



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

232 590

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita  
(22) Přihlášeno 08 08 83  
(21) (PV 5834-83)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup> D 01 F 6/04

(40) Zveřejněno 18 06 84

(45) Vydáno 01 01 87

(75)

Autor vynálezu BUDÍN JIŘÍ ing. CSc.,  
RYBOLA FRANTIŠEK, SEZIMOVO ÚSTÍ

(54) Způsob přípravy polyethylenového monofilu

Vynález se týká přípravy polyethylenového monofilu kruhového příčného průřezu o průměru 0,1 až 0,5 mm z lineárního polyethylenu o hustotě vyšší než  $950 \text{ kg m}^{-3}$  a indexu toku 0,12 až 0,8 g/10 minut extruzí taveniny polyethylenu kruhovými otvory zvláknovací trysky při zdánlivé smykové rychlosti 800 až 1500  $\text{sec}^{-1}$  a při průtahu zvlákněných monofilů pod tryskou v rozmezí 0,9 až 1,7 a následným dloužením na dloužící poměr 7 až 10.

Vynález se týká způsobu přípravy polyethylenového monofilu kruhového příčného průřezu o průměru 0,1 až 0,5 mm.

Monofilem rozumíme vlákno, které tvoří jedna fibrila. Syntetické monofily mají většinou kruhový průřez a průměr v rozmezí 0,06 až 2 mm. Připravují se zvláknováním tavenin vláknotvorných polymerů a následným dlužením zvlákněného monofilu za zvýšených teplot. Monofily nacházejí uplatnění jak při rekreační činnosti (rybářské vlasce, tenisové struny) tak i jako polotovar pro výrobu sít, spirálových zdrhovadel, sítí, kartáčů a pod. Syntetické monofily se vyrábí převážně na bázi polykondenzátů, tedy z polyamidů a polyesterů. Z polyolefinů se jako výrobní surovina uplatnil ve větší míře pouze isotaktický polypropylen, který se osvědčil při výrobě žíní u kterých není na závadu poměrně vysoká ovalita jejich příčného průřezu. Ovalitou se rozumí rozdíl maximálního a minimálního průměru monofilu měřeného ve stejném místě. Podstatně menší uplatnění při výrobě monofilů nachází polyethylen. Polyethylenové monofily ve srovnání s monofily z polykondenzátů se vyznačují velkou nerovnoměrností průměru, podstatně vyšší ovalitou příčného průřezu a nižší pevností. Vlastní výroba polyethylenových monofilů je komplikována zvýšenou přetrhovostí monofilů a to jak ve stadiu tvorby monofilů pod zvláknovací tryskou tak ve stadiu jejich dlužení. To pak vede ke zvýšení odpadu při výrobě polyethylenových monofilů. Úspěšná příprava polyethylenového monofilu je do značné míry dána složením výchozího polyethyleny, reologickými poměry při zvláknování taveniny polyethyleny a při tvorbě nedlouženého monofilu ve stadiu chlazení zvlákněného monofilu.

Podle způsobu polymerace ethyleny můžeme polyethylen rozdělit do dvou základních typů: vysokotlaký rozvětvený nízkohustotní polyethylen a nízkotlaký lineární vysokohustotní poly-

ethylen. Hustota lineárního polyethylenu je v rozmezí 950 až 965  $\text{kgm}^{-3}$ . Hustota se stanoví podle ČSN 640111. Pro výrobu polyethylenových monofilů s dostatečnou hodnotou pevnosti je vhodnější nízkotlaký typ polyethylenu. Fyzikálně mechanické vlastnosti polyethylenu závisí na jeho molekulové hmotnosti, distribuci molekulových hmotností, molekulární a nadmolekulární struktuře. Pro zpracovatelské technologie je důležitou veličinou molekulová hmotnost. Pro přibližnou informaci o velikosti molekulové hmotnosti polyethylenu poslouží index toku taveniny. Platí relace, že čím je index toku vyšší, tím je molekulová hmotnost polymeru nižší. Index toku taveniny polymeru se stanoví podle ČSN 640681 a u polyethylenu v podstatě vyjadřuje množství taveniny vytlačené za 10 minut při 190°C pístem o průměru 10 mm tryskou o průměru 2,1 mm a délce 8 mm při zatížení pístu 21,2 N. Chování taveniny polyethylenu ovlivňuje i šířka distribuce molekulových hmotností. S rostoucí šířkou distribuce molekulových hmotností se tavenina polymeru stává výrazněji neneutonská. To znamená, že její zdánlivá tekutost roste rychleji s rostoucím smykovým napětím než u polymerů s úzkou distribucí molekulových hmotností. Šířku distribuce můžeme informativně posoudit měřením indexů toku při různých smykových rychlostech, tedy při různém zatížení vytlačovacího pístu. U polyethylenu se obvykle používá zatížení 21,2 a 212 N. Podíl indexů toku stanoveného při zatížení 212 N k hodnotě indexu toku stanoveného při 21,2 N ( $IT_{212N}/IT_{21,2N}$ ) se u lineárního nízkotlakého polyethylenu s úzkou distribucí molekulových hmotností pohybuje přibližně v rozmezí 40 až 50, v případě velmi široké distribuce je tento podíl v rozmezí 150 až 200.

Rovnoměrnost průměru monofilu, ovalita jeho příčného průřezu a bezporuchový provoz zvláknování je do značné míry ovlivněn i způsobem tvorby nedlouženého monofilu pod tryskou, především hodnotou průtahu, průměrem  $d_0$  kruhového otvoru zvláknovací trysky, dávkováním a teplotou chladicí vody v chladicí lázni, ve které se monofily ochlazují před následným procesem dloužení. Průtah je v tomto případě definován jako poměr odtahové rychlosti nedlouženého monofilu po jeho výstupu z chladicí lázně ke střední rychlosti  $V_0$  taveniny polyethylenu v otvoru zvláknovací trysky. Střední rychlost  $V_0$  lze vypočítat na základě objemového průtoku  $Q$  taveniny polyethylenu a průměru

$d_0$  kruhového otvoru trysky na základě vztahu :

$$v_0 = \frac{4 Q}{\pi d_0^2}$$

Při velkém průtahu, zejména u tavenin s velkými odchylkami od newtonského chování může dojít k přerušení polymerního proudu taveniny po výstupu z otvoru zvláknovací trysky nebo k periodickým změnám průměru nedlouženého monofilu. Důležitou roli zde hraje i hodnota smykové rychlosti taveniny polyethylenu v otvoru zvláknovací trysky. Její použitelné rozmezí pro úspěšné zvláknování je dáno jak hodnotou molekulové hmotnosti tak i šířkou distribuce molekulových hmotností. Zdánlivou smykovou rychlost  $\dot{f}_a$  v kruhovém kanálku zvláknovací trysky lze vypočítat podle vztahu :

$$\dot{f}_a = \frac{32 Q}{\pi d_0^3}$$

Předmět vynálezu se týká způsobu přípravy polyethylenového monofilu kruhového příčného průřezu o průměru 0,1 až 0,5 mm z lineárního polyethylenu o hustotě vyšší než  $950 \text{ kg m}^{-3}$ , indexu toku v rozmezí od 0,12 do 0,8 g/10 minut a poměru indexů toku stanovených při 212 N a 21,2 N v rozmezí od 70 do 110. Tavenina takto definovaného polyethylenu se při teplotách 250 až  $290^\circ\text{C}$  protlačuje kruhovými otvory zvláknovací trysky při zdánlivé smykové rychlosti 800 až  $1500 \text{ sec}^{-1}$  a je odtahována vodní chladicí lázní o teplotě 15 až  $45^\circ\text{C}$  při průtahu 0,9 až 1,7. Zvlákněný monofil je pak dloužen při teplotě vyšší než  $80^\circ\text{C}$  na dloužicí poměr 7 až 10.

Příprava polyethylenového monofilu podle tohoto vynálezu umožňuje získání monofilu požadovaných vlastností pro náročné aplikace jako je výroba sít při spolehlivém a ekonomickém provozu výrobní linky. Postup přípravy polyethylenových monofilů podle vynálezu je doložen následujícími příklady :

#### Příklad 1

Nízkotlaký lineární polyethylen se střední distribucí molekulových hmotností o hustotě  $956 \text{ kg m}^{-3}$ , indexu toku 0,3 g/10 minut a poměru indexů toku  $IT_{212\text{N}}/IT_{21,2\text{N}} = 80$  byl roztaven v extruderu a tavenina při teplotě  $285^\circ\text{C}$  byla dávkována zubovým čerpadlem v množství 14,5 kg/hod. do zvláknovacího bloku

opatřeného tryskou s 200 kruhovými otvory, každý o průměru 0,6 mm. Zdánlivá smyková rychlost taveniny v otvoru zvláknovací trysky byla  $1039 \text{ sec}^{-1}$ . Vytvořené monofily procházely vzduchovou mezerou 35 mm do chladicí vody o teplotě  $25^{\circ}\text{C}$  a byly odtahovány rychlostí 8 m/min při průtahu 1,7. Zvlákněné monofily byly dvouzonálně dložené při teplotě 95 až  $105^{\circ}\text{C}$  na celkový dložicí poměr 9. Vydložené polyethylenové monofily měly průměr  $0,15 \pm 0,01$  mm, ovalitu 0,015 mm, pevnost 10 N, tažnost 28 %.

Při použití lineárního nízkotlakého polyethylenu o hustotě  $958 \text{ kg m}^{-3}$ , indexu toku 5 g/10 minut a poměru indexů toku  $IT_{212N}/IT_{21,2N} = 40$  nebylo možné přípravu polyethylenového monofilu o průměru 0,15 mm realizovat v důsledku četných přetrhů monofilů při dložení a vlnění nedložených monofilů v chladicí lázni.

#### Příklad 2

Lineární nízkotlaký polyethylen s širokou distribucí molekulových hmotností o hustotě  $954 \text{ kg m}^{-3}$ , indexu toku 0,14 g/10 minut a poměru indexů toku  $IT_{212N}/IT_{21,2N} = 105$  byl roztaven v extruderu a tavenina o teplotě  $290^{\circ}\text{C}$  byla dávkována zubovým čerpadlem v množství 18,3 kg/hod do zvláknovacího bloku opatřeného zvláknovací tryskou s 90 kruhovými otvory, každý o průměru 0,8 mm. Zdánlivá smyková rychlost v otvoru zvláknovací trysky byla  $1221 \text{ sec}^{-1}$ . Vytvořené monofily procházely vzduchovou mezerou 45 mm do chladicí vody o teplotě  $20^{\circ}\text{C}$  a byla odtahovány při průtahu 1,0. Zvlákněné monofily byly dvouzonálně dloženy při teplotách 95 až  $105^{\circ}\text{C}$  na celkový dložicí poměr 9. Vydložené monofily měly průměr  $0,25 \pm 0,01$  mm, pevnost 22 N a tažnost 23 %.

Polyethylenové monofily připravené podle vynálezu lze využít pro výrobu sít. Tyto síta mohou sloužit jako podpůrné mřížky skládaného dialyzačního filtru umělé ledviny.

Způsob přípravy polyethylenového monofilu kruhového příčné-  
ho průřezu o průměru 0,1 až 0,5 mm vyznačený tím, že lineární  
polyethylen o hustotě vyšší než  $950 \text{ kg m}^{-3}$ , indexu toku 0,12 až  
0,8 g/10 minut a poměru indexů toku stanovených při zatížení  
212 N a 21,2N v rozmezí od 70 do 110 je ve formě taveniny při  
teplotě 250 až 290°C protlačován kruhovými otvory zvláknovací  
trysky při zdánlivé smykové rychlosti 800 až 1500  $\text{sec}^{-1}$  do vod-  
ní chladicí lázně o teplotě 15 až 45°C přičemž vytvořený monofil  
je odtažován z chladicí lázně při průtahu 0,9 až 1,5 a následně  
dloužen při teplotě vyšší než 80°C na dloužící poměr 7 až 10.