XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

FRÖCCSSZIMULÁCIÓS PROGRAMOK ANYAGMODELLJEINEK MEGHATÁROZÁSA

SZÜCS András, TÓTH Gergely

Abstract

Different material properties were measured in order to do injection moulding simulation. The aim of our study was to determine their effect on the simulations. It was also our aim to find out the differences between the literature and measured data. The measurements were designed according to the “real life” circumstances. It was found that the developed material models improved the simulation technique.

Key words:

polymer, injection moulding, moulding simulation, material properties

Összefoglalás

Munkánk során anyagjellemzőket mértünk, amiket fröccs szimulációs programban használtunk fel. A célunk az volt, hogy tanulmányozzuk, milyen módon befolyásolják a szimulációkat azok a különbségek, amelyek a „gyári” adatok és az általunk kimért tulajdonságok között vannak. A méréseket igyekeztünk a lehető legkörültekintőbben elvégezni, valamint figyeltünk arra, hogy a mérési eljárások közel essenek a valós feldolgozási körülményekhez. Saját anyagmodellek felhasználásával sikerült közelebb kerülni a szimulációkkal a valós mérhető paraméterekhez.

Kulcsszavak:

műanyag, fröccsöntés, fröccs szimuláció, anyagtulajdonságok

Bevezetés

Kutatásaink során a Moldex 3D fröccs szimulációs programmal dolgoztunk. A Moldex3D a világ egyik vezető CAE (Computer Aided Engineering) szoftvere a műanyag fröccsöntés területén. Szimulációs technológiájával a legszélesebb körű műanyag fröccsöntési eljárások vizsgálhatók, ezzel az adott termék optimalizálható terméktervezés és gyárthatósági szempontok alapján. Az optimalizációs eljárással lerövidíthető a termék piacra kerülési ideje, és maximálható a termék befektetésének a megtérülése. A Moldex3D szoftvercsaládból az *eDesign* számos eszközt nyújt a szerszámtervezők számára, melyekkel a termék és a szerszám majdani viselkedése vizsgálható, még a szerszámgyártást megelőzően. Munkánk során a szimulációkhoz felhasznált anyagjellemzők hatását vizsgáltuk a számított eredményekre. A program rendelkezik saját anyagbankkal, amiben megtalálhatunk számos hőre lágyuló alapanyagot és a hozzájuk tartozó anyagmodelleket. Lehetőségünk van azonban saját anyagmodelleket létrehozni, és azokat felhasználni a futtatások során. Az anyagmodell felépítéséhez meg kell határoz-

nunk az anyag különböző hőmérsékleten mért folyásgörbéit, viszkozitás görbéit, PVT diagramját, hővezetési tényezőjét valamint fajhőjét és különböző időfüggő mechanikai tulajdonságait. Kutatásunk célja az, hogy általunk meghatározott anyagmodellek felhasználásával végezzünk szimulációs futtatásokat és azokat vessük össze a valós fröccsöntés eredményeivel, illetve a gyári anyagmodellből kapott értékekkel. Arra keressük a választ, hogy jobban közelítenek-e a valósághoz azok a szimulációk, melyek során az általunk kimért anyagjellemzőket használtuk fel.

Kísérleti rész

A méréseket két olyan alapanyagon végeztük, melyek a Moldex 3D anyagbankjában is megtalálhatók. Vizsgáltunk egy Lexan 500R típusú üvegszál töltésű polikarbonátot és egy Zytel 101L NC010 típusú natúr poliamidot. Az üvegszál töltetű anyag esetében érdekesség, hogy a szimulációs program hogyan kezeli a töltőanyag okozta anizotrop viselkedéseket, orientációs jelenségeket.

Viszkozitás görbék, PVT diagram, és hővezetési tényező meghatározása

A viszkozitás, hővezetés és PVT méréseket egy Göttfert Rheograph 25 típusú kapilláris reométeren végeztük. (1. ábra.) A viszkozitás görbék meghatározásához különböző hőmérsékleteken vizsgáltuk a viszkozitás változását a deformációs sebesség függvényében [1]. PVT diagram mérése során a hőmérsékletet és nyomást szabályozzuk, miközben mérjük az anyag fajtérfogatát [2].

A Göttfert Rheograph 25-ös alkalmas hővezetési tényező kimérésére is. A hővezetési tényező egy anyagi jellemző, amely a hőmérsékletnek a térbeli és időbeli eloszlásának jellemzésére szolgál, miután a rendszer adott helyén egy hőmérsékletváltozás következett be [3]. A hőközlés kétféle módon történhet: vagy állandó térfogaton (izochór folyamatban), vagy állandó nyomáson (izobár folyamatban) [4].

1. ábra Göttfert Rheograph

Fajhő mérése

A fajhő méréséhez a TA Instruments által gyártott DSC Q200-as (Differential Scanning Calorimetry) készüléket használtunk (2. ábra.). A differenciális pásztázó kaloriméterek olyan készülékek, amelyek a hőáram regisztrálására alkalmasak. Endoterm hőeffektus esetén a minta hőmérséklete elmarad a refe-

rencia anyagéhoz képest. Exoterm reakció esetében a helyzet fordított. Az energiakompenzációs DSC berendezésekben a bekövetkező entalpiaváltozás közvetlenül mérhető [4].

2. ábra DSC készülék

Időfüggő mechanikai tulajdonságok meghatározása

Az anyagok viszkoelasztikus tulajdonságait a TA Instruments által gyártott DMA (Dynamic Mechanical Analysis) Q800-as készülékkel (3. ábra.) határoztuk meg. A DMTA berendezéssel műanyagok viszkoelasztikus, valamint időfüggő mechanikai tulajdonságait határozhatjuk meg. A mérés eredményeképpen elsősorban a hőmérséklet (T), a frekvencia (deformáció sebesség) (f) és az amplitúdó (deformáció) (A) függvényében lehet meghatározni a minták tárolási- (E'), és veszteségi modulusát (E''). Ugyancsak meghatározható a veszteségi tényező ($\tan \delta$) is. A minták anyagai lehetnek hőre keményedő gyanták, gumyszerű anyagok, amorf, töltött vagy töltetlen hőre lágyuló anyagok, bár napjainkban a fémek mechanikai tulajdonságainak meghatározására is egyre gyakrabban használják [5].

3. ábra DMTA berendezés

Értékelés

A fröccs-szimulációk során a vizsgálati szabványos próbatest kitöltését vizsgáltuk. A kitöltési analízisek eredményei során mértük az üregnyomást, a zsugorodást és vetemedést. Viszkózitás görbéknél megfigyeltük, hogy magas deformációs sebesség tartományban eltérés tapasztalható a program adatbázisában található görbékhez képest (4. ábra.). Mivel fröccsöntésnél jellemzően az ömledék nagy sebességgel áramlik így ennek befolyásoló hatása nem elhanyagolható. Természetesen más eltéréseket is tapasztaltunk, de a cikk terjedelmének korlátozottsága miatt ezt nem részletezzük.

Jövőbeni célunk kidolgozni egy izobár PVT mérést ugyanis jelenleg izoterm méréseket végzünk melynek során állandó hőmérsékleten változó nyomással terheljük az anyagot, és így mérjük annak fajtér-

fogat változását. Az izobár mérési eljárás lényege, hogy állandó nyomáson tartva az anyagot folyamatosan hűtjük, miközben mérjük annak fajtérfogát változását. Az izobár mérési eljárás előnye, hogy sokkal közelebb áll a mérési folyamat a valós fröccsöntési körülményekhez.

4. ábra Viszkózitás görbék

Összefoglalás

Az eredményekből megállapítható, hogy minden esetben közel áll a valósághoz az a szimuláció amely során saját mérési eredményekből meghatározott anyagmodellt használtunk, így feltételezhetjük, hogy olyan anyaggal is tudunk szimulációt futtatni ami nem áll rendelkezésre a szoftver anyagbankjából.

Irodalom

- [1] Leonor Pérez-Trejo, José Pérez-González, Lourdes de Vargas :*About the determination of the steady state flow for polymer melts in capillary rheometers*, Polymer Testing, Volume 20, Issue 5, 2001, Pages 523-531
- [2] Halász László, Molnár Imre, Mondvai Imre: *A polimerek feldolgozásának reológiai alapjai*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1978
- [3] <http://hu.wikipedia.org>
- [4] Verhás József: *Termodinamika és reológia*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1985, Műanyag és gumi 2004. 41 évfolyam 1. szám
- [5] E. Kaisersberger: *Determination of viscoelastic properties with TMA, DMTA and DSC*, Thermochemica Acta, Volume 93, 15 September 1985, Pages 291-293

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

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: toth.gergely@gamf.kefo.hu