

SIPOS LÁSZLÓ ÁRON – FEGYVERNEKI GYÖRGY – BUDAVÁRI IMRE – PETE LÁSZLÓ GÁBOR – VARGA LÁSZLÓ

Warm-box magkészítési technológiával előállított műgyanta kötésű homokmagok reaktivitásának és üríthetőségi tulajdonságainak vizsgálata

Kutatómunkánk során az eltérő aktivátortartalom által kifejtett hatást vizsgáltuk warm-box magkészítő technológiával előállított műgyantás maghomokeverékek esetén. Közepes szemcse nagyságú regenerált homokból ötféle különböző receptúra alapján állítottunk elő furán kötőanyagot tartalmazó műgyantás homokkeveréket. Kísérleteink során különböző próbatesteket készítettünk hajlítoszilárdság-vizsgálathoz, hőterheléses üríthetőségi vizsgálathoz, valamint melegdeformációs teszthez. A kutatási lehetőséget biztosító vállalat szériagyártásban alkalmazott kötőanyag receptúrájához képest növelt, illetve csökkentett aktivátortartalommal készítettük el a homokkeverékeket.

Bevezetés

Az elmúlt években a járműipari öntvénygyártás rohamos fejlődésnek indult. A belsőégésű motorok fejlődésével egyre bonyolultabb geometriájú és kisebb tömegű öntvényekre van szükség, melyek mechanikai tulajdonságainak továbbra is ki kell elégítenie az egyre növekvő vevői igényeket. Az öntvények minőségét nagymértékben befolyásolják a magok tulajdonságai. Egyre elterjedtebb a kis keresztmetszetű, szélességükhöz képest nagy hosszúságú magok alkalmazása, melyek megtervezése és elkészítése komoly feladat elé állítja a szakembereket.

Az öntvények belső üregeinek kialakítására szolgáló magok előállítására az évtizedek során számos gyártástechnológiát fejlesztettek ki. Ezek egyike a melegen kötő, szerves műgyantás warm-box eljárás, amely nagy hasonlóságot mutat a hot-box eljárással. A gyanta erősen reaktív furfúril-alkoholt tartalmaz, a hozzáadott katalizátor pedig szulfonsav alapú. A homokkeverék alkotóinak összekeverését követően fűtött magszekrénybe lövik a keveréket. A magszekrény hőmérséklete 180-200 °C-os, kisebb mint hot-box eljárás esetén [1]. A technológia során alkalmazott

gyanta mennyisége a homok tömegének 0,9–1,4%-át teszi ki, a katalizátor tömege pedig a gyanta tömegének 18–30%-a. Ezek szintén kisebb értékek, mint a hot-box eljárásnál. A warm-box technológia számos előnnyel rendelkezik a hot-box eljárással szemben. A maggyártás folyamata kevésbé energiaigényes, mivel kisebb a magszekrény hőmérséklete, rövidebb kikeményedési idő is elég a magoknak, így a ciklusideje is kevesebb. A warm-box magok kevesebb gázt fejlesztenek az öntés közben [2].

A maggyártás során az állandó minőség biztosítása a maghomokkeverékek tulajdonságainak folyamatos ellenőrzése útján valósulhat meg.

1. Műgyanta kötésű homokmagok vizsgálati módszerei

A homokmagoknak számos követelménynek kell megfelelni az alkalmazhatóság érdekében. A két legfontosabb kritérium a megfelelő kezdő és végszilárdság. Ahhoz, hogy a homokmag kezelhető és szállítható legyen a különböző gyártási folyamatokhoz, nagy szilárdságértékkel kell rendelkeznie, hogy ne sérüljön, deformálódjon a technológiai folyamatok során. Az öntés közben a homokmagok jelen-

Sipos László Áron 2020-ban végzett okl. anyagmérnök a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán öntész-járműipari öntész szakirányon. 2019 novemberében a MAK Tudományos Diákköri Konferenciáján 2. helyezést ért el.

Dr. Fegyverneki György 2001-ben szerzett kohómérnöki diplomát a Miskolci Egyetemen, 2007-ben védte meg PhD-értekezését. 2010 óta a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának címzetes egyetemi docense, a Fémöntészet tantárgy oktatója, 2015-től a Könnyűfémöntészeti NEMAK Kihelyezett Tanszék vezetője. Kutatási területe: könnyűfémöntés technológiája, alumíniummetallurgia, hőkezelés, szerkezetvizsgálat, repedésanalitika.

Budavári Imre 2011-ben végzett okl. kohómérnöként a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán öntész-járműipari öntész szakirányon. 2015 óta az Öntészeti Intézet igazgatója.

colci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán öntész-minőség-irányítási szakirányon. 2015 óta az Öntészeti Intézetben mérnöktanárként dolgozik. Kutatási területe: a maghomokkeverékek szilárdsági és melegdeformációs tulajdonságainak vizsgálata.

Pete László Gábor 2000-ben szerzett gépészmérnöki diplomát autógépész szakirányon a Széchenyi István Főiskolán. 2006 óta a Nemak Győr Kft.-nél folyamatmérnöként a hot-box és warm-box homokmaggyártás fejlesztésén dolgozik.

Dr. Varga László öntészeti szakirányos kohómérnöki oklevelét 1999-ben szerezte a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán, majd doktori disszertációját 2003-ban védte meg. 2014-ben tért vissza a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karára, ahol 2015 óta az Öntészeti Intézet igazgatója.

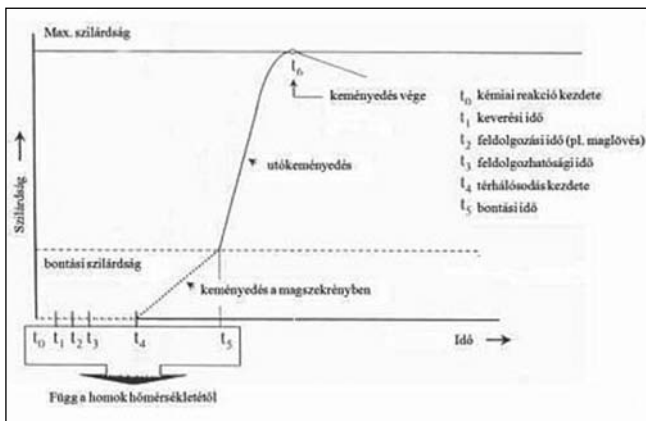
tős termikus igénybevételnek vannak kitéve, így termikus ellenálló képességük is kiemelt fontosságú. Ugyanakkor az öntvény megdermedését követően a magok szilárdságértékeinek kicsinek kell lennie, hogy a homokmag megfelelően eltávolítható legyen az öntvények sokszor bonyolult, kis keresztmetszetű üregeiből [3].

A műgyantás maghomokkeverékek tulajdonságainak nyomon követésére számos módszert fejlesztettek ki, melyek közül cikkünkben a szobahőmérsékleten történő hajlítószilárdság-, a hőterheléses üríthetőségi vizsgálatot és a melegdeformációs vizsgálatot foglaltuk össze.

1.1. Műgyanta kötésű homokkeverékek hajlítószilárdság-vizsgálata

A nagy hajlítószilárdság alapvető követelmény a magokkal szemben. Nemcsak az öntés során, de a tárolás, mozgatás, szállítás során is kiemelten fontos, hogy nagy hajlítószilárdság-értékük legyen [4]. A műgyantás homokmagok minősítésének legelterjedtebb szabványos vizsgálati módszere a *Dietert* által dokumentált [5] hárompontos hajlítóvizsgálat.

A szilárdságvizsgálat során az adott maghomokkeverékből készült szabványos, hasáb alakú próbatest két ponton alá van támasztva, a terhelés a próbatest közepére hat. A hajlítóvizsgálat során egy értéket kapunk, amely az eltéréshez tartozó hajlítószilárdság-értéket jelenti [5], [6]. Az üzemi gyakorlatban a magok előállításához használt homokkeverékek minősítésének legfőbb módja a keverékek szilárdsági tulajdonságainak nyomon követése és a kikeményedési karakterisztika felvétele (1. ábra) [2].



■ 1. ábra. Műgyantás homokkeverékek kikeményedési karakteristikája [7]

Az 1. ábrán is megfigyelhető, hogy a műgyantás homokkeverék esetén a gyanta kikeményedése időben elhúzódó folyamat, amely függ az alkalmazott gyanta és katalizátor minőségétől és mennyiségétől, a homok minőségétől, a hőmérséklettől, a környezeti páratartalomtól és nedvességtartalomtól [8].

1.2. Üríthetőségi vizsgálat

Fontos elvárás a magokkal szemben, hogy szilárdságuk az öntvény dermedését követően csökkenjen, ezzel biztosítva a magok öntvényüregből történő megfelelő eltávolítását. Az

üríthetőség vizsgálatára számos módszer terjedt el, melyek egyike a maghomokkeverékből előállított próbatestek hőterhelését követően a visszamaradó szilárdság meghatározása. A vizsgálat során a próbatesteket kemencében adott hőmérsékleten különböző ideig hűn tartják, majd a lehűlt próbatesteken hajlítószilárdság-vizsgálatot végeznek [9].

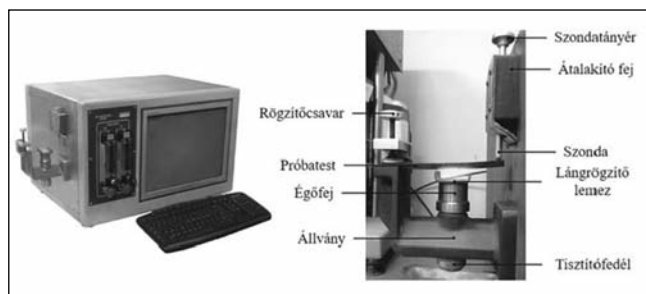
Elvégzett kutatások [6] kimutatták, hogy a műgyantás homokmag szilárdságértékei, amennyiben rövid ideig van kitéve a hőterhelés hatásának, még növekedhetnek is, mivel a szobahőmérsékleten még nem megy végbe a kötőanyag teljes térhálósodása. Fenolgyantás cold-box homokkeverékek esetén a hőterhelést követő 10. percben figyelhető meg a próbatestek szilárdságának jelentős csökkenése. A próbatesteket 400-450 °C-os kemencében különböző ideig (2,5, 5, 7,5, 10, 15, 20, 25, 30 perc) hőterhelésnek tették ki.

1.3. Melegdeformációs vizsgálat

Az öntődékben a maghomokkeverékek minőségének ellenőrzésére általánosan elterjedt vizsgálatokat szobahőmérsékleten végzik. A hajlítószilárdság vizsgálata nem nyújt elegendő információt arról, hogyan viselkedik a mag az öntés során.

A műgyantás homokmagok hő hatására bekövetkező hőtágulásának és deformációjának vizsgálata az 1960-as évekre nyúlik vissza. A melegdeformációs vizsgálat, más néven hot-distortion vizsgálat, információt nyújt arról, hogyan viselkedik a mag az olvadék hőterhelésének hatására, pl. hajlamos rideg törésre vagy képlékenyen deformálódik. Az első vizsgálóberendezést a British Cast Iron Research Association (BCIRA) fejlesztette ki 1966-ban [10].

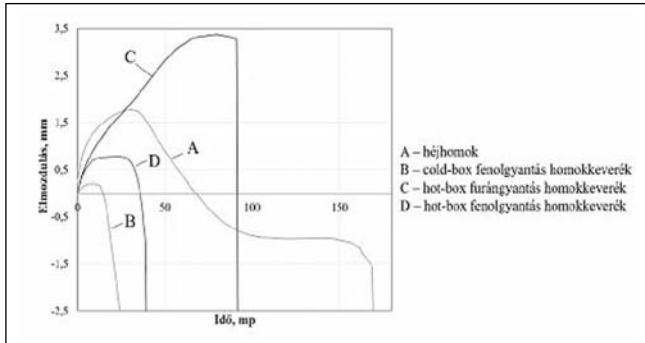
A Simpson Gerosa cég által továbbfejlesztett készülék, a Hot-Distortion Tester esetén a hasáb alakú vizsgálati próbatest az egyik végén van befogva, a másik végén a deformációt egy elmozdulásmérő szonda méri, miközben alulról egy gázégő melegíti a próbatestet. A mérőberendezést és kísérleti beállítását a 2. ábra szemlélteti. A mérés során alkalmazott szabványos próbatestek mérete 114,3 × 25,4 × 6,35 mm [14].



■ 2. ábra. Hot-Distortion mérőberendezés és kísérleti beállítása

A Hot-Distortion készülék működésének leírása a BKL Kohászat 150. évfolyamának 5. számában található [12].

A műgyantás homokkeverékek melegdeformációs tulajdonságaival kapcsolatban hazánkban is számos kutatást végeztek [4, 11–13]. A szakirodalmi források alapján megállapítható, hogy a különböző minőségű gyantatípusokban hőigénybevétel hatására eltérő degradációs folyamatok mennek végbe, amely a homokszemcsék közötti kötési



■ 3. ábra. Különböző maghomokkeverékek melegdeformációs görbéi [12].

hidak eltérő mértékű szilárdságcsökkenését eredményezi [14]. Ebből adódóan a különböző technológiával előállított magok eltérő melegdeformációs tulajdonságúak, melyet a 3. ábrán látható melegdeformációs görbék szemléltetnek az idő függvényében.

2. Warm-box homokmagok reaktivitásának és üríthetőségének vizsgálata

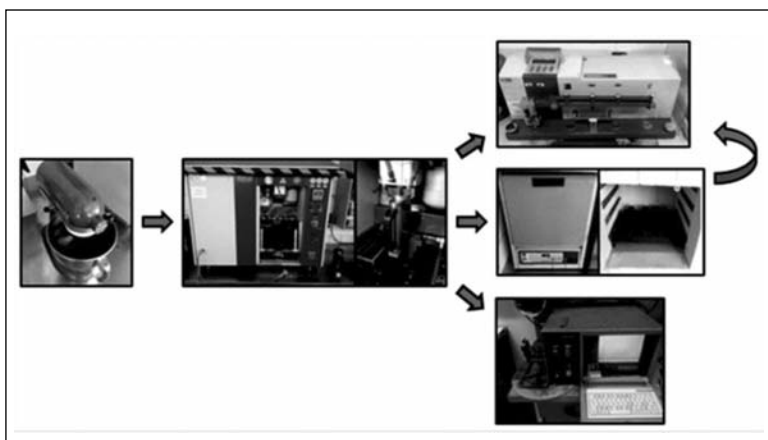
2.1. A kutatás célja és menete

A kutatómunka keretében az aktivátortartalom warm-box homokmagok kikeményedési, üríthetőségi és melegdeformációs tulajdonságaira gyakorolt hatását vizsgáltuk. A vizsgálatok menetét a 4. ábrán látható folyamatábra ismerteti, az egyes vizsgálatok célkitűzéseit az 1. táblázatban foglaljuk össze.

A kísérleteinkhez valós üzemi viszonyok között visszajáratott, regenerált közepes kvarchomokot alkalmaztunk, amely a 2. táblázatban látható tulajdonságokkal rendelkezik.

Vizsgálataink során két különböző típusú próbatestet alkalmaztunk. A hajlítószilárdsághoz, valamint a hőterheléses üríthetőségi vizsgálathoz 22,5 × 22,5 × 180 mm-es szabványos hasáb próbatesteket, a melegdeformációs vizsgálathoz pedig 6,4 × 24,8 × 114 mm-es szabványos lapos próbatesteket használtunk.

A formázókeverék elkészítése során Multiserw Morek gyártmányú bolygómozgásos keverőgépben kevertük össze a homokot az aktivátorral, a gyantával, továbbá a formaleválasztóval. A keverés ideje minden komponens



■ 4. ábra. A kutatás során végzett vizsgálatok részfolyamatai

1. táblázat. A tervezett vizsgálatok célkitűzései

Kísérleti mátrix		
Homokmagokkal szemben támasztott alapkövetelmények	Vizsgálendő tulajdonság	Vizsgálat típus
Nagy kezdeti szilárdság	Ellenállóképesség a folyékony fém hatásaival szemben	Hajlítószilárdság-vizsgálat Melegdeformációs teszt
Maradó szilárdság	Öntvényekből a magok eltávolíthatók legyenek	Úrithetőségi vizsgálat

2. táblázat. A regenerált közepes homok jellemzői

Regenerált kvarchomok tulajdonságai	
Iszaptartalom [%]	0,07
Nedvességtartalom [%]	0,03
Izzítási veszteség [%]	0,1
Közepes szemnagyság [mm]	0,38
Egyenletességi fok [%]	85
Finomsági szám [-]	39,049
Valódi fajlagos felület [cm ² /g]	88
Elméleti fajlagos felület [cm ² /g]	62,25
Sarkossági tényező [-]	1,41

3. táblázat. A kísérlethez felhasznált ötféle homokkeverék jellemzői

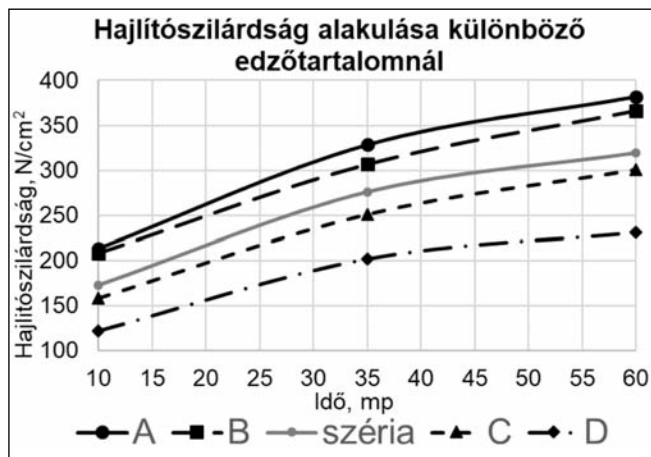
Jelölés	Homok (közepes szemnagyságú regenerátum)	Aktivátor	Gyanta	Leválasztó
A	állandó	növelt ++	állandó	állandó
B		növelt +		
széria		széria		
C		csökkentett -		
D		csökkentett --		

hozzáadása után egy perc volt. Összesen ötféle homokkeverék-típus tulajdonságait vizsgáltuk. A vállalatnál alkalmazott kötőanyag receptúrához képest két növelt, illetve két csökkentett aktivátortartalmú keveréket is előállítottunk. Ezek továbbiakban alkalmazott jelölései a 3. táblázatban láthatóak.

A keverékek elkészülését követően a maglövést Multiserw Morek gyártmányú laboratóriumi maglövő gépen végeztük. A maggyártás során a lövőnyomás 4 bar, a sütési idő 50 sec, a sütési hőmérséklet pedig 200 °C volt.

A hasáb alakú próbatesteket a maglövést követően meghatározott időtartamig várakoztattuk a hajlítószilárdság-mérés elvégzése előtt. Ezáltal figyelemmel kísérhettük a szilárdságértékek változását az idő függvényében, képet kaphattunk a próbatestek kikeményedési karakterisztikájáról.

Vizsgáltuk a próbatestek hajlítószilárdságát „azonnal” a maglövést követően, ebbe a csoportba tartoznak a 10, 35, illetve 60 másodperctel várakozott próbatestek, amelyek hajlítószilárdság-értékei a magok kezdeti szilárdságát mutatják. Készültek továbbá 10, 30 perces, valamint 5 órát várakoztatott próbatestek is. A



■ 5. ábra. A 10, 35, 60 másodpercet várakoztatott próbatetek hajlítószilárdság-eredményei

diagramokon (5–7. ábra) ábrázolt görbék a vizsgálati eredmények átlagértékeit szemléltetik.

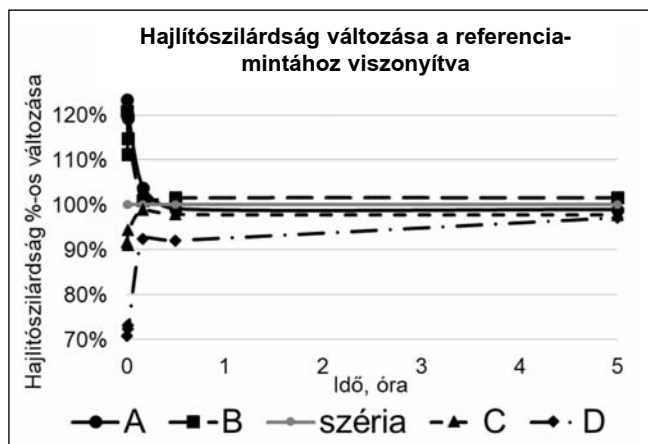
A vizsgálat során a próbateteket 1 hét pihentetés után tettük ki 400 °C-os hőterhelésnek, különböző időintervallumokig. A próbatetek 5, 7,5, 10, 15 és 20 percig voltak kitéve a hőterhelésnek, majd ezt követően 1 óra hűlés után végeztük rajtuk a hajlítószilárdság-mérést. A kísérlet a magok szilárdságértékeinek változását mutatja a hőterhelési idő függvényében. A diagramon ábrázolt görbék (8. ábra) a kapott eredmények átlagértékeit mutatják.

A melegdeformációs teszt során az elkészített próbateteket 24 órán át várakoztattuk, ezután következett a vizsgálat elvégzése. Minden keveréktípusból hat próbatest készült, így a kapott görbék közül az összehasonlító diagramon (9. ábra) az átlaghoz legközelebb eső melegdeformációs görbét ábrázoltuk.

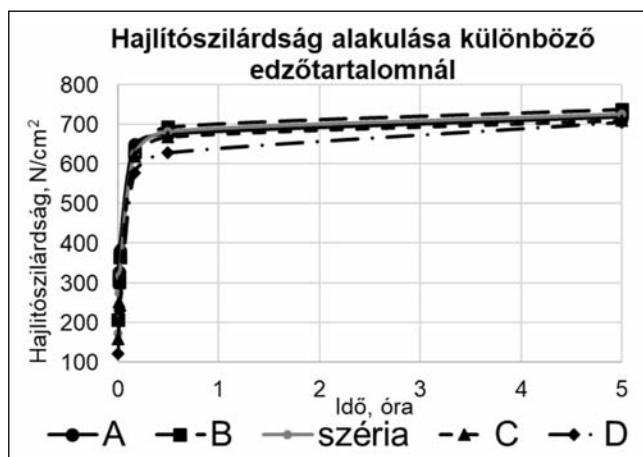
2.2. A változtatott aktivátortartalom hatása a warm-box magok hajlítószilárdságára

Kutatásainkban először az aktivátortartalom homokmagok hajlítószilárdságára gyakorolt hatását, majd a kezdeti szilárdságértékeket vizsgáltuk. Az „azonnal” eltört, (10, 35 és 60 másodpercet) várakoztatott próbatetek hajlítószilárdság-értékeit az 5. ábra mutatja.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a változta-



■ 7. ábra. Hajlítószilárdság változása a referenciamintához viszonyítva



■ 6. ábra. A warm-box maghomokkeverékek teljes kikeményedési karakterisztikája

tott aktivátortartalom a kezdeti szilárdságértékekre számottevő hatást fejt ki. A legnagyobb (A), illetve a legkisebb (D) aktivátortartalmú keverékek között már a 10. másodpercben közel 90 N/cm² különbség figyelhető meg, ami a 60. másodpercben már 150 N/cm². Az aktivátortartalom növelésével arányosan növekednek a hajlítószilárdság-értékek is.

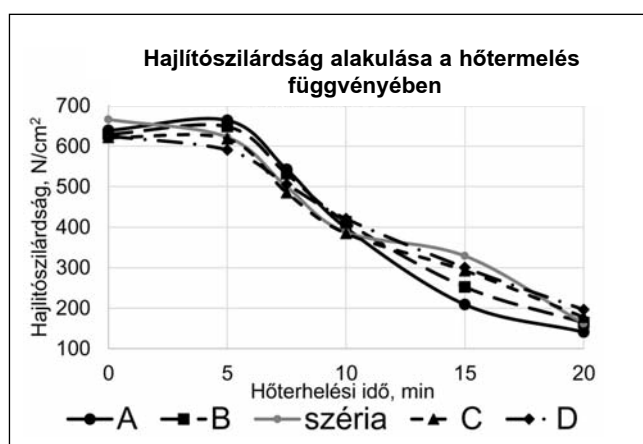
A próbatetek előállítását követően 5 óra elteltével mért hajlítószilárdságot és a kikeményedési karakterisztikát a 6. ábra mutatja.

A kísérletek eredményei alapján arra következtethetünk, hogy a nagyobb aktivátortartalom kezdetben intenzívebb szilárdságfelfutást eredményez, a kikeményedési folyamat végleges értékeire azonban nincs számottevő befolyása. Ezt a jelenséget sokkal jobban szemlélteti a 7. ábra, melyen a szériagyártásban használatos receptúra értékeit vettük referenciának.

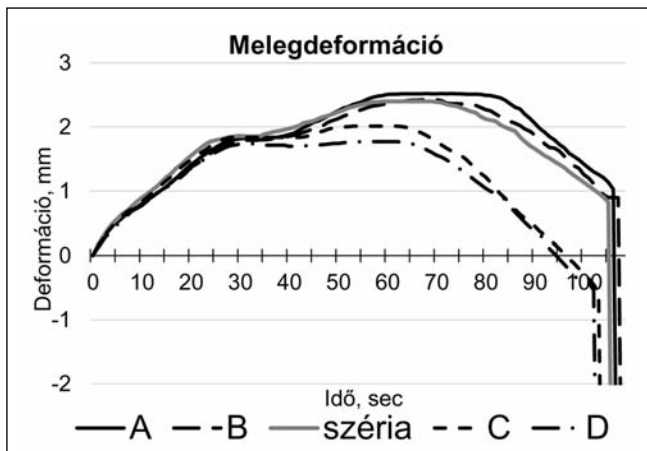
A diagramból is állapítható meg, hogy az aktivátortartalom változtatásával a kezdeti szilárdságértékeket befolyásolhatjuk, de a végszilárdság-értékekre nem gyakorol számottevő hatást.

2.3. Az aktivátortartalom hatása a warm-box magok üríthetőségi paramétereire

A különböző receptúrával készült magok hőterhelés utáni visszamaradó szilárdság értékeit a 8. ábra szemlélteti. A



■ 8. ábra. A warm-box próbatetek visszamaradó szilárdsága a hőterhelést követően



■ 9. ábra. Warm-box homokmagok melegdeformációs görbéi

két növelt aktivátortartalmú keverék esetében bizonyos mértékű utólagos szilárdságnövekedési folyamat figyelhető meg, míg a széria és a csökkentett aktivátortartalmú keverékek esetében a szilárdság a hőterhelés hatására azonnal csökkenni kezd. Ez a csökkenés azonban nem intenzív. A növelt aktivátortartalmú keverékek esetén a kezdeti utókevényedést azonban jelentős mértékű szilárdságcsökkenés követi. Ez a szilárdságcsökkenés olyan intenzív, hogy a kezdeti utólagos szilárdságnövekedés ellenére is kisebb végszilárdságértékekkel rendelkeznek már a 15. percben.

2.4. Az aktivátortartalom hatása a warm-box magok melegdeformációs tulajdonságaira

Az elvégzett melegdeformációs tesztek alapján megállapítható, hogy a warm-box homokmagokat a hőterhelés hatására, a hőtágulás következtében nagymértékű deformáció jellemzi, amely két lépcsőben megy végbe. A vizsgálati eredmények a 9. ábrán láthatók.

A próbatestek pozitív irányú deformációját követően a további hőterhelés hatására elkezdődik a homokszemcsék közötti kötési hidak degradációja. A kötési hidak lágyulása, zsugorodása a próbatestek elhajlását (negatív irányú deformációját) eredményezi, amely a vizsgálat végére a próbatestek pillanatszerű tönkremeneteléhez vezet. A furrángyantára jellemzően a kötési hidak ridegen törnek el. Megállapítható, hogy a megnövelt aktivátortartalom nagyobb maximum deformációt is eredményez. Ez azonban a szériareceptúra értékeihez képest nem számottevő. Továbbá leolvasható a görbéről az is, hogy a nagyobb aktivátortartalomnak kedvező hatása van a homokmagok termikus igénybevételrel szembeni ellenállóképességére, a gyanta időben később ég ki, amely nagyobb degradációs időt is eredményez.

3. Összefoglalás

Kutatómunkánk célja az volt, hogy vizsgáljuk a változtatott aktivátortartalom által kifejtett hatást, ezzel termelékenységnövelés, valamint selejtcsökkentés lehetőségét keresve.

A vizsgálatok rámutattak, hogy egészen kis aktivátortartalom-változtatással is érhetünk el kifejezetten kedvező hatást. A változtatott aktivátortartalom a kezdeti hajlítási- szilárdságra számottevő hatással van, a végszilárdság-érté-

keket viszont nem befolyásolja jelentősen. Az aktivátortartalom növelésével a kezdeti szilárdságértékek is növekednek.

Úrithetőségi szempontból is megfigyelhető pozitív hatás, kiváltképpen a növelt aktivátortartalom esetén. Nemcsak hogy kisebb végszilárdságértékek mérhetőek az A és B keverékek esetén, de a hő hatására utólagos szilárdságnövekedési folyamat indul meg, amely az öntés pillanatában a folyékony fémmel való találkozáskor megnöveli a magok ellenállóképességét.

A melegdeformációs vizsgálatok azt mutatták ki, hogy a nagyobb aktivátortartalmú keverékek termikus szilárdsága nagyobb, jobban ellenállnak a folyékony fém hőhatásainak. Ugyanakkor maximum deformációjuk nagyobb, ez azonban a szériaértékekhez viszonyítva elhanyagolható, így a növelt aktivátortartalom alkalmazása nem jelentene problémát a méretpontosság szempontjából.

A nagyobb kezdeti szilárdság következtében az elkészült magok kevésbé lesznek hajlamosak a törésekre, mind a gyártásközi manipulációk, mind az öntési folyamat során, így lehetőség nyílik a selejtcsökkentésre, valamint a magok sütési idejének csökkentésére, ezáltal a ciklusidőket csökkentve, termelékenyebbé válik a gyártási folyamat.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] John R. Brown: Foseco Non-Ferrous Foundryman's Handbook, pp. 188–191, 1999
- [2] L. Pilato et al.: Foundry, In: Phenolic Resins: A Century of Progress, pp. 451–502. ISBN 978-3-642-04713-8, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Heidelberg, Berlin, 2010
- [3] Dhairya S. Deore, Gunjan B. Chaudhari, Aman G. Chaturvedi, Shrikant Uttam Gunjal: A Study of Core and its Types for Casting Process, International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science, Volume No. 03, Special Issue No. 01 pp. 1571–1580, March 2015
- [4] Laura Madi, Laszlo Varga, Tamas Miko: Examination of the Mechanical Properties of Resin Bonded Foundry Core Mixtures, Material Science and Engineering, Volume 42, No. 1, pp. 78–85, 2017
- [5] Diert, H. W.: Foundry Core Practice. American Foundrymen's Society, Chicago, 1950
- [6] Madi Laura Johanna, Varga László, Fegyverneki György: Műgyantás homokmagok szilárdsági tulajdonságainak változása hőterhelés hatására, BKL Kohászat, 149. évf., 3. sz., pp. 9–12, 2016
- [7] Dr. Tóth Levente: Környezetvédelem az öntészetben, öntődei hulladékok pp. 50, 2011

- [8] S. Viswanathan, D. Apelian, R. J. Donahue et al.: Organic Binder, in: ASM Handbook, Volume 15: Casting, pp. 529–543, Materials Park, Ohio, USA, 2008
- [9] H. W. Dieter: „Core knock-out”, in Foundry Core Practice, 2nd ed., Chicago, IL: American Foundrymen’s Society, pp. 473–478., 1950
- [10] M. J. Keil, J. Rodriguez, S. N. Ramrattan: Thermal Distortion of Shell Sand No-bake Binder Systems. AFS Transaction, vol. 107, pp. 71–74, 1999
- [11] Dr. Tóth Levente, Détári Anikó: Maghomokkeverékek deformációs tulajdonságainak vizsgálata. Mechatronika, Anyagtudomány, Vol. 1, No. 3, pp. 101–110, ISSN 1589–827X, Miskolc, 2007
- [12] Budavári Imre, Dargai Viktória, Dr. Varga László: Víz-üveges maghomokkeverékek melegdeformációs tulajdonságainak vizsgálata Hot-Distortion készülékkel, BKL Kohászati Lapok, 150. évf., 5. sz., pp. 15–19, 2017
- [13] Budavári Imre, Dr. Varga László: A sütési idő és sütési hőmérséklet hatása a héjhomok melegdeformációs tulajdonságaira, XXI. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Nagybánya, 2019.
- [14] U. Recknagel, W. Tilch: Untersuchungen zum Ausdehnungsverhalten von Formstoffen im Hinblick auf die Vermeidung typischer Gußfehler – Teil 1. Gießerei-Praxis, 9/2000, S. 378–384.

SZALVA PÉTER – ORBULOV IMRE NORBERT

A vákuumos kilevegőzés hatása a nyomásos öntéssel gyártott alumíniumöntvények kifáradási tulajdonságaira

A nyomásos öntvények porozitása közvetlen hatással van az előállított darabok mechanikai és kifáradási tulajdonságaira. A tanulmányban vákuumos kilevegőzés nélkül és annak alkalmazásával előállított alumínium próbatestek kifáradását vizsgáltuk $R = -1$ és $R = 0,1$ terhelésszimmetria-tényezővel az élettartam-szilárdság tartományban. Az öntény próbatesteket előzetesen roncsolásmentes anyagvizsgálati eljárással, számítógépes tomográfia alkalmazásával vizsgáltuk. A kifáradást követően a töretfelületen megvizsgáltuk a repedés kiindulás helyét, és azonosítottuk azt az előzetes vizsgálati eredményekben. Végezetül összefüggéseket kerestünk a vizsgálati eredmények között.

1. Bevezetés

A nyomásos alumínium öntvények autóiipari felhasználásában beépítési környezettől függően, a kifáradással szembeni ellenállás követelménye terjed. A termékek rendeltetésszerű felhasználása során az ismétlődő igénybevételekkel szembeni ellenállás komoly kritérium. Ez a követelmény pedig szériáról szériára szigorodik [1]. Ez az adott terhelési szinten megkövetelt kifáradási ciklusszám vagy a megbízhatósági szint növekedésében mutatkozik meg. Ebből is adódik, hogy megbízható nyomásos öntvény tervezése megköveteli a kifáradási határ és az élettartam–szilárdság tervezhetőségét [2]. A tanulmányunkban vizsgált alapanyag az AlSi9Cu3(Fe) ára és mechanikai tulajdonságai miatt ismert, és széles körben alkalmazott öntészeti alumínium. Az alapanyag Wöhler-diagramja szintén ismert [3], azonban a diagram könyökpontja, a görbék meredeksége és a megbízhatóság értékei függenek az öntéstechnológia feltételeitől [4]. Ezen technológiák egyike a vízszintes

hidegkamrás nyomásos öntés, valamint eljárásváltozatai. A nyomásos öntéssel előállított termékek nagy geometriai összetettséggel, pontos mérettel, jó felületi minőséggel rendelkeznek [5]. A technológia által szavatolt előnyök mellett a gyártás rövid ciklusideje szolgáltatja a nagyszériás gyártás kiváló gazdaságosságát. Az előbb felsorolt előnyök az autóiipari felhasználásnak kedveznek. Többek között az autóiipari igények tették szükségessé a technológia eljárás-változatainak fejlődését, ezek közül is kiemelve a vákuumos kilevegőzést. A termékek utólagos feldolgozhatósága (mint oldóhőkezelés, hegesztés, bevonatolás, ragasztás stb.) a vákuumos kilevegőzés nélkül egyáltalán nem, vagy csak gazdaságtalanul valósítható meg [6]. Azonban megjegyzendő, hogy nem csak a vákuumos kilevegőzés teszi ezeket lehetővé.

A probléma hátterében az eljárás közben alkalmazott nagy sebességű olvadt fém szerszámba áramlása közben bekeveredett és bezáródott gázok vannak [7]. Ezért is kijelenthető, hogy a szerszámgeometria közvetlen hatással

Szalva Péter 2006-ban diplomázott a BME Gépészmérnöki Karán, 2008-ban szerezte meg a hegesztő szakmérnöki diplomát. 2015-től dolgozik a Fémalk Zrt.-nél, ahol fő feladata a vákuumos kilevegőzéssel támogatott vízszintes hidegkamrás nyomásos öntés és alkalmazási területeinek technológiai fejlesztése. Ipari kutatóként az öntvények inhomogenitásainak a darab élettartamára gyakorolt hatását vizsgálja.

Dr. Orbulov Imre Norbert 2009-ben szerzett PhD-fokozatot a BME Gépészmérnöki Karán, majd 2018-ban szerezte meg az MTA doktora címet. Jelenleg az Anyagtudomány és Technológia Tanszék egyetemi tanára és az MTA-BME Lendület Kompozit Fémhabok Kutatócsoport vezetője. Kutatási területe a fémmátrixú kompozitok és fémhabok előállítása öntészeti eljárásokkal, valamint a kompozitok tulajdonságainak vizsgálata.