

O B S A H

Úvod .....	9
1. <u>Přehled základních poznatků a využití surovinové základny pro výrobu monomerů</u> .....	10
1.1 Charakterisace základních pojmů .....	10
1.1.1 Nomenklaturní pojmy .....	10
1.1.2 Faktory ovlivňující výtěžek chemické reakce .....	11
1.1.3 Typy chemických reaktorů .....	13
1.1.4 Separační procesy .....	15
1.2 Vývoj a postavení výroby monomerů v chemickém průmyslu .....	16
1.3 Surovinová základna organické technologie .....	18
1.3.1 Ropa .....	18
1.3.2 Zemní plyn .....	20
1.3.3 Uhlí .....	20
1.3.4 Hořlavé břidlice .....	21
1.3.5 Ropné písky a vápence .....	21
1.3.6 Recentní suroviny .....	21
1.4 Zpracování základních surovin pro chemické účely .....	21
1.4.1 Zpracování ropy .....	22
1.4.1.1 Tepelné štěpení .....	24
1.4.1.2 Katalytické krakování a reformování .....	24
1.4.1.3 Hydrogenační rafinace a krakování .....	26
1.4.2 Zpracování uhlí .....	27
1.4.3 Zpracování ostatních fosilních surovin .....	31
1.4.4 Zpracování recentních surovin .....	31
1.5 Výroba a využití acetylenů .....	33
1.5.1 Výroba acetylenů .....	33
1.5.1.1 Výroba acetylenů z karbidu vápníku .....	33
1.5.1.2 Výroba acetylenů štěpením uhlovodíků .....	33
1.5.2 Využití acetylenů .....	34
1.6 Výroba a využití aromatických uhlovodíků .....	35
1.7 Výroba a využití syntézního plynu .....	37
1.7.1 Výroba syntézního plynu .....	38
1.7.2 Využití syntézního plynu .....	38
1.7.2.1 Výroba methanolu .....	38
1.7.2.2 Fischer-Tropschovy syntézy .....	39
1.7.2.3 Ozesyntéza .....	39
1.7.2.4 Syntéza karboxylových kyselin a jejich derivátů .....	39
1.8 Přehled základních poznatků o katalysátorech .....	40
1.8.1 Mechanismus působení katalysátorů .....	40
1.8.2 Druhy a vlastnosti katalysátorů .....	41
2. <u>Monomery obsahující dvojnou vazbu uhlík-uhlík</u> .....	42
2.1 Olefiny .....	42
2.1.1 Výroba olefinů pyrolysou uhlovodíků .....	42
2.1.1.1 Základní zákonitosti tepelného štěpení uhlovodíků .....	42
2.1.1.2 Technické provedení pyrolysy .....	44
2.1.1.3 Vliv složení surovin na podmínky provedení pyrolysy a složení produktů .....	45
2.1.1.4 Dělení pyrolysních produktů .....	46

2.1.2	Ethylen .....	48
2.1.2.1	Chemické vlastnosti a použití ethylenu .....	48
2.1.2.2	Výroba ethylenu .....	50
2.1.2.2.1	Výroba ethylenu dehydratací ethylalkoholu .....	50
2.1.3	Propylen .....	51
2.1.3.1	Chemické vlastnosti propylenu .....	51
2.1.3.2	Výroba propylenu .....	51
2.1.3.3	Použití propylenu .....	52
2.1.4	Buteny .....	53
2.1.4.1	Chemické vlastnosti butenů.....	53
2.1.4.2	Použití butenů .....	54
2.1.4.3	Výroba butenů .....	54
2.1.4.3.1	Isolace jednotlivých isomerů z C <sub>4</sub> frakce .....	55
2.1.4.4	Přehled základních poznatků o hydrogenačně-dehydrogenačních reakcích .....	56
2.1.5	Vyšší olefiny .....	57
2.1.5.1	Vlastnosti a použití vyšších 1-alkenů .....	57
2.1.5.2	Výroba vyšších 1-alkenů .....	57
2.2	Styren a jeho deriváty .....	58
2.2.1	Styren .....	58
2.2.1.1	Vlastnosti a použití styrenu .....	58
2.2.1.2	Výroba styrenu .....	59
2.2.1.2.1	Přehled průmyslových výrobních procesů .....	59
2.2.1.2.2	Výroba ethylbenzenu .....	60
2.2.1.2.3	Výroba styrenu dehydrogenací ethylbenzenu .....	61
2.2.2	Divinylbenzen .....	62
2.2.3	Vinyltoluen .....	62
2.2.4	Chlorderiváty styrenu .....	63
2.2.5	α-Methylstyren .....	63
2.3	Halogenalkeny .....	64
2.3.1	Vinylchlorid .....	64
2.3.1.1	Vlastnosti a použití vinylchloridu .....	64
2.3.1.2	Výroba vinylchloridu .....	64
2.3.1.2.1	Hydrochlorace acetylenu .....	64
2.3.1.2.2	Výroba a dehydrohalogenace 1,2-dichlorethanu .....	65
2.3.1.2.3	Oxychlorační proces .....	66
2.3.2	Vinylidenchlorid .....	67
2.3.2.1	Vlastnosti a použití vinylidenchloridu .....	67
2.3.2.2	Výroba vinylidenchloridu .....	68
2.3.3	Vinylfluorid .....	68
2.3.3.1	Vlastnosti a použití vinylfluoridu .....	68
2.3.3.2	Výroba vinylfluoridu .....	68
2.3.4	Vinylidenfluorid .....	69
2.3.4.1	Vlastnosti a použití vinylidenfluoridu .....	69
2.3.4.2	Výroba vinylidenfluoridu .....	69
2.3.5	Trifluorchloroethylen .....	69
2.3.5.1	Vlastnosti a použití trifluorchloroethylenu .....	69
2.3.5.2	Výroba trifluorchloroethylenu .....	69
2.3.6	Tetrafluorethylen .....	70
2.3.6.1	Vlastnosti a použití tetrafluorethylenu .....	70

2.3.6.2	Výroba tetrafluorethylenu .....	70
2.4	Akrylové monomery .....	70
2.4.1	Kyselina akrylová a akryláty .....	70
2.4.1.1	Vlastnosti a použití kyseliny akrylové a akrylátů .....	71
2.4.1.2	Výroba kyseliny akrylové a akrylátů .....	72
2.4.1.3	Příprava esterů .....	74
2.4.1.4	Kyselina itakonová .....	74
2.4.2	Kyselina methakrylová a methakryláty .....	74
2.4.2.1	Vlastnosti a použití kyseliny methakrylové a methakrylátů .....	75
2.4.2.2	Výroba kyseliny methakrylové a methakrylátů .....	75
2.4.3	Akrylonitril a jeho deriváty .....	77
2.4.3.1	Vlastnosti a použití akrylonitrilu .....	77
2.4.3.2	Výroba akrylonitrilu .....	78
2.4.3.3	Příprava, vlastnosti a použití derivátů akrylonitrilu .....	79
2.4.4	Akrylamid a jeho deriváty .....	80
2.4.4.1	Vlastnosti a použití akrylamidu .....	80
2.4.4.2	Výroba akrylamidu .....	81
2.4.4.3	Příprava, vlastnosti a použití derivátů akrylamidu .....	81
2.5	Vinylestery .....	82
2.5.1	Vinylacetát .....	82
2.5.1.1	Vlastnosti a použití vinylacetátu .....	82
2.5.1.2	Výroba vinylacetátu .....	82
2.5.2	Příprava, vlastnosti a použití ostatních vinylesterů .....	83
2.6	Vinylethery .....	84
2.6.1	Vlastnosti a použití vinyletherů .....	84
2.6.2	Příprava vinyletherů .....	84
2.7	$\alpha, \beta$ -Nenasycené aldehydy a ketony .....	85
2.7.1	Akrolein .....	85
2.7.1.1	Vlastnosti akroleinu .....	85
2.7.1.2	Výroba a použití akroleinu .....	86
2.7.2	Methakrolein, krotonaldehyd, vinylketony .....	86
2.8	Monomery obsahující vinylovou skupinu vázanou na heteroatomu nebo heterocyklu .....	87
2.8.1	Monomery obsahující vinylovou skupinu vázanou na atomu dusíku .....	87
2.8.1.1	N-Vinylkarbazol .....	87
2.8.1.2	N-Vinylaktamy .....	87
2.8.2	Monomery obsahující vinylovou skupinu vázanou na atomu síry .....	88
2.8.3	Monomery obsahující vinylovou skupinu vázanou na atomu fosforu .....	88
2.8.4	Vinylsilany .....	88
2.8.5	Vinylpyridiny .....	89
2.9	Allylové monomery .....	90
2.9.1	Allylalkohol .....	90
2.9.2	Allylestery .....	91
2.9.2.1	Diallylkarbenáty .....	91
2.9.2.2	Diallylftaláty .....	92
2.9.2.3	Triallylkyanurát .....	92
2.9.3	Allylethery a allylaminy .....	92

2.10	Cyklické uhlovodíky obsahující dvojně vazby uhlík-uhlík .....	93
2.10.1	Inden a kumaron .....	93
2.10.2	Cykloalkeny .....	93
2.10.3	2-Norbornen a jeho deriváty .....	94
3.	<u>Dieny</u> .....	94
3.1	1,3-Butadien .....	95
3.1.1	Chemické vlastnosti a použití 1,3-butadienu .....	95
3.1.2	Výroba 1,3-butadienu .....	97
3.1.2.1	Isolace 1,3-butadienu z C <sub>4</sub> pyrolysní frakce .....	97
3.1.2.2	Dehydrogenace n-butanu a n-butenů .....	98
3.1.2.3	Výroba 1,3-butadienu z ethylalkoholu .....	99
3.1.2.4	Výroba 1,3-butadienu z acetylenu .....	100
3.1.2.5	Čištění 1,3-butadienu .....	100
3.2	Isopren .....	100
3.2.1	Chemické vlastnosti a použití isoprenu .....	100
3.2.2	Výroba isoprenu .....	101
3.2.2.1	Isolace isoprenu z C <sub>5</sub> pyrolysní frakce .....	101
3.2.2.2	Syntetické metody přípravy isoprenu .....	101
3.3	Chloropren .....	102
3.3.1	Chemické vlastnosti a použití chloroprenu .....	103
3.3.2	Výroba chloroprenu .....	103
3.3.2.1	Výroba chloroprenu z acetylenu .....	103
3.3.2.2	Výroba chloroprenu z 1,3-butadienu .....	104
3.4	Cyklopentadien .....	105
3.4.1	Chemické vlastnosti a použití cyklopentadienu .....	106
3.4.2	Výroba cyklopentadienu .....	106
3.5	Ostatní dieny .....	107
3.5.1	Halogensubstituované dieny .....	107
3.5.2	Alkylsubstituované 1,3-dieny .....	107
4.	<u>Cyklické monomery</u> .....	108
4.1	Cyklické ethery .....	108
4.1.1	Formaldehyd .....	108
4.1.1.1	Chemické vlastnosti a použití formaldehydu .....	108
4.1.1.2	Výroba formaldehydu .....	109
4.1.2	Acetaldehyd .....	109
4.1.3	Epoxidy .....	110
4.1.3.1	Chemické vlastnosti epoxidů .....	110
4.1.3.2	Hlavní průmyslové způsoby přípravy epoxidů .....	110
4.1.3.3	Použití epoxidů .....	112
4.1.4	Oxetany .....	113
4.1.5	Tetrahydrofuran .....	113
4.2	Laktony .....	114
4.3	Laktamy .....	114

4.3.1	Vlastnosti a použití laktamů .....	114
4.3.2	Příprava laktamů .....	115
4.3.3	Výroba 6-kaprolaktamu .....	117
4.4	Organokřemičité monomery .....	119
4.4.1	Vlastnosti a použití organokřemičitých monomerů .....	120
4.4.2	Příprava organochlorsilanů .....	120
4.4.2.1	Příprava výchozích surovin .....	121
4.4.2.2	Přímá syntéza organochlorsilanů z křemíku .....	121
4.4.2.3	Hydrosilylační reakce .....	122
4.4.2.4	Ostatní metody přípravy organochlorsilanů .....	122
4.4.3	Cyklické siloxany .....	122
4.5	Další významnější cyklické monomery .....	123
4.5.1	Cyklické sulfidy a iminy .....	123
4.5.2	Cyklické fosfazeny .....	123
4.5.3	N-Karboxyanhydridy $\alpha$ -aminokyselin .....	123
5.	<u>Di- a polyisokyanáty</u> .....	124
5.1	Vlastnosti isokyanátů .....	124
5.2	Výroba di- a polyisokyanátů .....	126
5.2.1	Přehled významnějších vyráběných di- a polyisokyanátů .....	127
6.	<u>Homokondensační monomery</u> .....	128
6.1	Hydroxykyseliny .....	128
6.1.1	Alifatické hydroxykyseliny .....	128
6.1.2	Aromatické hydroxykyseliny .....	128
6.2	Aminokyseliny .....	128
6.2.1	Příprava průmyslově významných $\alpha, \omega$ -aminokyselin .....	129
7.	<u>Heterokondensační monomery</u> .....	130
7.1	Di- a polykarboxylové kyseliny a jejich anhydridy .....	130
7.1.1	Alifatické di- a polykarboxylové kyseliny .....	130
7.1.1.1	Vlastnosti a použití alifatických di- a polykarboxylových kyselin .....	130
7.1.1.2	Kyselina adipová .....	130
7.1.1.3	Vyšší lineární $\alpha, \omega$ -dikarboxylové kyseliny .....	131
7.1.1.4	$C_{19}$ a vyšší alifatické di- a polykarboxylové kyseliny .....	132
7.1.1.4.1	$C_{19}$ dikarboxylové kyseliny .....	132
7.1.1.4.2	$C_{21}$ dikarboxylové kyseliny .....	132
7.1.1.4.3	"Dimerní" kyseliny .....	132
7.1.2	Maleinanhydrid, kyselina maleinová a fumarová .....	133
7.1.2.1	Vlastnosti a použití .....	133
7.1.2.2	Výroba maleinanhydridu .....	134
7.1.3	Aromatické dikarboxylové kyseliny a jejich anhydridy .....	134
7.1.3.1	Ftalanhydrid .....	134
7.1.3.2	Kyselina isoftalová .....	135
7.1.3.3	Kyselina tereftalová .....	136
7.1.3.4	Kyselina 2,6-naftalendikarboxylová .....	137
7.1.4	Aromatické polykarboxylové kyseliny a jejich anhydridy .....	137
7.1.4.1	Kyselina trimellithová a její anhydrid .....	137
7.1.4.2	Dianhydrid kyseliny pyromellithové .....	137
7.2	Dioly a polyoly .....	138

7.2.1	Ethylenglykol .....	138
7.2.2	1,2-Propandiol .....	139
7.2.3	1,3-Butandiol .....	139
7.2.4	1,4-Butandiol .....	140
7.2.5	2,2-Dimethyl-1,3-propandiol .....	140
7.2.6	1,4-Bis(hydroxymethyl)cyklohexan .....	140
7.2.7	Glycerol .....	140
7.2.7.1	Výroba glycerolu štěpením tuků .....	140
7.2.7.2	Syntetická příprava glycerolu .....	141
7.2.8	Pentaerythritol .....	141
7.3	Diaminy a polyaminy .....	141
7.3.1	Alifatické diaminy a polyaminy .....	142
7.3.1.1	Ethylendiamin a jeho homology .....	142
7.3.1.2	Hexamethylendiamin .....	143
7.3.1.3	Alifatické diaminy obsahující v molekule cykl .....	143
7.3.2	Aromatické diaminy a polyaminy .....	144
7.3.2.1	Fenylendiaminy a diaminotolueny .....	144
7.3.2.2	Bis(4-aminofenyl)methan .....	144
7.4	Močovina a melamin .....	144
7.4.1	Vlastnosti a použití močoviny .....	145
7.4.2	Výroba močoviny .....	145
7.4.3	Deriváty močoviny .....	146
7.4.4	Melamin .....	146
7.5	Fenoly .....	146
7.5.1	Vlastnosti a použití fenolu .....	147
7.5.2	Výroba fenolu .....	149
7.5.3	Příprava, vlastnosti a použití derivátů fenolu .....	149
7.5.3.1	Kresoly .....	149
7.5.3.2	Xylenoly .....	150
7.5.3.3	Bisfenol A .....	150
7.6	Ostatní významnější heterokondensační monomery .....	150
7.6.1	Monomery pro přípravu polysulfidů .....	150
7.6.2	Fosgen .....	150
7.6.3	Fural .....	151
8.	<u>Iniciátory polymeračních reakcí</u> .....	151
8.1	Azoiniciátory .....	151
8.1.1	Vlastnosti a použití azoiniciátorů .....	152
8.1.2	Vliv prostředí a struktury azoiniciátorů na jejich rozklad .....	152
8.1.3	Příprava azonitrilů .....	153
8.2	Peroxidické iniciátory .....	153
8.2.1	Vlastnosti a použití peroxidů .....	153
8.2.2	Přehled hlavních typů organických peroxidů a způsobů jejich rozkladu .....	156
8.2.3	Příprava peroxidů .....	156
8.3	Iniciátory iontových polymerací .....	157
	Fyzikální vlastnosti některých monomerů .....	160
	Literatura .....	160