

# Obsah

ÚVOD . . . . .	9
<b>1. ROPA . . . . .</b>	<b>11</b>
1.1 VZNIK, TĚŽBA A DOPRAVA ROPY . . . . .	11
1.1.1 Teorie o vzniku ropy . . . . .	11
1.1.2 Naleziště ropy . . . . .	12
1.1.3 Hledání ropných ložisek . . . . .	12
1.1.4 Vrtání na ropu . . . . .	14
1.1.4.1 Vliv vrtání na ropu na životní prostředí . . . . .	17
1.1.5 Těžba ropy . . . . .	17
1.1.6 Zásoby ropy . . . . .	18
1.1.7 Ropa v České republice . . . . .	21
1.1.8 Spotřeba ropy ve světě a v ČR . . . . .	22
1.1.9 Zásoby ropy . . . . .	22
1.1.10 Náhradní zdroje ropy . . . . .	23
1.1.11 Cena ropy . . . . .	23
1.1.12 Doprava ropy . . . . .	23
1.2 SLOŽENÍ ROPY . . . . .	26
1.2.1 Základní složení ropy . . . . .	26
1.2.2 Sirné sloučeniny . . . . .	27
1.2.3 Kyslíkaté sloučeniny . . . . .	28
1.2.4 Dusíkaté sloučeniny . . . . .	29
1.2.5 Vysokomolekulární sloučeniny . . . . .	29
1.2.6 Klasifikace rop . . . . .	30
1.2.7 Úprava ropy . . . . .	30
1.2.7.1 Odvodnění a odsolení ropy . . . . .	30
<b>2. ZPRACOVÁNÍ ROPY . . . . .</b>	<b>31</b>
2.1 VYPAŘOVÁNÍ KAPALIN . . . . .	33
2.1.1 Diferenciální vypařování . . . . .	33
2.1.2 Rovnovážné vypařování . . . . .	34
2.1.3 Vliv tlaku na bod varu . . . . .	34
2.2 ZAŘÍZENÍ PRO DESTILACI ROPY . . . . .	35
2.2.1 Trubková pec . . . . .	35
2.2.2 Destilační kolony . . . . .	36
2.2.2.1 Zpětný tok (reflux) . . . . .	37
2.2.2.2 Vařák (reboiler) . . . . .	38
2.2.2.3 Boční kolonky . . . . .	38
2.3 KOLONY PRO DESTILACI ROPY . . . . .	40
2.3.1 Atmosférická kolona . . . . .	40
2.3.2 Odpařovací kolona . . . . .	40
2.3.3 Vakuová kolona . . . . .	41
2.3.4 Stabilizační kolona . . . . .	42
2.3.5 Redestilační kolona . . . . .	42

2.3.6	Speciální destilace . . . . .	42
2.3.6.1	Azeotropická destilace . . . . .	42
2.3.6.2	Extrakční destilace . . . . .	43
2.3.6.3	Superfrakcionace . . . . .	44
2.3.6.4	Katalytická destilace . . . . .	44
2.3.6.5	Mžiková destilace . . . . .	44
2.3.6.6	Molekulová destilace . . . . .	45
<b>3.</b>	<b>ZÁKLADNÍ ZPRACOVÁNÍ FRAKČÍ Z ATMOSFÉRICKÉ DESTILACE . . . . .</b>	<b>46</b>
3.1	RAFINÉRSKÉ PLYNY . . . . .	46
3.1.1	Dělení uhlovodíkových plynů: . . . . .	47
3.1.2	Rafinace uhlovodíkových plynů . . . . .	48
3.1.3	Použití uhlovodíkových plynů . . . . .	48
3.2	POHONNÉ HMOTY . . . . .	48
3.2.1	Odsíření pohonných hmot . . . . .	48
3.2.1.1	Extrakce do alkalických roztoků . . . . .	48
3.2.1.2	Přeměna merkaptanů na disulfidy - slazení . . . . .	49
3.2.1.3	Hydrogenační odsíření . . . . .	49
3.2.2	Rafinace frakcí z atmosférické destilace . . . . .	49
<b>4.</b>	<b>ZÁKLADNÍ ZPRACOVÁNÍ FRAKČÍ Z VAKUOVÉ DESTILACE ROPY . . . . .</b>	<b>52</b>
4.1	RAFINACE VAKUOVÝCH DESTILÁTŮ . . . . .	52
4.1.1	Rafinace olejů . . . . .	53
4.1.1.1	Rafinace kyselinou sírovou . . . . .	53
4.1.1.2	Rafinace louhem (louhování) . . . . .	55
4.1.1.3	Rafinace selektivními rozpouštědly . . . . .	55
4.1.1.4	Hydrogenační rafinace . . . . .	57
4.1.1.5	Adsorpční rafinace . . . . .	60
<b>5.</b>	<b>ODPARAFÍNOVÁNÍ OLEJŮ . . . . .</b>	<b>63</b>
5.1	OCHLAZOVÁNÍ BEZ ROZPOUŠTĚDLA (lisová parafínka). . . . .	64
5.1.1	Pocení gače . . . . .	65
5.2	OCHLAZOVÁNÍ S ROZPOUŠTĚDLY (rozpouštědlová parafínka) . . . . .	65
5.2.1	Odolejování gače . . . . .	66
5.2.2	Tvorba aduktů s močovinou (thiomočovinou) . . . . .	67
5.3	ODPARAFÍNOVÁNÍ POMOCÍ MOLEKULOVÝCH SÍT . . . . .	68
5.4	ADSORPČNÍ SEPARACE PARAFÍNŮ . . . . .	68
5.5	BIOLOGICKÉ ODPARAFÍNOVÁNÍ . . . . .	68
5.6	KATALYTICKÁ ISOMERACE N-ALKANŮ NA ISOALKANY . . . . .	69
5.7	TERMICKÉ ODPARAFÍNOVÁNÍ (visbreaking) . . . . .	70
<b>6.</b>	<b>ZPRACOVÁNÍ VAKUOVÝCH ZBYTKŮ . . . . .</b>	<b>71</b>
6.1	ODASFALTOVÁNÍ OLEJŮ . . . . .	71
<b>7.</b>	<b>KRAKOVÁNÍ A KOKSOVÁNÍ . . . . .</b>	<b>73</b>
7.1	TERMICKÉ KRAKOVÁNÍ . . . . .	73
7.1.1	Koksování . . . . .	76
7.1.1.1	Pozdržené koksování . . . . .	77
7.1.1.2	Fluidní koksování . . . . .	77

7.2 KATALYTICKÉ KRAKOVÁNÍ . . . . .	78
7.2.1 Fluidní katalytické krakování (FCC) (Fluid Catalytic Cracking) . . . . .	80
7.2.2 Termoforové katalytické krakování (TCC) (Thermoform Catalytic Cracking) . . . . .	81
7.3 HYDROGENAČNÍ KRAKOVÁNÍ (HYDROKRAKOVÁNÍ) . . . . .	83
7.4 HLUBOKÉ ZPRACOVÁNÍ ROPY . . . . .	86
7.4.1 Kombinace odasfaltování-hydrogenace-FCC-alkylace . . . . .	86
7.4.2 Kombinace hydrokrakování - koksování . . . . .	87
7.4.3 Kombinace FCC - visbreaking - alkylace . . . . .	87
<b>8. SYNTÉZA PALIV . . . . .</b>	<b>88</b>
8.1 POLYMERACE . . . . .	88
8.1.1 Katalytická polymerace . . . . .	89
8.1.1.1 Kationtová polymerace . . . . .	89
8.1.1.2 Aniontová polymerace . . . . .	90
8.2 ALKYLACE . . . . .	90
8.2.1 Termická alkylace: Výroba neohexanu . . . . .	90
8.2.2 Kationtová alkylace . . . . .	91
8.2.2.1 Alkylace isoalkanu . . . . .	91
8.2.2.2 Alkylace aromátů . . . . .	92
8.3 ISOMERACE . . . . .	93
8.3.1 Kationtová isomerace . . . . .	93
<b>9. VÝROBA POHONNÝCH HMOT . . . . .</b>	<b>95</b>
9.1 BENZINY . . . . .	95
9.1.1 Automobilní benziny . . . . .	95
9.1.1.1 Oktanové číslo . . . . .	98
9.1.1.2 Reformování benzinů . . . . .	99
9.1.1.3 Antidetonaátory . . . . .	101
9.1.1.4 Alkoholy a ethery . . . . .	103
9.1.1.5 Vlastnosti benzinů . . . . .	107
9.1.1.6 Aditivace benzinů . . . . .	108
9.1.2 Letecké benziny . . . . .	108
9.1.3 Technické benziny . . . . .	109
9.2 PETROLEJ . . . . .	110
9.2.1 Petrolej na svícení . . . . .	110
9.2.2 Petrolej letecký . . . . .	110
9.3 MOTOROVÁ NAFTA . . . . .	112
9.3.1 Cetanové číslo . . . . .	113
9.3.2 Dieselův index . . . . .	115
9.3.3 Složení výfukových plynů . . . . .	117
<b>10. VÝROBA MAZACÍCH PROSTŘEDKŮ . . . . .</b>	<b>119</b>
10.1 MAZÁNÍ . . . . .	119
10.2 MAZACÍ OLEJE . . . . .	122
10.2.1 Důležité vlastnosti olejů . . . . .	122
10.2.1.2 Viskozitní index . . . . .	123
10.2.2 Aditivace mazacích olejů . . . . .	125
10.2.3 Motorové zkoušky olejů . . . . .	127

10.2.4	Syntetické oleje . . . . .	127
10.2.5	Použití mazacích olejů . . . . .	128
10.3	<b>PLASTICKÁ MAZIVA . . . . .</b>	<b>130</b>
10.3.1	Vlastnosti složek plastických maziv . . . . .	130
10.3.1.1	Mazací oleje . . . . .	130
10.3.1.2	Zpevňovadla . . . . .	130
10.3.1.3	Příspěvky do plastických maziv . . . . .	131
10.3.2	Výroba plastických maziv . . . . .	131
10.3.2.1	Biodegradabilní maziva . . . . .	131
10.3.3	Mazání plastickými mazivy . . . . .	132
11.	<b>REGENERACE A LIKVIDACE UPOTŘEBENÝCH MAZACÍCH OLEJŮ . . . . .</b>	<b>133</b>
11.1	REGENERACE UMO . . . . .	134
11.2	LIKVIDACE UMO . . . . .	137
12.	<b>ASFALTY . . . . .</b>	<b>139</b>
12.1	OXIDACE (FOUKÁNÍ) ASFALTU . . . . .	140
12.2	ASFALTY V SILNIČNÍM STAVITELSTVÍ . . . . .	140
13.	<b>PETROCHEMIE . . . . .</b>	<b>142</b>
13.1	VÝROBA VODÍKU . . . . .	142
13.2	VÝROBA NENASYCENÝCH UHLOVODÍKŮ . . . . .	147
13.2.1	Dehydrogenace alkanů . . . . .	148
13.2.1.1	Výroba ethylenu: . . . . .	149
13.2.2	Reakce alkenů: . . . . .	154
13.3	AROMATICKÉ UHLOVODÍKY . . . . .	161
13.3.1	Separace arómátů . . . . .	162
13.3.2	Rozdělení arómátů C <sub>8</sub> . . . . .	162
13.3.3	Reakce arómátů: . . . . .	163
14.	<b>NÁHRADNÍ ZDROJE ROPY . . . . .</b>	<b>165</b>
14.1	OLEJOVÉ BŘIDLICE . . . . .	165
14.1.1	Zpracování olejů z břidelic: . . . . .	167
14.2	BITUMENÓZNÍ (ROPNÉ) PÍSKY . . . . .	168
15.	<b>OBNOVITELNÉ ZDROJE PALIV . . . . .</b>	<b>171</b>
15.1	PEVNÁ PALIVA Z BIOMASY . . . . .	172
15.2	KAPALNÁ PALIVA Z BIOMASY . . . . .	174
15.2.1	Ethanol . . . . .	174
15.2.2	Rostlinné oleje . . . . .	177
15.2.2.1	Výroba řepkového oleje . . . . .	177
15.2.2.2	Methylestery rostlinných olejů . . . . .	178
15.2.2.3	Výroba methylesterů řepkového oleje (MEĚO) . . . . .	180
15.3	PLYNNÁ PALIVA Z BIOMASY . . . . .	183
15.3.1	Bioplyn . . . . .	183
15.3.2	Skládkový plyn . . . . .	186
15.3.3	Dřevoplyn . . . . .	186

16. ALTERNATIVNÍ PALIVA .....	188
16.1 ALKOHOLY ( A ETHERY) .....	188
16.1.1 Výroba a použití alkoholů .....	192
16.1.1.1 Methanol .....	192
16.1.1.2 Ethylalkohol .....	195
16.1.1.3 Isopropylalkohol (IPA) .....	196
16.1.1.4 Terc.butanol (TBA) .....	196
16.2 ETHERY .....	196
16.2.1 Methyl-terc.butylether (MTBE) (2-methoxy-2-methylpropan) .....	197
16.2.2 Ethyl-terc.butylether (ETBE) (2-ethoxy-2-methylpropan) .....	198
16.2.3 Terc.amylmethylether (TAME) .....	198
16.2.4 Diisopropylether (DIPE) (2,2' -oxybispropan) .....	199
16.3 POHONNÉ HMOTY NA BÁZI PLYNŮ .....	200
16.3.1 Svítiplyn .....	201
16.3.2 Zemní plyn .....	201
16.3.3 Propan-butan (PB, LPG): .....	204
17. BIOLOGICKÉ ODBOURÁVÁNÍ UHLOVODÍKŮ .....	207
17.1 MECHANISMUS BIOLOGICKÉHO ODBOURÁVÁNÍ UHLOVODÍKŮ .....	207
17.2 BIOLOGICKÉ ODBOURÁVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ UHLOVODÍKŮ .....	209
17.3 VYUŽITÍ MIKROORGANISMŮ PRO ZVÝŠENÍ TĚŽBY ROPY .....	211
17.4 BIOLOGICKÁ ROZLOŽITELNOST PALIV A MAZIV .....	212
18. ROPA A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ .....	214
18.1 TĚŽBA ROPY .....	214
18.2 ROPNÉ HAVÁRIE .....	214
18.2.1 Likvidace ropných havárií .....	216
18.2.1.1 Materiály pro likvidaci ropných havárií .....	216
18.3 TĚKAVÉ ORGANICKÉ LÁTKY V OVZDUŠÍ .....	218
18.3.1 Emisní faktory .....	219
18.3.1.1 Zdroje emisí při zpracování ropy .....	219
18.3.2 Plnění nádrží aut a skladovacích nádrží: .....	221
18.3.3 Rekuperace uhlovodíkových par (RUP) .....	223
18.3.4 Emise methanu .....	224
18.3.5 Složení výfukových plynů .....	224
19. SKLADOVÁNÍ ROPY A ROPNÝCH PRODUKTŮ .....	228
19.1 SKLADOVACÍ NÁDRŽE .....	228
19.1.1 Nadzemní nádrže .....	228
20. KLASIFIKACE OLEJŮ .....	232
20.1 KLASIFIKACE PODLE VSKOZITY .....	232
20.1.1 Viskozitní třídy SAE pro motorové oleje .....	232
20.1.2 Viskozitní třídy SAE pro převodové oleje .....	233
20.2 KLASIFIKACE MOTOROVÝCH OLEJŮ PODLE VÝKONOSTI .....	233
20.2.1 Klasifikace API (API = American Petroleum Institute) .....	233
20.2.2 Nová klasifikace API .....	234

20.2.3 Společná klasifikace API, ASTM a SAE (ASTM = American Society for Testing Materials) . . . . .	234
20.2.4 Výkonnostní třídy převodových olejů . . . . .	236
20.2.5 Klasifikace CCMC . . . . .	236
20.2.6 Klasifikace ACEA . . . . .	237
20.2.7 KLASIFIKACE DIN . . . . .	238
20.2.8 Klasifikace ISO (International Standards Organization) . . . . .	238
<b>21. KLASIFIKACE PLASTICKÝCH MAZIV . . . . .</b>	<b>239</b>
21.1 KLASIFIKACE ISO 6743/9 . . . . .	239
21.2 KLASIFIKACE PLASTICKÝCH MAZIV DLE DIN . . . . .	241
<b>22. PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ V OBLASTI PALIV, MAZACÍCH A TOPNÝCH OLEJŮ. . . . .</b>	<b>243</b>
22.1 BENZINY . . . . .	243
22.2 MOTOROVÉ NAFTY . . . . .	245
22.3 ZPŮSOB ŘEŠENÍ UVEDNÝCH POŽADAVKŮ . . . . .	247
22.4 MAZACÍ OLEJE . . . . .	250
22.4.1 Motorové oleje . . . . .	250
22.5 TOPNÉ OLEJE (TO) . . . . .	251
22.6 Prodej pohonných hmot v České republice . . . . .	253
22.7 SPOTŘEBA MAZACÍCH OLEJŮ . . . . .	254
22.8 SPOTŘEBA TOPNÝCH OLEJŮ . . . . .	254
22.9 PRODUKCE ASFALTŮ V ČESKÉ REPUBLICĚ . . . . .	254
<b>23. PŘÍLOHY . . . . .</b>	<b>255</b>
23.1 PŘÍLOHA 1 - Tabulky . . . . .	255
23.2 PŘÍLOHA 2 - Různé způsoby extrakce . . . . .	259
23.3 PŘÍLOHA 3 - Alkoholy na bázi neopentanu . . . . .	260
23.4 PŘÍLOHA 4 - Přehled VOC (podle abecedy) . . . . .	261
23.5 PŘÍLOHA 5 - VOC uhlovodíky . . . . .	265
<b>POUŽITÁ LITERATURA . . . . .</b>	<b>267</b>