

MÉRŐESZKÖZ FEJLESZTÉSE PP TERMÉK DEFORMÁCIÓJÁNAK ELEMZÉSÉHEZ

MEASURING INSTRUMENT FOR THE DEFORMATION ANALYSIS OF PP PRODUCTS

Sikló Bernadett, PhD hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Polimertechnika Tanszék,

Dr. Kovács József Gábor, laborvezető, egyetemi adjunktus, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Polimertechnika Tanszék

ABSTRACT

The study presents a new part and mold design for measuring the affect of different technological and constructional parameters on the deformation of injection molded plastic parts, especially at the corners. The study restricts to PP by increasing the mold temperature of the cavity side compared to the core side and beside that the growing of hold pressure. The investigations show that the angle of the corner increased with increasing mold temperature difference between the two mold halves. Too high temperature difference increased the angle above 90°.

1. BEVEZETÉS

Manapság számtalan alkalmazási területen kerülnek polimer alapanyagú termékek és alkatrészek használatba. Ezekről különösen a műszaki felhasználási területen, mint például az autóipar számára készülő tömeggyártásban szigorú méretpontosságot és precizitást követelnek meg. A kívánt jellemzők jól ötvöződnek a fröccsöntés technológiájában, amely napjaink egyik legtermelékenyebb és legautomatizálhatóbb polimer feldolgozási eljárása. Alapelve, hogy az olvadáspontja fölé melegített, kis viszkozitású polimer ömledéket nagy sebességgel, szűk beömlőnyíláson át egy zárt, temperált szerszámba juttatjuk. A szerszámban a polimer ömledék felveszi a szerszámfészek alakját, lehül, megszilárdul, majd a kész, 3D-s termék eltávolítható a szerszámból [1-2].

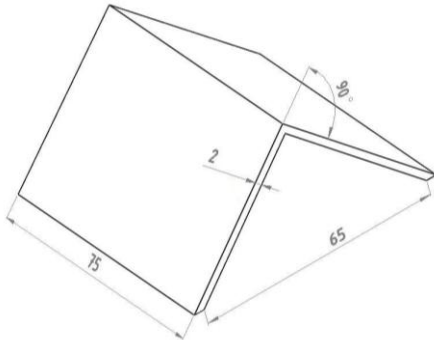
A műanyag termékek a technológia helytelen beállításai hatására torzulnak, deformálódnak. Fröccsöntött alkatrészek esetén vetemedés alatt azt a hibát értjük, amikor az alkatrész felületei az egyenetlen zsugorodás és a belső feszültségek hatására kitérnek eredeti síkjaikból. A vetemedés egyik okozója a termékben létrejövő lokálisan eltérő

zsugorodás, amit a térfogati zsugorodás és a heterogén kristályosság is indukál [3]. Az orientációs hatás is lehet a deformáció okozója, ami az áramlás irányú és a keresztirányú zsugorodás arányából adódik. A szerszám temperálása szintén befolyásolja a darabban kialakult vetemedést. A termékek összetett geometriája következtében a szerszám teljesen egyenletes temperálása a gyakorlatban sokszor nehezen kivitelezhető. A két szerszámfél egyenetlen hűtése következtében a darab oldalai eltérően hűlnek le, aminek eredményeképpen anizotrop zsugorodás, és ezzel vetemedés alakul ki a termékben, így az a „melegebb” szerszámfél felé hajlik meg. Éppen ezért a fröccsöntött termékek belső magjai különös figyelmet igényelnek, hiszen ennek következtében a szerszámban a formamagnak gyorsabban kell a hőt elosztatnia, mint a csésze oldalnak. Amennyiben ez nem történik meg, a sarok belső része később szilárdul meg, mint a külső része, aminek hatására jobban zsugorodik, és a falakat egymás felé tolja [3-4]. Bár sokan, sokféle módon foglalkoztak a termékek deformációjának vizsgálatával [5-7], csak néhányan kutatták a saroknál kialakuló, termikus viszonyokból adódó sarokhatást és annak befolyásoló tényezőit. Az eddigi tanulmányok arra engednek következtetni, hogy a saroknál lévő nem egyenletes falvastagság miatt létrejövő anyag-felhalmozódás nagyobb zsugorodást eredményez [8]. Célunk egy olyan eszköz tervezése volt, amellyel előidézhető az egyes technológiai paraméterek deformációra gyakorolt hatásai, és így azok mérhetővé válnak.

2. PRÓBATEST

A polimer termékek szögletes sarkainál kialakuló deformáció vizsgálatához egy erre a célra tervezett speciális kialakítású próbatestet alkalmaztunk (1. ábra). Leglényegesebb

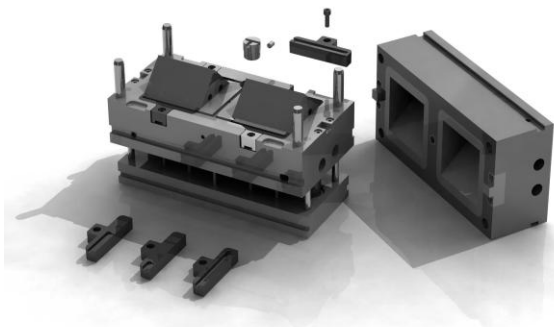
jellegzetessége az oldallapok által bezárt, névleges 90°-os szög, amelynek tényleges, technológia okozta változását célunk vizsgálni. A próbatestnek két különböző vastagságú változata létezik abból a célból, hogy a létrejövő vetemedés falvastagságtól való függése is vizsgálhatóvá váljon.



1. ábra Próbatest a deformáció méréséhez

3. FRÖCCSÖNTŐ SZERSZÁM

Olyan cserebetétes fröccsöntő szerszámot terveztünk, amellyel a vetemedés elemzése és ezzel a mérhetősége is különböző konstrukciós kialakítások és technológiai beállítások mellett lehetségessé vált (2. ábra). A fészkelrendezés kialakításakor fontos kritérium volt, hogy a polimer ömledéket az elosztócsatornák minél rövidebb úton, minél kevesebb irányváltoztatással juttassák el a formaüregbe, és a szerszám fröccsöntés közben egyenletes terhelést kapjon. Mivel a szerszámban számos betét cserélhető, ezért nagy hangsúlyt kellett fektetni a pontos illesztésre és összevezetésre is.



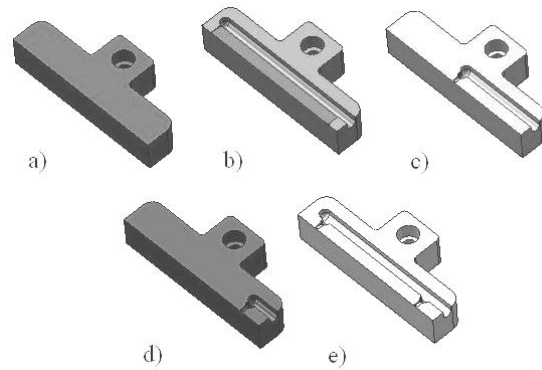
2. ábra A fröccsöntő szerszám [9]

Ahhoz, hogy a különböző gátkialakítások, vagyis befröccsöntési módok deformációra gyakorolt hatását vizsgálhatóvá tegyük, a szerszám gát része, valamint az elosztócsatorna egy szakasza betétezéssel került kialakításra.

Így 4-féle gáttípus használható a fröccsöntő szerszámokban:

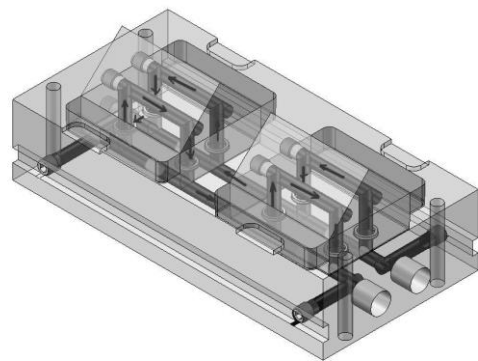
- film gát,
- standard gát egy ponton középen,
- standard gát egy ponton szélén,
- standard gát két ponton (3. ábra).

A betétek cseréjének megkönnyítéséhez a rögzítésük felülről történik.



3. ábra Elosztóbetétek a különböző kitöltési variációkhoz
a) alap; b) film; c) közepén; d) szélén; e) két pontos befröccsöntéshez

Az eltérő temperálás központi szerepet tölt be a saroknál kialakuló vetemedés létrejöttében. Ennek folytán hatékony temperálókör kialakítására törekedtünk, ezért a temperáló furatok áthaladnak a formabetéteken, így a formaüregt ideális távolságban közelítik meg (4. ábra).



4. ábra Mozgó szerszámfél temperálása

A szerszám temperálásának hatása nyomon követhető a mozgó és álló szerszámfélbe épített, a formaüreg alatt elhelyezkedő Kistler 6192A típusú hőmérsékletszennel. A szerszámába Kistler 6157BA típusú nyomásérzékelők is beépítésre kerültek, amelyek a gát után és a folyási út végén

kialakuló nyomást mérik. Ezzel a formaüregben lejátszódó folyamatok jól nyomon követhetők.

4. ALKALMAZOTT ANYAGOK ÉS TECHNOLOGIAI BEÁLLÍTÁSOK

A mérésekhez H116F típusú PP (TVK Tipplen H116F) alapanyagot használtunk 2mm vastagságú próbatetek gyártásához. A vetemedést egyoldali, az élek közepénél elhelyezkedő standard gát alkalmazásával és a két szerszámfél temperálásának változtatása mellett vizsgáltuk. A mozgó szerszámfél hőmérsékletét a beállítások során konstans 40°C-on tartottuk, míg az álló szerszámfél hőmérsékletét 40 és 85°C közt módosítottuk 15°C-os lépésközökkel. Minden egyes temperálás-beállítás esetén 3 különböző utónyomási szintet vizsgáltunk. A fröccsöntési sebesség, a fröccsnyomás, az ömledék hőmérséklet és az utónyomási idő rendre 30 cm³/s, 1500 bar, 210°C, és 10 s volt. A próbateteket Arburg Allrounder 320C 600-250 típusú fröccsöntő gépen gyártottuk, a szerszám temperálását pedig Wittmann Temprom Plus 2/90 típusú kétkörös temperáló berendezéssel szabályoztuk (5. ábra). A vetemedést a próbatest oldalai által bezárt szög alakulásával mértük.

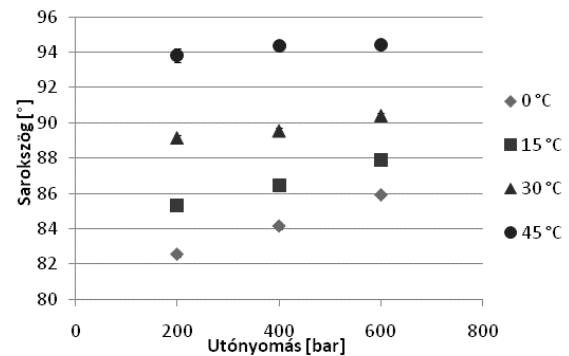


5. ábra Arburg Allrounder 320C 600-250 típusú fröccsöntő gép

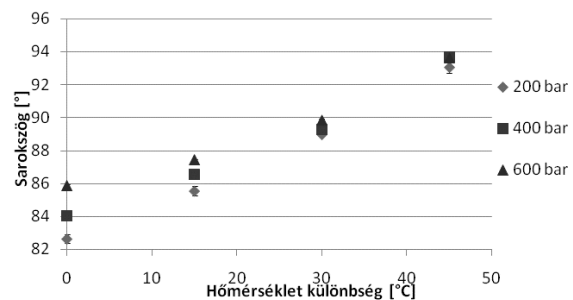
5. EREDMÉNYEK

A mért szögértékeket a 6. és 7. ábra mutatja. Megállapítható, hogy azonos temperálás mellett az oldalak által bezárt szög mindhárom utónyomás mellett átlagosan 5°-os eltérést mutatott (6. ábra). A vizsgálatok alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a hőmérséklet

különbség növekedésével a szög is nőtt. 45°C-os eltérés esetén már meghaladta mindhárom utónyomási érték mellett a 90°-ot, és az oldalak merőlegessége legjobban a 30°C-os hőmérséklet különbség és 600 bar-os utónyomás mellett lett megközelítve. Megállapítottuk, hogy az utónyomásbeli eltérések nem voltak olyan jelentős hatással a deformációra, mint az eltérő temperálás mértéke (7. ábra).



6. ábra Deformálódott sarkszög alakulása az utónyomás függvényében



7. ábra Deformálódott sarkszög alakulása a hőmérsékletkülönbség változásával

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Megterveztünk egy próbatest geometriát és egy annak gyártására szolgáló fröccsöntő szerszámot, amellyel különböző konstrukciós kialakítások és technológiai beállítások mellett vizsgálható a termékek sarkainál kialakuló deformáció. Vizsgálataink során a mérőeszközzel PP vetemedését vizsgáltuk az eltérő temperálás és az utónyomás függvényében. Megállapítottuk, hogy a hőmérséklet különbség növelésével nőtt a próbatest oldalai által bezárt szög, kompenzálódott a vetemedés, azonban túl nagy hőmérséklet különbség alkalmazásával a szög meghaladta a névleges 90°-ot.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk a Bolyai János Kutatási ösztöndíj támogatásával készült. Ezúton fejezzük ki köszönetünket Strack Mátyásnak, a Strack Szerszámgyártó Kft. Tulajdonosának a szakmai segítségéért és a cikkben szereplő szerszám elkészítéséért. Köszönjük továbbá az Arburg Kft-nek a fröccsöntő gépet, valamint a Lenzkes GmbH-nak a szerszámfelfogókat.

8. IRODALOM

- [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] Belina K., Relling M. T.: Fröccsöntött termékek méretváltozásának szerkezeti okai. Műanyag- és Gumiipari Évkönyv, 49-50 (2003).
- [4] Fischer, Jerry M.: Handbook of molded part shrinkage and warpage, Plastics Design Library/William Andrew, Inc., Norwich (2003).
- [5] Saito M., Kukula S., Kataoka Y., Miyata T.: Practical use of statistically modified laminate model for injection moldings. Materials Science and Engineering, A285, 280-287 (2000).
- [6] Kikuchi H., Koyama K.: Generalized warpage parameter. Polymer Engineering and Science, 10, 1309-1316 (1996).
- [7] Ni S.: Minimizing warpage of an injection molded part by systematic simulation analysis. ANTEC 616-620 (2004).
- [8] Jansen K. M. B., van Dijk D. J., Keizer K. P.: Warpage of injection moulded plates and corner products. International Polymer Processing, 13, 417-424 (1998).
- [9] Sikló B., Kovács J. G.: Fröccsöntött termékek vetemedésének vizsgálata. Műanyag- és Gumiipari Évkönyv, 37-40 (2008).