XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16–17.

POLIMER KEVERÉKEK KÉSZÍTÉSÉNEK ÚJ MÓDSZERE

Ádámné Major Andrea, Dr. habil Belina Károly

Abstract

Mixing is one of the most important processes in the plastics industry. Two mechanisms occur in mixing: dispersive and distributive. Different types of mixers have been developed to fulfill both mechanisms. A special mixing unit was studied. Polycarbonate, ABS and regrind were investigated. The output of the mixer was investigated as a function of the screw speeds of the satellite extruders. Qualitative measurements were carried out to characterize the efficiency of mixing at different concentration levels of the components. Conclusions were made on the effect of the parameters of mixing.

Összefoglalás

A keverés egyike a legfontosabb műanyag-feldolgozó műveleteknek. A keverés két alapvető mechanizmussal történik: diszperzív, azaz méretcsökkentő, illetve disztributív, azaz eloszlató mechanizmusok. A kutatómunkánk során egy új típusú dinamikus keverőt tanulmányoztunk. Polikarbonátot, ABS-t és autóiipari darálékot vizsgáltunk. Meghatároztuk az adagoló extruderek fordulatszámának, valamint a keverő elem fordulatszámának hatását a kihozatalra. Kvalitatív méréseket végeztünk, amikkel kimutatható a keverés hatékonyságának függése a komponensek különböző koncentrációjától. Következtetéseket vontunk le a keverés paramétereinek hatásaira.

1. Bevezetés

A műanyagok feldolgozása, alkalmazása során egyre nagyobb figyelmet fordítanak a különböző keverékekre, mert ezekkel a legkülönbözőbb tulajdonságokat lehet elérni. A keverési folyamat egyre nagyobb szerepet kap a műanyagok újra feldolgozása során is. A termék makroszkopikus homogenitását csak megfelelő intenzitású keveréssel lehet elérni.

A polimerek keverését ömledék állapotban végezzük, hogy a termék tulajdonságai homogének legyenek. A polimer ömledékek nagy viszkozitású folyadékok, ezért áramlásuk lamináris. Ebben az esetben az alkalmazott feszültség és deformációs mezők határozzák meg a keverés hatékonyságát [1]. A deformációs mező a komponensek egymásba való eloszlását, míg az alkalmazott feszültség (erő) a részecskék között ható kohéziós energia legyőzésére szolgál [2].

Kutatómunkánk egy új típusú dinamikus keverő hatékonyságának vizsgálatára irányult. A keverő álló és forgó keverőelemeket [3] tartalmaz (1. ábra), amelyekkel a polimer ömledékre ható feszültség és deformációs mezők erősíthetők. A vizsgálatokhoz össze nem férhető polimereket használtunk, mivel ezekkel a keverés hatékonysága jól nyomon követhető [4,5].

A keverő berendezés egy keverő egységből és két adagoló extruderből áll. Ezek egyike a Collin Teach-Line E20T, a másik pedig a 22 mm-es csigaátmérőjű Brabender Plastograph. Mindhárom egységnek független meghajtása és hőmérsékletszabályozása van.

1. ábra. A dinamikus keverő egység a forgó és álló keverő elemekkel.

Első közelítésben a polimer ömledékek összenyomhatatlan folyadékok. Ez egyben azt is jelenti, hogy az áramlási keresztmetszet megváltoztatása egyben az áramlási sebesség megváltozásával is jár. A sebesség megváltozása nyújtási folyás megjelenését is eredményezi. Ennek eredményeként növekszik a fázisok határfelülete, ami az anyagok között ható kölcsönhatás erősítését eredményezi. Az álló keverőelemekben kúpos csatornák alkalmazásával a nyújtási folyás nagyságát erősítjük, amellyel a keverék minősége javítható. A folyadékelem mérete az álló keverőelemek számának és geometriájának függvénye:

$$L = L_0 N^m \quad (1)$$

ahol L a folyadékelem hossza, L_0 a folyadékelem kiindulási hossza, m az álló keverőelemek száma, N a keverőelem belépési és kilépési felületének aránya. A forgó keverőelemek használata nem csak a nyírási, hanem a nyújtási folyás mértékére is kihat. A forgó elemek periodikusan változtatják a belépő és a kilépő keresztmetszetet, így a nyújtási folyás mértékét is.

2. Kísérleti rész

A vizsgálatokhoz polikarbonátot (PC) (Bayer Makrolon) és ABS-t (GE Cylolac GDM 3500) használtunk. A tiszta alapanyagok mellett szálerősítéses autóiipari darálékot is adagoltunk a keverékbe. Vizsgáltuk az adagoló extruderek fordulatszámának, valamint a keverő elem fordulatszámának hatását a kihozatalra. A keverékek minőségét optikai mikroszkópiával és SEM technikával jellemeztük.

3. Eredmények és értékelés

A keverő kihozatala nagyon érdekes függvényt mutat a rotor fordulatszámának függvényében. Az adagoló extruderek fordulatszámát állandóan tartva (40 1/min) a maximális kihozatal 60-70 1/min fordulatszámnál van. Ennél nagyobb fordulatszámnál a kihozatal gyorsan csökken. Ennek magyarázata a keverő rész szívó hatására vezethető vissza. Jól mutatja ezt a Collin extruder fejnyomásának változása: 20 1/min-nél a fejnyomás 26,8 bar, 40 1/min-nél a fejnyomás 2,2 bar, míg 60 1/min-nél a fejnyomás már nem volt mérhető.

Az extruderek kihozatalát a csiga fordulatszámok függvényében a 3. ábrán mutatjuk be. Annak ellenére, hogy az adagolók kihozatala nem lineáris, a keverő berendezés teljes kihozatala lineáris a 20 – 80 1/min fordulatszám tartományban.

3. ábra. Az extruderek kihozatala a csiga fordulatszámok függvényében. $n(ABS)$ a Collin, $n(PC)$ a Brabender extruderek, $n(M)$ a mixer csiga fordulatszámát jelenti.

A PC/ABS keveréket SEM felvételekkel jellemeztük. A minták készítését korábbi publikációnkban ismertettük részletesen [4]. A 4. ábrán a 80/20 PC/ABS keverék jellemző SEM töretfelvételét mutatjuk be. A felvételen jól megfigyelhető a folytonos PC fázisban egyenletesen eloszlott ABS. A nyírási és nyújtási folyásból adódó szálak szerkezet egyértelműen azonosítható. Az átlagos szálátmérő $1,0 \pm 0,1 \mu\text{m}$. A felvételen az is jól látható, hogy a komponensek között elhanyagolható a kölcsönhatás, amit a fázisok elválása mutat.

4. ábra. 80/20 összetételű PC/ABS keverék töretfelülete.

A keverő hatékonysága jól megfigyelhető a darálék használata esetén is. Az 5. ábrán autóiipari műanyag darálék (szálerősítéses PC) és originál PC keverékének töretfelületét mutatjuk be. A felületen megfigyelhetők a kihúzóerősítő szálak, ezek eloszlása egyenletes eloszlást mutat.

5. ábra. PC és PC darálék töretfelülete.

4. Következtetések

A berendezés nagyon hatékony keverést eredményezett. Megállapítottuk, hogy a keverő berendezés kihozatala nem csak a keverő, hanem az adagoló extruderek sebességével is szabályozható. Mikroszkópi vizsgálattal megállapítottuk, hogy az IDMX[®] keverővel könnyen elérhető a komponensek mikroméretű, egyenletes eloszlása egymásban. A keverő jól használható a műanyag hulladékok újra hasznosításában is.

5. Irodalom

1. L.A. Utracki: *Polymer Alloys and Blends*, Hanser Publ., Munich, 1990.
2. C.G. Hagberg, D. Bigio, M. Shah: ANTEC '95 Technical Papers **XLI**, 333 1995.
3. US Patent No. 5,749,649. U.S. Patent No. 5,951,159.
4. K. Belina, P. Juhász, D. Csongor, N.R. Schott: ANTEC 2001, Dallas, Technical Papers **XLVII**, 2240, 2001.
5. Schott, N.R., Belina, K., Csongor, D.: ANTEC 2006 Conference Proceedings, **2.**, 928-931. 2006.

Ádámné Major Andrea, főiskolai tanársegéd, doktorandus

Dr. habil Belina Károly, főiskolai tanár

Kecskeméti Főiskola Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar, Fém- és Műanyagfeldolgozó Technológiai Intézet, Műanyag- és Gumitechnológiai Szakcsoport
Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10., Telefon: +36-76-516-392
E-mail: major.andrea@gamf.kefo.hu