

# OBSAH

Predhovor . . . . .	15
Prehľad symbolov a značiek . . . . .	11
Najčastejšie používané skratky . . . . .	12
Významnejšie zahraničné firmy zaoberajúce sa petrochémiou . . . . .	14
1 Petrochémiá — definícia a význam v chemickej technológii (V. Veselý) . . . . .	17
1.1 Súčasné problémy petrochémié (V. Veselý) . . . . .	19
1.1.1 Suroviny . . . . .	19
1.1.2 Energetika . . . . .	23
1.1.3 Výroba a ekonomické problémy petrochémié . . . . .	26
1.1.4 Ekológia, toxikológia a bezpečnosť práce . . . . .	31
Literatúra . . . . .	34
1.2 Prehľad petrochemických surovín a procesov (V. Veselý) . . . . .	35
Literatúra . . . . .	37
1.3 Väzby petrochémié na výrobu palív a mazív (V. Veselý) . . . . .	37
1.3.1 Väzba na zemné plyny . . . . .	37
1.3.2 Väzba na ropu . . . . .	41
1.3.3 Procesy hlbokého spracovania ropy . . . . .	49
Literatúra . . . . .	54
1.4 Vzťahy medzi petrochémií a karbochémií (J. Mostecký—O. Weiser) . . . . .	54
1.4.1 Pyrolýza uhlí . . . . .	55
1.4.2 Prímé zkapalňování uhlí . . . . .	66
1.4.3 Použitelnosť karbochemických produktů jako surovín pro petrochemii . . . . .	71
1.4.4 Řízená oxidace uhlí . . . . .	72
1.4.5 Výroba acetylénu z uhlí . . . . .	73
Literatúra . . . . .	74
1.5 Petrochémiá, biochémiá a biotechnológia (A. Blažej) . . . . .	74
1.5.1 Biochemické premeny uhľovodíkov . . . . .	75
1.5.2 Petrochemikálie ako mikrobiologická surovina . . . . .	77
1.5.3 Produkcia metabolitov z petrochemických surovín . . . . .	79
1.5.4 Biochemické syntézy . . . . .	79
1.5.5 Biopalivá a ich deriváty (A. Blažej—V. Veselý) . . . . .	80
1.5.6 Využitie mikroorganizmov pri ťažbe ropy . . . . .	82
1.5.7 Ochrana životného prostredia . . . . .	82
Literatúra . . . . .	83
2 Základné premeny uhľovodíkov (V. Veselý) . . . . .	84
2.1 Rozbor, voľba a riadenie petrochemického procesu (Š. Morávek) . . . . .	85
2.1.1 Termodynamický rozbor . . . . .	85
2.1.2 Kinetický rozbor a katalýza . . . . .	89

2.1.3	Reaktory . . . . .	97
2.1.4	Spracovanie dát pre voľbu a riadenie procesu (J. Hanika) . . . . .	102
2.1.5	Riadenie procesu (M. Metke) . . . . .	103
	Literatúra . . . . .	108
2.2	Strednotepločné pyrolýzy (V. Veselý – M. Bajus) . . . . .	109
2.2.1	Teoretické základy procesu . . . . .	109
2.2.2	Technická realizácia . . . . .	126
2.2.3	Ekonomické aspekty . . . . .	138
2.2.4	Nekonvenčné pyrolýzy . . . . .	139
2.2.5	Hygiena, ekológia, bezpečnosť práce . . . . .	140
	Literatúra . . . . .	140
2.3	Vysokotepločné pyrolýzy (V. Veselý) . . . . .	141
2.3.1	Teoretické základy procesu . . . . .	141
2.3.2	Technická realizácia . . . . .	144
2.3.3	Ekonomické a iné prevádzkové aspekty . . . . .	148
2.3.4	Hygiena, ekológia, bezpečnosť práce . . . . .	149
	Literatúra . . . . .	150
2.4	Dehydrogenácie a hydrogenácie uhľovodíkov (V. Veselý) . . . . .	150
2.4.1	Dehydrogenácie s vodíkom v splodinách . . . . .	151
2.4.2	Oxidačné dehydrogenácie . . . . .	157
2.4.3	Oddeľovanie a dočisťovanie splodín dehydrogenácie . . . . .	160
2.4.4	Hydrogenácie uhľovodíkov . . . . .	162
2.4.5	Výhľady . . . . .	164
	Literatúra . . . . .	165
2.5	Metatézy nenasýtených uhľovodíkov (V. Veselý) . . . . .	165
2.5.1	Teoretické základy metatéz . . . . .	165
2.5.2	Priemyselné aplikácie . . . . .	169
2.5.3	Metatézy neuhľovodíkov . . . . .	173
2.5.4	Výhľady . . . . .	174
	Literatúra . . . . .	175
2.6	Polymerizácie nenasýtených uhľovodíkov (V. Veselý) . . . . .	175
2.6.1	Teoretické základy . . . . .	175
2.6.2	Priemyselné procesy . . . . .	178
2.6.3	Výhľady . . . . .	184
	Literatúra . . . . .	184
2.7	Premeny aromatických uhľovodíkov (V. Veselý) . . . . .	185
2.7.1	Rozdelenie zmesí a získavanie jednotlivých arómatov . . . . .	186
2.7.2	Alkylácie . . . . .	193
2.7.3	Transalkylácie a disproportionácie . . . . .	195
2.7.4	Dezalkylácie . . . . .	196
2.7.5	Izomerizácie frakcie C <sub>8</sub> . . . . .	198
2.7.6	Hydrogenácia benzénu . . . . .	201
2.7.7	Významné vlastnosti aromatických uhľovodíkov . . . . .	202
2.7.8	Ekológia, toxicita a bezpečnosť práce . . . . .	203
	Literatúra . . . . .	203
2.8	Premeny na uhlíkové látky (V. Veselý) . . . . .	204
2.8.1	Sadze . . . . .	204
2.8.2	Aktívne uhlie . . . . .	207
2.8.3	Koks, amorfný uhlík, grafit . . . . .	208

2.8.4 Uhlíkové vlákna . . . . .	211
Literatúra . . . . .	214
2.9 Ďalšie zdroje a hlavné smery využitia uhľovodíkov (V. Veselý) . . . . .	214
2.9.1 Alkány a cykloalkány . . . . .	214
2.9.2 Alkény a cykloalkény . . . . .	218
2.9.3 Polyény . . . . .	224
2.9.4 Alkíny — acetylén . . . . .	232
2.9.5 Aromatické uhľovodíky . . . . .	234
Literatúra . . . . .	242
3 Výroba a spracovanie syntéznych plynů (J. Mostecký) . . . . .	244
3.1 Konverze na syntézni plyny (O. Weiser—J. Mostecký) . . . . .	246
3.1.1 Parní reformování . . . . .	248
3.1.2 Výroba syntéznych plynů autotermním štěpením kyslíkem . . . . .	255
3.1.3 Parciální oxidace uhľovodíkových surovin . . . . .	256
3.1.4 Zplyňování uhlí . . . . .	260
3.1.5 Hlavní směry využítí syntéznych plynů . . . . .	264
Literatura . . . . .	264
3.2 Vodík a oxid uhelnatý (O. Weiser—J. Mostecký—V. Veselý) . . . . .	264
3.2.1 Vodík . . . . .	265
3.2.2 Oxid uhelnatý . . . . .	274
3.2.3 Energetická a investiční náročnost výroby vodíku a oxidu uhelnatého . . . . .	276
Literatura . . . . .	276
3.3 Amoniak, močovina, chemie amoniaku a močoviny (J. Vosolobě) . . . . .	277
3.3.1 Amoniak . . . . .	277
3.3.2 Kyselina dusičná . . . . .	293
3.3.3 Močovina . . . . .	297
3.3.4 Hydrazin . . . . .	307
3.3.5 Monometylhydrazin . . . . .	309
3.3.6 Hydroxylamin . . . . .	309
3.3.7 Kyselina kyanurová, izokyanurová a trichlórizokyanurová . . . . .	311
3.3.8 Melamin . . . . .	312
Literatura . . . . .	315
3.4 Metanol a formaldehyd, chemie metanolu a formaldehydu (J. Pašek) . . . . .	315
3.4.1 Metanol . . . . .	315
3.4.2 Formaldehyd . . . . .	329
Literatura . . . . .	338
3.5 Uhľovodíky hydrogenací oxidů uhlíku (O. Weiser—J. Mostecký) . . . . .	338
3.5.1 Teoretické základy procesu . . . . .	339
3.5.2 Používané katalyzátory . . . . .	346
3.5.3 Technická realizace syntézy . . . . .	347
3.5.4 Perspektivy rozvoje Fischerovy—Tropschovy syntézy . . . . .	352
Literatura . . . . .	352
3.6 Aldehydy a ďalšie produkty adície oxidov uhlíka (V. Macho) . . . . .	352
3.6.1 Základné súvislosti a národohospodársky význam . . . . .	352
3.6.2 Hydroformylácia alkénov a diénov — oxosyntéza aldehydov a vyšších alifatických primárnych alkoholov . . . . .	355
3.6.3 Hydrokarboxylácia a hydrokarboxyalkylácia alkénov a diénov . . . . .	368
3.6.4 Hydroxykarboxylácia a hydrokarboxyalkylácia acetylénu a jeho derivátov . . . . .	372
3.6.5 Hydroxymetylácia alkénov . . . . .	374

3.6.6	Homologizácia alkoholov . . . . .	375
3.6.7	Karbonylácia alkoholov a vody . . . . .	377
3.6.8	Karbonylácia iných organických zlúčenín . . . . .	382
3.6.9	Procesy s využitím adície oxidu uhličitého . . . . .	383
	Literatúra . . . . .	386
4	Výroba a použitie petrochemikálií s obsahom heteroatómov . . . . .	387
4.1	Kyslíkaté petrochemikálie (M. Hrušovský – V. Veselý) . . . . .	387
4.1.1	Teoretické základy oxidačných a niektorých redukčných reakcií (M. Hrušovský) . . . . .	388
4.1.2	Teoretické základy procesov bez zmeny oxidačného stupňa (M. Hrušovský) . . . . .	400
4.1.3	Výroba a použitie kyslíkatých petrochemikálií (V. Veselý) . . . . .	412
4.1.4	Bezpečnosť práce pri oxidáciách (V. Veselý) . . . . .	467
	Literatúra . . . . .	468
4.2	Halogénové petrochemikálie (V. Macho) . . . . .	468
4.2.1	Teoretické základy halogenačných reakcií . . . . .	469
4.2.2	Halogénuhľovodíky C <sub>1</sub> . . . . .	476
4.2.3	Halogénuhľovodíky C <sub>2</sub> . . . . .	480
4.2.4	Halogénuhľovodíky C <sub>3</sub> . . . . .	489
4.2.5	Halogénuhľovodíky C <sub>4</sub> a vyššie . . . . .	492
4.2.6	Halogénované cykloalkanické a aromatické uhľovodíky . . . . .	494
4.2.7	Halogénované aldehydy, fenoly, ketóny a kyseliny . . . . .	495
4.2.8	Ochrana pracovného a okolitého prostredia . . . . .	497
	Literatúra . . . . .	498
4.3	Dusíkaté petrochemikálie (V. Růžička – J. Pašek) . . . . .	498
4.3.1	Alifatické aminy . . . . .	498
4.3.2	Aromatické aminy . . . . .	513
4.3.3	Nitrolátky . . . . .	519
4.3.4	Kyánové sloučeniny . . . . .	523
4.3.5	Izokyanáty . . . . .	527
4.3.6	Nitrily . . . . .	528
4.3.7	Amidy kyselin . . . . .	532
4.3.8	Aminokarboxylové kyseliny . . . . .	533
4.3.9	Heterocyklické sloučeniny . . . . .	540
	Literatura . . . . .	543
4.4	Sirné petrochemikálie (J. Mostecký – O. Weiser) . . . . .	543
4.4.1	Základní souvislosti a národohospodářský význam . . . . .	543
4.4.2	Teoretické základy a technická realizace výroby sirných petrochemikálií . . . . .	547
4.4.3	Hlavní směry využití sirných petrochemikálií . . . . .	568
4.4.4	Ekologické, toxikologické, explozní a korozní problémy . . . . .	573
	Literatura . . . . .	574
5	Nadväzné výroby a výrobky . . . . .	575
5.1	Polymery (J. Králíček – J. Rado) . . . . .	575
5.1.1	Teorie přípravy polymerů . . . . .	576
5.1.2	Polymeranalogické reakce makromolekulárních látek . . . . .	585
5.1.3	Pomocné látky . . . . .	586
5.1.4	Technologické postupy . . . . .	588
5.1.5	Přehled významných polymerů . . . . .	592
5.1.6	Výhledy . . . . .	613
	Literatura . . . . .	614
5.2	Petrochemikálie pre poľnohospodárstvo a výživu . . . . .	615

5.2.1 Priemyselné hnojivá (V. Veselý) . . . . .	615
5.2.2 Pesticidy (M. Zbirovský) . . . . .	616
5.2.3 Potraviny a krmivá (V. Veselý) . . . . .	623
Literatúra . . . . .	624
5.3 Tenzidy, farbivá, textilné a príbuzné pomocné prípravky . . . . .	624
5.3.1 Tenzidy (A. Blažej—V. Veselý) . . . . .	624
5.3.2 Barviva (J. Poskočil) . . . . .	637
5.3.3 Textilné pomocné prostriedky (A. Blažej) . . . . .	643
5.3.4 Kožiarske pomocné prostriedky (A. Blažej) . . . . .	644
5.3.5 Pracie a čistiacie prostriedky (V. Veselý) . . . . .	645
5.3.6 Toxicita a ekologické problémy tensidov, farbív a príbuzných látok (A. Blažej) . . . . .	646
Literatúra . . . . .	647
5.4 Palivá, mazivá a zušľachtujúce prísady (V. Veselý) . . . . .	648
5.4.1 Kvapalné palivá . . . . .	648
5.4.2 Syntetické oleje . . . . .	648
5.4.3 Prísady do palív a mazív . . . . .	651
Literatúra . . . . .	653
5.5 Petrochemikálie pre iné odvetvia (V. Veselý) . . . . .	654
5.5.1 Rozpúšťadlá . . . . .	654
5.5.2 Zmäkčovadlá . . . . .	656
5.5.3 Spracovanie rúd a kovov . . . . .	657
5.5.4 Priemysel dreva, papiera a celulózy. Polygrafia . . . . .	658
5.5.5 Stavebníctvo . . . . .	659
5.5.6 Výbušniny . . . . .	660
5.5.7 Jemné chemikálie . . . . .	660
Literatúra . . . . .	661
6 Rafinérsko-chemicko-energetické kombináty (V. Veselý) . . . . .	663
6.1 Združené využívanie ropy, zemného plynu, uhlia a jadrovej energie . . . . .	663
6.2 Studené teplo a vodíková energetika . . . . .	665
Literatúra . . . . .	667
Register . . . . .	668