

Fröccsöntő szerszám méreteinek meghatározása optikai elven működő mérőberendezésekkel

Dimensional analysis of an injection mold with optical measurement technics

PÁRIZS Richárd Dominik ¹

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék, H-1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. Tel: +36-1-463-1459, Fax: +36-1-463-1440 E-mail: kovacs@pt.bme.hu,

Kivonat

A munkám során fröccsöntő szerszám fészkeinek méréséhez két különböző mérőberendezést hasonlítottam össze. ATOS optikai 3D berendezést és Keyence lézeres 3D mikroszkópot alkalmaztam a fészkek jellemző geometriai méreteinek és térfogatának meghatározásához. A fröccsöntés során utónyomást nem alkalmaztam, majd a gyártást követően a termékek tömegét megmértem. Céлом volt összefüggést találni a termékek tömege és a szerszám geometria között, ami későbbi zsugorodás-számításoknál elengedhetetlen a pontos számítások érdekében.

Kulcsszavak: Fröccsöntés, fröccsöntő szerszám, mérés technika, 3D szkennelés, tömegmérés

Abstract

In this work two different types of measuring systems were compared for injection mold cavities. I used an ATOS optical 3D system and a Keyence 3D laser microscope to measure the volume of the cavities. For the injection molding I did not use holding pressure. After the process I measured the mass of specimens. My purpose was to investigate the correlation between the mass of the specimens and the volume of the cavities.

1. BEVEZETÉS

A fröccsöntés a modern polimerfeldolgozás egyik legjelentősebb eljárása, amely legnagyobb előnye, hogy bonyolult geometriák méretpontos gyártását teszi lehetővé. A termékek minőségét olyan tényezők befolyásolják, mint a technológiai paraméterek, a fröccsöntő gép sajátosságai és az alapanyagtulajdonságok, míg a termék pontatlanságai tervezési hibákra és a szerszám kialakítására vezethetők vissza. A fröccsöntött termékek méretpontossága szempontjából az egyik legösszetettebb probléma a zsugorodás, amely rendkívül megnehezíti a méretpontos gyártást. Ebből kifolyólag csatlakozó alkatrészek esetén az illesztés és szerelés érdekében nagyhangsúlyt kell fektetni a zsugorodással való tervezésre is. A zsugorodás meghatározásához elengedhetetlen a szerszám geometriájának ismerete, hiszen ezeket a méreteket névleges méretként használhatjuk fel. Cikkemben olyan technológiákat hasonlítottam össze, amelyek alkalmasak geometriai mérések gyors, precíz elvégzésére, valamint a valós szerszám virtuális modelljének elkészítésére.

A szerszám vagy termékek méreteinek méréséhez gyakran alkalmaznak 3D-s optikai mérőberendezéseket. Thomas és társai [1] zsugorodás és vetemedés szimuláció kiértékeléséhez alkalmaztak egy ATOS II SO GOM 3D-szkennert. A próbatestekről a berendezés kettő kamerával készít képeket, amikből a program megalkotja a 3D-s felszín geometriáját. Egy 3D-s ATOS rendszer segítségével Mustafa és társai [2] fröccsöntés során az üregnyomás és szerszám felszíni hőmérsékletének változtatása esetén mérték a zsugorodást. Elektromos tapintó berendezés eredményeivel összehasonlításképpen Jerzy és társai [3] zsugorodás méréshez használtak fel egy 3D ATOS COMPACT SCAN berendezést. Az eltérés a két eszköz mérési eredményei között 5-10 %-os volt, illetve egy anyagtípusnál 15 %-os eltérést is tapasztaltak. Zarges és társai [4] szakítóvizsgálat során

alkalmaztak optikai mérőberendezést a próbatestek megnyúlásának vizsgálatához olyan módon, hogy a próbatestre egy anyagot fújva szabálytalan pontsor volt látható, amit két kamera megfigyelt és a relatív elmozdulásból számolva kapták meg a próbatest megnyúlását.

A geometriai mérésekhez ugyancsak alkalmas berendezések a lézer mikroszkópok, amelyekkel kellő pontossággal határozhatók meg a termékek, szerszámok méretei. Wang és Young [5] a maradó feszültséget tanulmányozták fröccsöntött próbatestek esetében egy nagy pontosságú lézeres elmozdulás mérő Keyence LC-2400A eszköz segítségével úgy, hogy a középpont elmozdulását detektálták réteg elválasztási folyamat közben. Hasonló lézeres 3D mikroszkópot alkalmaztak Chen és társai [6] mikrocellás fröccsöntött próbatestek felületi érdességének vizsgálatához, különböző vastagságú filmréteget esetében.

2. ALKALMAZOTT ANYAGOK ÉS BERENDEZÉSEK

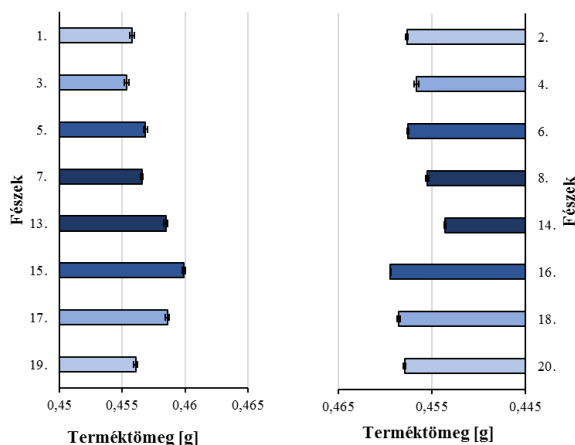
Kísérleteimhez a próbatesteket Arburg Allrounder 420 C 1000-290 típusú fröccsöntő gépen, Terluran GP-35 akrilnitril-butadién-sztirol alapanyagból gyártottam. A fröccsöntő gépen egy 20 fészkes szerszámot alkalmaztam, aminek a belső 4 fészke (szám szerint 9, 10, 11 és 12) le volt zárva, így az elosztócsatorna geometriailag kiegyensúlyozott. A fröccsöntés során utónyomást nem alkalmaztam. A termékek négyzet alapú, hasábszerű alkatrészek. A termékek tömegét Ohaus Explorer analitikai mérleggel mértem, aminek pontossága 0,0001 g, mérési tartománya pedig 0-110 g. A szerszám fészkeinek méreteit ATOS Core 200 (GOM) sztereokamerás optikai 3D mérőeszközzel és Keyence VR 5200 lézeres mérőberendezéssel mértem. Előbbi berendezés mérési tartománya 200x150 mm, a mérési pontok távolsága pedig 0,08 mm, utóbbi munkaterülete pedig 206x104 mm, pontossága pedig 5 μ m.

3. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Ebben a fejezetben a vizsgálati eredmények és azok értékelése kerül ismertetésre. Szó lesz először a termékek tömegméréséről, majd a két mérőberendezéssel nyert geometriai adatokról.

3.1 A GOM berendezéssel mért adatok összehasonlítása a tömegmérés eredményeivel

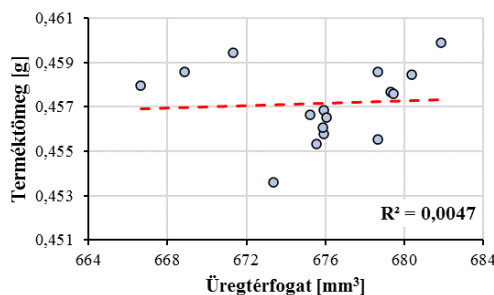
A tömegmérés során 5 próbatest tömegét mértem meg, az eredményeket az 1. ábra szemlélteti. A tömegek jól látható módon fészkenként eltérnek, szórásuk viszont kicsi, azaz az eltérés feltételezhetően nem mérési pontatlanságból adódik, hanem valószínűsíthetően a szerszámkialakításból adódik. Többfészkes szerszámos fröccsöntés esetében az egyik prioritás az egyenletes gyártás, ami a tömegmérésből jól ellenőrizhető, ugyanis a különböző tömegű termékek azt jelentik, hogy nem azonos mennyiségű alapanyag jutott az egyes fészkekbe, így a termékek és azok zsugorodása is különbözni fog egymástól.



1. ábra A termékek tömege különböző fészkek esetében

A termékek tömegében való eltérést elsősorban a szerszámban lévő fészkek geometriai méretei között való eltérés okozhatja, ami gyártási pontatlanságból adódhat, esetlegesen a szerszám sérülése is okozhat ilyen problémákat. A szerszám mozgó oldalán levő fészkeket a GOM szkennelvel megmértem

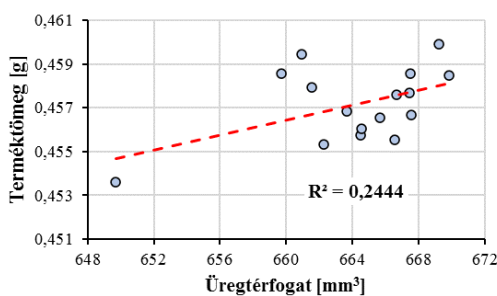
és összehasonlítottam a tömegmérés eredményeivel. Az egyes fészkekre a vizsgálat eredményeit (determinációs együtthatóval együtt) a 2. ábra mutatja, amelyen szaggatott vonal jelöli az adatsorra illesztett egyenest. A vizsgálat alapján kijelenthető, hogy a mért értékek egymástól függetlenek, így a mérés pontatlansága megkérdőjelezhető, ezért egy másik mérési módszert is bevontam a vizsgálatba.



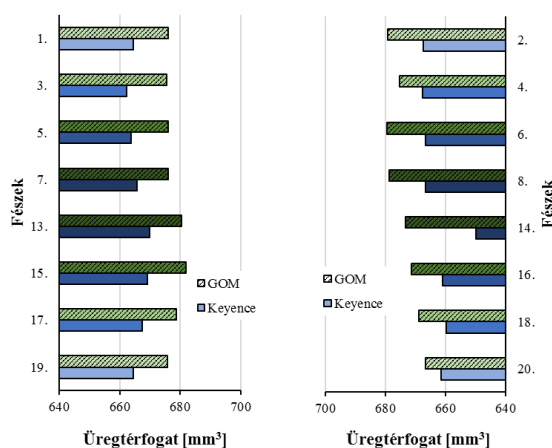
2. ábra Korreláció vizsgálat a terméktömegek és a szerszám fészkek méretei között (ATOS)

3.2 Keyence berendezéssel mért adatok összehasonlítása a tömegmérés eredményeivel

A Keyence VR 5200 mérőberendezés esetén a szerszám mozgó oldaláról készült mérési adatokat a 3. ábra tartalmazza, ahol a korreláció vizsgálat eredménye is látható. A két mérési módszer eredményeit fészkenként összehasonlítva az 4. ábra szemlélteti. Érdekes módon a Keyence berendezéssel mért értékek minden esetben kisebbek voltak, mint a ATOS berendezéssel kapott értékek és a tendenciák sem azonosak.



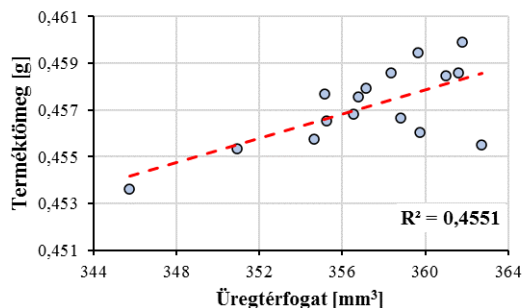
3. ábra A Keyence mérőberendezéssel mért mozgó oldali fészekméretek és terméktömegek kapcsolata



4. ábra A két mérési módszerrel kapott eredmények összehasonlítása

A térfogatmérési eredmények ezzel a módszerrel jobb korrelációt adnak, azonban mivel a termék üreges, és nem csak tömör négyzet alapú hasáb, ezért az álló oldal méreteit is meg kell mérni a berendezéssel, ugyanis ott is lehetnek eltérések a fészkek között. Az álló és mozgó oldal geometriáját lemérve és a méretekből a termék tényleges térfogatát kiszámolva szintén megvizsgáltam a korrelációt a

termék tömegek és a fészkek térfogatok között, ezt mutatja az 5. ábra. Jól látható, hogy a két szerszámfél figyelembevételével számított térfogatok jobban korrelálnak a tömegértékekkel, de még így is nagyon gyenge a kapcsolat a két érték között. Ennek oka részben az lehet, hogy nem számoltam a szerszám egyéb geometriai méreteinek eltéréseivel például a gát mérettel, aminek jelentős hatása lehet a fészkekbe jutó ömledék mennyiségére. További eltérést okozhat, hogy a többfészkes szerszámoknál azonos ömledék úthossz esetén is számolni kell a nyírásból származó hőfejlődéssel, ami egyenetlen kitöltéshez vezet.



5. ábra Keyence mérőberendezéssel mért mozgó és álló oldalból számolt térfogatok és a terméktömegek közti kapcsolat

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A mérések során látható volt, hogy a termékek tömege eltér az egyes fészkekben. Az eltérés megértésének érdekében a szerszám geometriáját két mérési módszerrel vizsgáltam. Lényeges különbség volt tapasztalható az ATOS optikai sztereokamerás és a Keyence lézeres mérőberendezések eredményei között. Látható volt továbbá az is, hogy a termékek tömege és a fészkek térfogata között az optikai mérőberendezés értékei korrelálnak legkevésbé, illetve hogy az álló oldalt figyelembe véve a korreláció értéke javítható. A korreláció vizsgálat eredményei azonban így sem mutatnak jelentős kapcsolatot, amit okozhat az is, hogy a gát méretét nem vettem figyelembe az egyes fészkek mérése során, illetve hogy az egyes termékek tömegére a nyírásból származó hőfejlődés is jelentős hatást gyakorol. A Keyence mérőberendezéssel nyert méretek azonban jó kiinduló alapját szolgálhatják a későbbiekben a termékek zsugorodásának, vetemedésének vizsgálatához.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Részvételemet az OGÉT 2020 konferencián az NTP-HHTDK-19-0068 azonosítójú, „A hazai Tudományos Diákköri műhelyek és rendezvények támogatása” pályázat támogatta. Köszönettel tartozom továbbá az Arburg Hungária Kft-nek az Arburg Allrounder 420 C 1000-290 típusú fröccsöntőgépjéért.

IRODALOM

- [1] Lucyshyn T., Knapp G., Kipperer M., Holzer C.: Determination of the Transition Temperature at Different Cooling Rates and Its Influence on Prediction of Shrinkage and Warpage in Injection Molding Simulation, Applied Polymer Science, 2012/123, 1162-1168
- [2] Kurt M., Kamber O. S., Kaynak Y., Atakok G., Girit O.: Experimental investigation of plastic injection molding: Assessment of the effects of cavity pressure and mold temperature on the quality of the final products, Materials and Design, 2009/30, 3217-3224
- [3] Jozwik J., Tofil A., Lukaszewicz A.: Application of modern measurement techniques for analysis of injection moulding shrinkage, Engineering for rural development, 2019, 1742-1748
- [4] Zarges J.-C., Minkley D., Feldmann M., Heim H.-P.: Fracture Toughness of Injection Molded, Man-Made Cellulose Fiber Reinforced Polypropylene, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 2017/98, 147-158
- [5] Wang T.-H., Young W.-B.: Study on residual stresses of thin-walled injection molding, European Polymer Journal, 2005/41, 2511-2517
- [6] Chen S.-C., Li H.-M., Hwang S.-S., Wang H.-H.: Passive mold temperature control by a hybrid filming-microcellular injection molding processing, International Communications in Heat and Mass Transfer, 2008/35, 822-827