

OBSAH

PŘEDMLUVA	11
1. PŘÍPRAVA PŘÍDAVNÉ VODY PAROVODNÍHO CYKLU	13
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 čiřičů	45
1.1.5.1 Čiřiče s kalovým mrakem	45
1.1.5.2 Čiřiče s recirkulací kalu	46
1.1.5.3 Čiřiče s tvorbou kalu na nosiči	49
1.1.5.4 Porovnání jednotlivých typů čiřičů	52
1.1.6 Rozbor jednotlivých fází čiřicího procesu	52
1.1.6.1 Homogenizace směsi čiřené vody a čiřících 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 katechem.....	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

2. KOROZE MATERIÁLŮ V ENERGETICE	173
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 štěrbině	185
2.2.4.3 Mezikrystalová 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
3. ÚPRAVA VODY V ENERGETICKÉM OKRUHU.....	197
3.1 Typy energetických zařízení.....	199
3.1.1 Výtopy 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 ₂	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 Přechod 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 Satorový okruh.....	460
4.2.1.1 Možnosti úpravy vody satorového okruhu.....	461
4.2.1.2 Čištění satorového 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
PŘÍLOHY.....	479
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
LITERATURA.....	509
REJSTŘÍK.....	519