XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16–17.

MŰANYAGOK FOLYÓKÉPESSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA FRÖCCSÖNTÉSI FOLYAMAT KÖZBEN

Szűcs András

Abstract

A new measuring technique was developed for the determination of the viscosity of the polymer melts. Two cavity pressure sensors were built into a special injection mould cavity. The measured pressure difference was used in the calculation. The flow curves were also determined by MFI instrument. Power law was used in curve fitting. It was shown that the internal pressure measurement is suitable method for the determination of the viscosity of the polymer melts.

Összefoglalás

Egy új mérőrendszert fejlesztettünk ki, amivel meg tudtuk határozni a polimer ömledékek viszkozitását. Két nyomásjeladót építettünk be egy speciális fröccsöntő szerszámba. A mért nyomáskülönbséget használtuk a számításainkhoz. A viszkozitásgörbét MFI mérőberendezéssel is meghatároztuk. A méréseink szerint a belső nyomásmérős rendszer alkalmas módszer a polimerek viszkozitásának meghatározására.

1. Bevezetés

A műanyag termékek gyártása során a fröccsöntési technológia a legelterjedtebb. Ezzel a módszerrel egy lépésben lehet bonyolult, háromdimenziós terméket kialakítani. A polimer ömledékek nem-newtoni folyadékok, ezért viszkozitásuk a hőmérséklet, nyomás és molekulatömeg mellett a deformáció-sebességtől is függ. A gyakorlatban a polimerek folyását a folyási mutatószámmal (MFI) jellemezzük. Ez a szabványos körülmények között meghatározott mérőszám megadja, hogy az adott terhelés mellett (állandó nyírófeszültség mellett) mennyi anyag folyik ki a kapillárison keresztül tíz perc alatt. Nem szabad azonban elfeledkezni arról, hogy a folyási mutatószám egyetlen deformáció-sebességgel van meghatározva, és nem ad információt az ömledék nyírási érzékenységére, azaz arra, hogy az áramlási sebesség változása mekkora viszkozitás változást okoz.

A polimer ömledékek folyását a nem-newtoni tartományban különböző empirikus egyenletekkel írhatjuk le. A nagyszámú összefüggés közül a hatványtörvényt alkalmazzák a legszélesebb körben.

$$\tau = K\dot{\gamma}^n \quad (1)$$

Az (1) egyenlet formális összefüggést állít fel a nyírófeszültség (τ) és a deformáció -sebesség ($\dot{\gamma}$) között. Az egyenletben szereplő K és n konstansoknak nincs fizikai tartalmuk, sőt csak egy viszonylag

szűk deformáció-sebesség tartományban tekinthetők állandónak. Ennek ellenére a gyakorlatban ez a legelterjedtebben használt összefüggés.

A kutatómunkánk során abból a feltételezésből indultunk ki, hogy két nyomásmérő alkalmazásával meghatározható a polimer ömledék viszkozitása a kitöltési folyamat során a fröccsöntőszerszám üregében. Bonyolítja a helyzetet, hogy az ömledék és a szerszám hőmérséklete nagyon eltérő, ezért a kitöltés során az izoterm körülmények nem állnak fenn. A nagy áramlási sebesség (egy másodpercnél is rövidebb kitöltési folyamat) és a polimerek rossz hővezető-képessége miatt azonban izotermnek tekintjük a folyamatot.

Kiadványunkban egy műszerezett fröccsöntő szerszámmal végzett reológiai méréseink eredményéről számolunk be. Különböző hőmérsékleten meghatároztuk a szerszámüregben fellépő nyomásesést, amelyből kiszámítottuk az ömledék folyásgörbéit. Az eredményeket összehasonlítottuk egy szabványos berendezéssel mért adatokkal.

2. Kísérleti rész

A kísérletekhez polietilén (PE) és poli(akril-nitril-ko-sztirol)-ko-polibutadién (ABS) polimereket használtunk. A vizsgálatokat ENGEL ES 500/125 típusú, mikroprocesszor vezérlésű fröccsöntő géppel végeztük, kétfészkés, ejtődárdás-próbatest gyártására alkalmas szerszámban. A polimerek folyóképességét számítógéphez kapcsolt CEAST MFI mérő berendezéssel határoztuk meg különböző terhelésekkel.

Az anyagok különböző terheléssel meghatározott viszkozitásait az 1. ábrán mutatjuk be. A vizsgált polimerek tipikusan nem-newtoni ömledékként viselkednek; a nyírófeszültség növelésével a viszkozitásuk csökken. A csökkenés mértéke függ az anyagok kémiai szerkezetétől.

1. ábra. A polimerek különböző hőmérsékleten, MFI berendezéssel meghatározott folyásgörbéi

A szerszámüregben mért nyomások változását a kitöltési idő függvényében a 2. ábrán mutatjuk be. Jól megfigyelhető, hogy a kitöltés során a nyomás lineárisan növekszik mindkét érzékelőnél. Ennek megfelelően a nyomáskülönbség állandó, ami azt mutatja, hogy az alkalmazott mérési elrendezés alkalmas lehet reológiai vizsgálatokra. A számításokhoz az a tartomány használható, amelyben a két nyomásérzékelő között állandó a nyomáskülönbség.

2. ábra. A szerszámüregben mért nyomásértékek változása a kitöltési idő függvényében

A számításokhoz az azonos időponthoz tartozó nyomáskülönbségeket használtuk fel. A deformáció-sebességet a fröccsdugattyú sebességéből, a viszkozitást pedig a mért nyomáskülönbségből és a szerszámüreg geometriájából számítottuk ki. Természetesen felmerül a kérdés, hogy a kétféle módszerrel meghatározott folyásgörbék mennyire illeszkednek egymáshoz. A 3. ábrán az MFI mérő berendezéssel és a szerszámüregben mért viszkozitás adatokat mutatjuk be a deformáció-sebesség függvényében.

3. ábra. A kétféle módszerrel meghatározott folyásgörbék

A 3. ábrán jól megfigyelhető, hogy a két módszerrel meghatározott pontok jó közelítéssel egy görbére esnek. Ez egyértelműen alátámasztja azt a várakozásunkat, hogy az üregnyomás mérésével meghatározható a polimer ömledék viszkozitása a kitöltési folyamatban. A módszer előnye abban rejlik, hogy az MFI méréshez képest a méréstartomány jelentősen kiszélesíthető.

Következtetések

Közleményünkben egy új viszkozitás mérési módszerről számoltunk be. PE és ABS polimerek folyásgörbéit határoztuk meg szabványos MFI mérő berendezéssel, valamint üregnyomás méréssel. Megállapítottuk, hogy az anyagok folyásgörbéi a hatványtörvénnyel leírhatók. Kimutattuk, hogy a hőmérséklet növelésével az anyagok viszkozitása csökken. Az üregnyomás-mérési adatokból is meghatároztuk a polimerek folyásgörbéit. Megállapítottuk, hogy a két módszerrel mért adatok gyakorlatilag egybe esnek. A kutatás eredményeként a polimer ömledékek reológiai jellemzői a gyártás körülményei között meghatározhatók. Ezzel a módszerrel pontosabb információk szerezhetők az anyagok folyásáról és a technológiai paraméterek hatásáról.

Irodalom

- [1] Dunai Antal, Macskási Levente: Műanyagok fröccsöntése, Lexica Kft, Budapest 2003
- [2] Kovács Lajos: Műanyag zsebkönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1979.
- [3] Czvikovszky Tibor, Nagy Péter, Gaál János: A polimertechnika alapjai, Műegyetemi Kiadó, Budapest 2000
- [4] Belina Károly, Boza Pál, Pósa Márk: Investigation of the effect of surface finishing on injection moulding parts, 11th International Conference on Tools, ICT-2004.09.10.
- [5] Pósa Márk: Szabadfelület gyártástechnológiájának hatása a fröccsöntési paraméterekre, Műanyag Kollokvium 2003, Balatonföldvár, 2003. június 12-13.
- [6] Belina Károly, Boza Pál, Pósa Márk: Műszerezett fröccsöntő szerszám, Műanyag és Gumi 2004 április

Szűcs András főiskolai tanársegéd

Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Fém- és Műanyagfeldolgozó Technológiai Intézet, Műanyag és Gumitechnológiai Szakcsoport

H-6000 Magyarország, Kecskemét Izsáki út 10.

Tel: +36303135675/FAX.:+3676516399

E.mail: szucs.andras@gmail.com