

Modelloptimálás fröccsöntési analízishez
Solymossy B., Kovács J. G.

Accepted for publication in Műanyag és Gumi
Published in 2005

DOI:

Modelloptimalás fröccsöntési analízishez

SOLYMOSSY BALÁZS*

szigorló gépészmérnök

KOVÁCS JÓZSEF GÁBOR*

okleveles gépészmérnök, egyetemi tanársegéd

1. Bevezetés és célkitűzés

Napjainkban a fröccsöntés a polimerek egyik legfontosabb alakadási eljárása [1]. Mivel paraméterei között a kapcsolatrendszer igen összetett, a végtermék minőségére kizárólag tapasztalati úton nehéz becslést adni. Ezért a folyamatokat egyre gyakrabban számítógépes szimulációkkal optimalizálják, így azok megtervezése gyorsabbá és könnyebbé válik [2].

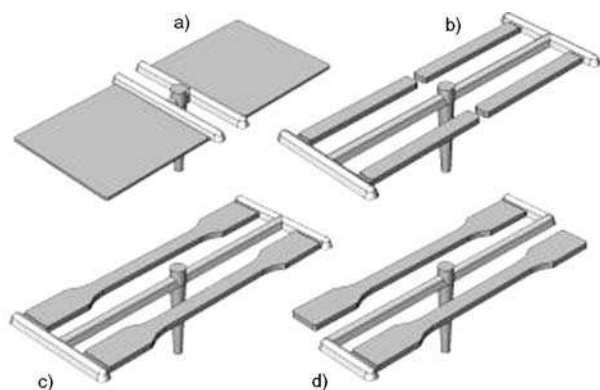
A szimulációkkal meghatározott és a gyakorlati megvalósítás során kapott nyomásértékek eltértek egymástól. A számított eredmények rendre kisebbek a valóságosnál, ezért feltételezhető, hogy a szimulációs programban a peremfeltételek meghatározásánál, illetve a modell megtervezésénél hiányosságok lehetnek.

Vizsgálatunk célja, hogy megtaláljuk a szimulációs program és a gyakorlati fröccsöntés eltéréseinek okait, valamint egyszerűen alkalmazható pontosítást adjunk.

A BAYER Novodur P2H-AT márkajelzésű ABS típusát virtuális [3] és valós módon fröccsöntöttük. A virtuális fröccsöntést szimulációs programmal végeztük, a valóst pedig ARBURG Allrounder 320C típusú fröccsöntő gépen.

2. A vizsgálatok kivitelezése

A vizsgálatokhoz négy különböző próbatést típust (1. ábra) használtunk.



1. ábra. A négy próbatést típus. a – ejtődárdás; b – hajlító; c – összecsapás; d – szakító

Először szimulációval határoztuk meg a szükséges fröccsnyomásokat, majd az így kapott értékekkel végeztük a fröccsöntést. Az összes darab csak részlegesen töl-

tötte ki a formaüregét, így analitikus módon is megpróbáltuk meghatározni a 100%-os formaüreg kitöltéshez szükséges nyomásokat. Mivel az eredmények jelentősen eltértek a virtuális fröccsöntéssel kapott értékektől, többféle modellt hoztunk létre az analitikus számítások tapasztalatai alapján, elemeztük az ezekkel számított nyomás értékeket, illetve elvégeztük a gyakorlatban a különböző modelleknek megfelelő fröccsöntéseket.

2.1. Analitikus számítás

Meghatároztuk a négyféle próbatést 100%-os formaüreg kitöltéséhez szükséges nyomásokat analitikus számítással a 2. ábra és az alábbi összefüggések [4] alapján.

$$p_k = p_{bmin} + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 \quad (1)$$

ahol p_{bmin} a leképezéshez szükséges legkisebb nyomás, Δp_1 a szerszám alakadó üregében a nyomásesés, Δp_2 a beömlőnyílásban (gát) a nyomásesés, Δp_3 a csatornában a nyomásesés, Δp_4 a fűvókában a nyomásesés.

Először lemértük, illetve lejegyeztük a számításokhoz szükséges adatokat, majd a (2) képletet használva kiszámoltuk az egyes szakaszokra a hidraulikasugarak értékét.

$$H_h = 2 \cdot \frac{H \cdot B}{H + B} \quad (2)$$

A (3) összefüggéssel meghatároztuk az ömledékfront sebességeit, illetve a (4) képlet alapján az alakítóerő értékeit.

$$v_{xn} = v_d \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot \frac{1}{B \cdot H} \quad (3)$$

ahol v_d a fröccsdugattyú sebessége, D a fröccsdugattyú átmérője, B az áramló ömledékfront szélessége, H az áramló ömledékfront vastagsága.

$$\varphi = \frac{56,9 + 39,1 \cdot \left(1 - \frac{H}{B}\right)^3}{64} \quad (4)$$

A viszkozitás meghatározásához kiszámítottuk a nyírósebességeket (5), melyek segítségével a viszkozitás értékeit leolvastuk a BAYER P2H-AT anyagához készített nyírósebesség-viszkozitás grafikonjáról.

*BME, Polimertechnika Tanszék

$$\dot{\gamma} = \frac{6 \cdot \bar{v}_x}{H} \quad (5)$$

Az összes változó ismeretében meghatároztuk a nyomáskomponenseket (6), majd azok összegzésével a szükséges fröccsnyomásokat (1).

$$\Delta p_n = \frac{32 \cdot \eta \cdot L_n \cdot v_{xn} \cdot \varphi}{H_{hm}^2} \quad (6)$$

ahol η effektív viszkozitás, L_n áramlási úthossz, φ alak tényező, H_{hm} hidraulikusgár, amely hengeres szakasz esetén megegyezik az átmérővel, n az adott szakaszt jelölő index, v_{xn} átlagsebesség az adott szakaszon.

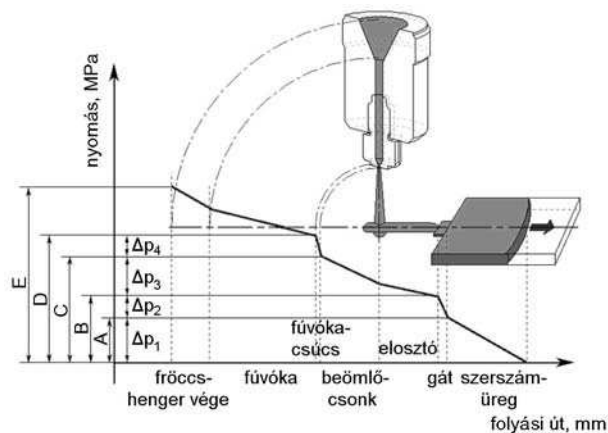
A szimulációs és valós fröccsöntési eredmények az 1. táblázatban találhatók.

2.2. Virtuális fröccsöntés

Tapasztalataink szerint az eredeti modell nem írja le megfelelően a fröccsöntés során a szerszámban fellépő nyomáseséseket, ezért öt-öt modellt készítettünk (2. ábra), amelyekkel a 100%-os formaüreg kitöltéshez szükséges fröccsnyomás-értékeket vizsgáltuk.

Az első (A) modell csak a próbatestet tartalmazta gát és elosztórendszer nélkül. A második (B) modellt a gáttal együtt készítettük el. A harmadik (C) modell tervezésekor figyelembe vettük a terméket, a gátat, az elosztórendszert és a beömlőt is. A negyedik (D) modell segítségével a fúvóka csúcsán fellépő nyomásesés is számíthatóvá vált. Az ötödik (E) modellnél a fröccshenger végi nyomásesést modellező kúp alakú rész is helyet kapott [5].

A húsz modellen kitöltési szimulációkat [6] futtatunk, segítségével meghatároztuk a 100%-os forma-



2. ábra. Nyomásesés az elosztórendszerben és a darabban

1. táblázat.

A szimulációk eredményeinek összevetése a valós fröccsöntéssel

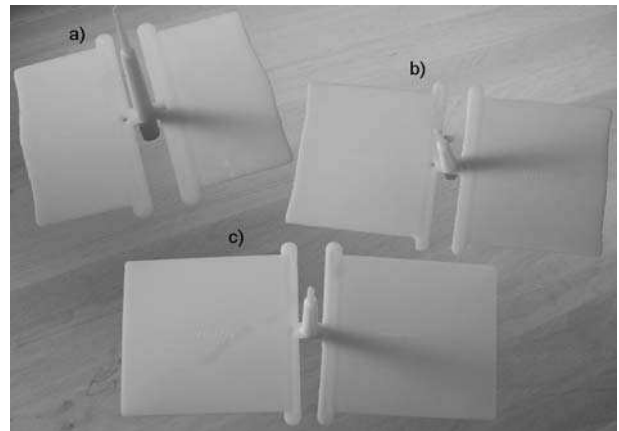
		A modell	B modell	C modell	D modell	E modell	Analitikus számítás	Valós fröccsöntés
Fröccsnyomás, MPa	Ejtősúlyos	13,8	19,6	29,7	38,5	46,9	51,8	45,1
	Hajlító	12,7	18,1	26,6	34,7	43,2	46,2	40,9
	Összecsapás	12,5	17,8	25,6	33,9	42,7	45,1	41,3
	Szakító	15,4	21,9	35,7	43,8	52,5	58,3	51,2
A próbatetek alapján számított átlagos kitöltöttség, %		~20	~35	~50	~95	~100	–	~100

üreg kitöltéshez szükséges fröccsnyomás értékeket (1. táblázat).

2.3. Valós fröccsöntés

A virtuális fröccsöntéssel kapott nyomásértékeket beállítva húszféle darabot fröccsöntöttünk (2. ábra), illetve tapasztalati úton meghatároztuk a négy különböző típusú próbatest fröccsöntéséhez szükséges nyomásértékeket. Összevetettük az (1–5) képletekkel, a virtuális fröccsöntéssel és a tapasztalati úton meghatározott nyomásértékkel. Rámutattunk, hogy milyen összetettségű modell használata szükséges a kellően pontos szimulációk elvégzéséhez.

Amint az a 3. ábrán is látszik, csak az ötödik modell adatait használva sikerült 100%-os formaüreg kitöltését darabokat kapnunk.

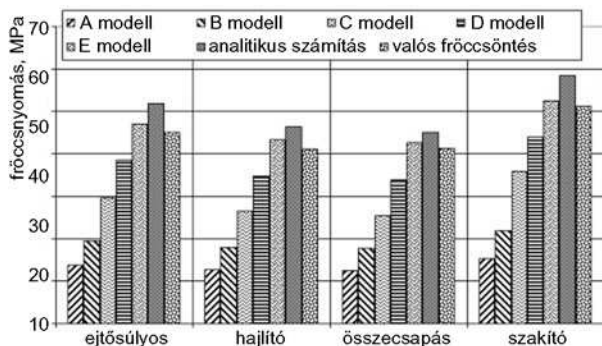


3. ábra. Valós fröccsöntés darabjai. a – harmadik; b – negyedik; c – ötödik modell alapján

3. Eredmények

Megállapítottuk, hogy az első (A), a második (B) és a harmadik (C) modell alkalmazásával nem modellezhető megfelelően a fröccsöntő szerszámban fellépő összes nyomásesés. Ezzel szemben a negyedik és az ötödik modellt használva 10%-nál kisebb volt az eltérés a számított és a tapasztalati úton meghatározott fröccsnyomás között (1. táblázat).

A fröccsöntési szimulációk eredményei megfelelnek az analízishez használt modellek és peremfeltételek pon-



4. ábra. A mérési eredmények

tosságának. Mivel mind az egyszerű, mind pedig az összetett szimulációs programok alulbecsülik a szükséges fröccsöntési nyomást (4. ábra), ha a modell nem túl összetett, a számítási hibák kiküszöbölése céljából az analízishez használt modellt kell megváltoztatni.

Az ilyen jellegű pontatlanság elkerülhető, ha a szimulációs programokban lehetőség kívánkozna a fúvókán bekövetkező nyomásesés számítására. Egy korrekciós értéket használhatna a program, amelyet alapértelmezésben egy „átlagos” fúvókátípussal számítana, de biztosítaná a lehetőségét konkrét fúvókakialakítás megadásának, amennyiben a számítás pontossága megköveteli azt.

4. Összefoglalás

Fröccsöntési szimulációs programok pontosságát

vizsgáltuk az analízishez használt modellek összetettsége szempontjából. Mivel a használt egyszerű modellel a szimulációs program alulbecsülte a szükséges fröccsöntési nyomást, analitikus számításokkal próbáltuk meghatározni azt, majd a számítások alapján az elsőnél összetettebb modelleket szerkesztettünk. A szimulációkat megismételtük, az így nyert eredményeket összevetettük a valós fröccsöntésnél tapasztaltakkal. Megállapítottuk, hogy egyes esetekben szükség van a virtuális fröccsöntéshez használt modell összetettségének növelésére a valóságot jobban közelítő eredmények elérésére.

Irodalomjegyzék

- [1] Czvikovszky, T.; Nagy, P.; Gaál, J.: A polimertechnika alapjai, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2000.
- [2] Dunai, A.; Macskási, L.: Műanyagok fröccsöntése, Lexica Kft., Budapest, 2003.
- [3] Campus adatbázis (www.campusplastics.com)
- [4] Csikai, I.: Termoplasztok fröccsöntése, GAMF sokszorosító, Kecskemét, 1983.
- [5] Kovács, J. G.: Accuracy defects of the injection molding simulation programs caused by the model inadequacy, 2004, 21st Danubia-Adria Symposium on Experimental Methods in Solid Mechanics, Brijuni/Pula, Croatia, 164–165.
- [6] Kovács, J. G.: Fröccsöntési szimulációs programok elemzése, Műanyag és Gumi, 38/9, 350–358 (2001).

