

Fröccsöntött termékek színegyenetlenségének mérése

Measuring color inhomogeneity of injection molded parts

ZSÍROS László, KOVÁCS József Gábor

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

Abstract

Color inhomogeneity of the injection molded parts takes place quite often in case of self-colored materials. In this work the effect of injection molding parameters has been investigated on the color inhomogeneity of self colored ABS material. The tests have been carried out on flat shape specimens by a software developed specifically for this purpose.

Összefoglaló

A mesterkeverékkel színezett, fröccsöntött termékek esetében gyakran előforduló hibajelenség a termékek valamilyen mértékű színegyenetlensége. Munkánk során a fröccsöntési paraméterek hatását vizsgáltuk a késztermék színinhomogenitására mesterkeverékkel színezett ABS lapka próbatesteken egy speciálisan erre a célra fejlesztett szoftver segítségével.

Kulcsszavak

színegyenetlenség, fröccsöntés, színkülönbség, esztétika, színegyenetlenség kiértékelés

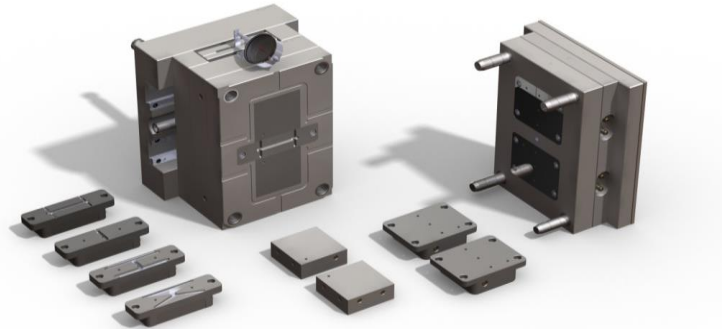
1. BEVEZETÉS

A fröccsöntés során a termék végső színét a polimer mátrixhoz adagolt színező pigmentek és festékek adják. A pigmentek és festékek közt aszerint szoktak különbséget tenni, hogy az adott színező anyag kölcsönhatásba lép-e a színezendő polimer mátrixszal. Pigmentek közé sorolják azokat a színező anyagokat, amelyek nem lépnek kölcsönhatásba, festékeknek pedig azokat, amelyek kölcsönhatásba lépnek az adott polimerrel [1]. Ebből kifolyólag a pigmentek és a festékek közti határvonal nem határozott, vannak olyan színezőanyagok, amelyek egyes polimerekben pigmentként viselkednek, míg másokban festékként. Ahhoz, hogy a fröccsöntött termékek színe megfelelő és egyenletes legyen, ezeket a színező anyagokat homogénen el kell oszlatni a polimer mátrixban. Ennek biztosítására többféle technológia is létezik a fröccsöntésben, mint például a folyékony színezőanyagok alkalmazása, a mesterkeverékekkel történő színezés, és a por formájú színezőanyagok alkalmazása. Ezek közül jelenleg az iparban a mesterkeverékekkel történő színezés a legelterjedtebb, melynek főként gazdaságossági okai vannak [2].

A mesterkeverékekkel történő színezés nem mindig egyszerű feladat, bizonyos mesterkeverékek homogén eloszlása a polimer mátrixban különösen nehéz feladatnak bizonyulhat. Az, hogy egy mesterkeverék megfelelő színárnyalatúra színezi-e a fröccsöntött termékünket viszonylag egzakt módon mérhető, köszönhetően a közel 100 éves múltra visszatekintő színmérés fejlődésének. A fröccsöntési paraméterek és a végtermék színárnyalata közti összefüggést többen is vizsgálták, úgymint Dawkins E. és társai [3], illetve Piscioti F. és társai [4]. Mindkét cikk szerzői arra a következtetésre jutottak, hogy a fröccsöntési paraméterek szignifikáns hatással vannak a végtermék színére. Ebből joggal lehet gondolni, hogy a fröccsöntési paraméterek hatással vannak a végtermékek színegyenetlenségére is, habár a színhomogenitás mérésének kérdése gyakorlatilag hiányzik a tudományosan vizsgált területek közül. Ennélfogva ahhoz, hogy vizsgálni tudjuk, hogy a fröccsöntés során milyen paraméterek, kiegészítő eszközök, pontosan hogyan, és milyen mértékben befolyásolják a mesterkeverékek homogenizálódását a polimer mátrixban, először létre kellett hozni egy mérési módszert.

2. A SZÍNEGYENLETESSÉG MÉRÉSÉNEK MÓDSZERE

A színegyenetesség méréséhez 80x80 mm-es lapka próbatesteket fröccsöntöttünk egy speciálisan erre a célra kialakított szerszámmal (1. ábra), különböző fröccsöntési paraméterek mellett.



1. ábra.
A lapkapróbatest fröccsöntő szerszáma

Az így kapott próbatesteket egy HP Scanjet G4010 típusú A/4-es lapszkennner segítségével digitalizáltuk, majd a digitalizált képeket egy speciális szoftver segítségével kiértékeljük. A szoftver minden egyes beszkenelt mintához egy számot rendel hozzá, ami vizsgálataink szerint jó korrelációt ($R^2=0,904$) mutat az emberi szem által érzékelt színegyenetlenséggel.

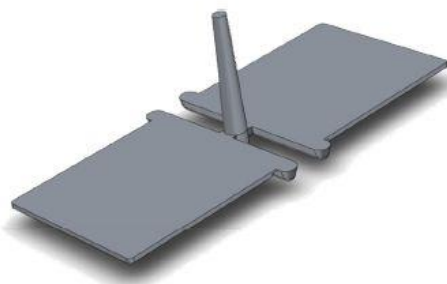
A színegyenetlenséget saját fejlesztésű algoritmus szerint értékeli a szoftver a szkennelt, BMP képek alapján. Az egyes képpontoknak a színeit RGB (red, green, blue) formában tárolja a BMP formátum, amelyeket a szoftver átkonvertál a CIE Lab színrendszer L,a,b koordinátaiba. Ezután kiszámítja a kép bal felső sarkában lévő, 21 pixel oldalhosszúságú négyzetben található képpontok színkoordinátáinak átlagát, majd a 21 pixel oldalhosszúságú négyzetben belül kiszámítja minden egyes képpont távolságát az átlaghoz képest az (1) egyenlet alapján [5].

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (1)$$

Miután ez megtörtént, a 21-es oldalhosszúságú négyzetet 1 pixellel elmozdítja, majd ismét kiszámolja a négyzetben belüli képpontok átlagos színeltérését az egész négyzet átlagához viszonyítva. A teljes kép színinhomogenitását az így kiszámolt átlagos színeltérések maximumával jellemzi. Ezzel a módszerrel nyert inhomogenitás értékek nagyfokú korrelációt mutattak a vizuális kiértékeléssel nyert inhomogenitás értékekkel.

3. A FRÖCCSÖNTÉSI PARAMÉTEREK HATÁSA A VÉGTERMÉK SZÍNINHOMOGENITÁSÁRA

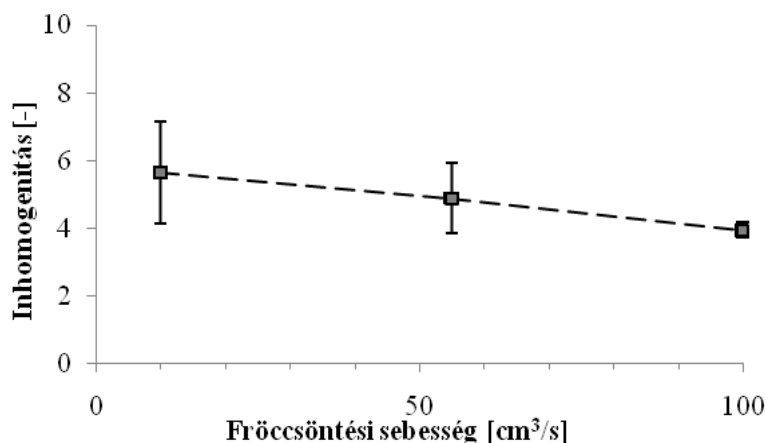
A lapka próbatestek (2. ábra) Arburg Allrounder Advance 370S 700-290 (30mm csigaátmérőjű) fröccsöntőgéppel kerültek legyártásra. Alapanyagként a Styrolution Terluran® GP 35 típusú ABS-t használtuk, és RENOL Pink ABS 143479Q típusú mesterkeveréket adagoltunk hozzá 4 m%-ban a megfelelő színárnyalat eléréséhez.



2. ábra.
A fröccsöntött lapka próbatest

A méréseink során vizsgált paraméterek a befröccsöntési sebesség, az anyag átlagos tartózkodási ideje a hengerben és a fröccsöntő henger hőmérséklete voltak. A tesztek során a vizsgált paramétert leszámítva az összes fröccsöntési paramétert az alapértékeken tartottuk, amíg a vizsgált paramétert a 3-5. ábrán látható tartományban változtattuk.

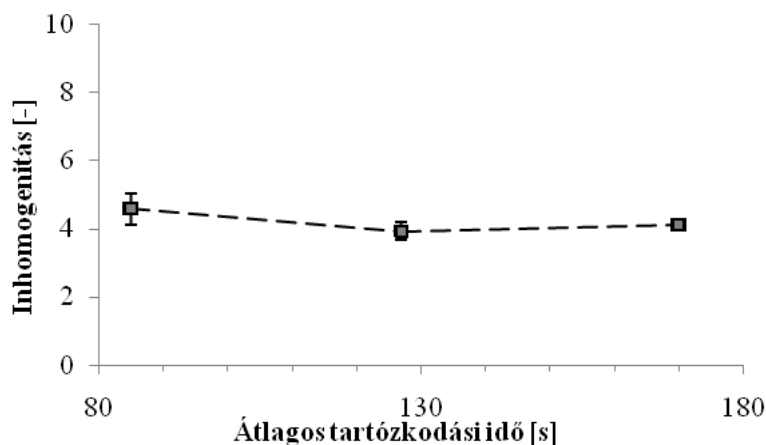
A 3. ábrán a fröccsöntési sebesség hatása látható a színinhomogenitás mértékére. Az diagramról leolvasható, hogy a fröccsöntési sebesség növelése kedvezően hat a színkeveredésre, hiszen az inhomogenitás mértéke csökken. Ugyanakkor látható, hogy egészen nagy fröccsöntési sebesség hatására sem szűnik meg a hibajelenség. Ilyen és ennél nagyobb fröccssebességeket a gyakorlatban nagyon ritkán lehet megvalósítani anélkül, hogy egyéb hibák keletkeznének a végterméken. A 3. ábrán az is látható, hogy a nagyon kicsi fröccsöntési sebességek esetében a mérési eredmények szórása is jóval nagyobb volt, mint a nagyobb fröccsöntési sebességekkel készített mintáknál. Ennek oka lehet az, hogy a kisebb sebességeknél a fröccsöntőgép nem képes ugyanolyan pontossággal reprodukálni a ciklusokat, ami azonban további vizsgálatokat tesz szükségessé.



3. ábra.

A színinhomogenitás a fröccsöntési sebesség függvényében

A 4. ábrán az átlagos tartózkodási idő hatását láthatjuk a színinhomogenitásra. Látható, hogy a tartózkodási idő növelése egy kis kezdeti kedvező hatás után minimális, 130 másodperc felett gyakorlatilag nincs hatása a vizsgált esetben. A mérések alapján kijelenthető, hogy a tartózkodási időnek nincs szignifikáns hatása a vizsgált tartományban.



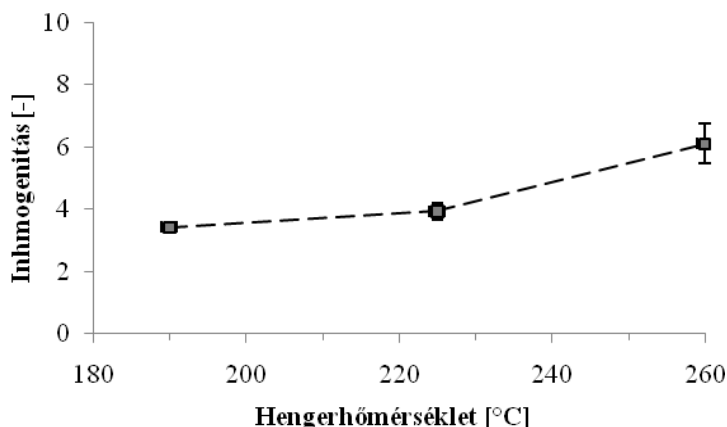
4. ábra.

A színinhomogenitás az átlagos tartózkodási idő függvényében

A tartózkodási idő kezdeti kedvező hatása valószínűleg a mesterkeverék és az alapanyag szemcsék megömlesztésével függhet össze, hiszen amennyiben a tartózkodási idő túl kicsi, megömlesztetlen mesterkeverék és alapanyag szemcsék kerülhetnek a csiga homogenizáló zónájába, ahol már nem tudnak homogénen elkeveredni egymással [6].

Az 5. ábrán a hengerhőmérséklet hatását láthatjuk a színinhomogenitásra. Látható, hogy ennek a paraméternek van a legjelentősebb hatása. A színegyenetlenség a hőmérséklet csökkentésének hatására jelentősen javul, habár a hengerhőmérséklet szélsőségesen kis értékével sem lehetett tökéletesen kiküszöbölni a színegyenetlenséget. Mivel a legjobb eredményt adó 190°C hengerhőmérséklet kiesik az ABS-nek az alapanyaggyártók által ajánlott feldolgozási tartományából, a gyakorlatban jó eséllyel

számíthatnánk ilyen esetben egyéb folyási, méretbeli illetve kitölthetőségi probléma felmerülésére ilyen hengerhőmérséklet alkalmazása esetén.



5. ábra.

A színinhomogenitás a hengerhőmérséklet függvényében

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Mérési eredményeinkkel rámutattunk, hogy a fröccsöntési paraméterek hatással vannak a végtermék színegyenletlenségére. A fröccsöntési sebesség és az átlagos tartózkodási idő növelésével, illetve a hengerhőmérséklet csökkentésével javul a fröccsöntött késztermékek színegyenletessége. Ugyanakkor az is nyilvánvaló a bemutatott eredményekből, hogy egy súlyos színinhomogenitás a gyakorlatban az esetek többségében nem küszöbölhető ki kizárólag a fröccsöntési paraméterek optimalizálásával. Ilyen esetekben a fröccsöntőgépet célszerű valamilyen statikus vagy dinamikus keverőelemekkel, esetleg ezek valamilyen kombinációjával felszerelni.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a Bolyai János Kutatási ösztöndíj támogatásával készült. A szerzők köszönetüket fejezik ki az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA PD 105995) anyagi támogatásáért. A munka szakmai tartalma kapcsolódik a "Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja. A munka szakmai tartalma kapcsolódik a "Új tehetséggondozó programok és kutatások a Műegyetem tudományos műhelyeiben" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását a TÁMOP -4.2.2.B-10/1-2010-0009 program támogatja. Köszönjük továbbá az Arburg Hungária Kft-nek az Arburg Allrounder 370S 700-290 Advance típusú fröccsöntőgépet, a Lenzkes GmbH-nak a szerszámfelfogókat.

Irodalomjegyzék

- [1] Ronald M. Harris, Coloring Technology for Plastics, Plastics Design Library (1999)
- [2] Dr. Pásztor Mária, Műanyagok színezése másképpen, Műanyagipari szemle, 04, (2006)
- [3] Dawkins E., Horton K., Engelmann P.: The effect of injection molding parameters on color and gloss in Coloring Technology for Plastics, Plastics Design Library, USA (1999)
- [4] Piscioti F., Boldizar A., Rigdahl M.: Effects of Injection Molding Conditions on the Gloss and Color of Pigmented Polypropylene, Polymer Engineering and Science, 45, 2005, 1557-1567
- [5] Maria E. Nadal, C. Cameron Miller, Hugh S. Fairman, Statistical Methods for Analysing Color Difference Distribution, Color Research and application, vol 36, p 160-168 (2010)
- [6] Dunai A., Macskási L., Műanyagok fröccsöntése, Lexika Kft., Budapest 2003