípravy demineralizované vody.....	166
1.7.2.2 Čištění.....	167
1.7.2.3 Filtrace.....	169
1.7.2.4 Demineralizace.....	170

<b>2. KOROZE MATERIÁLŮ V ENERGETICE .....</b>	<b>173</b>
2.1 Obecné zákonitosti koroze.....	173
2.2 Korozní děje .....	175
2.2.1 Koroze s vodíkovou depolarizací .....	176
2.2.2 Koroze s kyslíkovou depolarizací .....	178
2.2.3 Pasivace povrchu kovu.....	179
2.2.4 Typy koroze.....	184
2.2.4.1 Rovnoměrná koroze .....	184
2.2.4.2 Důlková koroze a koroze ve šterbině .....	185
2.2.4.3 Mezikystalová koroze .....	187
2.2.4.4 Koroze pod napětím .....	188
2.2.4.5 Selektivní koroze.....	195
2.2.4.6 Koroze třením.....	195
2.3 Srovnání vlastností korozivzdorných ocelí.....	195
<b>3. ÚPRAVA VODY V ENERGETICKÉM OKRUHU.....</b>	<b>197</b>
3.1 Typy energetických zařízení .....	199
3.1.1 Výtopny a teplárny .....	199
3.1.2 Klasické elektrárny se spalováním fosilních paliv .....	202
3.1.3 Jaderné elektrárny .....	204
3.1.4 Paroplynový cyklus.....	205
3.1.5 Zlepšení tepelné účinnosti parovodního okruhu.....	209
3.1.6 Porovnání jednotlivých technologií z hlediska produkce CO <sub>2</sub> .....	214
3.2 Děje probíhající v parovodním cyklu .....	216
3.2.1 Koroze v trase napájecí vody a kondenzátu .....	216
3.2.1.1 Koroze ocelí .....	216
3.2.1.2 Koroze mědi a jejích slitin.....	223
3.2.2 Nánosy a koroze v kotli.....	229
3.2.2.1 Vodíková koroze.....	233
3.2.2.2 Louhové křehnutí .....	234
3.2.2.3 Fosfátová koroze .....	235
3.2.3 Koroze v parním prostoru.....	236
3.2.4 Přejchod solí do páry .....	239

3.2.5	Nánosy a korozní děje v turbíně.....	246
3.2.5.1	Tvorba nánosů na turbíně.....	246
3.2.5.2	Koroze v turbíně.....	250
3.2.6	Koroze v kondenzátoru .....	251
3.3	Organické látky.....	255
3.4	Požadavky na kvalitu napájecí vody energetických zařízení.....	263
3.5	Faktory ovlivňující provoz energetických zařízení.....	266
3.5.1	Materiálové složení parovodního okruhu.....	267
3.5.2	Koncepce úpravy přídavné vody .....	270
3.5.3	Tepelná úprava vody .....	272
3.5.3.1	Termické odplynění .....	272
3.5.3.2	Zásady návrhu odplyňovačů a dalších prvků tepelné úpravy vody .....	278
3.5.4	Chemické odplynění.....	282
3.5.4.1	Odplynění na membránách.....	284
3.5.5	Alkalizace.....	285
3.5.5.1	Alkalizace amoniakem.....	287
3.5.5.2	Alkalizace kotelní vody .....	293
3.5.6	Kyslíkový režim .....	300
3.5.7	Použití těkavých aminů .....	306
3.5.8	Použití filmotvorných aminů .....	309
3.6	Teplárenské okruhy.....	313
3.6.1	Teplovodní a horkovodní okruhy .....	315
3.6.2	Parní okruhy .....	317
3.7	Chemický režim klasických elektráren.....	318
3.7.1	Monitorování kvality v okruhu.....	321
3.7.2	Akční linie.....	325
3.7.3	Najíždění bloku po odstávce .....	329
3.7.4	Chemický režim při odstávce .....	333
3.7.5	Čištění kotle .....	336
3.7.5.1	Čištění okruhu při prvním uvádění do provozu.....	338
3.7.5.2	Čištění během provozu.....	340
3.8	Chemický režim jaderných elektráren .....	345
3.8.1	Primární okruh.....	346
3.8.1.1	Řízení pH při provozu .....	347
3.8.1.2	Řízení redukčního prostředí .....	351
3.8.1.3	Řízení radiace.....	352
3.8.1.4	Dávkování zinku.....	352

3.8.1.5	Čistící zařízení v okruhu.....	354
3.8.1.6	Porovnání primárního okruhu PWR a VVER.....	356
3.8.2	Sekundární okruh .....	356
3.8.2.1	Koroze v parogenerátoru .....	357
3.8.2.2	Koroze v trase napájecí vody .....	360
3.8.2.3	Alkalizace .....	364
3.8.2.4	Čistící postupy v sekundárním okruhu .....	371
3.8.2.5	Monitorování kvality v okruhu a akční linie .....	373
3.9	Úprava vody v parovodním okruhu .....	379
3.9.1	Úprava odluhem u bubnových kotlů .....	379
3.9.2	Úprava kondenzátu.....	381
3.9.2.1	Úprava vratného kondenzátu.....	381
3.9.2.2	Úprava turbínového kondenzátu.....	382
3.9.2.3	Vývoj úpravy turbínového kondenzátu u nás a ve světě.....	383
3.9.2.4	Současné postupy úpravy turbínového kondenzátu.....	386
3.9.3	Kvalita kondenzátu upraveného blokovou úpravou .....	391
3.9.3.1	Provoz mixbedu v $H^+/OH^-$ formě .....	391
3.9.3.2	Provoz mixbedu v $NH_4^+/OH^-$ formě .....	393
3.9.3.3	Provoz úpravy kondenzátů při alkalizaci okruhu aminy .....	396
3.9.4	Membránová filtrace v parovodním okruhu .....	398
3.9.5	Vliv teploty na úpravu kondenzátu.....	401

#### 4. PROBLEMATIKA CHLADICÍCH OKRUHŮ.....405

4.1	Otevřené cirkulační chladicí systémy s odparem.....	406
4.1.1	Nánosy způsobené nízkou rozpustností sloučenin (scaling).....	411
4.1.2	Suspendované látky .....	415
4.1.3	Úprava vody v otevřeném chladicím okruhu .....	421
4.1.3.1	Úprava přídavné vody .....	421
4.1.3.2	Úprava oběhové vody .....	429
4.1.4	Problémy způsobené mikrobiální aktivitou .....	437
4.1.4.1	Potlačení mikrobiálního života.....	439
4.1.5	Koroze v otevřeném chladicím okruhu .....	442
4.1.5.1	Koroze v kondenzátoru.....	446
4.1.5.2	Čištění kondenzátoru a závady při provozu.....	449
4.1.6	Použití speciálních přípravků pro otevřené cirkulační chladicí okruhy .....	451

4.1.6.1 Antiskalanty.....	451
4.1.6.2 Disperzanty.....	452
4.1.6.3 Korozní inhibitory .....	454
4.1.6.4 Biocidy .....	455
4.2. Chladicí okruhy uzavřené.....	457
4.2.1 Statorový okruh.....	460
4.2.1.1 Možnosti úpravy vody statorového okruhu .....	461
4.2.1.2 Čištění statorového okruhu.....	463
4.3 Průtočné chladicí systémy .....	464
4.4 Chlazení vzduchem.....	466
4.5 Zpracování odpadů z chladicího okruhu.....	469
4.5.1 Zpracování kalu.....	469
4.5.2 Zero liquid discharge.....	470
4.6 Složení odluhu z hlediska požadavku vodohospodářských orgánů .....	476
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>479</b>
5.1 Přepočty fyzikálních veličin .....	479
5.2 Vlastnosti chemických sloučenin používaných v úpravě vody.....	481
5.3 Vlastnosti plynů.....	488
5.4 Nomogramy a grafy používané v technologii úpravy vody.....	491
5.5 Vlastnosti vody a páry .....	498
5.6 Vlastnosti ocelí .....	504
<b>LITERATURA .....</b>	<b>509</b>
<b>REJSTŘÍK.....</b>	<b>519</b>