

Fröccsöntött termékek vetemedésének csökkentése üvegyönggyel

DECREASING WARPAGE IN INJECTION MOLDED PARTS BY GLASS BEAD

ZINK Béla¹ doktorjelölt, Dr. SZABÓ Ferenc² adjunktus, Dr. KOVÁCS József Gábor³

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék,
H-1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3., +36-1-463-1459, www.pt.bme.hu
e-mail: ¹zink@pt.bme.hu, ²szabof@pt.bme.hu, ³kovacs@pt.bme.hu

ABSTRACT

In our work, we investigated the possibility of utilizing glass bead for reducing shrinkage and warpage of polypropylene in injection molding. We examined the effect of the size and the concentration of the filler and production parameters. Based on the results, we concluded that the use of glass bead filler reduces shrinkage and warpage, but the reduction depends heavily on the size and concentration of the filler and flow rate of the melt.

ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánkban polipropilén fröccsöntési alapanyag vetemedésének és zsugorodásának csökkentésével és egyenletesítésével foglalkoztunk. A többféle méretű és mennyiségű üvegyöngy töltés alkalmazása mellett vizsgálatokat végeztünk az egyes technológiai beállítások hatásának elemzésére is. Az eredmények alapján elmondható, hogy üvegyöngy töltőanyag alkalmazásával csökkenthető a zsugorodás és a vetemedés, viszont a csökkenés mértéke nagymértékben függ az üvegyöngy méretétől, a töltőanyag-tartalomtól és a fröccsöntési sebességtől is.

Kulcsszavak: szegregáció, fröccsöntés, zsugorodás, töltőanyag, üvegyöngy

1. BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedben a műanyag termékek gyártása korunk egyik legmeghatározóbb iparágává nőtte ki magát. 2015. évben 322 millió tonnányi polimer terméket gyártottak, ennek a folyamatos fejlődésnek köszönhetően a polimer termékek felhasználása mára számos területre kiterjed, többek között a csomagoló-, az építő-, az autó- és az elektronikai iparra [1]. Jelenleg a fröccsöntés a leggyakrabban alkalmazott polimer feldolgozástechnológia, részaránya meghaladja a 30%-ot a magyar műanyag-feldolgozóiparban [2].

A fröccsöntött termékek egyenetlen zsugorodása vetemedést, minőségromlást eredményezhet, így az esetek jelentős részében már a tervezési, előkészítési fázisban igyekeznek azt minimalizálni. A vetemedést nagymértékben befolyásolja a töltőanyag szegregációja, mivel a termék különböző részein létrejövő eltérő töltőanyag-tartalom hatására megváltoznak az alapanyag-tulajdonságok, így különböző mértékű zsugorodás lép fel [3].

Célunk az üvegyöngy (GB) alakú töltőanyaggal társított polipropilén alapanyag szegregációs és zsugorodási tulajdonságainak meghatározása. A szegregációt a fröccsöntési sebesség, az üvegyöngytartalom és az üvegyöngyök méretének függvényében vizsgáltuk.

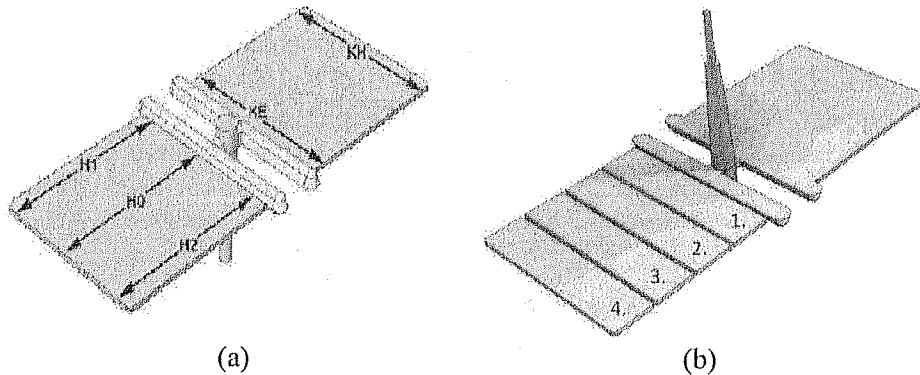
2. KÍSÉRLETI RÉSZ

A következő fejezetekben bemutatjuk az üvegyönggyel töltött polipropilén (PP) alapanyag szegregációs és zsugorodásos méréseinek eredményeit.

2.1. Vizsgálati módszer és paraméterek

A vizsgálatokhoz felhasznált alapanyagot extrudálással állítottuk elő, ehhez a Tipplen H145F (MOL Nyrt.) homopolimer PP alapanyaghoz üvegyöngyöt adagoltunk 10, 25 és 40 m%-ban. Az üvegyöngyök névleges mérete 75 µm, 125 µm és 250 µm volt, így összesen kilenc eltérő üvegyöngytartalmú és üvegyöngyméretű alapanyagot készítettünk. Az extrudált és granulált alapanyagot fröccsöntéssel dolgoztuk fel, így állítottuk elő a 80x80x2 mm méretű fröccsöntött lapka próbatesteket. A zsugorodási méréseket 24 órával a fröccsöntés után Mitutoyo tolómérővel végeztük el. A próbatestek méreteit 5 ponton ellenőriztük (1/a ábra): *KE* - keresztirányú első, a termék gát felőli szélessége; *KH* - kereszt hátsó, a termék gáttól távoli

végének szélessége; $H0$ - a termék folyásirányban, közepén mért hossza; $H1$, $H2$ - a termék folyásirányban, a szélén mért hossza. A $H1$ és $H2$ méret átlagolásával kapható meg az átlagos hosszirányú zsugorodás. A szegregációs vizsgálatokhoz a próbatesteket négy egyenlő részre daraboltuk a 1/b ábra szerint. Ez lehetővé tette a folyási út mentén kialakuló szegregáció vizsgálatát négy különböző tartományban.



1. ábra

Próbatestek darabolásának módja szegregációs mérésekhez (a) és a zsugorodási mérésekhez felhasznált mérési pontok (b)

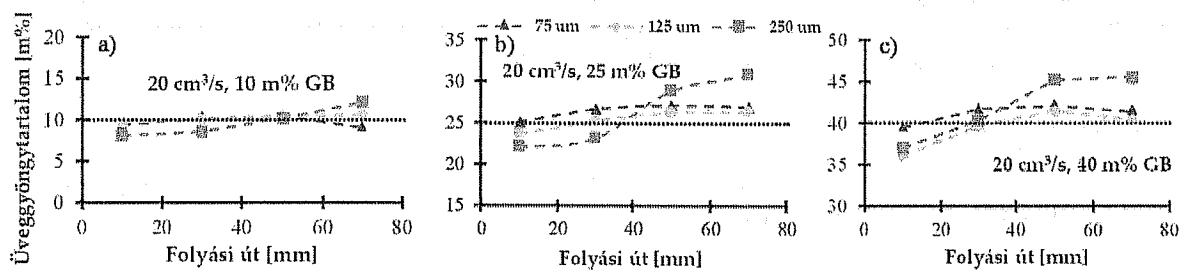
A mintákat Denkal 6B típusú izzítókemencében 4 órán keresztül $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on égettük ki az ISO 3451-1 szabvány „A” módszerének megfelelően. A mérési eljárás lényege, hogy a mátrixanyag elégését követően a visszamaradó anyag tömegének ismeretében az üvegyöngy-tartalom meghatározható az alábbi összefüggéssel (2):

$$\varphi = \frac{m_{hamu+csésze} - m_{csésze}}{m_{minta+csésze} - m_{csésze}} \cdot 100[\%], \quad (1)$$

ahol m_{hamu} [kg] a kiégetés után visszamaradt hamu tömege, a tömeget, $m_{csésze}$ [kg] a kiégető csésze tömege, $m_{minta+csésze}$ [kg] a csésze és a minta együttes tömege, φ [%] az üvegyöngytartalmat jelöli.

2.2. Szegregáció

A folyási út függvényében mért üvegyöngytartalomhoz tartozó eredményeket a $20\text{ cm}^3/\text{s}$ fröccsöntési sebességére mutatjuk be, mert a másik két sebességhez (5 és $80\text{ cm}^3/\text{s}$) tartozó értékek is hasonló tendenciát mutatnak, csak a különbségek mértéke változik. Minden töltőanyag-tartalomnál (2 ábra) elmondható, hogy a szegregáció mértéke elhanyagolható a 75 és $125\text{ }\mu\text{m}$ -es üvegyöngyök alkalmazása esetén. Azonban a $250\text{ }\mu\text{m}$ átmérőjű gyöngyöknél a nagyobb, 25 és $40\text{ m}\%$ -os töltőanyag-tartalom esetében, a névleges töltőanyag-tartalomhoz képest közel $10\text{ m}\%$ -os eltérés tapasztalható a folyási út eleje és vége között. Ez annak a jelenségnek a következménye, hogy a nagyobb átmérőjű üvegyöngyök esetében a lefagyott rétegből kiálló gyöngyök kimosódnak a lefagyott rétegből a befröccsöntés során. Ezeket a kimosott gyöngyöket az ömledék a próbatestek folyási útjának végébe szállítja. Ez a jelenség nagyobb töltőanyag-tartalom esetében nagyobb mértékben jelentkezik, mert megnő a lefagyott rétegben lévő üvegyöngyök száma, ebből következően több üvegyöngyöt is most ki az ömledék.

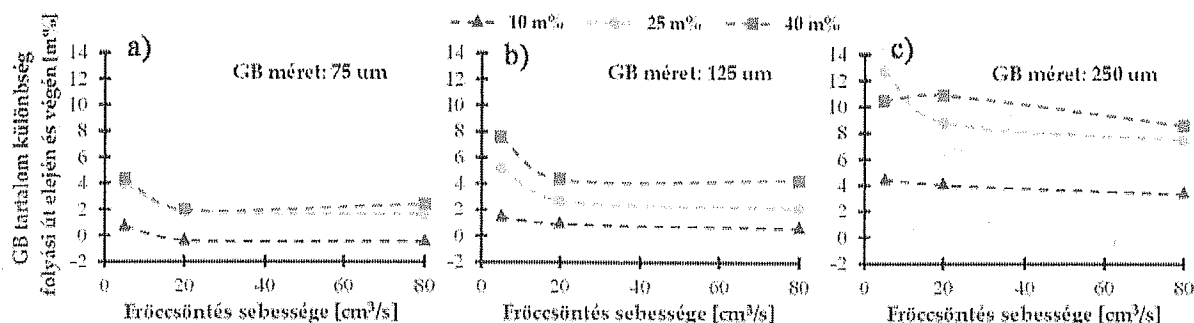


2. ábra

Szegregációs eredmények $20\text{ cm}^3/\text{s}$ fröccsöntési sebességre 10 (a), 25 (b) és $40\text{ m}\%$ (c) üvegyöngytartalom esetén (az elméleti üvegyöngytartalom vízszintes vonallal jelölve)

A folyási út elején és végén mérhető töltőanyag-tartalom különbségeket a fröccsöntési sebesség függvényében mutatja a 3. ábra. Megállapítható, hogy a 75 és $125\text{ }\mu\text{m}$ névleges méretű üvegyöngyök esetén, kis fröccsöntési sebességnél ($5\text{ cm}^3/\text{s}$) a szegregáció nagyobb mértékű, mint nagyobb fröccsöntési sebességnél,

azonban 20 és 80 cm³/s kitöltési sebesség között már jelentősebb változás nem történik. 250 µm-es gyöngyök esetében nagyobb fröccssebességeknél is megfigyelhető egy csökkenő tendencia a töltőanyag-tartalom különbségben. A kisebb fröccsöntési sebesség esetében a szegregációt elősegíti, hogy a lefagyott réteg vastagsága nagyobb, mint a nagyobb fröccsöntési sebesség esetében, így több üvegyöngyöt képes kimosni az ömledék. A nagyobb sebesség esetében a lefagyott réteg kisebb, viszont a megnövelt sebesség hatására az ömledék és a lefagyott réteg határán nagyobb a nyírás, illetve az üvegyöngyök ütközési energiája is nagyobb, így könnyebben mossa ki a lefagyott rétegből az ömledék az üvegyöngyöket.

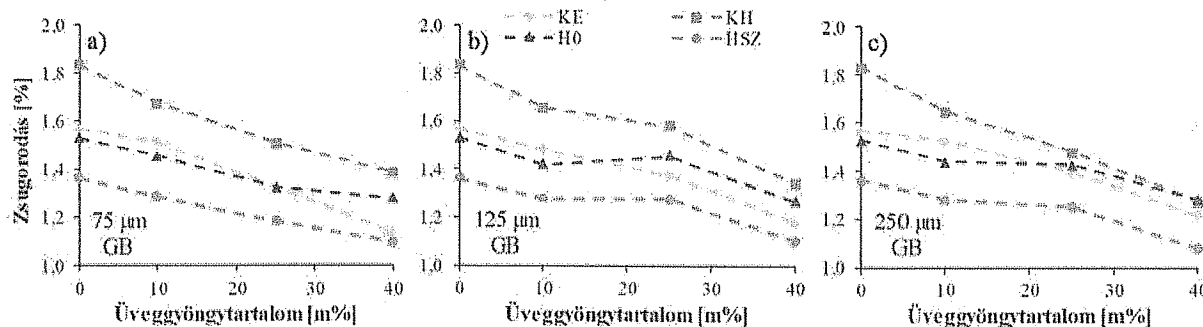


3. ábra

Üvegyöntőtartalom-különbség a folyási út elején és végén a fröccsöntési sebesség függvényében 75 µm (a), 125 µm (b), valamint 250 µm (c) átmérőjű üvegyöngyök esetén

2.3. Zsugorodás

A próbatestek méreteit a gyártást követően 24 órával az üvegyöntőtartalom függvényében 80 cm³/s-os kitöltési sebesség esetében a 4. ábra szemlélteti. Az eredményekből látható, hogy adott töltőanyagméret mellett az üvegyöntő mennyiségének növelésével a zsugorodás minden esetben csökkenthető. Ha a zsugorodás csökkentése a cél, akkor érdemes minél nagyobb mennyiségű üvegyöntőt alkalmazni. Az üvegyöntők méretének növelésével is csökkenthető a zsugorodás, viszont itt figyelembe kell venni, hogy a nagyobb gyöngyök az alapanyag előkészítésénél, extrudálásnál nagyobb valószínűséggel tördelődnek. A gáthoz közelebb (KE) a keresztirányú zsugorodás minden esetben kisebb, mint a gáttól távolabb (KH), ami azzal magyarázható, hogy a gáthoz közelebb eső térfogatban nagyobb a nyomás a kitöltési és utónyomási szakaszban. A próbatest szélén (HSZ) mért hosszirányú zsugorodás kisebb, mint a közepén. A próbatest gáthoz közeli (KE) és távolabbi (KH) keresztirányú zsugorodáskülönbsége a kisebb méretű gyöngyök esetében csak kis mértékben csökkenthető, jelentősen csak a 250 µm méretű gyöngyökkel csökkenthető. A közepén (H0) és a szélén (HSZ) mért zsugorodások különbsége jelentősen nem változott egyik esetben sem.



4. ábra

A próbatestek 24 óra után mért zsugorodása az üvegyöntőtartalom függvényében 75 µm (a), 125 µm (b), valamint 250 µm (c) átmérőjű üvegyöngyök esetén

3. ÖSSZEFOGLALÁS

A munkánkban a vetemedés és zsugorodás mértékének és egyenletlenségének csökkentésével foglalkoztunk. A vizsgálatokhoz alapanyagot állítottunk elő extrudálással, amely során PP-hez 75, 125, 250 µm méretű, 10, 25 és 40 m% üvegyöntőt társítottunk. Az alapanyagból próbatesteket gyártottunk, amiken szegregációt és zsugorodást mértünk. Az eredmények alapján elmondható, hogy kisebb üvegyöntőtartalom (10 m%) esetében a folyási út függvényében csak kismértékű szegregáció lép fel, ami lényegében független

az üvegyöngyök méretétől. Nagyobb, 25 és 40 m% üvegyöngytartalomnál 75 és 125 μm méretű gyöngyök esetében a szegregáció csak elhanyagolható mértékben lép fel, viszont 250 μm méretnél már jelentős a folyási út mentén fellépő szegregáció. Ez feltehetően annak tudható be, hogy a lefagyott rétegből kiálló üvegyöngyök kimosódnak az ömledékben nagy sebességgel haladó további üvegyönggyel való ütközés, illetve az ömledék és a lefagyott réteg határán fellépő nyírás miatt. A kiszakadt gyöngyöket az ömledék a folyási út végébe szállítja, ezért ott nő a koncentráció, amíg a kimosódás miatt a folyási út elején csökken. Ez a szegregáció függ továbbá az üvegyöngytartalomtól is, nagyobb koncentráció esetében nagyobb a szegregáció mértéke. A fröccsöntési sebesség növelése csökkenti a folyási út eleje és vége között mérhető üvegyöngytartalom-különbséget. A különbség csökkenése viszont az 5-20 cm^3/s változásnál jelentős, a 20 és 80 cm^3/s között szignifikáns különbség nem mutatkozott. A zsugorodást az üvegyöngy társítása minden esetben csökkentette, viszont a keresztirányú zsugorodások hányadosa csak a 250 μm nagyságú üvegyöngyök esetében javult nagyobb mértékben, tehát csak ebben az esetben csökkent a keresztirányú vetemedés jelentősen. A hosszirányú vetemedést az üvegyöngyök társítása nem befolyásolta.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk a Bolyai János Kutatási ösztöndíj támogatásával készült. Munkánkat a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatta az NKFIH Alapból, a „Fröccsönthető polipropilén alapú tapadás-közvetítő kompozitok fejlesztése járműtechnológiai alkalmazásokhoz” (NVKP_16-1-2016-0038) című projekt keretében. Köszönjük az Arburg Hungária Kft-nek az Arburg Allrounder 370S 700-290 Advance típusú fröccsöntőgépet, a Lenzkes GmbH-nak a szerszámfelfogókat.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Plastics Europe: Plastics - the Facts 2016, An analysis of European plastics production, demand and waste data (2016).
- [2] Buzási L.: A fröccsöntés helyzete Magyarországon 2015-ben. Polimerek, 2, 8, 221-225 (2016).
- [3] Dunai A., Macskási L.: Műanyagok fröccsöntése. Lexica kiadó, Budapest (2003).