

# FRÖCCSPRÉGELŐ TECHNOLÓGIA VIZSGÁLATA

## INVESTIGATION OF INJECTION COMPRESSION MOLDING

*BOROS Róbert<sup>1</sup>, KOVÁCS József Gábor<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék, H-1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3., Tel.: +36-1-463-1440, e-mail: kovacs@pt.bme.hu

### **Abstract**

*During the production of injection molded products with long flow paths there may be such a high pressure drop along the flow path that the injection molded parts will be incomplete, warped and have sink marks. Some of these injection molding defects can be eliminated with the correct technological settings. In cases where this does not produce better results, injection compression molding can be an option. It can increase the pressure of the polymer melt locally. A further advantage of injection compression molding is that the residual stresses in the product are lower, thanks to the more balanced internal pressure distribution. Our goal is to injection mold a product with long flow paths and reduce defects by injection compression molding with which the local dimensional change of the product can be tested. We built into a two-cavity mold a pin which is suitable for injection compression molding and tested the effect of the technology on the dimensions of the product using different technological settings.*

### **Kivonat**

*A hosszú folyási utakkal rendelkező fröccsöntött alkatrészek gyártásakor előfordulhat, hogy a folyási utak mentén olyan nagy nyomásesés alakul ki, hogy csak hiányos, beszívódott, vetemedett termékek fröccsönthetők. Az ilyen fröccsöntési hibák egy részét technológiai beállításokkal ki lehet küszöbölni. Olyan esetekben, ahol ezek nem vezetnek eredményre, az egyik lehetőség a fröccspréglési technológia használata, amely képes a polimerömladék nyomásának lokális növelésére. A fröccspréglési technológia további előnye, hogy az egyenletesebb belső nyomáseloszlásnak köszönhetően kisebbek a termékben a maradó feszültségek. Célunk egy olyan hosszú folyási úttal rendelkező termék fröccsöntése és prégeléssel való kompenzálása, amellyel vizsgálni lehet a termék lokális méretváltozását. Kísérleteinkhez egy kétfészkes fröccsöntőszerszámra prégelésre alkalmas csapot építettünk be, és különböző technológiai beállítások mellett vizsgáltuk a prégezés hatását a fröccsöntött alkatrész méreteire.*

### **Kulcsszavak**

fröccspréglés, fröccsöntés, fröccsöntő szerszám, ráfröccsöntés

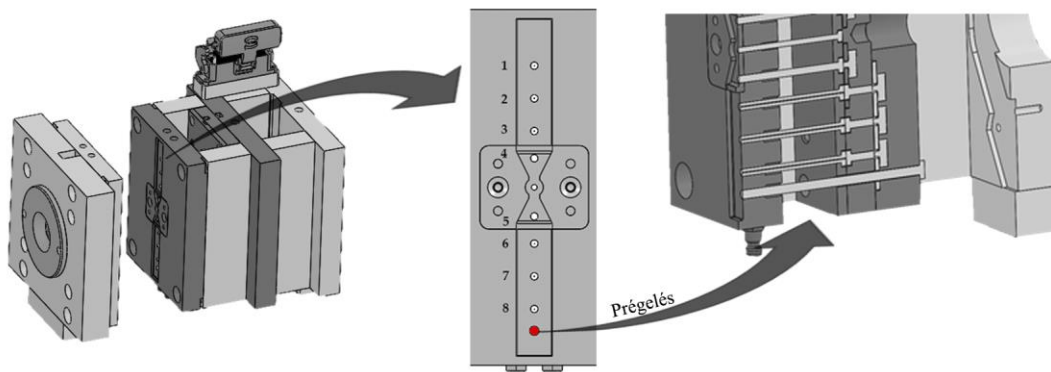
## **1. BEVEZETÉS**

A korszerű, de egyre bonyolultabb műanyag alkatrészek gyártása egyre összetettebb gyártástechnológiákat kíván. Ha egy lépésben nem megoldható egy termék gyártása, akkor egyszerűbb, egymást követő gyártástechnológiák használata szükséges [1]. A ráfröccsöntés egy olyan technológia, amellyel egy korábban készült előgyártmányra fröccsönthetünk további komponenseket, illetve elemeket. A fröccsöntéssel készült, nagyméretű alkatrészek, így előgyártmányok esetén a hosszú folyási utak miatt bekövetkező nagy nyomásesés vetemedési problémákat okozhat. A folyási út mentén fellépő nyomásváltozások mérésére egyre több esetben alkalmaznak nyomásmérő szenzorokat, amelyek segítségével a fröccsöntési folyamatok szabályozhatók [2]. A fröccsöntött termékekben a fajtérfogatváltozás lokális hatásai a fröccspréglési technológiával kompenzálhatók [3], így egyenletesebbé téve akár az előgyártmány méretét és csökkentve annak vetemedését.

Munkánkban célul tűztük ki, hogy egy fröccsöntő szerszámba beépített nyomásmérő szenzorok segítségével mérjük és szabályozzuk a formaüregben kialakuló lokális nyomásváltozások okozta problémákat. A szerszám egyik fészkebe prégelő csapot építettünk, így lokálisan megváltoztatva a helyi viszonyokat és ellenőrizhetővé téve a fröccspréglési technológia hatását.

## 2. ANYAGOK, BERENDEZÉSEK, MÉRÉSI MÓDSZER

A fröccspréglési technológia vizsgálatához egy kétfészkés fröccsöntő szerszámot nyomásmérő szenzorokkal (PC 15, Cavity Eye Hungary Kft.) és egy hidraulikus munkahengerrel mozgatható prégelő csappal szereltünk fel (1. ábra). A szerszámot egy Arburg Allrounder 370 S 700-290 fröccsöntőgépre rögzítettük és különböző technológiai beállításokkal PP (Tipplen H 145 F, MOL Petrolkémia Zrt.) alapanyagból 70 x 20 x 3 mm méretű alkatrészeket fröccsöntöttünk. Az ömledéket 20 x 0,8 mm méretű filmgáton keresztül juttattuk a formaüregbe. A szerszámüregben kialakult nyomás nagyságát a folyási út mentén elhelyezett nyomásmérő szenzorokkal figyeltük. A gátak elé egy-egy, a formaüregbe további három-három nyomásérzékelőt, valamint az alsó formafészekbe egy prégelő mechanizmust építettünk be.



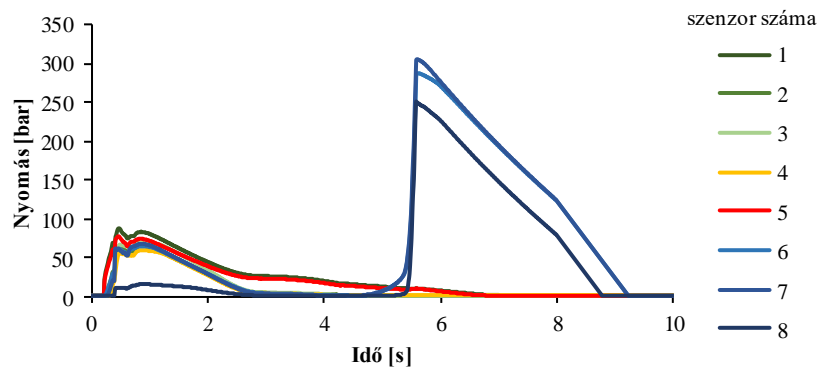
1. ábra Préglő szerszám nyomásmérő szenzorokkal (1-8) és préglő csappal

A befroccsöntés során az ömledék a préglő csapot hátratólja, így anyag többlet keletkezik, amelyet a préglő csap előremozdításával a formaüregbe visszapréselünk. A préglőcsap mozgását hidraulikus szivattyú segítségével valósítottuk meg, amelyet a nyomásgörbék alapján, Cavity Eye rendszerrel vezéreltünk. Vezérelhető paraméter a préglés késleltetése és a préglés hossza volt. A préglés késleltetési idejét követően a rendszer jelet ad a szivattyúnak, ami felépíti a prégléshez szükséges nyomást, amit a préglés végéig tart a rendszer. Különböző fröccsöntési paraméterek mellett (fűvókahőmérséklet, szerszámhőmérséklet, préglés késleltetése és hossza) vizsgáltuk a fröccsöntött termékek szélességét a folyási út függvényében. A kísérleteket utónyomás nélkül végeztük, a préglés hatásának vizsgálatára. Minden beállításból gyártottunk prégléssel és préglés nélkül 5-5 alkatrészt. Az alkatrészek folyásirányra merőleges, keresztirányú méreteit Keyence IM-7020 mérőmikroszkóppal mértük meg.

## 3. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK, ÉRTÉKELÉSÜK

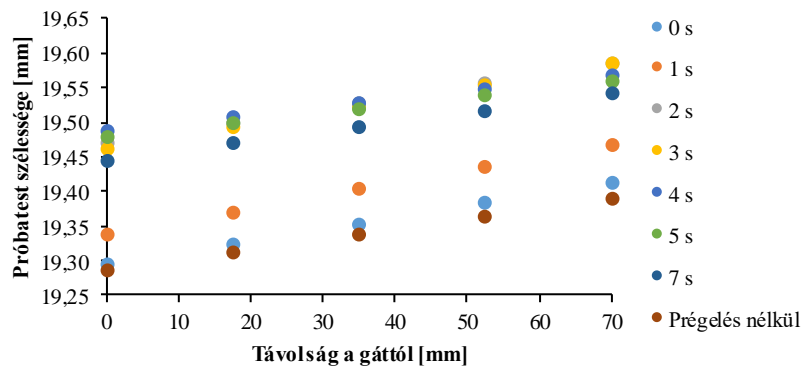
Kísérletekkel meghatároztuk a gátfagyás időpontját, hogy a préglés hatását a gátfagyást követően tudjuk vizsgálni. Ehhez a préglés megkezdésének idejét különböző mértékben késleltettük és figyeltük a gát előtti nyomásmérő szenzor jelét. A gát előtti nyomásmérő szenzor a 3 másodperc meghaladó késleltetés esetében már nem mutatott nyomásváltozást, így igazolva, hogy a fészekben végrehajtott préglés hatása nem hatott a gát előtti szenzorra, tehát megtörtént a gátfagyás. Ezek alapján 4 másodpercet választottuk a préglés késleltetési idejének. A 4 másodperces késleltetés esetén csak a formaüregben elhelyezkedő szenzorok (6-8 szenzorok) mértek nyomásváltozást, a gát előtt elhelyezkedő (5-ös szenzor) nem, tehát a gát megszilárdult, viszont a szerszámüregben még ömledék

állapot volt (2. ábra). A prégelés hosszát konstans értéken tartva vizsgáltuk a szerszámüregben kialakuló nyomás változását és az ennek következményeként megváltozó termék méreteket.



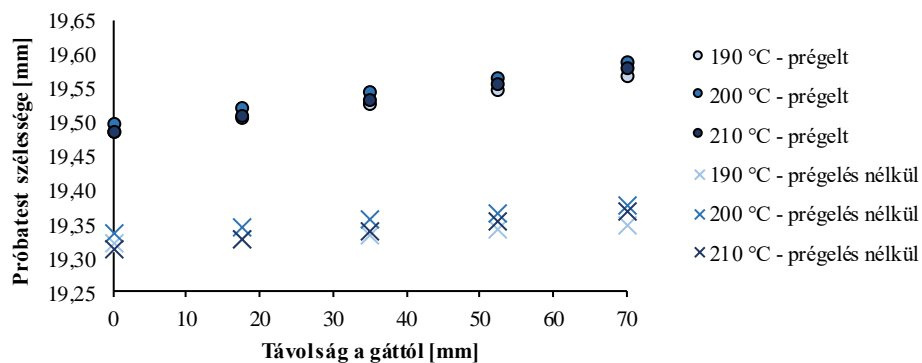
2. ábra Nyomáseloszlás a formaüregben prégelés esetén, 4 másodperc késleltetéssel

A prégelés késleltetésének hatását 0 és 7 másodperc között vizsgáltuk. Kijelenthető, hogy már a gátfagyást megelőzően is kimutatható hatása van a prégelésnek, de a 2 másodpercnél hosszabb késleltetéssel készült termékek szélessége, jelentősen mértékben nagyobb volt, mint a prégelés nélkülieké (3. ábra). A gátfagyásnál rövidebb késleltetési idővel gyártott minták esetében a kompenzálás kisebb mértékét az okozza, hogy a prégelés során visszaáramlik az ömledék a beömlőkúp irányába, illetve a másik formaüregbe.



3. ábra Prégelés késleltetésének hatása a termék szélességére

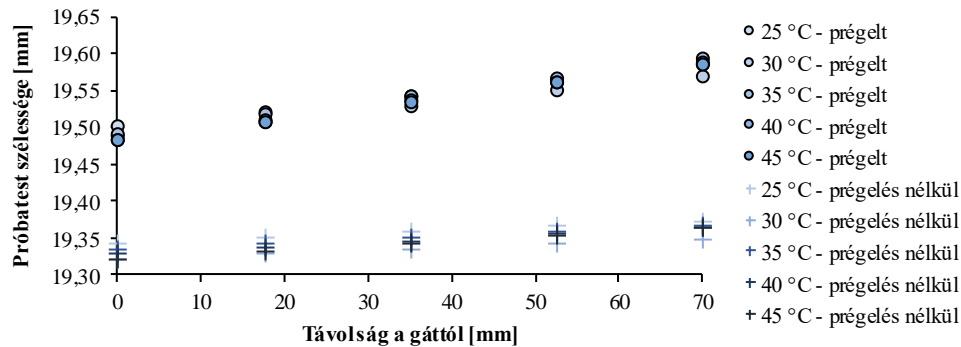
Kimutattuk, hogy a különböző ömledékhőmérséklet alkalmazásának nincs jelentős hatása a termékek méretváltozására, így a gyártott alkatrészek szélessége főként attól függ, hogy alkalmazunk, vagy nem alkalmazunk prégelést. Az állításunkat 190, 200, 210 °C fúvóka hőmérséklet vizsgálatával igazoltuk (4. ábra).



4. ábra Ömledékhőmérséklet hatása a termék szélességére

Hasonlóan az ömledékhőmérséklet hatásához, a szerszámhőmérsékletet rendre 25, 30, 35, 40 °C hőmérsékletre állítva igazoltuk, hogy annak sincs jelentős hatása a prégelés hatásához képest. Ugyanúgy elmondható, hogy a különböző szerszámhőmérsékleteken végzett prégeléssel készült

alkatrészek mérete szignifikánsan nagyobb, mint a prégelés nélkül készültké, de egymáshoz képest elhanyagolható az azok közötti különbség (5. ábra).



5. ábra Szerszámhőmérséklet hatása a termék szélességére

## 4. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk során egy két fészkes fröccsöntő szerszámot felszereltünk hidraulikus működtetésű prégelő rendszerrel és a szerszám nyomásviszonyait mérő szenzorokkal. Különböző technológiai beállítások mellett a kétfészkes szerszámba a prégelés funkció használata nélkül és prégelés használatával alkatrészeket fröccsöntöttünk. A különböző beállításokkal gyártott alkatrészeket a keresztirányú méreteik közötti különbségek alapján hasonlítottuk össze. A prégelés késleltetésének vizsgálatai azt mutatták, hogy a gátfagyást követően indított prégelés hatása sokkal jelentősebb a gátfagyás előtti eredményekhez képest. Az eredményeink alapján kijelenthető, hogy prégeléssel a még ömledék állapotban lévő műanyag a formaüregben lokálisan préselhető, így kompenzálható annak fajtér fogat változása. Egyértelműen kimutattuk továbbá, hogy a prégelésnek jelentősen nagyobb a hatása, mint a szerszám- vagy az ömledékhőmérsékletnek, továbbá a lokális méretkompenzációt a prégelő csap pozíciója határozza meg.

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A projekt a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatásával az NKFIH Alapból valósul meg, a projekt címe: „Fröccsönthető polipropilén alapú tapadásközvetítő kompozitok fejlesztése járműtechnológiai alkalmazásokhoz”; a pályázat azonosító száma: NVKP\_16-1-2016-0038. Köszönjük a Cavity Eye Hungary Kft-nek a nyomásmérő rendszert, az Arburg Hungária Kft-nek a fröccsöntőgépet, a Tool-Temp Hungária Kft-nek a szerszámtemperálót, a Lenkes GmbH-nak a szerszámfelfogót, valamint a Piovan Hungary Kft-nek a kiegészítőket.

## IRODALOM

- [1] Mapleston P.: Thermoplastic composites set for automotive breakthrough. Injection World, 1, 17-28 (2017).
- [2] Kazmer D. O., Johnston S. P., Gao R. X., Fan Z.: Feasibility Analysis of an In-mold Multivariate Sensor. International Polymer Processing, Vol. 26, No. 1, 63-72 (2011).
- [3] Shen Y. K.: Comparison of height replication properties of micro-injection moulding and micro-injection-compression moulding for production of microstructures on lightguiding plates. Plastics, Rubber and Composites – Macromolecular Engineering, Vol. 36, No. 2, 77-84 (2007).