

OBSAH

1	Úvod	11
1.1	Rozvoj chemických vlákien	11
1.2	Hlavné vývojové smery chemických vlákien	13
1.3	Vývojové tendencie v procesoch prípravy vlákien	19
1.4	Ekonomický význam rozvoja chemických vlákien v ČSSR	20
	Literatúra	20
2	Štruktúra chemických vlákien	24
2.1	Molekulová štruktúra polymérov a vlákien	24
2.1.1	Konfigurácia, konformácia, ohybnosť, pevnosť reťazcov	26
2.2	Nadmolekulová štruktúra	36
2.3	Štruktúra vlákien	54
2.3.1	Štruktúra polyamidových vlákien (PA6)	54
2.3.2	Štruktúra polypropylénových vlákien (PP)	59
2.3.3	Štruktúra polyetyléntereftalátových vlákien (PET)	64
2.3.4	Štruktúra celulóзовých vlákien	67
2.3.5	Štruktúra vlákien z aromatických polymérov	74
2.3.6	Štruktúra uhlíkových vlákien	80
2.3.7	Štruktúra polyakrylonitrilových vlákien (PAN)	85
	Literatúra	90
3	Metódy hodnotenia štruktúry vlákien a ich aplikácia	94
3.1	Rozdelenie metód hodnotenia molekulovej a nadmolekulovej štruktúry vlákien	94
3.1.1	Hodnotenie molekulovej štruktúry polymérov a vlákien	94
3.2	Rozdelenie metód na sledovanie parametrov nadmolekulovej štruktúry vlákien	107
	Literatúra	109
3.2.1	Difrakčné metódy	109
3.2.1.1	Röntgenografia	109
3.2.1.2	Elektrónová difrakcia	142
	Literatúra	143
3.2.2	Mikroskopické a svetelné optické metódy	144
3.2.2.1	Optický dvojlom	146
3.2.2.2	Svetelná mikroskopia	157
3.2.2.3	Malouhlový rozptyl polarizovaného svetla vo viditeľnej oblasti (SALS)	161
3.2.2.4	Elektrónová mikroskopia	167
	Literatúra	177
3.2.3	Spektrálne metódy	178
3.2.3.1	Infračervená absorpčná spektroskopia	183
3.2.3.2	Dichroizmus vo viditeľnej oblasti	201
3.2.3.3	Luminiscenčné metódy	205
	Literatúra	206
3.2.4	Termické metódy	207

3.2.4.1	Diferenciálna termická analýza	208
3.2.4.2	Termografimetria	218
3.2.4.3	Dilatometria	220
3.2.4.4	Kalorimetria	221
	Literatúra	222
3.2.5	Magnetické dynamické metódy	223
3.2.5.1	Jadrová magnetická rezonancia (NMR)	223
3.2.5.2	Elektrónová paramagnetická rezonancia (EPR)	232
	Literatúra	233
3.2.6	Dynamické metódy	233
3.2.6.1	Rýchlosť zvuku	233
3.2.6.2	Dynamická metóda — Reovibron	241
	Literatúra	247
3.2.7	Anizotropia napučievania	248
	Literatúra	250
3.2.8	Určenie hustoty vlákien	250
	Literatúra	255
3.2.9	Porozimetria	255
	Literatúra	258
4	Zmena štruktúry vlákien v procesoch ich prípravy	260
4.1	Príprava polymérov na výrobu vlákien	261
4.1.1	Lineárne polyamidy	261
4.1.1.1	Stupňovitá výstavbová reakcia	261
4.1.1.2	Reťazová výstavbová polyreakcia	269
4.1.2	Lineárne polyester	274
4.1.2.1	Polyetyléntereftalát (PET)	274
4.1.2.2	Prehľad niektorých lineárnych polyesterov	280
4.1.3	Polyolefiny	280
4.1.4	Vinylové polyméry	286
4.1.4.1	Polyakrylonitril (PAN)	286
4.1.4.2	Polyvinylalkohol (PVA)	287
4.1.4.3	Polyvinylchlorid (PVC)	288
4.2	Vlastnosti vláknotvorných polymérov	288
4.3	Príprava a vlastnosti polymérnych kvapalín	289
4.3.1	Rozpúšťanie vláknotvorných polymérov	292
4.3.2	Tavenie vláknotvorných polymérov	292
4.3.2.1	Tavenina vláknotvorných polymérov	293
4.3.3	Taveniny a roztoky polymérov ako nenewtonovské kvapaliny	294
4.3.3.1	Nenewtonovské kvapaliny z hľadiska reológie	296
4.3.4	Viskozita tavenín a roztokov polymérov	297
4.3.4.1	Vplyv teploty na viskozitu	297
4.3.4.2	Závislosť viskozity od molekulovej hmotnosti	298
4.3.4.3	Závislosť viskozity od distribúcie molekulovej hmotnosti	300
4.3.4.4	Závislosť viskozity od šmykových veličín	300
4.3.4.5	Vplyv aditív na viskozitu polyméru	301
4.3.4.6	Závislosť viskozity od koncentrácie polyméru v roztoku	302
4.4	Teória tvorby chemických vlákien	303
4.4.1	Všeobecne o procese zvlákňovania	303

4.4.2	Tok polymérnej kvapaliny cez kanál dýzy	305
4.4.2.1	Tokové rovnice	306
4.4.2.2	Straty tlaku pri toku taveniny cez kanál dýzy	308
4.4.2.3	Procesy pri toku taveniny cez kanál dýzy	309
4.4.2.4	Výtok polymérnej taveniny z kanála dýzy	311
4.4.2.5	Nerovnomernosť vytekajúceho prúdu, fraktúra a elastická turbulencia	313
4.4.3	Tok polymérneho prúdu vo zvlákňovacom poli	315
4.4.3.1	Materiálová bilancia toku polymérneho prúdu	315
4.4.3.2	Rovnováha síl pri tvorbe vlákna	317
4.4.3.3	Distribúcia rýchlosti a gradientu rýchlosti toku polymérneho prúdu	319
4.4.3.3.1	Rýchlosť predlžovania — deformácie vlákna, ťahová (iroutonovská) viskozita v zvlákňovacom poli	321
4.4.3.4	Chladenie vlákna, prestup tepla a teplotný profil vlákna	327
4.4.3.5	Orientácia štruktúrnych jednotiek v tvoriacom sa vlákne	331
4.4.3.6	Kryštalizácia makromolekúl pri tvorbe nedĺženého vlákna	336
4.5	Procesy fyzikálnej úpravy syntetických vlákien	341
4.5.1	Jednosmerná deformácia izotropného vlákna	341
4.5.1.1	Deformačná dynamická krivka	346
4.5.1.2	Fyzikálno-mechanické vlastnosti dĺžených vlákien	348
4.5.1.3	Vplyv významných faktorov pri dĺžení PA6, PP a PET vlákien na zmenu ich štruktúrnych a mechanických vlastností	350
4.5.2	Tepelné usušovanie anizotropných vlákien	364
4.5.2.1	Teoretické aspekty tepelného usušovania vlákien	364
4.5.2.2	Technický aspekt procesu usušovania vlákien	368
4.5.2.3	Vlastnosti syntetických vlákien po ustálení	369
4.6	Procesy prípravy chemických vlákien z roztokov polymérov	375
4.6.1	Mokrý spôsob zvlákňovania roztokov polymérov	375
4.6.1.1	Mokrú zvlákňovanie roztokov polymérov	379
4.6.1.2	Vývoj celulóзовých vlákien z hľadiska niektorých parametrov štruktúry a vlastností	383
4.6.1.3	Zvlákňovanie z rozhrania fáz, z disperzií a z ťažkotaviteľných polymérov	388
4.6.2	Suchý spôsob zvlákňovania roztokov polymérov	389
4.6.3	Ďalšie spôsoby zvlákňovania vláknotvorných polymérov	390
4.6.3.1	Príprava vlákien za použitia plastifikátorov	390
4.6.3.2	Bezdyzové zvlákňovanie	390
4.6.3.3	Zvlákňovanie kvapalných kryštálov polymérov	390
	Literatúra	391
4.7	Agregované a kontinuálne postupy prípravy vlákien	395
4.7.1	Celulóзовé vlákna	395
4.7.2	Syntetické vlákna	401
	Literatúra	417
4.8	Základné princípy vzniku anizotropie vlákien	418
	Literatúra	424
5	Modifikované a nové vlákna a ich využitie	426
5.1	Zámerné fyzikálno-chemické premeny a niektoré úžitkové vlastnosti vlákien	426
5.1.1	Zámerné premeny pri poly- ϵ -kaprolaktámových vláknach PA6	427
5.1.1.1	Hydrofilná úprava PA6 vlákien	427
5.1.1.2	Zvýšenie odolnosti PA6 vlákien proti opakovaným deformáciám	429
5.1.1.3	Poly- ϵ -kaprolaktámové vlákna so zníženým elektrostatickým nábojom	430

5.1.1.4	Poly- ϵ -kaprolaktámové vlákna s antimikrobiálnymi vlastnosťami	431
5.1.1.5	Nehorľavá úprava poly- ϵ -kaprolaktámových vlákien	431
5.1.1.6	Úprava PA6 vlákien proti termickej a termooxidačnej degradácii	432
	Literatúra	433
5.1.2	Modifikácia polyesterových (PES) vlákien	434
5.1.2.1	Modifikácia počas prípravy polyméru	435
5.1.2.2	Modifikácia PES vlákien pri ich príprave	440
5.1.2.3	Modifikácia PET vlákien pri ich použití	443
	Literatúra	444
5.1.3	Modifikácia polypropylénových (PP) vlákien	444
5.1.3.1	Chemické a fyzikálne premeny polypropylénu a polypropylénových vlákien	445
5.1.3.2	Niektoré príklady využitia fyzikálnych premien polypropylénu	449
	Literatúra	453
5.1.4	Stálosť vlákien na svetle	453
	Literatúra	458
5.1.5	Vyfarbiteľnosť vlákien	458
	Literatúra	462
5.1.6	Sorpčné vlastnosti vlákien	463
	Literatúra	467
5.2	Príprava nových typov vlákien	468
5.2.1	Príprava vlákien z aromatických polymérov	468
5.2.1.1	Vlákna z aromatických polyamidov	469
5.2.1.2	Kopolyméry aromatických polyamidov	472
5.2.1.3	Vlákna z polyheterocyklov	476
	Literatúra	486
5.2.2	Uhlíkové vlákna	488
5.2.2.1	Uhlíkové vlákna na báze celulóзовých vlákien	489
5.2.2.2	Uhlíkové vlákna na báze polyakrylonitrilových vlákien	491
5.2.2.3	Uhlíkové vlákna na báze živíc z destilačných zvyškov ropy alebo uhlia	493
5.2.2.4	Vlastnosti uhlíkových vlákien	496
	Literatúra	499
5.2.3	Príprava vysokopevných vlákien	500
5.2.3.1	Príprava vlákien z polymérov s tuhými reťazcami	501
5.2.3.2	Príprava vysokopevných vlákien z polymérov s ohybnými reťazcami	503
5.2.3.3	Príprava orientovaného polyméru polymerizáciou v pevnej fáze	504
5.2.3.4	Príprava vlákien kryštalizáciou vysokoorientovaného stavu	504
5.2.3.5	Zvýšenie pevnosti vlákien zvýšením energie aktivácie	505
5.2.3.6	Príprava vysokopevných vlákien z roztokov kryštalizujúcich polymérov	507
5.2.3.7	Zvýšenie pevnosti vlákien zväčšením aktívneho objemu	508
5.2.3.8	Regulácia štruktúry východiskových polymérov a nedĺžených vlákien	509
5.2.3.9	Zvlákňovanie cez kónické otvory	509
5.2.3.10	Hydrostatické zvlákňovanie	510
5.2.3.11	Zvlákňovanie tuhých polymérov v podmienkach ich súčasnej orientácie a kryštalizácie	511
	Literatúra	511
5.2.4	Elektrické a optické vlastnosti polymérov a vlákien	513
	Literatúra	524
	Zoznam symbolov a skratiek	526
	Register	535