

OBSAH

1. ÚVOD	9
2. ZÁKLADNÍ SEPARAČNÍ A RAFINAČNÍ POSTUPY	11
2.1 Dělení heterogenních směsí: systémy tuhá fáze – plyn a tuhá fáze – kapalina ... 11	
2.1.1 Usazování (sedimentace)	11
2.1.2 Filtrace	13
2.1.3 Využití odstředivého zrychlení při separačních operacích	15
2.1.4 Membránové separace	17
2.1.5 Elektrostatické odlučovače	18
2.1.6 Sušení	19
2.2 Dělení heterogenních směsí: systém kapalina – kapalina 22	
2.2.1 Dělení nemísitelných kapalin v odstředivém poli	22
2.2.2 Dělení nemísitelných kapalin v gravitačním poli	23
2.3 Dělení heterogenních směsí: systém tuhá fáze – tuhá fáze	23
2.3.1 Flotace	23
2.3.2 Další metody dělení v systému tuhá fáze – tuhá fáze	23
2.4 Dělení homogenních směsí	24
2.4.1 Dělení roztoků tuhých netěkavých látek v kapalinách	24
2.4.2 Dělení směsí dokonale mísitelných kapalin	26
2.4.2.1 Směsi kapalin s rozdílnou tenzí par	26
2.4.2.2 Směsi kapalin s blízkou tenzí par složek	28
2.4.3 Dělení směsí plynů	29
2.4.3.1 Absorpce	29
2.4.3.2 Adsorpce	30
2.4.3.3 Membránová separace plynů	30
3. VODA	31
3.1 Pitná voda	32
3.2 Užitková voda	35
3.3 Odpadní vody	35
3.3.1 Čištění odpadních vod	36
3.3.1.1 Mechanické čištění odpadních vod	37
3.3.1.2 Chemické čištění odpadních vod	38
3.3.1.3 Biologické čištění odpadních vod	38
4. TECHNICKÉ PLYNY	40
4.1 Zkapalňování plynů	40
4.2 Termodynamické podmínky zkapalňování plynů	40
4.3 Technické podmínky zkapalňování plynů	41
4.3.1 Zkapalňování snadno zkapalnitelných plynů	42
4.3.2 Zkapalňování nesnadno zkapalnitelných plynů	42
4.3.2.1 Lindeho způsob	43
4.3.2.2 Claudeův způsob	43
4.4 Zpracování vzduchu	44
4.4.1 Dělení vzduchu rektifikací (kryogenní proces)	44
4.4.2 Nekryogenní procesy	45
4.4.3 Kyslík	46

4.4.4	Dusík.....	46
4.4.5	Argon.....	47
4.4.6	Neon, krypton a xenon.....	47
4.4.7	Hélium.....	47
4.5	Vodík a oxid uhelnatý.....	47
4.6	Oxid uhličitý.....	48
4.7	Nádoby pro dopravu a skladování plynů.....	49
5.	VODÍK, AMONIAK A KYSELINA DUSIČNÁ.....	51
5.1	Vodík.....	51
5.1.1	Hlavní principy výroby vodíku.....	52
5.1.2	Výroba vodíku parním reformingem.....	53
5.1.2.1	Charakterizace surovin pro výrobu vodíku parním reformingem.....	54
5.1.2.2	Princip parního reformingu.....	54
5.1.2.3	Katalyzátor pro parní reforming.....	55
5.1.2.4	Zařízení pro parní reforming.....	56
5.1.2.5	Předreformování.....	58
5.1.2.6	Sekundární reforming.....	59
5.1.3	Výroba vodíku parciální oxidací.....	60
5.1.3.1	Princip parciální oxidace.....	61
5.1.3.2	Zařízení pro parciální oxidaci.....	62
5.1.4	Výroba vodíku zplyňováním uhlí.....	63
5.1.4.1	Charakterizace surovin pro výrobu vodíku zplyňováním uhlí.....	63
5.1.4.2	Princip zplyňování uhlí.....	64
5.1.4.3	Zařízení pro zplyňování uhlí.....	66
5.1.4.4	Vliv na životní prostředí.....	67
5.1.5	Konverze oxidu uhelnatého na oxid uhličitý.....	68
5.1.6	Odstranění oxidu uhličitého.....	69
5.1.6.1	Absorpční procesy.....	69
5.1.6.2	Adsorpční procesy.....	70
5.1.7	Dočištění vodíku – methanizace.....	70
5.1.8	Prognóza výroby vodíku.....	71
5.2	Amoniak.....	72
5.2.1	Princip výroby amoniaku.....	72
5.2.1.1	Katalyzátor pro výrobu amoniaku.....	73
5.2.2	Zařízení pro výrobu amoniaku.....	74
5.2.3	Spojené výroby vodíku a amoniaku.....	76
5.3	Kyselina dusičná.....	77
5.3.1	Princip výroby kyseliny dusičné.....	78
5.3.1.1	Katalytická oxidace amoniaku na oxid dusnatý.....	80
5.3.1.2	Oxidace oxidu dusnatého na oxid dusičitý a absorpce oxidů dusíku.....	81
5.3.2	Výroba koncentrované kyseliny dusičné.....	82
5.3.3	Odstranění odplynů.....	85
6.	KYSELINA SÍROVÁ.....	87
6.1	Výchozí suroviny pro výrobu kyseliny sírové.....	87
6.2	Technologie výroby kyseliny sírové.....	89
6.2.1	Výroba oxidu siřičitého.....	91
6.2.2	Výroba oxidu sírového.....	92
6.2.3	Absorpce oxidu sírového.....	95

6.3	Použití kyseliny sírové	96
7.	KYSELINA TRIHYDROGENFOSFOREČNÁ	97
7.1	Výchozí suroviny.....	97
7.2	Termický způsob.....	98
7.3	Extrakční způsob	100
7.3.1	Rozklad fosfátů kyselinou sírovou.....	100
7.3.1.1	Dihydrátový postup.....	102
7.3.1.2	Hemihydrátový postup.....	103
7.3.1.3	Kombinovaný způsob.....	104
7.3.2	Čištění a koncentrování extrakční H_3PO_4	105
7.4	Použití kyseliny trihydrogenfosforečné.....	105
8.	KYSELINA CHLOROVODÍKOVÁ	106
8.1	Výroba chlorovodíku přímou syntézou	107
8.2	Absorpce chlorovodíku ve vodě.....	108
9.	UHLIČITAN SODNÝ (SODA)	110
9.1	Solvayův postup výroby sody.....	111
9.2	Výroba sody z trony.....	114
10.	ELEKTROCHEMIE	116
10.1	Úvod	116
10.2	Základní vztahy v elektrochemii	117
10.3	Elektrochemické reaktory.....	118
10.3.1	Uspořádání reaktoru.....	118
10.3.2	Elektrody.....	119
10.4	Výroba chloru a hydroxidu sodného.....	121
10.4.1	Chlor	123
10.4.2	Hydroxid sodný.....	123
10.4.3	Rtuťový způsob.....	124
10.4.4	Diafragmový způsob.....	125
10.4.5	Membránový způsob.....	127
10.5	Elektrolýza vody	128
10.5.1	Alkalická elektrolýza vody	129
10.5.2	Kyslá elektrolýza vody.....	129
10.5.3	Vysokoteplotní elektrolýza vody	130
11.	HLINÍK	131
11.1	Úvod – výskyt, historie výroby a použití hliníku	131
11.2	Výroba oxidu hlinitého.....	132
11.2.1	Bayerův způsob výroby Al_2O_3	134
11.2.2	Spékačský způsob výroby Al_2O_3	134
11.3	Výroba fluorosolí	135
11.3.1	Kyslá výroba fluorosolí.....	135
11.3.2	Zásaditá výroba fluorosolí	136
11.4	Elektrolytická výroba hliníku.....	136
11.4.1	Fyzikálně-chemické vlastnosti elektrolytu.....	139
11.4.2	Elektrodové procesy.....	140
11.4.3	Exhaláty	141

11.5	Nové trendy ve výrobě hliníku.....	142
12.	ELEKTROTHERMIE	144
12.1	Fosfor	144
13.	PRŮMYSLOVÁ HNOJIVA	147
13.1	Rozdělení a přehled hnojiv.....	147
13.2	Výroba a spotřeba hnojiv.....	148
13.3	Dusíkatá hnojiva	149
13.3.1	Močovina	150
13.3.1.1	Technická realizace výroby močoviny.....	150
13.3.1.2	Stripovací proces.....	151
13.3.1.3	Konvenční proces s úplným recyklem NH_3 a CO_2	152
13.3.2	Dusičnan amonný.....	154
13.3.2.1	Technická realizace výroby dusičnanu amonného	155
13.3.2.2	Neutralizace	155
13.3.2.3	Zahušťování	156
13.3.2.4	Výroba dusičnanu amonného s vápencem	157
13.3.3	Síran amonný	157
13.3.3.1	Technická realizace výroby síranu amonného	158
13.3.3.2	Síran amonný jako odpadní produkt z organických výrob	159
13.3.4	Dusičnan vápenatý.....	159
13.3.5	Dusíkaté vápno.....	160
13.4	Fosforečná hnojiva.....	160
13.4.1	Superfosfát.....	161
13.4.1.1	Jednoduchý superfosfát.....	161
13.4.1.2	Obohacený superfosfát.....	162
13.4.1.3	Trojité superfosfát.....	163
13.4.2	Precipitát	163
13.5	Draselná hnojiva	164
13.5.1	Získávání chloridu draselného ze sylvinitu.....	164
13.5.2	Získávání chloridu draselného z karnalitu	164
13.5.3	Síran draselný.....	165
13.6	Dvojsložková hnojiva.....	165
13.6.1	Fosforečnany amonné	165
13.6.2	Dusičnan draselný.....	166
13.6.3	Fosforečnany draselné	166
13.7	Třísložková hnojiva	167
13.7.1	Třísložková kombinovaná hnojiva.....	167
13.7.1.1	Vymrazovací způsob	169
13.7.1.2	Nitrosulfátový způsob	169
13.7.1.3	Nitrofosfátový způsob.....	170
13.7.1.4	Nitrokarbonátový a nitroionexový způsob	170
13.7.2	Třísložková směsná hnojiva.....	170
13.7.3	Kapalná hnojiva	170
14.	ANORGANICKÉ PIGMENTY	172
14.1	Přehled a rozdělení anorganických pigmentů.....	173
14.2	Vlastnosti pigmentů	175
14.2.1	Výroba titanové běloby.....	176

14.2.1.1	Výroba titanové běloby síranovým postupem	177
14.2.1.2	Výroba titanové běloby chloridovým postupem	179
14.2.2	Výroba zinkové běloby	180
14.2.3	Výroba sachtolitu	182
14.2.4	Výroba železitých pigmentů	182
14.2.4.1	Železitě červeně	183
14.2.4.2	Železitě žlutě	184
14.2.4.3	Železitě černě	185
14.2.4.4	Železitě hnědi	186
14.2.5	Výroba oxidu chromitého	186
14.2.6	Výroba sazí	187

15. LITERATURA **188**