

1. Úvod	3
2. Statistické údaje o výrobě	4
3. Přírodní zdroje vázaného dusíku	5
4. Problematika získávání dusíkatých látek ze vzdušného dusíku	6
5. Nízkoteplotní procesy	8
5.1. Zkapalňování čistých plynů a jejich směsí	9
5.1.1. Ideální proces zkapalňování plynů	10
5.1.2. Reálné procesy zkapalňování plynů	11
5.1.2.1. Expanze plynů bez konání vnější práce	11
5.1.2.1.1. Energie potřebná ke zkapalnění	18
5.1.2.2. Expanze plynu s konáním vnější práce	27
5.2. Dělení vzduchu	34
5.2.1. Ideální proces rozdělení plyné směsi	35
5.2.2. Termodynamická analýza adiabatické rektifikační kolony	36
5.2.3. Průmyslové rektifikační kolony	39
5.2.4. Technologické schéma rozdělení vzduchu	45
6. Výroba amoniaku	48
6.1. Čištění plynu od sloučenin síry	49
6.1.2. Suché způsoby čištění plynu od sirovodíku	51
6.1.2.1. Čištění hydratovaným kysličníkem železitým	51
6.1.2.2. Čištění aktivním uhlím	52
6.1.3. Mokré způsoby čištění plynu od sirovodíku	54
6.1.3.1. Karbonátový vakuový způsob	55
6.1.3.2. Alkacidový způsob	56
6.1.3.3. Etanolaminový způsob	57
6.1.3.4. Proces Shell - Adip	58
6.1.3.5. Proces Shell - Sulfinol	58
6.1.3.6. Proces Purisol	59
6.1.3.7. Proces Rectisol	60
6.1.3.8. Proces Giammarco - Vetrocoke	61
6.1.3.9. Proces Stretford	63
6.1.4. Čištění plynu od organických sloučenin síry	64
6.2. Příprava syntézního plynu	66
6.2.1. Získávání surového syntézního plynu z plyných a kapalných uhlovodíků	68
6.2.1.1. Parciální oxidace uhlovodíků vodní parou (parní reformování)	70
6.2.1.2. Parciální oxidace uhlovodíků kyslíkem	77
6.2.1.3. Tepelně-oxidační štěpení metanu na acetylen	80
6.2.2. Získávání surového syntézního plynu zplyňováním tuhých paliv ...	84
6.2.3. Výroba dusíko-vodíkové směsi nízkoteplotním dělením	88
6.2.4. Konverze kysličníku uhelnatého vodní parou	91
6.2.5. Odstraňování kysličníku uhličitého	96
6.2.5.1. Odstraňování kysličníku uhličitého vodou	97
6.2.5.2. Odstraňování kysličníku uhličitého etanolaminou	99
6.2.5.3. Odstraňování kysličníku uhličitého horkým roztokem potaše	100
6.2.6. Odstraňování kysličníku uhelnatého	102
6.2.6.1. Absorpce kysličníku uhelnatého v amoniakálních roztocích mědných solí	102

6.2.6.2. Absorpce kysličníku uhelnatého kapalným dusíkem	105
6.2.6.3. Odstraňování kysličníku uhelnatého metanizací	106
6.2.7. Základní schemata výroby syntézního plynu	107
6.3. Komprese plynu	110
6.4. Způsoby výroby vysokotlakých těles	111
6.5. Vlastní syntéza amoniaku	112
6.5.1. Vlastnosti amoniaku	112
6.5.2. Teoretické základy syntézy čpavku	113
6.5.2.1. Reakční teplo	113
6.5.2.2. Termodynamická rovnováha	113
6.5.2.3. Katalyzátory a katalytické jedy	118
6.5.2.4. Kinetika syntézy amoniaku	122
6.5.2.5. Oddělení čpavku ze syntézní směsi	130
6.6. Technologické postupy výroby čpavku	132
6.6.1. Čpavkové reaktory	133
6.6.2. Chladiče a podchlazovače	140
6.6.3. Odlučovače a filtry	141
6.6.4. Cirkulace plynu	141
6.7. Sklad a doprava produktů	143
6.8. Bezpečnost práce	143
7. Výroba kyseliny dusičné	145
7.1. Vlastnosti kyseliny dusičné a kysličníků dusíku	145
7.2. Použití kyseliny dusičné	147
7.3. Vývoj výrobních postupů	147
7.4. Výroba zředěné kyseliny dusičné	149
7.4.1. Katalytická oxidace amoniaku	150
7.4.1.1. Termodynamika procesu.....	150
7.4.1.2. Katalyzátory a mechanismus procesu	152
7.4.1.3. Teplotní podmínky oxidace amoniaku	156
7.4.1.4. Vliv složení plynné směsi na průběh procesu	157
7.4.1.5. Meze výbušnosti	158
7.4.1.6. Vliv tlaku na oxidaci amoniaku	159
7.4.1.7. Rychlost oxidace amoniaku	160
7.4.1.8. Průmyslové uspořádání procesu spalování amoniaku	162
7.4.1.8.1. Čištění plynu	163
7.4.1.8.2. Mísení amoniaku se vzduchem	163
7.4.1.8.3. Reaktory na spalování amoniaku	164
7.4.1.8.4. Chladiče nitrozních plynů	166
7. 4.2. Zpracování nitrozních plynů na zředěnou kyselinu dusičnou	168
7.4.2.1. Oxidace kysličníku dusnatého	168
7.4.2.2. Dimerizace kysličníku dusičitého	172
7.4.2.3. Absorpce kysličníků dusíku ve zředěné kyselině dusičné	174
7.4.2.3.1. Rovnovážné poměry absorpce kysličníků dusíku	176
7.4.2.3.2. Rychlost absorpce kysličníků dusíku	180
7.4.3.3. Absorpční kolony	186
7.4.2.3.4. Denitrace kyseliny dusičné	188
7.4.3. Odstraňování kysličníků dusíku z koncových plynů	189
7.4.3.1. Zachycování nitrozních plynů v alkalických roztocích	190
7.4.3.2. Katalytická redukce kysličníků dusíku	191

7.4.4. Využití odpadního tepla	192
7.4.5. Základní schemata výrobních postupů zředěné kyseliny dusičné	193
7.4.5.1. Kombinované postupy	194
7.4.5.2. Rovnotlaké postupy	198
7.5. Výroba koncentrované kyseliny dusičné	201
7.5.1. Výroba extrakční destilací	201
7.5.2. Výroba přímou syntézou	205
7.5.2.1. Odloučení přebytečné vody	206
7.5.2.2. Dooxidování zředěných kysličníků dusíku	206
7.5.2.3. Získání biméru kysličníku dusičitého z nitrozních plynů	207
7.5.2.4. Reakce mezi bimérem kysličníku dusičitého, kyslíkem a vodou ...	208
7.5.3. Výroba z nadazeotropní kyseliny dusičné	211
7.6. Konstrukční materiál	212