XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

LDPE REOLÓGIAI PARAMÉTEREINEK MEGHATÁROZÁSA

SZÜCS András, TÓTH Gergely

Abstract

A special capillary rheometer measuring instrument has been developed. Kistler hardware and LabView software were applied. Due to this automatic measuring system the measuring cycle time reduced and the accuracy of the results increased.

By applying a quick-change capillary system, plastic materials flow properties can be determined. The effect of the mould temperature, the material temperature and the shear rate were investigated to the apparent viscosity. The viscosity is given by the power law, and the standard deviation was less than ($R^2=0,98$). After the Bagley and Rabinowitsch corrections the results showed less than 5% differences compared with a standard HAAKE measuring instrument.

Key words:

polymer, injection moulding, rheology, viscosity

Összefoglalás

Munkánk során egy reológiai mérőrendszer fejlesztésével foglalkoztunk. A hardveres fejlesztés mellett egy új kiértékelő szoftver is elkészült Labview programkörnyezetben. Az automatizáció után a mérések ciklusideje töredékére csökkent, valamint pontosabb eredményeket kaptunk.

A mérési eredményeink alapján megállapítható, hogy a kapilláris szerszám alkalmazásával a műanyagok folyási jellemzői pontosan meghatározhatók. Sikerült kimutatnunk az anyaghőmérséklet, szerszámhőmérséklet és a deformáció sebesség hatását a látszólagos viszkozitásra. A folyásgörbe pontjaira illesztett, hatványtörvényt követő görbe illesztése $R^2=0,98$ volt. A Bagley és Rabinowitsch korrekció után az eredményeink már kevesebb mint 5%-ban tértek el egy szabványos HAAKE mérőberendezés eredményeitől, amivel elégedettek vagyunk, hiszen a mérőberendezésünk egy szabványos berendezéshez képest alacsony költségvetésű volt.

Kulcsszavak:

műanyag, fröccsöntés, reológia, viszkozitás

1. Bevezetés

A műanyagokat többnyire ömledék állapotban dolgozzuk fel, ezért mind minőségbiztosítás szempontjából, mind fejlesztésekhez illetve alapkutatásokhoz rendkívül fontos az anyagok ömledékreológiai jellemzőinek pontos ismerete.

Munkánkat arra az elképzelésre alapoztuk, hogy a szabványos mérőműszerekhez hasonlóan, extruder alkalmazása helyett egy fröccsöntő gépet is lehet használni reológiai paraméterek meghatározására. A fröccsöntő gépet funkciójának megfelelően használva, egy speciális cserélhető betétes kapilláriszszámot alkalmaztunk. [4] A szerszámból egy viszonylag rövid kapillárison keresztül a szabadba áramlik az ömledék, miközben az álló oldali formalapba elhelyezett négy nyomásjeladó segítségével a felépülő nyomások figyelemmel követhetők. Mivel fröccsöntőgépet alkalmazunk lehetővé válik nagy in-

tervallumú deformációs sebességekkel való mérés, így eredményeinket összevethetjük szakirodalmi adatokkal és más hasonló eredményekkel.[5] A mérőrendszer rengeteg eredménnyel szolgál a cserélhető kapillárisoknak és a fröccsöntési paraméterek változtathatóságának köszönhetően. A mérések során vizsgáltuk a különböző technológiai paraméterek és kapilláris geometriák hatását a reológiai paraméterekre.

2. Polimer ömledékek reológiája

A polimer ömledékek reológiáját érdemes az áramlástan tudományával kapcsolni, amely a 20. században óriási eredményeket ért el, főleg a nagysebességű közlekedési eszközök kifejlesztésben. Mint ahogy azt a következőkben látni fogjuk, nemcsak a folyadékok és gázok áramlási jelenségei függenek igen nagymértékben az alakváltozás sebességétől. [3] A polimerek folyadékmechanikája talán egy fokkal még összetettebb, makromolekulás karakterük miatt. [2] Könnyen belátható, hogy az óriásmolekulás polimerek, a bonyolultabb módon és sokféle, eltérő elemből felépített, ellentmondásos jellemű viszko-elasztikus anyagok áramlástanának, reológiájának ismerete milyen kiemelt jelentőségű a polimertechnika szempontjából.

A polimerek feldolgozási eljárásai során az anyagot általában ömledék állapotban deformálják (alakitják), ezért az ömledékreológiai alapok ismerete a feldolgozás szempontjából nélkülözhetetlen.

3. Mérőrendszer felépítése

A mérőrendszer egyszerűsített vázlata a 1. ábrán látható. Az analóg-digitális átalakító egy számítógép-hez kapcsolódik, amin egy az eszközzel is kompatibilis National Instruments LabVIEW szoftverrel történik a mérés. A töltéserősítő feladata a piezoelektromos érzékelők kimenő jelének felerősítése 0-10V-os tartományba, és továbbküldése az analóg digitális átalakítóhoz. Az A/D konverter feladata a beérkező analóg feszültségek olyan átalakítása, hogy a kiértékelő szoftver is feltudja dolgozni azokat.

1. ábra A mérőrendszer vázlata

A szerszámba három darab Kistler 6157BD típusú nyomásjeladó és egy darab 6190A jelzésű hőmérséklet és nyomásmérésre is alkalmas jeladót építettünk be. A szenzorok 2000 bar-os nyomásig használhatók és a maximális szerszám hőmérséklet 300°C lehet. Méréseink során különböző geometriájú kapillárisokkal végeztünk méréseket, a legjobban használható eredményeket az állandó keresztmetszetű réskapillárisok szolgáltatták. A kapilláris betétek a mozgóoldali formalapba besüllyesztve helyezkednek el. A kapilláris betéteket a szerszámtestbe a formalapba mart hornyok segítségével tudjuk behelyezni (becsúsztatni).

Az áramlást a kapillárisban három szakaszra lehet bontani. Az első szakaszban az anyag gyorsul és a gyorsulás nyomás veszteséggel jár, ezt belépési veszteségnek szoktuk nevezni. A második szakaszban egy állandósult stacioner állapot valósul meg míg a harmadik szakaszban a kilépési veszteséggel lehet számolni. méréseink során azt tapasztaltuk, hogy az 1-es, 2-es és 3-as jeladó között egyenletes nyomás veszteség volt mérhető, a szerszámhőmérséklet a jeladók közötti nyomás veszteségre ha kis mértékben is de hatással volt. Ezt elsősorban kis áramlási sebességeknél tapasztalhatók.

2. ábra Áramlás a kapillárisban

4. Valós folyásgörbe elkészítése(korrekciók)

Ha a primer mérési eredményekből számolunk nyírási sebességet valamint nyírófeszültséget, majd ezekből készítünk egy folyásgörbét az nem fog valós folyásgörbét adni. Az összehasonlíthatóság miatt fontos, hogy összevethetőek legyenek az eredményeink másokéval, illetve más rendkívül költséges berendezések mérési adataival. Ehhez korrigálni kell a primer mérési eredményeinket. Ahhoz, hogy a valós folyásgörbét fel tudjuk venni, szükséges megvizsgálni a belépési szakaszt. Ezen a szakaszon az ömlék áramlása felgyorsul a stacioner áramlási sebességre, ami energia felvétellel jár, és nyomásesést okoz. [1] Ez a nyomásesés nagyobb mértékű, mint a stacioner szakaszon létrejövő konstans nyomásesés. Célszerű megnövelni a kapilláris hosszt az összefüggéseinkben egy akkora $L^* = \xi \cdot R$ hosz-

szal, hogy már konstans nyomáseséssel tudjunk számolni. Munkánk során alkalmaztuk még a Rabinowitsch korrekciót, amellyel látszólagos nyírósebességet fogjuk megkapni. A korrigált p_1 -el számolt nyírófeszültségekből tudtuk ábrázolni a korrigált folyásgörbék amelyeket mint látható, jelentősen módosították a primer mérési eredményeket. Amennyiben a szabványos Haake reométer eredményeit etalonnak tekintjük akkor ezzel a korigációval 10%-os eltérésen belülre kerültünk eredményeinkel. A Rabinowitsch korrekcióval a nyírási sebességet korrigáljuk. A 3. ábrán látható folyásgörbék jól szemléltetik a munkánk eredményét. Látható a primer eredményekhez képest történő változás amelyet a Bagley és Rabinowitsch korrekciók nyomán hajtottunk végre. A Haake reométer által kimért folyásgörbéhez képest kevesebb mint 5% az eltérés.

3. ábra Folyásgörbék

Irodalom

- [1] Halász László, Molnár Imre, Mondvai Imre, *A polimerek feldolgozásának reológiai alapjai*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1978.
- [2] Verhás József, *Termodinamika és reológia*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1985.
- [3] dr. Mózes Gyula, dr. Vámos Endre, *Reológia és Reometria*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1968.
- [4] Belina Károly, Boza Pál, Pósa Márk, *Műszerezett fröccsöntő szerszám*, Műanyag és Gumi 2004 április
- [5] Chun-Sheng Chen, Shia-Chung Chen, Wei-Lianq Liaw, Rean-Der Chien szerzőktől *Rheological behavior of POM polymer melt flowing through micro-channels* című cikk, European Polymer Journal, 2008

Szűcs András, doktor jelölt; **Tóth Gergely**, hallgató

Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar. FMTI Műanyag-, és Gumitechnológiai Szakcsoport

Cím: Magyarország 6000 Kecskemét Izsáki út 10.

Telefon / Fax: +36 70 554 08 56

E-mail: togoacg@citromail.hu