

Dodatek parafinskega olja talini iz mešanice polipropilena in polietilena

V prispevku je predstavljen postopek izdelave matriks fibrilnih, bikonstituentnih filamentnih prej, izdelanih iz več polimernih mešanic dveh poliolefinskih polimerov, polipropilena ter polietilena, ki jima je bilo v fazi talilnega oblikovanja dodano parafinsko olje. Podana je ocena vpliva dodatka parafinskega olja na sam predilni proces ter na končne lastnosti izdelanih filamentnih prej. Izbodna polimera sta bila polietilen visoke gostote (HDPE) ter izotaktični polipropilen z razmeroma visokim MFI. Polimerne mešanice, iz katerih so bile izdelane filamentne preje, so bile pripravljene v naslednjih utežnih razmerjih PP/PE: 100/0, 90/10, 80/20, 50/50, 20/80, 10/90 ter 0/100. Parafinsko olje je bilo dodano v 2 % utežnem deležu.

Ključne besede: polipropilen, polietilen, parafinsko olje, PP/PE, polimerna mešanica, predenje iz taline

Addition of Paraffin Oil to Polypropylene and Polyethylene Polymer Blends in the Spinning Process

In the present study, the spinning conditions for the production of biconstituent PP/PE matrix fibril filament yarns, which paraffin oil was added to, are presented. The influence of the addition of paraffin oil on the spinning process and on the properties of produced filament yarns is analysed. Basic polymers for the production of the matrix fibril filament yarns were commercial isotactic PP homopolymer with moderate melt flow rate index and commercial high density polyethylene (HDPE) homopolymer with low melt flow rate index. The blends of PP and PE polymers were prepared in the following PP/PE weight proportions: 100/0, 90/10, 80/20, 50/50, 20/80, 10/90 and 0/100. Paraffin oil was added in the 2 % of mass quantity.

Keywords: polypropylene, polyethylene, paraffin oil, PP/PE, polymer blend, melt spinning

UDK 677.494.742.3 : 678-13

1.0 UVOD

Ponudba konvencionalnih sintetičnih vlaken je v svetu že nekaj desetletij enaka in to navkljub dejstvu, da potekajo vsa ta leta intenzivne raziskave novih vlaken ter da je bilo v tem času razvitih mnogo novih izdelkov, ki so v fazi razvoja zahtevali vlakna z novimi lastnostmi. Dejstvo je, da je danes možno z izbiro primerne (že znanega) vlaknotvornega polimera s spreminjanjem pogojev izdelave vlaken ter z različnimi polimernimi in nepolimernimi dodatki izdelati vlakna z zelo različnimi (željenimi) lastnostmi. Kljub temu pa še vedno potekajo vzporedno z razvojem vla-

ken iz že znanih polimerov intenzivne raziskave vlaken z novimi lastnostmi. Razvojni laboratoriji uresničujejo to željo na različne načine. Ena od poti je združevanje različnih, že znanih vlaknotvornih polimerov med seboj v eno (bikomponentno) vlakno ter na takšen način izdelati nova vlakna z novimi lastnostmi. Mešanice različnih polimerov ter polimerov z različnimi nepolimernimi aditivi se že vrsto let uporabljajo za proizvodnjo vlaken z novimi, le njim lastnimi lastnostmi in le predstavljamo si lahko, kakšen spekter med seboj različnih si surovin za proizvodnjo sintetičnih vlaken ponujajo polimerne mešanice iz vlaknotvornih polimerov.

Svetovna proizvodnja bikomponentnih vlaken iz leta v leto narašča [1]. To je posledica neizčrpnih možnosti, ki jih nudijo bikomponentna vlakna pri iskanju novih lastnosti vlaken. Bikomponentna vlakna razlikujemo med seboj glede na razporeditev polimernih komponent po prerezu vlakna. Možnih struktur in razporeditev polimernih komponent v bikomponentnem vlaknu je veliko, naštejmo le nekatere: stran ob stran, plašč – jedro, otoki v morju, matriks – fibril itd. Skupno vsem možnim strukturam, razen matriks fibrilni, imenovani tudi bikonstituentna [2, 3], je, da potrebujemo za proizvodnjo le-teh posebno strojno opremo. Nasprotno pa za proizvodnjo matriks fibrilnih, bikonstituentnih vlaken posebna strojna oprema ni potrebna. Zadostuje klasična strojna oprema za proizvodnjo sintetičnih vlaken. Prav zaradi enostavnosti je matriks fibrilna struktura kot ena od poti iskanja novih vlaken izredno zanimiva.

Bikonstituentna vlakna so oblikovana iz mešanice dveh polimerov, kjer je talina enega polimera suspendirana v obliki kapljic v talini drugega polimera [4]. Razporeditev komponent v matriks fibrilnem vlaknu je v idealnem primeru takšna, da ena komponenta oblikuje veliko majhnih fibrilov, ki so dispergirani v talini – matriksu drugega polimera [5]. Po prerezu vlaken so nastali fibrili razporejeni naključno, njihova prečna ter vzdolžna velikost pa močno nihata. Velikost ter število fibrilov sta odvisna od lastnosti in razmerja komponent ter od reoloških pogojev oblikovanja vlaken [6], kar pomeni, da lahko pri oblikovanju bikonstituentnih vlaken nastane cel spekter različnih struktur. Nastali fibrili so usmerjeni v smeri osi vlaken. Osna usmerjenost fibrilov v bikonstituentnih vlaknih je posledica orientacijske sile, ki deluje v smeri osi, iz predilne šobe iztekajoče in strjujoče se polimerne taline in je sestavni del vsakega predilnega procesa. V primeru matriks fibrilnih vlaken zaradi velike stične površine med obema fazama (komponentama), adhezija na meji dveh faz ni tako pomembna za celovitost oz. integriteto vlakna samega kot pri ostalih bikomponentnih strukturah, po drugi strani pa igra ravno zaradi tega pomembno vlogo pri mehanskih lastnostih vlaken.

Polimerna mešanica polipropilena ter polietilena je bila zaradi velike medsebojne podobnosti obeh polimerov deležna obsežnih raziskav [7, 8, 9, 10, 11]. Rezultati ter zaključki le-teh pa so si nemalokrat nasprotujoči. Dejstvo je, da sta polimera polipropilen ter polietilen nezdružljiva (nekompatibilna). Komponenti v polimerni mešanici kristalizirata ločeno in v mešanicah z večjim deležem obeh komponent je možno zaznati dve temperaturi kristalizacije. Hitrost kristalizacije polietilena je višja v mešanici s polipropilenom kot samega, kar je posledica prisotnosti različnih tipov heterogenih kristalizacijskih jeder v mešanici ter stabilizirajočega vpliva že strjene polipropilenske komponente [6]. Tekstilno mehanske lastnosti filamentnih prej, izdelanih iz mešanice PP in PE polimerov, so močno odvisne

od tipa polimerne mešanice ter od lastnosti samih polimernih komponent (molekulska masa, taktičnost polipropilena, linearnost polietilena itd.). Vsaka polimerna mešanica, zaradi specifičnih lastnosti obeh komponent ter različnih utežnih razmerij v mešanici, predstavlja nov material z le njemu lastnimi lastnostmi ter optimalnimi pogoji oblikovanja [5].

Kompatibilnost ter s tem mešljivost komponent v polimernih mešanicah lahko izboljšamo z dodatkom topila, v katerem sta obe komponenti topni, kajti tudi če sta dve polimerni komponenti povsem nemešljivi tako v trdnem kot tekočem stanju, se lahko njuna mešljivost močno izboljša v prisotnosti topila [6]. Parafinsko olje je topilo tako za polipropilen kot za polietilen. Pričakujemo lahko, da se bosta v prisotnosti parafinskega olja kompatibilnost ter mešljivost obeh komponent izboljšali. Vpliv parafinskega olja, kot dodatka v procesu oblikovanja polipropilenskih vlaken, je bil že raziskan [12, 13]. Med drugim se je izkazalo, da kot dodatek izboljša izkoristek predilnega procesa ter poveča predilnost ter homogenost predilne tekočine.

Namen naše raziskave je bil ugotoviti vpliv dodatka parafinskega olja polimerni mešanici iz polipropilena z razmeroma visokim indeksom talilnega tečenja in HDPE na sam proces oblikovanja PP/PE bikonstituentnih filamentnih prej ter na njihove končne lastnosti.

2.0 EKSPERIMENTALNI DEL

2.1 Izhodni material

Kot izhodni polimerni surovini za izdelavo bikonstituentnih matriks fibrilnih filamentnih prej sta bila uporabljena komercialna polimera polipropilen Hostalen PPU 1080 F ter polietilen visoke gostote HDPE Hostalen GF 7740F. Kot nepolimerni dodatek je bilo uporabljeno komercialno parafinsko olje. V preglednici 1 so podane nekatere lastnosti izhodnih surovin.

Preglednica 1: Lastnosti izhodnih surovin [14] (melt-flow index – MFI v g/10 min za PP pri obremenitvi 2,16 kg ter temperaturi 230 °C ter za PE pri obremenitvi 1,9 kg in temperaturi 190 °C; temperatura tališča – T_m ; gostota – ρ)

Izhodne surovine	MFI (g/10 min)	T_m (°C)	ρ (g/cm ³)
Hostalen PPU 1080 F	12	165	0,907
HDPE GF7740 F	0,5	128–133	0,944
parafinsko olje	/	/	0,866

2.2 Priprava vzorcev

Z mešanjem sekancev izhodnih polimerov polipropilena ter polietilena je bilo pripravljenih sedem PP/PE

Preglednica 2: Oznaka oblikovanih vzorcev

Skupina vzorcev	Oznaka	Parafinsko olje	PP/PE polimerna mešanica						
			100/00	90/10	80/20	50/50	20/80	10/90	00/100
I.	PP/PE	ne	I-100	I-90	I-80	I-50	I-20	I-10	I-00
II.	PP/PE/PO	da	II-100	II-90	II-80	II-50	II-20	II-10	II-00

polimernih mešanic. Utežno razmerje komponent v PP/PE polimernih mešanicah je bilo naslednje: 100/00, 90/10, 80/20, 50/50, 20/80, 10/90 ter 00/100. Oblikovanje filamentnih prej iz polimernih mešanic je potekalo na laboratorijski predilni napravi firme Extrusion Systems Ltd. Talina polimerne mešanice je bila ekstrudirana skozi predilno šobo z eno luknjico s premerom 0,8 mm. Strjujoča se monofilamentna nit je bila ohlajana v predilnem jašku pri temperaturi 7 °C ter nato navita na navijalni napravi. Izdelani sta bili dve skupini vzorcev. Prva skupina vzorcev z oznako PP/PE je bila izdelana iz predhodno pripravljenih polimernih mešanic brez dodatka parafinskega olja. Drugi skupini vzorcev, označeni kot PP/PE/PO, prav tako izdelani iz predhodno pripravljenih polimernih mešanic, pa je bilo v predilnem procesu dodano parafinsko olje. Parafinsko olje v 2 % utežnem deležu je bilo dodano polimerni mešanici v polnilni coni ekstruderja. Oznaka oblikovanih vzorcev je podana v preglednici 2.

Zaradi različnih predilnih lastnosti polimernih mešanic ni bilo možno vseh vzorcev prve skupine izdelati pri enakih pogojih oblikovanja. Vzorci I-20, I-10 in I-00 so bili izdelani pri drugih, prilagojenih, predilnih pogojih. Vsi vzorci druge skupine, ki so bili izdelani z dodatkom parafinskega olja, pa so bili izdelani pri enakih pogojih oblikovanja.

Oblikovane monofilamentne preje so bile naknadno raztežno preoblikovane na Zimmerjevi raztezalni napravi. Prva skupina vzorcev (PP/PE) je bila v prvi stopnji naknadnega razteznega preoblikovanja raztezana z nastavljenim strojnim razteznim razmerjem 2 ter v drugi stopnji z nastavljenim strojnim razteznim razmerjem 3. Druga skupina vzorcev (PP/PE/PO) je bila v prvi stopnji naknadnega razteznega preoblikovanja raztezana z nastavljenim strojnim razteznim razmerjem 3 in v drugi stopnji z nastavljenim strojnim razteznim razmerjem 1,5.

2.3 Meritve

Natezne lastnosti izdelanih filamentnih prej so bile merjene na dinamometru INSTRON 6022. Specifična pretržna napetost, σ_{pr} , pretržni raztezek, ϵ_{pr} , ter modul elastičnosti, E_0 , so bili določeni iz nateznih poskusov ter odčitani iz krivulje napetost – raztezek.

Termične lastnosti so bile analizirane s termomikroskopsko metodo z uporabo standardnega mikroskopa, Mettlerjevo FP82 HT segrevalno mizico ter Mettlerje-

vim FP90 procesorjem. Hitrost segrevanja vzorcev pri določanju temperature tališča je bila 10 °C/min.

3.0 REZULTATI Z RAZPRAVO

3.1 Izdelava vzorcev – talilno predenje

V procesu talilnega oblikovanja lahko nastane mnogo strukturnih oblik obeh polimerov. Da bi razumeli nastalo strukturo ter obnašanje iz polimernih mešanic izdelanih filamentnih prej, je pomembno, da se zavedamo, da obnašanje nastalih faznih struktur nekega polimera v bikonstituentnem vlaknu ni enako obnašanju tega polimera v filamentnih prejah, izdelanih iz čistega polimera. Te fazne strukture so v primerjavi z vlakni iz čistih polimerov lahko drugačne v sestavi (kompoziciji), kristaliničnosti, molekularni orientaciji itd.

Kot je bilo že omenjeno, vsi vzorci prve skupine (katerim parafinsko olje ni bilo dodano) niso bili izdelani pri enakih pogojih oblikovanja. To je posledica različnih predilnih lastnosti, v razmerju komponent različnih PP/PE polimernih mešanic. Vsaka polimerna mešanica ima namreč le njej lastne optimalne pogoje oblikovanja. Za razliko od prve skupine vzorcev so bili vsi vzorci druge skupine (parafinsko olje je bilo dodano) izdelani pri enakih pogojih oblikovanja. Izkazalo se je, da se z dodatkom parafinskega olja poveča predilnost polimernih mešanic ter razširi območje mejnih pogojev oblikovanja filamentnih prej iz PP/PE polimernih mešanic.

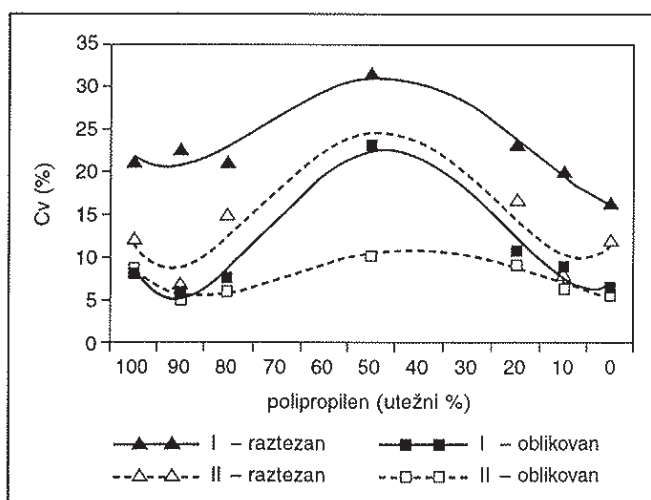
Z dodatkom parafinskega olja poliolefinski predilni tekočini se viskoznost taline ter tlak v predilni glavi znižata [12, 13]. Masni pretok skozi luknjico predilne šobe se z dodatkom parafinskega olja poveča. Parafinsko olje kot dodatek mešanici dveh poliolefinskih polimerov ne deluje le kot topilo, temveč deluje v nastali ternarni mešanici tudi kot sredstvo, ki poveča kompatibilnost ter s tem mešljivost v mešanici prisotnih poliolefinskih polimernih komponent [6]. Poleg tega v procesu predilnega oblikovanja deluje parafinsko olje tudi kot sredstvo, ki izboljša mešanje taline, poveča njeno homogenost ter izboljša njeno predilnost. Gre torej za kombiniran vpliv parafinskega olja na PP/PE polimerno mešanico ter na sam proces oblikovanja filamentnih prej iz omenjenih polimernih mešanic ter polimerov samih. Ugotovimo lahko, da parafinsko olje poveča kompatibilnost polimerne mešanice ter njeno mešljivost in deluje v procesu predilnega oblikovanja kot plastifikator ter kot homogenizator predilne tekočine.

3.2 Dolžinska masa

Filamentne preje, ki jim je bilo med predilnim procesom dodano parafinsko olje, imajo višjo dolžinsko maso od filamentnih prej, izdelanih brez dodatka parafinskega olja, kar je posledica višjega masnega pretoka taline, ki ji je bilo dodano parafinsko olje, skozi luknjico šobe.

3.3 Homogenost

Homogenost izdelanih filamentnih prej je bila ocenjena s pomočjo sipanja izmerjenih vrednosti dolžinske mase izdelanih vzorcev. Kot je razvidno iz slike 1, je sipanje oz. variacijski koeficient pri filamentnih prejah, ki jim je bilo dodano parafinsko olje, nižje v primerjavi s sipanjem vrednosti dolžinske mase pri filamentnih prejah, ki so bile izdelane brez dodatka parafinskega olja. Najvišje vrednosti sipanja opazimo pri filamentnih prejah, izdelanih iz polimernih mešanic z enakim deležem (50/50) obeh komponent v mešanici. Z nižanjem deleža ene ali druge komponente v izhodni polimerni mešanici se sipanje znižuje ter doseže najnižje vrednosti pri filamentnih prejah, izdelanih iz mešanic polimerov, kjer je delež ene ali druge komponente nižji od 10 utežnih odstotkov, ter pri filamentnih prejah, izdelanih iz čistih polimerov. Če primerjamo tako oblikovane kot tudi raztezane filamentne preje, izdelane iz čistih polimerov lahko ugotovimo, da je sipanje vrednosti dolžinske mase pri teh prejah nižje, če jim je bilo v procesu oblikovanja dodano parafinsko olje. Iz sipanja izmerjenih vrednosti dolžinske mase lahko sklepamo na homogenost izdelanih filamentnih prej. Homogenost izdelanih filamentnih prej je namreč odvisna od spreminjanja oziroma nihanja predilnih pogojev ter od homogenosti



Slika 1: Sipanje (variacijski koeficient) izmerjenih vrednosti dolžinske mase izdelanih filamentnih prej (I – prva skupina, II – druga skupina vzorcev)

predilne tekočine same [15]. Izkazalo se je, da se z dodatkom parafinskega olja predilni tekočini homogenost izdelanih filamentnih prej poveča. Večja homogenost izdelanih filamentnih prej je posledica večje homogenosti predilne tekočine. Večja homogenost predilne tekočine je posledica izboljšane mešljivosti ter kompatibilnosti polimerne mešanice kot tudi plastificirajočega vpliva parafinskega olja v procesu talilnega predenja. To, da deluje parafinsko olje kot plastifikator v procesu talilnega predenja, dokazuje tudi dejstvo, da se z dodatkom parafinskega olja predilni tekočini poveča tudi homogenost filamentnih prej, izdelanih iz čistih polimerov.

3.4 Dejansko raztežno razmerje ter spontana relaksacija po raztezanju

Iz vrednosti dolžinske mase pred in po raztezanju je možno izračunati tako dejansko raztežno razmerje kot tudi spontano relaksacijo po raztezanju. Dejansko raztežno razmerje je običajno nižje od nastavljenega, strojnega razteznega razmerja, in predstavlja razmerje med dolžinsko maso neraztezane ter raztezane filamentne preje. Do spontane relaksacije filamentnih prej prihaja po fazi razteznega preoblikovanja. Spontana relaksacija je časovno pogojen proces, vendar se načeloma večina spontane relaksacije dogodi takoj po fazi razteznega preoblikovanja. Spontano relaksacijo po razteznem preoblikovanju izračunamo iz enačbe 1:

$$S_R = \frac{T_{t,dej.} - T_{t,izr.}}{T_{t,dej.}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (1)$$

$$T_{t,izr.} = T_{t,0} / \lambda$$

kjer je:

S_R spontana relaksacija po razteznem preoblikovanju

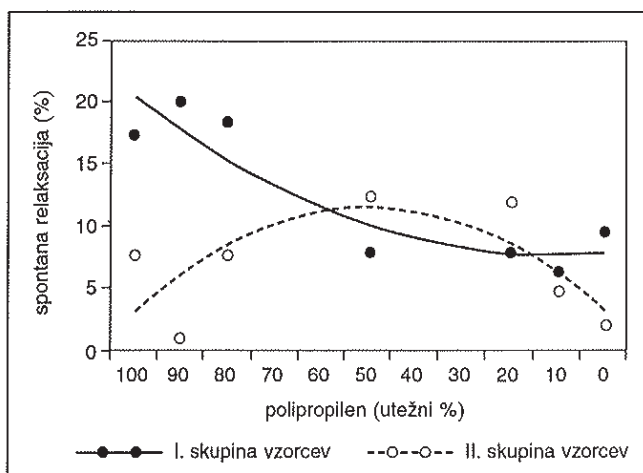
$T_{t,dej.}$ izmerjena – dejanska dolžinska masa po razteznem preoblikovanju

$T_{t,izr.}$ izračunana dolžinska masa

$T_{t,0}$ dolžinska masa pred raztezanjem

λ nastavljeno – strojno raztežno razmerje

Tako spontana relaksacija kot dejansko raztežno razmerje, doseženo med razteznim preoblikovanjem filamentnih prej, sta med seboj povezani vrednosti oz. lastnosti. Obe »lastnosti« sta odvisni tako od strukturnih lastnosti filamentnih prej pred in po raztezanju (nadmolekularna ureditev oblikovanih ter raztezanih filamentnih prej) kot tudi od pogojev razteznega preoblikovanja (nastavljenega strojnega razteznega razmerja, temperature razteznega preoblikovanja itd.).



Slika 2: Spontana relaksacija po raztezanju

Najnižjo stopnjo spontane relaksacije (najvišje dejansko raztežno razmerje) pri vzorcih prve serije, ki so bili izdelani brez dodatka parafinskega olja, kažejo filamentne preje, izdelane iz polimernih mešanic z enakim deležem obeh polimernih komponent v mešanici (slika 2). Hkrati se pri prvi skupini vzorcev kaže tudi trend nižanja spontane relaksacije z višanjem deleža polietilena v polimerni mešanici. Pri drugi skupini vzorcev, ki jim je bilo med oblikovanjem dodano parafinsko olje, pa kažejo najnižjo stopnjo spontane relaksacije vzorci iz čistih PP in PE polimerov ter vzorci z majhnim deležem ene od komponent v polimerni mešanici. Najvišjo spontano relaksacijo kaže pri tej skupini vzorcev vzorec, izdelan iz polimerne mešanice z enakim deležem obeh komponent v mešanici, prav nasprotno kot pri prvi skupini vzorcev. Spontana relaksacija je pri vzorcih iz čistih polimerov ter pri vzorcih z majhnim deležem ene od komponent v primeru dodatka parafinskega olja nižja kot pri vzorcih, ki jim parafinsko olje ni bilo dodano.

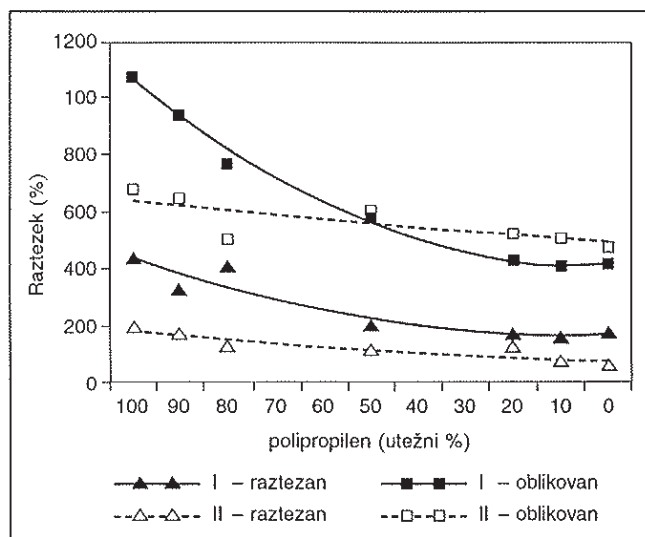
Omenili smo, da kadar govorimo o nižji stopnji spontane relaksacije, govorimo hkrati tudi o višjem dejanskem razteznem razmerju, ki so mu bili vzorci podvrženi med naknadnim razteznim preoblikovanjem in obratno. Posledično so bili torej vzorci z nižjo spontano relaksacijo raztežani z višjim dejanskim razteznim razmerjem in obratno. Na podlagi rezultatov (slika 2) lahko sklepamo, da so bili vzorci, ki jim je bilo med oblikovanjem dodano parafinsko olje, raztežani z višjim dejanskim razteznim razmerjem.

Ker nam spontana relaksacija po raztezanju posredno govori tudi o materialu samem, lahko na podlagi rezultatov spontane relaksacije (slika 2) sklepamo, da se z dodatkom parafinskega olja polimerni predilni tekočini spremenijo tudi lastnosti materiala in izdelka samega. To pomeni, da z dodatkom parafinskega olja polimerni oz. predilni tekočini nastane povsem nov material z novimi procesno-predilnimi lastnostmi, kar ima za posledico izdelek z drugačnimi – novimi lastnostmi. Govorimo o novem materialu z le njemu last-

nimi lastnostmi. Torej novega materiala ne dobimo le z mešanjem različnih polimerov ampak tudi z dodatkom parafinskega olja predilni tekočini [5].

3.5 Natezne lastnosti – pretržni raztezek

Pretržne lastnosti so bile merjene v postopku nateznega preizkušanja filamentnih prej na dinamometru. Pri obeh skupinah vzorcev so imele najnižji pretržni raztezek filamentne preje, izdelane iz čistega PE polimera (slika 3). Z dodatkom parafinskega olja se je pretržni raztezek raztežanih filamentnih prej znižal. Nižji pretržni raztezek druge skupine vzorcev je posledica nižje spontane relaksacije oziroma višjega dejanskega razteznega razmerja, ki so mu bili ti vzorci podvrženi.

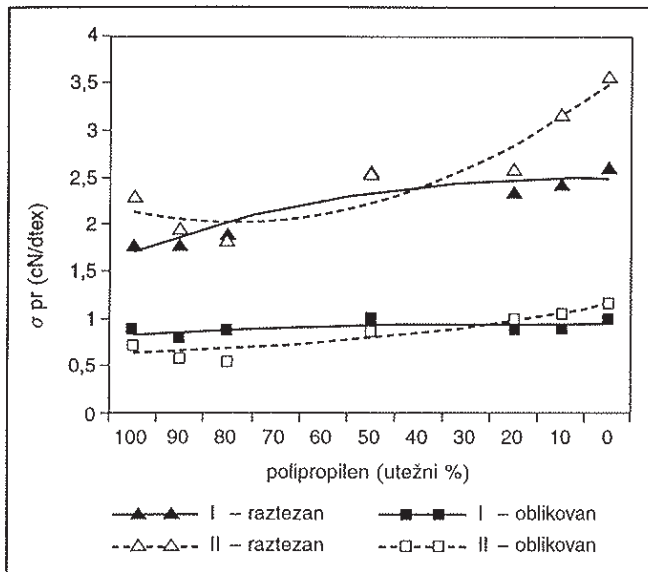


Slika 3: Raztezek oblikovanih ter raztežanih filamentnih prej (I – prva skupina, II – druga skupina vzorcev)

3.6 Natezne lastnosti – specifična pretržna napetost

Rezultati merjenja specifične pretržne napetosti filamentnih prej v procesu nateznega preizkušanja kažejo, da je trdnost tako oblikovanih kot raztežanih vzorcev obeh skupin filamentnih prej (z in brez dodatka parafinskega olja) primerljiva (slika 4). Trdnost narašča z večanjem deleža PE komponente v polimerni mešanici. Najvišjo trdnost ima raztežan vzorec, izdelan iz čistega polietilena, ki mu je bilo v fazi oblikovanja dodano parafinsko olje. V prvi skupini vzorcev (izdelani brez dodatka parafinskega olja) imata vzorca, izdelana iz polimerne mešanice z enakim deležem obeh komponent v mešanici (50/50), višjo trdnost v primerjavi z vzorci, izdelanimi iz drugih polimernih mešanic. Filamentne preje, izdelane z dodatkom parafinskega olja ter raztežane v procesu naknadnega razteznega preoblikovanja, imajo višjo trdnost od raztežanih filament-

nih prej, izdelanih brez dodatka parafinskega oljaje, kar je lahko posledica višjega dejanskega razteznega razmerja, doseženega pri teh filamentnih prejah.

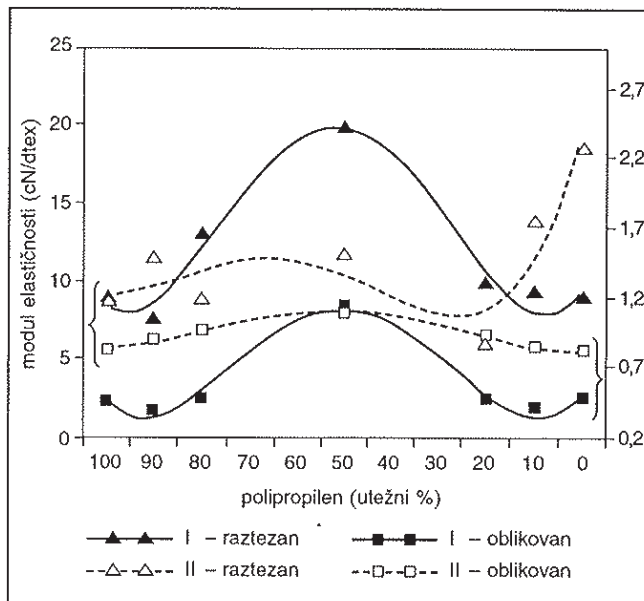


Slika 4: Specifična pretržna napetost oblikovanih ter raztezanih filamentnih prej (I – prva skupina, II – druga skupina vzorcev)

3.7 Modul elastičnosti

Modul elastičnosti je bil odčitán s krivulj napest/raztezek. Če primerjamo modul elastičnosti oblikovanih, neraztezanih, filamentnih prej (slika 5), lahko ugotovimo, da imajo višji modul elastičnosti filamentne preje druge skupine vzorcev, torej skupine, ki je bila izdelana z dodatkom parafinskega olja. S slike 5 je prav tako razvidno, da imajo v prvi skupini vzorcev filamentne preje, izdelane iz polimernih mešanic višji modul elastičnosti v primerjavi s filamentnimi prejami, izdelanimi iz čistih PP in PE polimerov. Najvišji modul elastičnosti v prvi skupini vzorcev imajo tako pri raztezanih kot pri neraztezanih vzorcih filamentne preje, izdelane iz polimernih mešanic z enakim deležem obeh komponent v mešanici, nakar se modul elastičnosti znižuje z nižanjem ene ali druge komponente v polimerni mešanici. Enako odvisnost modula elastičnosti od razmerja komponent je opaziti tudi pri neraztezanih vzorcih druge skupine vzorcev. Pri raztezanih vzorcih druge skupine vzorcev ima najvišji modul elastičnosti vzorec, izdelan iz čistega PE polimera. Višji modul elastičnosti filamentnih prej, izdelanih iz polimernih mešanic s primerljivim deležem obeh komponent v mešanici, je veliko bolj izrazit pri filamentnih prejah, ki jim v procesu oblikovanja ni bilo dodano parafinsko olje. Na podlagi povedanega ter na podlagi dejstva, da imajo nekatere polimerne mešanice višji modul elastičnosti od izhodnih komponent⁶, lahko sklepamo, da se je z dodatkom parafinskega olja mešljivost obeh poli-

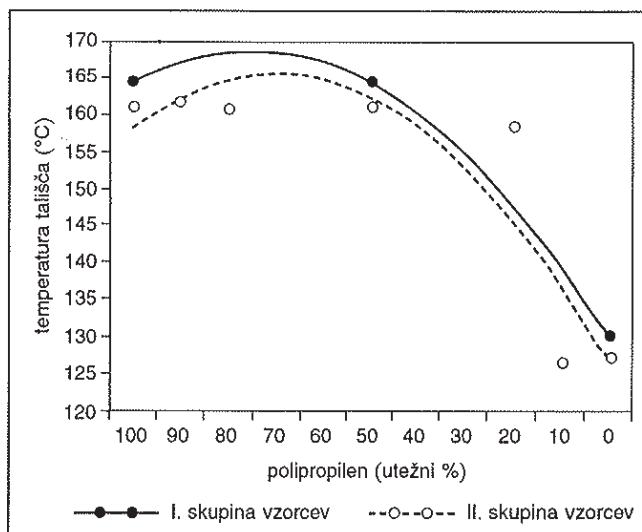
mernih komponent v polimerni mešanici povečala ter da postane z dodatkom parafinskega olja polimerna mešanica bolj homogena.



Slika 5: Modul elastičnosti oblikovanih ter raztezanih filamentnih prej (I – prva skupina, II – druga skupina vzorcev)

3.8 Termične lastnosti

Kristalizacija ter taljenje filamentnih prej, izdelanih iz PP/PE polimernih mešanic sta odvisni od termične zgodovine, pogojev oblikovanja ter naknadnega razteznega preoblikovanja. PP in PE komponenti v polimerni mešanici kristalizirata ločeno [6, 16]. Tališče obeh polimerov v mešanici je 1–2 °C nižje od tališča čistih polimerov z enako termično zgodovino. T_m filamentnih prej, izdelanih iz mešanice PP in PE polimerov je nižje od temperature tališča filamentnih prej, izdelanih iz čistih polimerov (slika 6). Z dodatkom parafinskega olja se



Slika 6: Temperatura tališča I. in II. skupine vzorcev

temperatura tališča filamentnih prej zniža in je 3–4 °C nižja od temperature tališča filamentnih prej, ki jim parafinsko olje ni bilo dodano.

4.0 ZAKLJUČKI

Parafinsko olje, ki je bilo uporabljeno kot dodatek v procesu oblikovanja filamentnih prej iz PP/PE polimernih mešanic in je topilo PP in PE polimerov, poveča kompatibilnost obeh polimerov ter s tem njuno mešljivost v polimerni mešanici.

Z dodatkom parafinskega olja predilni tekočini nastane povsem nov material z novimi procesno-predilnimi lastnostmi. Poveča se predilnost polimernih mešanic ter razširi območje mejnih pogojev oblikovanja filamentnih prej iz polimernih mešanic. Izkazalo se je, da se z dodatkom parafinskega olja predilni tekočini homogenost izdelanih filamentnih prej poveča.

Filamentne preje, ki jim je bilo dodano parafinsko olje, kažejo v primerjavi s filamentnimi prejami, ki so bile izdelane brez dodatka parafinskega olja, višjo dolžinsko maso, nižjo spontano relaksacijo, višje dejansko raztežno razmerje, nižjo razteznost, višjo trdnost, primerljiv modul elastičnosti ter nižjo temperaturo tališča.

Zaključimo lahko z ugotovitvijo, da novega materiala z novimi, le njemu lastnimi lastnostmi, ne dobimo le z mešanjem različnih polimerov, ampak tudi z dodatkom parafinskega olja polimerni mešanici.

Viri:

- [1] BAKER, B. Bicomponent fibers : a personal perspective. *International Fiber Journal*, 1998, vol. 13, no. 3, p. 26–42.
- [2] JEFRIES, R. *Bicomponent fibers*. Watford : Marrow Publishing, 1971.
- [3] AHMED, M. *Textile science and technology. Vol. 5 : Polypropylene Fibers – Science and Technology*. Amsterdam : Elsevier, 1982.
- [4] ZAPLETALOVA, T. Introduction to bicomponent fibers. *International Fiber Journal*, 1998, vol. 13, no. 3, p. 20–24.
- [5] DEMŠAR, A. *Oblikovanje in analiza dvokomponentnih PA6/PA6.6 matriks-fibrilnih filamentnih prej : magistrsko delo*. Ljubljana, 1995.
- [6] *Polymer blends*. Edited by DR. Paul & S. Newman. Vol. 2. New York : Academic Press, 1978.
- [7] RYBNIKAR, F. Crystallisation and morphology in blends of isotactic polypropylene and linear polyethylene. *Journal of Macromolecular Science-Physics*, 1988, vol. 27, no. 2&3, p. 125–144.
- [8] JEZIC, ZP. Neue Entwicklungen bei Polyethylen/Polypropylen-Polymerblends. *Chemiefasern/Textilindustrie*, vol. 39/91, no. 5, oktober 1989, p. 1074–1077.
- [9] GUPTA, AK., GUPTA, VB., PETERS, RH., HARLAND, WG. in BERRY, JP. The effect of addition of high density polyethylene on the crystallisation and mechanical properties of polypropylene and glass fiber reinforced polypropylene. *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 27, no. 12, december 1982, p. 4669–4686.
- [10] ZHOU, XQ. in HAY, JN. Structure-property relationships in annealed blends of linear low density polyethylene with isotactic polypropylene. *Polymer*, vol. 34, no. 23, 1993, p. 4710–4716.
- [11] FLARIS, V. in STACHURSKI, YH. The mechanical behaviour of blends of polyethylene, polypropylene and an ethylene-propylene block copolymer at –20 °C. *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 45, no. 10, 1992, p. 1789–1798.
- [12] DEMŠAR, A. in SLUGA, F. Spinning and analysis of PP filament yarns spun with the addition of paraffin oil. V *Yarn & fibre science joint conference : the conference proceedings*. Compiled by S. Mukhopadhyay. Manchester : The Textile Institute, 1996.
- [13] DEMŠAR, A. in SLUGA, F. Polipropilenske filamentne preje izdelane z dodatkom parafinskega olja. V *31. simpozij o novostih v tekstilstvu : zbornik predavanj in posterjev*. Uredila D. Gregor Svetec. Ljubljana : NTF Oddelek za tekstilstvo, 1997, str. 65–71.
- [14] Uradni podatki proizvajalcev.
- [15] STUPA, VI. Effect of fluctuations in polymer melt temperature of linear density of yarn. *Khimicheskie Volokna*, no. 5, september-oktober 1984, p. 45–47.
- [16] LONG, Y., STACHURSKI, ZH. in SHANKS, RA. Crystallisation behaviour of isotactic PP/linear density polyethylene blends. *Polymer International*, vol. 26, no. 3, 1991, p. 143–146.

Prispelo/Received: 09-2000; sprejeto/accepted: 11-2000