

# OBSAH

ÚVOD.....	7
<b>1. DESTILACE.....</b>	<b>9</b>
1.2. NĚKOLIKASTUPŇOVÁ MŽIKOVÁ DESTILACE - MSF.....	10
1.3. NĚKOLIKASTUPŇOVÉ ODPAŘOVÁNÍ - MEE.....	11
1.4. KOMPRESÉ PÁRY - VC.....	12
<b>2. SRÁŽENÍ.....</b>	<b>14</b>
2.1. TEORETICKÉ ZÁKLADY SRÁŽENÍ.....	14
2.2. ANORGANICKÁ SRÁŽECÍ ČINIDLA.....	17
2.2.1. Srážení vápenným mlékem.....	17
2.2.2. Srážení sodou.....	18
2.2.3. Srážení sulfidy.....	18
2.2.4. Srážení fosforečnany.....	19
2.3. ORGANICKÁ SRÁŽECÍ ČINIDLA.....	20
2.3.1. Srážení TMT.....	20
2.3.2. Srážení dialkyldithiokarbamáty.....	20
<b>3. CEMENTACE.....</b>	<b>22</b>
3.1. TEORIE PROCESU CEMENTACE.....	23
3.2. VYUŽITÍ PROCESU CEMENTACE V PRAXI.....	24
<b>4. ELEKTROCHEMICKÉ PROCESY V ÚPRAVĚ VOD.....</b>	<b>26</b>
4.1. VÝHODY ELEKTROCHEMICKÝCH PROCESŮ V ÚPRAVĚ VOD.....	26
4.2. OMEZENÍ ELEKTROCHEMICKÝCH PROCESŮ V ÚPRAVĚ VOD.....	27
4.3. TRANSPORT HMOTY.....	28
4.4. ELEKTROCHEMICKÉ REAKTORY.....	29
4.4.1. Deskové uspořádání.....	29
4.4.2. Trojrozměrné elektrody.....	31
4.5. POUŽITÍ ELEKTROCHEMICKÝCH PROCESŮ.....	33
<b>5. KAPALINOVÁ EXTRAKCE.....</b>	<b>35</b>
5.1. EXTRAKTANTY.....	36
5.2. ZAŘÍZENÍ A TECHNOLOGIE.....	38
5.3. ZÁKLADNÍ VZTAHY V KAPALINOVÉ EXTRAKCI.....	40
5.4. IMPREGNOVANÉ PRYSKYŘICE (SIR).....	41
<b>6. SORPCE A IONTOVÁ VÝMĚNA.....</b>	<b>44</b>
6.1. HISTORIE SORPČNÍCH PROCESŮ.....	44
6.2. ANORGANICKÉ SORBENTY.....	45
6.2.1. Zeolity.....	46
6.2.2. Aluminosilikáty.....	47
6.2.3. Hydratované oxidy kovů.....	47

6.2.3.1. $\gamma$ -Alumina.....	48
6.2.3.2. $Fe(OH)_3$ .....	49
6.2.3.3. $CeO_2$ .....	49
6.2.3.4. $ZrO_2$ .....	49
6.3. MĚNIČE IONTŮ ~ IONEXY.....	50
6.3.1. Syntéza a vlastnosti polymerních sorbentů.....	51
6.3.1.1. Příprava skeletu.....	51
6.3.1.1.1. Funkcionalizace polymerní matrice.....	52
6.3.1.2. Syntéza a vlastnosti hlavních typů katexů.....	53
6.3.1.2.1. Silně kyselý katex.....	53
6.3.1.2.2. Slabě kyselý katex.....	53
6.3.1.2.3. Středně kyselý katex.....	54
6.3.1.2.4. Chlormethylace a aminomethylace.....	54
6.3.1.2.5. Iminodiacetátový chelatační katex.....	55
6.3.1.3. Syntéza anexů.....	57
6.3.1.3.1. Silně bazický anex typu I.....	57
6.3.1.3.2. Silně bazický anex typu II.....	58
6.3.1.3.3. Anex selektivní pro dusičnany.....	58
6.3.1.3.4. Slabě bazický anex.....	58
6.3.1.3.5. Oligoethylenaminové sorbenty.....	59
6.3.1.3.6. Selektivní sorbent na boritany.....	59
6.3.1.3.7. Anexy na bázi polyvinylpyridinu.....	60
6.3.1.3.8. Pikolyaminové sorbenty.....	61
6.3.2. ZÁKLADNÍ POJMY.....	62
6.3.2.1. Botnání ionexů.....	67
6.3.2.2. Selektivita iontové výměny.....	70
6.3.2.3. Kinetika iontové výměny.....	71
6.3.3. Typy ionexů.....	73
6.3.3.1. Silně kyselý katex.....	73
6.3.3.2. Slabě kyselý katex.....	74
6.3.3.3. Silně bazický anex.....	75
6.3.3.4. Slabě bazický anex.....	76
6.3.4. Pracovní cyklus ionexového filtru.....	77
6.3.4.1. Pracovní období.....	77
6.3.4.2. Praní.....	78
6.3.4.3. Regenerace.....	78
6.3.4.3.1. Souproudá regenerace.....	80
6.3.4.3.2. Protiproudá regenerace.....	81
6.3.4.3.3. Technologie plných kolon.....	82
6.3.4.3.4. Distribuce průtoků.....	83
6.3.4.4. Vymývání.....	85
6.3.5. Laboratorní postupy.....	85
6.3.5.1. Předúprava čerstvého ionexu.....	85
6.3.5.2. Určení neznámého typu ionexu.....	85

6.3.5.3. Stanovení celkové kapacity silně kyselého katexu .....	86
6.3.5.4. Stanovení celkové kapacity silně bazického anexu .....	86
6.3.5.5. Stanovení bazicity silně bazického anexu .....	86
6.3.5.6. Stanovení celkové kapacity slabě bazického anexu .....	87
6.3.5.7. Dynamické kolonové pokusy .....	87
6.3.5.8. Vsádkové pokusy .....	88
6.3.5.8.1 Adsorpční izotermy .....	90
6.3.5.9. Síťová analýza .....	92
6.3.5.10. Mikroskopická analýza .....	94
6.3.5.11. Tlaková ztráta na ionexové koloně .....	94
6.3.5.12. Porozita ionexového lože .....	95
6.3.5.13. Životnost ionexů .....	97
6.3.6. Technologické aplikace .....	100
6.3.6.1. Odstraňování $\text{Ca}^{2+}$ a $\text{Mg}^{2+}$ iontů z vody .....	100
6.3.6.1.1. Vody s nízkou koncentrací $\text{Ca}^{2+}$ a $\text{Mg}^{2+}$ iontů .....	100
6.3.6.1.2. Vody s vysokou koncentrací $\text{Ca}^{2+}$ a $\text{Mg}^{2+}$ iontů .....	101
6.3.6.2. Dekarbonizace vody .....	103
6.3.6.2.1. Neutrální dekarbonizace vody .....	103
6.3.6.2.2. Kyselá dekarbonizace vody .....	105
6.3.6.3. Deionizace .....	106
6.3.6.4. Demineralizace .....	107
6.3.6.5. Směsné lože ~ mixbed .....	110
6.3.7. Sorpce organických látek na ionexech .....	112
6.3.7.1. Huminové látky .....	112
6.3.7.2. Výluhy z katexů – sulfonový výluh .....	114
6.3.7.3. Tenzidy .....	116
6.3.7.3.1. Anionaktivní tenzidy .....	116
6.3.7.3.2. Kationaktivní tenzidy .....	116
6.3.7.3.3. Neionogenní tenzidy .....	117
6.3.7.4. Aminy .....	118
6.4. BIOSORBENTY .....	119
6.4.1. Bakterie, řasy a plísně .....	121
6.4.2. Neživé biomateriály .....	122
6.5. ODSTRAŇOVÁNÍ NEŽÁDOUCÍCH LÁTEK .....	123
6.5.1. Odstraňování těžkých kovů .....	123
6.5.1.1. Ionexy se sulfonovými funkčními skupinami .....	124
6.5.1.2. Ionexy s karboxylovými funkčními skupinami .....	124
6.5.1.3. Ionexy s iminodiacetátovými funkčními skupinami .....	124
6.5.1.4. Ionexy s oligoethylenaminovými funkčními skupinami .....	125
6.5.1.5. Ionexy s polykarboxymetylovanými oligoethylenaminovými funkčními skupinami .....	126
6.5.1.6. Ionexy s bis-pikolyllaminovými funkčními skupinami .....	127
6.5.2. Odstraňování oxoaniontů kovů .....	127
6.5.3. Selektivní odstraňování dusičnanů .....	128

<b>7. MEMBRÁNOVÉ PROCESY .....</b>	<b>140</b>
7.1. MEMBRÁNY .....	141
7.1.1. Příprava membrán .....	142
7.1.2. Membránové moduly .....	143
7.2. TLAKOVÉ MEMBRÁNOVÉ PROCESY .....	146
7.2.1. Hydrodynamické podmínky tlakových membránových procesů .....	148
7.2.2. Reverzní osmóza .....	149
7.2.2.1. Aplikace RO .....	151
7.2.3. Nanofiltrace .....	153
7.2.4. Ultrafiltrace .....	154
7.2.5. Mikrofiltrace .....	154
7.3. ELEKTROMEMBRÁNOVÉ SEPARAČNÍ PROCESY .....	154
7.3.1. Iontově selektivní membrány .....	155
7.3.2. Membránový potenciál, koncentrační polarizace .....	157
7.3.3. Elektrodiálýza .....	158
7.3.3.1. Omezení elektrodiálýzy .....	160
7.3.4. Elektrodeionizace .....	163
<b>8. KOMBINOVANÉ PROCESY .....</b>	<b>165</b>
8.1 REVERZNÍ OSMÓZA - IONTOVÁ VÝMĚNA .....	165
8.2 IONTOVÁ VÝMĚNA A ELEKTROLÝZA .....	166
8.2.1. Elektrochemické zpracování regeneračních roztoků .....	166
8.2.1.1. Dusičnany .....	166
8.2.1.2. Měď .....	168
8.2.2. Elektrochemická kontrola oxidačního stupně .....	170
8.2.2.1. Uran .....	170
8.2.2.2. Lanthanoidy .....	170