



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

244 359

(11) - (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 06 03 84
(21) (PV 1600-84)

(51) Int. Cl.⁴
C 08 G 63/20

(40) Zveřejněno 17 09 85

(45) Vydáno 01 06 88

(75)
Autor vynálezu

SEDLÁČEK PAVEL ing. CSc.; JALOVECKÝ JAN ing., SEZIMOVO ÚSTÍ;
VANÍČEK JIŘÍ RNDr. CSc.; TÁBOR, BLAŽEK JIŘÍ ing.; KUČERA
IVAN ing., SEZIMOVO ÚSTÍ

(54) Způsob přípravy modifikovaných polyesterů

Způsob přípravy modifikovaných polyesterů na bázi kyseliny tereftalátové a etylenglykolu, kde modifikační složkou jsou polyfunkční alkoholy, které způsobují rozvětvení makromolekul, při kterém se v průběhu přípravy polyesterů přidávají k reagujícím látkám polyfunkční alkoholy v počtu dvou až šesti. Polyfunkční alkoholy obecného vzorce $R-(OH)_n$, kde n je v rozmezí 3 až 10 a R je organický radikál, se přidávají v celkové koncentraci 0,01 až 3,0 mol. % vzhledem ke kyselinové složce polyesterů. Postupem podle vynálezu je možné požadovaným způsobem nezávisle řídit několik vlastností modifikovaných polyesterových vláken jako například navlhavost, pevnost, žmolovitost a vybarvitelnost.

Vynález se týká zdokonalení způsobu přípravy modifikovaných polyesterů na bázi kyseliny tereftálové a etylenglykolu, kde modifikační složkou jsou polyfunkční alkoholy, které způsobují rozvětvení makromolekul.

Příprava polyesterů reakcí dvojsytných kyselin nebo jejich nižších alifatických esterů s dvojfunkčními alkoholy, je dobře známa z odborné literatury. Reakční směs je za vhodného tlaku a přítomnosti katalyzátorů, stabilizátorů, matovacích prostředků respektive dalších přísad zahřívána postupně na teplotu 260 až 290°C za vzniku výšemolekulárních polyesterů. Zejména ty polyesterů, které se získávají reakcí kyseliny tereftalátové případně jejího metylesteru nebo směsí některé z těchto látek a jiných dvojsytných kyselin či jejich esterů, v nichž kyselina tereftalátová případně její metylester převažují, s etylenglykolem nebo se směsmi etylenglykolu s jinými dvojfunkčními alkoholy, v nichž etylenglykol převažuje, jsou vhodné pro přípravu vláken. Vlákna připravená z těchto polyesterů však ve tkaninách vesměs snadno žmolkuje, což značně snižuje užitkové vlastnosti tkanin vyrobených z těchto vláken ať již samotných nebo ze směsí těchto vláken s dalšími vlákny, jako je například vlna, bavlna, viskoza a podobně. Žmolkování polyesterových vláken je snižováno obvykle za pomoci chemické modifikace polymeru, která umožní zvýšit dynamickou viskozitu taveniny a tím zvláknovat polymery se sníženou molekulovou hmotností a tedy i se sníženou specifickou viskozitou polymeru. Bylo zjištěno, že žmolkování vláken ve tkaninách koreluje s odolností vláken v ohybu, která roste s molekulovou hmotností. Zvýšení dynamické viskozity taveniny polymeru

je dosahováno například podle US 3 033 824 a US 3 576 773 přidavkem modifikační složky, která obsahuje krátké polární a objemné postranní substituenty, jako například skupiny $-SO_3M$, kde M je Na nebo K, anebo přidavkem modifikační složky, která způsobuje rozvětvení základního polymeru. Jako činidla způsobující rozvětvení polyesterů jsou nejčastěji používány polyfunkční alkoholy, méně často fenoly, organické hydroxykyseliny a organické kyseliny nebo nižší alifatické estery těchto kyselin či jejich anhydridy. Tyto polyfunkční sloučeniny jsou používány v čistém stavu. Pouze malé množství nečistot, vznikajících při přípravě polyfunkčních sloučenin, není podle dosud popsaných postupu jako například v US 2 895 946 a v US 3 033 824 na závadu využití polyfunkčních sloučenin jako větvicích činidel. Dosud používané postupy pro přípravu větvených polyesterů za použití přidavku polyfunkčních alkoholů se uplatňují vedle nežmolující úpravy polyesterových vláken také při přípravě vláken s nešpinivou úpravou, vláken majících zlepšenou tepelnou i světelnou odolnost a vláken se zlepšenou vybarvitelností, jak je uvedeno například v US 3 461 468, US 3 668 188, US 3 669 935, US 3 671 495 a US 3 684 768. Tyto postupy však nevyužívají možnosti k ovlivnění vlastností větvených polyesterů, které vyplývají z existence různého typu rozvětvení makromolekul. Tak například vlastnosti polymerních vláken, jako je krystalinita, vybarvitelnost, navlahavost a hustota jsou ovlivněny především přítomností většího množství kratších postranních řetězců hřebenovitého typu. Delší postranní řetězce hvězdicovitého i hřebenovitého typu ovlivní hlavně pevnost vláken. Dynamickou viskozitu taveniny polymeru ovlivní především stromkovitý typ větvení nebo hvězdicovitý typ s velmi dlouhými větvemi. Dosavadní způsoby přípravy umožňují přípravu rozvětvených makromolekul pouze s jedním typem rozvětvení, které pak ovlivní pouze jednu z výše uvedených vlastností výsledného polymeru. Další nevýhodou dosud užívaných a popsaných způsobů přípravy polyesterů s přidavkem polyfunkční sloučeniny je požadovaná čistota těchto modifikačních složek.

Výše uvedené nedostatky užívaných způsobů přípravy polyesterů na bázi kyseliny tereftálové a etylenglykolu, modifikovaných polyfunkčními alkoholy, odstraňuje řešení podle vynálezu,

jehož podstata spočívá v tom, že se k reagujícím látkám přidávají polyfunkční alkoholy v počtu dvou až šesti, s výhodou ve směsi vytvořené při jejich průmyslové výrobě. Přídavek polyfunkčních alkoholů lze provést například na počátku esterifikace kyseliny tereftalátové nebo reesterifikace dimethyltereftalátu etylenglykolem, během této esterifikace či reesterifikace nebo po jejím ukončení, na počátku polykondensační reakce nebo v jejím průběhu, nejpozději však před ukončením polykondensace tak, aby došlo k reakci polyfunkčních alkoholů s polymerními řetězci za vzniku větvených makromolekul. Polyfunkční alkoholy se podle vynálezu přidávají v celkové koncentraci 0,01 až 3,0 mol.%, s výhodou 0,04 až 0,8 mol.%. Při nižší koncentraci než 0,01 mol.% již není jejich účinek na vlastnosti polyesterových vláken patrný a při koncentraci vyšší než 3,0 mol.% vznikají problémy v důsledku příliš vysoké dynamické viskozity taveniny polymeru. Při výrobě modifikovaných polyesterů podle vynálezu se k reakci přidávají polyfunkční alkoholy obecného vzorce $R-(OH)_n$, kde n je rovno 3 až 10 a R je polyvalentní uhlovodíkový nebo etherický radikál. Příkladem těchto alkoholů mohou být glycerol, sorbitol, 1,2,6-hexantriol, 1,1,1-trimetyloletan, 1,1,1-trimetylolpropan, pentaerythritol, cyklohexanhexaol, dipentaerythritol, tripentaerythritol, diglycerol, triglycerol a podobně. Reaktivita funkčních skupin se při esterifikačních reakcích liší a je vyšší pro primární alkoholy než pro sekundární. Pokud jsou polyfunkční alkoholy přidávány do reakce při přípravě modifikovaných polyesterů ve směsi, pak množství alkoholů typu $R-(OH)_3$ a $R-(OH)_4$ je 15 až 98 hm.% a množství alkoholů s n rovno 5 až 10 je 2 až 85 hm.%. Uvedené rozmezí koncentrací umožňuje využít odlišných vlastností různých polyfunkčních alkoholů k ovlivnění vlastností polyesterů.

Výhodou postupu podle vynálezu je možnost při výrobě polyesterů na bázi kyseliny tereftalátové a etylenglykolu zachovat dostatečnou dynamickou viskozitu taveniny polymeru při snížené molekulové hmotnosti a zachování dobré zvláknitelnosti a současně ovlivnit další vlastnosti polymerních vláken jako například pevnost, odolnost v ohybu a oděru, hustotu, vybarvitelnost a navlhavost. Přídavek většího počtu polyfunkčních alkoholů o různé koncentraci a o různé reaktivitě funkčních skupin,

případně s rozdílnou dobou setrvání v reakci, umožní ovlivnit strukturu vytvořením požadovaného množství postranních řetězců jak hřebenovitého, hvězdicovitého tak i stromkovitého typu větvení s různě dlouhými postranními řetězci, které pak ovlivní požadované vlastnosti polyesterových vláken, jako například pevnost, hustotu, navlhavost a vybarvitelnost vláken při zachování jejich dostatečně vysoké pevnosti a dostatečně nízké odolnosti v ohybu. Přídavek dvou nebo většího počtu polyfunkčních alkoholů ve směsi lze také s výhodou využít při výrobě modifikovaných polyesterů v tom případě, že směs je technickým produktem výroby, který je často dostupnější a cenově výhodnější. Tento postup je proto výhodný v případě směsí jako jsou glycerol s polyglyceroly a pentaerythritol s dipentaerythritolem nebo i s tri-pentaerythritolem. Přídavek směsí s glycerolem nebo s pentaerythritolem oproti přídavku čistého glycerolu nebo pentaerythritolu je výhodný také proto, že tyto směsi obsahují vedle trojfunkčního nebo čtyřfunkčního alkoholu, který způsobuje především hřebenovité větvení, také polyfunkční alkoholy s větším počtem funkčních skupin v molekule, které způsobují rozvětvení stromkovitého a hvězdicovitého typu. Na rozdíl od obvyklé praxe, kdy příměsi v použitém technickém produktu působí na průběh reakce nepříznivě, mají v tomto případě naopak příznivý účinek. Jako výhodná se také jeví kombinace směsi polyfunkčních alkoholů a komonomeru obsahujícího polární objemnou skupinu $-OSO_3M$, kde M je Na nebo K, kdy snižování molekulové hmotnosti působením poměrně drahého a výrobně náročného komonomeru může být zčásti nahrazeno působením směsi polyfunkčních alkoholů. V tomto případě lze při zachování vyšší afinity k bazickým a disperzním barvivům i nízké žmolovitosti vyrábět modifikované polyesterly levněji. Způsob provedení je zřejmý z následujících příkladů.

Příklad 1

Do nerezového reaktoru bylo vloženo 1500 g dimethyltereftalátu, 942 ml etylenglykolu, 0,77 g tetrahydrátu octanu manganatého a 1,0 g bezvodého octanu antimonitého. Reesterifikace probíhala za stálého míchání po dobu 210 minut při postupně narůstající teplotě od $160^{\circ}C$ do $230^{\circ}C$. Po ukončené reesterifikaci bylo přidáno k reakční směsi 1,7 ml trisnonylfenylfosfitu a 30 ml sus-

pense TiO_2 v etylenglykolu o koncentraci 20 hm.%. V reaktoru byl za stálého míchání snížen tlak na požadovanou hodnotu a teplota byla zvyšována na hodnotu v rozmezí 265 až 280°C. Po dosažení hodnot otáček míchadla odpovídajících požadované a ve všech případech přibližně stejné molekulové hmotnosti polymeru byla tavenina z reaktoru vytlačována dusíkem a granulována. Polymerní drť byla po vysušení zvláknována a nedloužená vlákna byla vydloužena na celkový dloužící poměr podle přirozeného dloužícího poměru a pak sušena a fixována v sušárně při teplotě 125°C po dobu 15 minut. Modifikace polyfunkčními alkoholy byla provedena následujícími způsoby. V prvním případě byl na počátku reesterifikace přidán k reakční směsi pouze sorbitol (S), v druhém případě v průběhu polykondensace pouze 1,1,1-trimetylolpropan (TMP) a ve třetím případě byly stejným způsobem k reakční směsi přidány obě tyto sloučeniny. Údaje o koncentracích polyfunkčních alkoholů vzhledem ke vloženému množství dimethyltereftalátu, průběhu polykondensace, viskozitě polymeru měřené jako 1 %ní roztok při 30°C ve směsném rozpouštědle fenol - 1,1,2,2-tetrachlorethan 1 : 3, a vlastnostech vláken jsou uvedeny v následující tabulce č. 1.

Tabulka č. 1

Druh modifikace	Koncentrace modifikace (mol.%)	Doba polykondensace (min)	Specifická viskozita polymeru (1)	Pevnost vláken (N)
S	0,05	70	0,705	0,139
TMP	1,0	60	0,718	0,158
S + TMP	0,05 + 1,0	55	0,700	0,157

Druh modifikace	Tažnost vláken (%)	Specifická odolnost v ohybu (kyvy/dtex)	Hustota vláken (g/cm^3)	Navlhavost vláken (%)	Vybarvitelnost při 130°C (mg/g)
S	31	327	1,398	0,43	13,3
TMP	35	341	1,378	0,69	15,7
S + TMP	34	330	1,359	0,92	19,2

Při současném přidavku sorbitolu a 1,1,1-trimetylolpropanu bylo dosaženo nejkratší doby polykondenzace. Vlákna modifikovaná současně sorbitolem a 1,1,1-trimetylolpropanem vykazují oproti vláknům modifikovaným každou složkou jednotlivě nižší hustotu, vyšší navlhavost a vyšší vybarvitelnost. Přitom bylo u vláken dosaženo dostatečně vysoké pevnosti a nízké odolnosti v ohybu.

Příklad 2

Postupem jako v příkladu 1 byly připraveny modifikované polyestery s tím rozdílem, že po ukončení reesterifikace byl v prvním případě k reakční směsi přidán monopentaerythritol (MPE), v druhém případě dipentaerythritol (DPE), ve třetím případě tripentaerythritol (TPE), ve čtvrtém případě směs monopentaerythritolu a dipentaerythritolu a v pátém případě technický pentaerythritol (PERT) o složení 83 hm.% monopentaerythritolu, 13 hm.% dipentaerythritolu a 3 hm.% tripentaerythritolu. Údaje o koncentracích polyfunkčních alkoholů vzhledem ke vloženému množství dimethyltereftalátu, průběhu polykondensační reakce a vlastnostech připravených vláken jsou uvedeny v následující tabulce č. 2.

Tabulka č. 2

Druh modifikace	Koncentrace modifikace (mol.%)	Doba polykondensace (min)	Specifická viskozita polymeru (1)	Pevnost vláken (N)
MPE	0,08	65	0,692	0,139
DPE	0,04	60	0,695	0,145
TPE	0,02	55	0,702	0,153
MPE + DPE	0,08 + 0,04	50	0,709	0,149
PERT	0,12	55	0,703	0,156

Druh modifikace	Tažnost vláken (%)	Specifická odolnost v ohybu (kyvy/dtex)	Hustota vláken (g/cm ³)	Navlhavost vláken (%)	Vybarvitelnost při 130°C (mg/g)
MPE	30	365	1,382	0,66	15,3
DPE	34	332	1,389	0,56	14,8
TPE	31	324	1,395	0,45	13,9
MPE + DPE	32	351	1,375	0,72	17,9
PERT	34	364	1,369	0,76	18,6

Při současném přidavku monopentaerythritolu a dipentaerythritolu bylo dosaženo nejkratší doby polykondensace. Vlákna modifikovaná současně monopentaerythritolem, dipentaerythritolem a tripentaerythritolem vykazovala oproti vláknům připraveným jednotlivě z monopentaerythritolu, dipentaerythritolu a tripentaerythritolu nejnižší hodnotu hustoty a nejvyšší hodnoty navlhavosti a vybarvitelnosti.

Příklad 3

Postupem jako v příkladu 1 byly připraveny modifikované polyestery s tím rozdílem, že polyfunkční alkoholy byly přidány k reakční směsi před ukončením reesterifikace. Byl přidán technický pentaerythritol (PERT) o složení jako v příkladu 2 a v koncentracích 0,04; 0,08; 0,12; 0,16 a 0,20 mol.% vzhledem k vloženému množství dimethyltereftalátu. Průběh polykondensační reakce a vlastnosti připravených vláken jsou charakterizovány v následující tabulce č. 3.

Tabulka č. 3

Koncentrace PERTu (mol.%)	Doba poly- kondensace (min)	Specifická viskozita polymeru (1)	Pevnost vláken (N)	Tažnost vláken (%)	Specifická odolnost v ohybu (kyvy/dtex)
0,04	65	0,697	0,148	33	325
0,08	55	0,703	0,156	34	34
0,12	55	0,710	0,156	34	364
0,16	50	0,728	0,145	33	327
0,20	45	0,730	0,141	29	320
0,20	40	0,695	0,140	31	313
0,20	65	0,882	0,168	39	847

Doba polykondensace polymeru je závislá na specifické viskozitě polymeru i na koncentraci modifikační složky, kdežto specifická odolnost v ohybu je závislá především na specifické viskozitě polymeru a není závislá na koncentraci modifikační složky.

Příklad 4

244 359

Postupem jako v příkladu 1 byl připraven modifikovaný polyester s tím rozdílem, že polyfunkční alkoholy byly přidány k reagujícím látkám před reesterifikací. Byla přidána směs glycerolu a polyglycerolů o celkové koncentraci 0,5 mol.% a složení 15 hm.% glycerolu, 34 hm.% diglycerolu, 30 hm.% triglycerolu, 11 hm.% tetraglycerolu, 6 hm.% pentaglycerolu a 3 hm.% hexaglycerolu vzhledem k vloženému množství dimethyltereftalátu. Polykondensace byla ukončena po 55 minutách při specifické viskozitě polymeru 0,746. Dloužená a fixovaná vlákna o jemnosti 0,40 tex měla tyto vlastnosti: pevnost 0,157 N, tažnost 27 %, odolnost v ohybu 1427 kyvů, relativní pevnost ve smyčce 78 %, hustotu 1,381 g/cm³ a navlhavost 0,55%.

Příklad 5

Do nerezového poloprovodního tavicího a reesterifikačního reaktoru bylo vloženo 75,0 kg dimethyltereftalátu, 2,04 kg dimylesteru 3,5-dikarboxybenzensulfonátu sodného, 0,025 kg NaCl, 52,0 kg etylenglykolu, 0,021 kg dihydrátu octanu zinečnatého a 0,053 kg technického pentaerythritolu, t.j. 0,1 mol.% vzhledem k vloženému množství dimethyltereftalátu, o složení 86 hm.% pentaerythritolu, 11 hm.% dipentaerythritolu a 2 hm.% tripentaerythritolu. Reesterifikace probíhala za stálého míchání při postupně narůstající teplotě od 155°C do 220°C. Po ukončené reesterifikaci bylo k reakční směsi přidáno 0,042 kg bezvodého octanu antimonitého, 2,9 ml 85 %ní H₃PO₄, 2,1 l suspence TiO₂ v etylenglykolu o koncentraci 13 hm.%. Pak byla směs přepuštěna do nerezového polykondensačního reaktoru, kde byl za stálého míchání snižován tlak na požadovanou hodnotu a teplota byla zvyšována na maximální hodnotu 283°C. Po dosažení hodnoty zatížení míchadla odpovídající požadované molekulové hmotnosti polymeru byla tavenina z reaktoru vytlačována dusíkem a granulována. Polykondensace byla ukončena při specifické viskozitě polymeru 0,669, měřené jako 1 %ní roztok při 30°C ve směsném rozpouštědle fenol - 1,1,2,2-tetrachlorethan 1 : 3. Polymerní drť byla po vysušení zvláknována a nedloužená vlákna byla vydloužena na celkový dloužící poměr podle přirozeného dloužícího poměru, avivována, zkadeřena a pak sušena a fixována v sušárně při

maximální teplotě 125°C po dobu 18 minut. Dloužená a fixovaná vlákna o jemnosti 0,43 tex byla nařezána na stříž o staplu 110 mm, která měla tyto vlastnosti: pevnost 0,115 N, tažnost 33 %, relativní pevnost ve smyčce 92 % a odolnost v ohybu 759 kyvů. Vyrobená stříž byla vypředena ve směsi s vlnou v poměru 45 % vlna/55 % PES a z příze byly vyrobeny pleteniny, které měly výbornou odolnost proti žmolkování, lepší omak a dobrou barvitelnost disperzními i basickými barvivy.

Příklad 6

Postupem jako v příkladu 5 byl připraven modifikovaný polyester s tím rozdílem, že do tavícího a reesterifikačního reaktoru bylo vloženo 75,0 kg dimethyltereftalátu, 53,1 kg etylen-glykolu a 0,040 kg tetrahydrátu octanu manganatého. Před ukončením reesterifikace bylo k reakční směsi přidáno 0,048 kg bezvodého octanu antimonitého, 80 ml trisnonylfenylfosfitu, 1,3 l suspence TiO₂ v etylen-glykolu o koncentraci 20 hm.% a 0,092 kg technického pentaerythritolu, t.j. 0,175 mol.% vzhledem k vloženému množství dimethyltereftalátu, o složení 84 hm.% pentaerythritolu, 13 hm.% dipentaerythritolu a 2 hm.% tripentaerythritolu. Polykondensace byla ukončena při specifické viskozitě polymeru 0,771. Polymerní drť byla po vysušení zvláknována a nedloužená vlákna byla vydloužena, fixována za napětí, avivována, zkadeřena, sušena a fixována ve volném stavu při maximální teplotě 130°C po dobu 15 minut a nařezána na stříž. Vlastnosti vyrobených střížových vláken jsou uvedeny v následující tabulce č. 4.

Tabulka č. 4

Jemnost	Stapl	Pevnost	Tažnost	Odolnost v ohybu
tex	mm	N	%	kyvy
0,36	65	0,135	40	1380
0,28	56	0,099	31	963
0,17	38	0,065	26	628

Vyrobené stříže byly vypředeny spolu s vlnou nebo s bavlnou a z přízí byly vyrobeny tkaniny, které měly výbornou odolnost proti žmolkování, zlepšený omak a sníženou plošnou hmotnost.

Příklad 7

Z taveniny modifikovaného polyesteru o specifické viskozitě 0,678 a stejného chemického složení jako v příkladu 6 byla zvlákněním vyrobena nedloužená vlákna, která byla dále vydloužena, fixována za napětí, avivována, zkadeřena, sušena a fixována ve volném stavu při maximální teplotě 125°C po dobu 15 minut. Vyrobená vlákna byla ukládána ve formě trhacích nebo řezacích kabelů, jejichž vlastnosti jsou uvedeny v následující tabulce č. 5.

Tabulka č. 5

	Jemnost vláken tex	Součtová jemnost ktex	Pevnost vláken N	Tažnost vláken %	Odolnost v ohybu kyvy
Trhací kabel	0,35	61	0,126	34	1358
Řezací kabel	0,36	65	0,122	44	1320

Kabely byly dále zpracovány na trhacích nebo řezacích konvertozech, vypředeny spolu s vlnou a z přízí byly vyrobeny tkaniny, které měly výbornou odolnost proti žmolkování, zlepšený omak a sníženou plošnou hmotnost.

Postupu podle vynálezu by bylo možno použít i při výrobě modifikovaných polyesterových monofilů, jako například vlasců, strun, žíní a dále k výrobě těch polyesterových výrobků, které jsou připravovány lisováním, vytlačováním, vstřikováním a podobně.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

244 359

1. Způsob přípravy modifikovaných polyesterů reakcí dvojsytné kyseliny nebo nižšího alifatického esteru této kyseliny s dvojfunkčním alkoholem, po které se výsledný reakční produkt polykondensuje za vzniku polyesteru, kde uvedená dvojsytná kyselina nebo její ester obsahují alespoň 75 mol. % tereftalátové složky a dvojfunkční alkohol obsahuje alespoň 70 mol. % etylenglykolu, vyznačený tím, že v průběhu přípravy, nejpozději však před ukončením polykondensační reakce, se přidávají k reagujícím látkám polyfunkční alkoholy obecného vzorce $R-(OH)_n$ v počtu dvou až šesti, s výhodou směs vytvořená při průmyslové výrobě polyfunkčních alkoholů, a to o celkové koncentraci 0,01 až 3,0 mol. %, s výhodou 0,04 až 0,8 mol. %, vzhledem ke kyselinové složce, přičemž n je rovno 3 až 10 a R je polyvalentní uhlovodíkový nebo etherický radikál a množství alkoholů typu $R-(OH)_3$ a $R-(OH)_4$ ve směsi je 15 až 98 hm. % a množství alkoholů s n rovno 5 až 10 ve směsi je 2 až 85 hm. %.
2. Způsob přípravy modifikovaných polyesterů podle bodu 1 vyznačený tím, že směs polyfunkčních alkoholů typu $R-(OH)_n$ je tvořena glycerolem, diglycerolem, triglycerolem, tetraglycerolem, pentaglycerolem a hexaglycerolem.
3. Způsob přípravy modifikovaných polyesterů podle bodu 1. vyznačený tím, že směs polyfunkčních alkoholů typu $R-(OH)_n$ je tvořena pentaerythritolem, dipentaerythritolem a tripentaerythritolem.