

OBSAH

OBSAH	5
SEZNAM ZKRATEK	11
SEZNAM SYMBOLŮ	15
PŘEDMLUVA	19
1. PŘÍPRAVA PŘÍDAVNÉ VODY PAROVODNÍHO CYKLU	21
1.1 Předúprava vody	26
1.1.1 Membránová filtrace	30
1.1.2 Flotace	31
1.1.3 Filtrace zrnitým ložem	32
1.1.3.1 Koagulační filtrace (kontaktní čiření)	37
1.1.4 Čiření	40
1.1.4.1 Kyselé čiření	41
1.1.4.2 Alkalické čiření	42
1.1.4.3 Současná dekarbonizace a změkčování vody	46
1.1.4.4 Porovnání kyselého a alkalického čiření	48
1.1.5 Typy čiřičů	52
1.1.5.1 Čiřiče s kalovým mrakem	52
1.1.5.2 Čiřiče s recirkulací kalu	53
1.1.5.3 Čiřiče s tvorbou kalu na nosiči	56
1.1.5.4 Porovnání jednotlivých typů čiřičů	58
1.1.6 Rozbor jednotlivých fází čiřicího procesu	59
1.1.6.1 Homogenizace směsi čiřené vody a čiřících chemikálií	59
1.1.6.2 Koagulace	59
1.1.6.3 Flokulace	62
1.1.6.4 Sedimentace	65
1.1.7 Filtrace čiřené vody	67
1.2 Ionexová demineralizace	72
1.2.1 Typy používaných ionexů	73
1.2.2 Demineralizační stupeň	76
1.2.2.1 Regenerační postup	77
1.2.2.2 Technické parametry jednotlivých členů demineralizace	81
1.2.3 Procesy probíhající v ionexovém loži při demineralizaci	86
1.2.3.1 Silně kyselý katex	86

1.2.3.2	Slabě bazický anex.....	86
1.2.3.3	Silně bazický anex.....	89
1.2.4	Vliv regenerační techniky na kvalitu upravené vody.....	90
1.2.5	Regenerační účinnost.....	94
1.2.6	Rychlost výměny na ionexech v demineralizaci.....	101
1.2.7	Směsné lože (mixbed).....	103
1.2.7.1	Délka pracovního cyklu mixbedu.....	105
1.2.7.2	Kvalita vody upravené mixbedem.....	107
1.2.7.3	Snížení kontaminace ionexů při interní regeneraci mixbedu.....	110
1.2.7.4	System HIPOL.....	112
1.3	Změkčování a dekarbonizace.....	112
1.3.1	Změkčování.....	112
1.3.2	Dekarbonizace.....	113
1.3.2.1	Kyselá dekarbonizace – dekarbonizace slabě kyselým katexem.....	113
1.3.2.2	Neutrální dekarbonizace.....	118
1.4	Membránové procesy.....	120
1.4.1	Konfigurace reverzní osmózy.....	120
1.4.2	Předúprava vody pro reverzní osmózu.....	125
1.4.3	Provoz reverzní osmózy.....	127
1.4.4	Porovnání reverzní osmózy s ionexovou demineralizací.....	135
1.5	Aplikace reverzní osmózy v přípravě demineralizované vody.....	138
1.5.1	Kombinace reverzní osmózy a demineralizace.....	140
1.5.2	Kombinace ultrafiltrace a reverzní osmózy.....	144
1.5.3	Dvoustupňová reverzní osmóza.....	147
1.5.4	Kombinace reverzní osmózy a elektrodeionizace.....	149
1.5.5	Kombinace nanofiltrace a reverzní osmózy.....	153
1.6	Organické látky.....	154
1.6.1	Organické látky v přírodních vodách.....	155
1.6.1.1	Odstranění organických látek v předúpravě.....	158
1.6.1.2	Odstranění organických látek ionexy.....	162
1.6.2	Snížení TOC v demineralizované vodě.....	165
1.7	Automatizace úpraven vody.....	171
1.7.1	Automatizace úpraven vod malých a středních průtoků.....	171
1.7.2	Automatizace demineralizačních stanic.....	173
1.7.2.1	Provoz celé přípravy demineralizované vody.....	174
1.7.2.2	Čiření.....	175
1.7.2.3	Filtrace.....	176
1.7.2.4	Demineralizace.....	178

2. KOROZE MATERIÁLŮ V ENERGETICE	181
2.1 Obecné zákonitosti koroze	181
2.2 Korozní děje.....	183
2.2.1 Koroze s vodíkovou depolarizací.....	184
2.2.2 Koroze s kyslíkovou depolarizací	186
2.2.3 Pasivace povrchu kovu.....	187
2.2.4 Typy koroze.....	192
2.2.4.1 Rovnoměrná koroze	192
2.2.4.2 Důlková koroze a koroze ve štěrbině	192
2.2.4.3 Mezikrystalová koroze	194
2.2.4.4 Koroze pod napětím	195
2.2.4.5 Selektivní koroze.....	202
2.2.4.6 Koroze třením.....	202
2.3 Srovnání vlastností korozivzdorných ocelí.....	202
3. ÚPRAVA VODY V ENERGETICKÉM OKRUHU.....	205
3.1 Typy energetických zařízení	207
3.1.1 Výtopny a teplárny	207
3.1.2 Klasické elektrárny se spalováním fosilních paliv.....	209
3.1.3 Jaderné elektrárny	211
3.1.4 Paroplynový cyklus.....	212
3.1.5 Zlepšení tepelné účinnosti parovodního okruhu	216
3.1.6 Porovnání jednotlivých technologií z hlediska produkce CO ₂	220
3.2 Děje probíhající v parovodním cyklu	222
3.2.1 Koroze v trase napájecí vody a kondenzátu.....	222
3.2.1.1 Koroze oceli	222
3.2.1.2 Koroze mědi a jejích slitin	229
3.2.2 Nánosy a koroze v kotli.....	235
3.2.2.1 Vodíková koroze.....	239
3.2.2.2 Louhové křehnutí	240
3.2.2.3 Fosfátová koroze	240
3.2.3 Koroze v parním prostoru	241
3.2.4 Přejechod solí do páry	245
3.2.5 Nánosy a korozní děje v turbíně.....	251
3.2.5.1 Tvorba nánosů na turbíně.....	251
3.2.5.2 Koroze v turbíně.....	255
3.2.6 Koroze v kondenzátoru	256
3.3 Organické látky	260

3.4	Požadavky na kvalitu napájecí vody energetických zařízení.....	267
3.5	Faktory ovlivňující provoz energetických zařízení.....	270
3.5.1	Materiálové složení parovodního okruhu.....	271
3.5.2	Koncepce úpravy přídavné vody.....	274
3.5.3	Tepelná úprava vody	276
3.5.3.1	Termické odplynění.....	277
3.5.3.2	Zásady návrhu odplyňovačů a dalších prvků tepelné úpravy vody	282
3.5.4	Chemické odplynění.....	286
3.5.4.1	Odplynění na membránách	288
3.5.5	Alkalizace	288
3.5.5.1	Alkalizace amoniakem	291
3.5.5.2	Alkalizace kotelní vody.....	296
3.5.6	Kyslíkový režim	303
3.5.7	Použití těkavých aminů	309
3.5.8	Použití filmotvorných aminů.....	312
3.6	Teplárenské okruhy	319
3.6.1	Teplovodní a horkovodní okruhy	320
3.6.2	Parní okruhy	323
3.7	Chemický režim klasických elektráren	324
3.7.1	Monitorování kvality v okruhu	328
3.7.2	Akční linie	331
3.7.3	Najíždění bloku po odstávce	335
3.7.4	Chemický režim při odstávce.....	338
3.7.5	Čištění kotle	342
3.7.5.1	Čištění okruhu při prvním uvádění do provozu	343
3.7.5.2	Čištění během provozu.....	345
3.8	Chemický režim jaderných elektráren	350
3.8.1	Primární okruh	351
3.8.1.1	Řízení pH při provozu.....	351
3.8.1.2	Řízení redukčního prostředí	356
3.8.1.3	Řízení radiace.....	356
3.8.1.4	Dávkování zinku	357
3.8.1.5	Čistící zařízení v okruhu	358
3.8.1.6	Porovnání primárního okruhu PWR a VVER.....	359
3.8.2	Sekundární okruh	360
3.8.2.1	Koroze v parogenerátoru.....	361
3.8.2.2	Koroze v trase napájecí vody	363
3.8.2.3	Alkalizace.....	367

3.8.2.4 Čisticí postupy v sekundárním okruhu.....	375
3.8.2.5 Monitorování kvality v okruhu a akční linie.....	377
3.9 Volba chemického režimu podle typu zařízení	383
3.10 Úprava vody v parovodním okruhu	385
3.10.1 Úprava odluhem u bubnových kotlů	385
3.10.2 Úprava kondenzátu.....	387
3.10.2.1 Úprava vratného kondenzátu.....	387
3.10.2.2 Úprava turbínového kondenzátu	387
3.10.2.3 Vývoj úpravy turbínového kondenzátu u nás a ve světě.....	389
3.10.2.4 Současné postupy úpravy turbínového kondenzátu	392
3.10.3 Kvalita kondenzátu upraveného blokovou úpravou.....	397
3.10.3.1 Provoz mixbedu v H ⁺ /OH ⁻ formě.....	397
3.10.3.2 Provoz mixbedu v NH ₄ ⁺ /OH ⁻ formě.....	399
3.10.3.3 Provoz úpravy kondenzátů při alkalizaci okruhu aminy.....	402
3.10.4 Membránová filtrace v parovodním okruhu.....	404
3.10.5 Vliv teploty na úpravu kondenzátu	407
4. PROBLEMATIKA CHLADICÍCH OKRUHŮ	411
4.1 Otevřené cirkulační chladicí systémy s odparem.....	412
4.1.1 Nánosy způsobené nízkou rozpustností sloučenin (scaling).....	418
4.1.2 Suspendované látky.....	423
4.1.3 Úprava vody v otevřeném chladicím okruhu	429
4.1.3.1 Úprava přídavné vody	429
4.1.3.2 Úprava oběhové vody	436
4.1.4 Problémy způsobené mikrobiální aktivitou	445
4.1.4.1 Potlačení mikrobiálního života	447
4.1.5 Koroze v otevřeném chladicím okruhu	450
4.1.5.1 Koroze v kondenzátoru	454
4.1.5.2 Čištění kondenzátoru a závady při provozu	457
4.1.6 Použití speciálních přípravků pro otevřené cirkulační chladicí okruhy.....	459
4.1.6.1 Antiskalanty.....	459
4.1.6.2 Disperzanty	460
4.1.6.3 Korozní inhibitory	461
4.1.6.4 Biocidy	462
4.2. Chladicí okruhy uzavřené	464
4.2.1 Satorový okruh.....	468
4.2.1.1 Možnosti úpravy vody satorového okruhu.....	469
4.2.1.2 Čištění satorového okruhu	471

4.3	Průtočné chladicí systémy.....	472
4.4	Chlazení vzduchem.....	474
4.5	Zpracování odpadů z chladicího okruhu.....	476
4.5.1	Zpracování kalu.....	478
4.5.2	Zero liquid discharge.....	479
4.6	Složení odluhu z hlediska požadavku vodohospodářských orgánů.....	485
5.	ÚPRAVA VODY PRO MIKROELEKTRONIKU	487
5.1	Předúprava vody	490
5.2	Desalinační stupeň	491
5.2.1	Reverzní osmóza	491
5.2.2	Dočištění permeátu	493
5.2.3	Odstranění mikrobiálního života	496
5.3	Dočištění (polishing)	496
5.3.1	Odstranění organických látek	497
5.3.2	Odstranění O ₂	499
5.3.3	Neregenerovatelné mixbedy	500
5.4	Mikrofiltrace a ultrafiltrace	500
5.5	Eliminace mikrobiálního života	501
5.6	Distribuce ultračisté vody	502
5.7	Hospodaření s vodou	504
6.	PŘÍLOHY	509
6.1	Přepočty fyzikálních veličin	509
6.2	Vlastnosti chemických sloučenin používaných v úpravě vody	511
6.3	Vlastnosti plynů	519
6.4	Nomogramy a grafy používané v technologii úpravy vody.....	522
6.5	Vlastnosti vody a páry.....	529
6.6	Vlastnosti ocelí.....	536
	LITERATURA	541
	REJSTŘÍK	549