

ÁDÁM ENIKŐ – FEGYVERNEKI GYÖRGY – CSÁSZÁR CSABA – DÚL JENŐ

## Műgyantás maghomokkeverékek hőterhelése közben kialakuló gázfejlődés vizsgálata

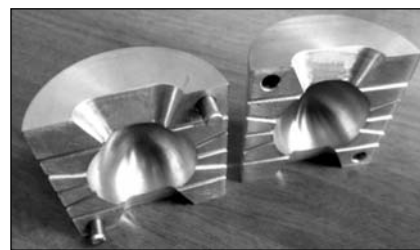
*A formákat és magokat alkotó homokkeverékek tulajdonságainak ismerete elengedhetetlen az öntvénygyártási folyamatok tervezéséhez. A homokkeverékből készített magok olvadékkal való érintkezése során a kötőanyagok bomlásnak indulnak gázfejlődés mellett. Ezek a fejlődő gázok öntvényhibákat idézhetnek elő, ezért fontos ezzel a témával foglalkozni. A vizsgálatok során cold-box próbamagokon méréseket végeztünk COGAS-mérőberendezés segítségével. A kapott eredményekből jobban megismerhetjük az öntés során képződő gázok mennyiségének időbeli változását, amelyből hasznos következtetések vonhatók le a formatöltés folyamatainak helyes megtervezéséhez.*

### A műgyantás magokból fejlődő gázok

A műgyantakötésű maghomokok köttanyagainak lebomlása során képződő gázok mennyisége és nyomásvizsgálata befolyásolja az öntvények felületi minőségét. A hő sok hatására kisebb hőmérsékleten az adszorbeált nedvességtartalom párolog el. A további hőmérséklet-növelés hatására indulnak meg a kötőanyag bomlási folyamatai és a kötéshidak részleges bomlása. 700 °C körül kezdődik el a kötőanyag-alkotók száraz lepárlása és teljes bomlása [1]. A műgyantakötésű homokkeverékekből öntés során felszabaduló gázok mennyiségét befolyásolja: a kötőanyag típusa és mennyisége, az alaphomok granulometriai tulajdonsága, a mag geometriája, az alkalmazott magbevonó anyag, a mag tárolási ideje, a fémolvadék hőmérséklete [1–3].

### A mérési módszer

A gázfejlődés mennyiségének és intenzitásának meghatározására kétféle új homokot, finom és közepes szemcseméretű, regenerált homokot és eltérő mennyiségben szeparált, használt homokot tartalmazó keverékeket vizsgáltunk. A próbatesteket maglővő gép segítségével készítettük el. A hengeres próbatesthez alkalmazandó magszekrényt használtuk a magok gyártására, kiegészítve egy erre a célra kialakított szerszámbetéttel (1. ábra). Gömb alakú, 32 mm átmérőjű, cold-box technológiával előállított magokat készítettünk (2. ábra), amelyeket a COGAS-mérőberendezésbe helyeztünk, és meghatároztuk a gázfejlődés mértékét [4]. A próbamagok elkészítéséhez cold-box-műgyantát és kikeményítő adalékot alkalmaztunk különböző arányban. A vizsgált homokkeverékek jellemzőit az 1. táblázat mutatja be.



1. ábra. A próbamagok készítéséhez alkalmazott szerszámbetét

A COGAS-berendezéssel az olvadékba merített homokmagból a 180 sec alatt felszabaduló gázmennyiséget mértük. A magból hő hatására keletkező gázok egy, a homokmag felületére erősített csövön keresztül a kondenzátum csapdába jutnak. Ezen áthaladva jut el a gáz a mérőegységbe, ahol a vákuumpumpa segítségével tartott vízoszlopból a saját térfogatának megfelelő térfogatú vizet szorít ki. A kiszorított folyadék tömegének mérése alapján határozza meg a készülékben fejlődő gáz

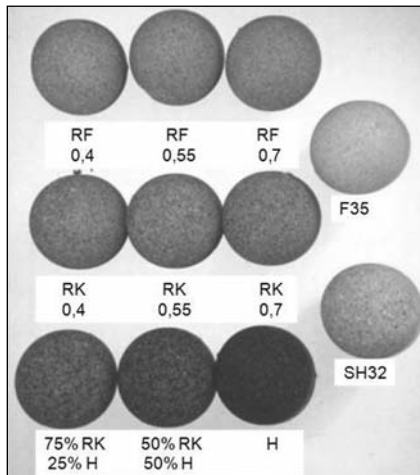
**Ádám Enikő** a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán öntészet szakirányon 2014-ben szerzett anyagmérnök BSc-oklevelet, majd 2016-ban MSc kohómérnöki diplomát. Végzése óta a Nemak Győr Alumíniumöntőde Kft.-ben folyamatmérnök.

**Dr. Fegyverneki György** 2001-ben szerzett kohómérnöki diplomát a Miskolci Egyetemen, 2007-ben védte meg PhD-értékelését. 2010 óta a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának cím-

zetes egyetemi docense, a Fémöntészet tantárgy oktatója, 2015-től a Könnyűfém-öntészeti Nemak Tanszék vezetője. A Nemak Győr Kft. Termék- és folyamatmérnökségének vezetője. Szent Borbála-éremes (2016). Kutatási területe: könnyűfémöntés technológiája, alumíniummetallurgia, hőkezelés, szerkezetvizsgálat, repedésanalitika.

**Császár Csaba** a Miskolci Egyetem Dunaujvárosi Főiskolai Karán minőségbiztosítási szakirányon 1995-ben, majd Ko-

hómérnöki Karán vasmetallurgiai szakirányon 1997-ben szerzett kohómérnöki diplomát. 1998–2001-ig a Rába Magyar Vagon- és Gépgyár Öntőde Gyárában üzemmérnök, majd művezető. 2001–2008-ig a Weslin, későbbiekben Westcast Autóipari Zrt.-nél metallurgus, majd folyamatmérnök. 2008-tól a Nemak Győr Alumíniumöntőde Kft.-ben termékmérnök. **Dr. Dúl Jenő** életrajzát a BKL Kohászat 148. évf. 2015/5. szám 17. oldala tartalmazza.

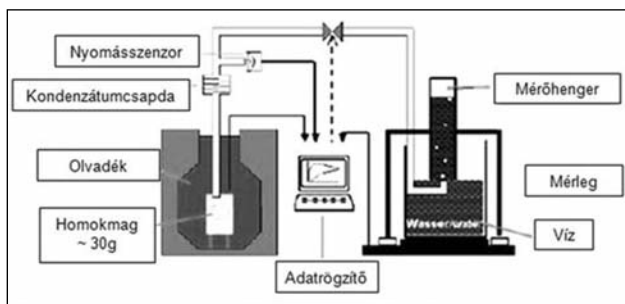


■ 2. ábra. A mérésekhez felhasznált kész próbatetek

mennyiségét, melyet számítógépes adatgyűjtő rendszer az idő függvényében rögzít. A képződő gázból a hűtött kondenzátumcsapdában szurokszerű kondenzátum válik ki, amelynek mennyiségét a csapda tömegváltozásának mérése alapján határozzuk meg. A COGAS-mérőberendezés működési elve a 3. ábrán látható. A vizsgálatokat a NemaK Győr Alumíniumöntőde Kft. laboratóriumában működő készüléken végeztük el 690 °C-os és 720 °C-os üzemi öntési hőmérsékletű olvadékkal. A 4. ábra a mérés utáni olvadékból kiemelt próbadarabokat ábrázolja, az 5. ábra pedig egy kondenzátumcsapdát mutat használata előtt és után.

### A gázmennyiség mérésének kiértékelési módszere

A próbatetek egyforma méretűek ( $d = 32 \text{ mm}$ ) voltak, de szemcseszerkezetük miatt eltérő a tömegük. Így a különböző homokkeverékek összehasonlítására a fajlagos gázmennyiség értékeket használtuk. A fajlagos gázmennyiség a mérési idő (180 s) alatt fejlődő gáz mennyiségének és a próbatest tömegének a hányadosa ( $\text{ml/g}$ ).



■ 3. ábra. A COGAS-mérőberendezés működési elve [4]

1. táblázat. A vizsgált homokkeverékek jellemzői

Homoktípus	Jelölés	Gyanta-tartalom, %	Átlagos szemmagyság, mm	Nedvesség-tartalom, %	Izzítási veszteség, %	
Új homok	SH32	SH32	0,55	0,524	0,06	1,09
	F35	F35	0,55	0,22	0,04	0,85
Regenerált homok	Közepes	RK 0,4	0,4	0,477	0,08	0,67
		RK 0,55	0,55		0,06	0,85
		RK 0,7	0,7		0,06	1,12
	Finom	RF 0,55	0,55	0,239	0,08	0,84
		RF 0,7	0,7		0,09	1,11
Vegyes homok	H = 25% RK = 75%	25H-75RK	0,55	0,475	0,08	1,17
	H = 25% RK = 75%	50H-50RK	0,55	0,465	0,17	1,27
Használt homok	Szeperált használt	H	0,55	0,453	0,18	1,75

Jelölések: SH32 új, közepes szemcseméretű kvarchomok (Šajdikove Humence)  
 F35 új, finom szemcseméretű kvarchomok  
 RK üzemi, regenerált közepes szemcseméretű kvarchomok  
 RF üzemi, regenerált finom szemcseméretű kvarchomok  
 H üzemi, használt szeperált kvarchomok

### A mérési eredmények kiértékelése

#### Az alaphomok minőségének hatása

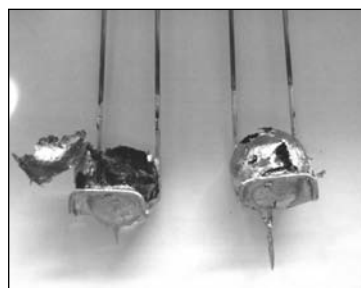
Az alaphomok minősége jelentősen befolyásolja a fejlődő gáz mennyiségét. Azonos kötőanyag-tartalmú finom és közepes szemcseszerkezetű homokmagokat összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a finomabb esetén nagyobb a fajlagos gázmennyiség mindkét vizsgálati hőmérsékleten. Új és regenerált homokmagokra is igaz ez.

A regenerálás hatása is fontos tényező. SH32 új homok esetén a fajlagos gázmennyiség értéke nagyobb, mint a regenerált közepes homok esetén. Ez azzal magyarázható, hogy az új homok izzítási vesztesége is nagyobb, mint az azonos szemcseszerkezetű regenerált homoké, hiszen több szerves anyagot tartalmaz.

A vizsgált finom homokoknál a regenerált és új homok között nincs ilyen összefüggés.

A szeperált használt homok olyan nem regenerált homok, amelynek nagy a maradó szervesanyag-tartalma. A használt homok szemcséin végyesen található különböző gyanta-típusok (az üzemben használt meleg- és hidegmagszekerényes kötőanyagok) maradványai. Előzetes ismeretek alapján tudjuk azt, hogy a különféle kötőanyagok eltérően égnek ki a homokmagokból, így eltérő a hő hatására felszabaduló gázmennyiség is [5]. A szeperált használt homok arányának növelésével nő a fejlődő gázok mennyisége. A növekvő használt homok arányával nő a minták szervesanyag-tartalma, így a gáz általi hőtranszport intenzívebbé válik.

A regenerált homokkeverékhez képest több mint 1 ml/g-mal nagyobb a



■ 4. ábra. A mérés végén az olvadékból kiemelt próbák



■ 5. ábra. Használt (balra) és új (jobbra) kondenzátumcsapda

szeparált használt homokmagokból képződő fajlagos gázmennyiség 720 °C hőmérsékleten (6. ábra).

#### A kötőanyag hatása

Azonos gyantatartalmú, különböző szemcseszerkezetű mintákat vizsgálva mind a finom, mind a közepes szemcsésű homokkeverékeknel a gyantatartalom arányának növekedésével nő a fejlődő gázmennyiség. A gyantatartalom arányának 0,15%-kal történő növelésével minimum 15%-kal nő a fajlagos gázmennyiség (7. és 8. ábra).

#### A kondenzátum relatív mennyisége

A képződő kondenzátum mennyisége keverékenként eltérő. A hőmérséklet és a kötőanyag-tartalom változása hatást gyakorol a kondenzátum mennyiségére. Magasabb kötőanyag-tartalomhoz nagyobb tömegű kondenzátum tartozik. A keverékben a szeparált használt homok arányának növelésével a képződő kondenzátum mennyisége is nő.

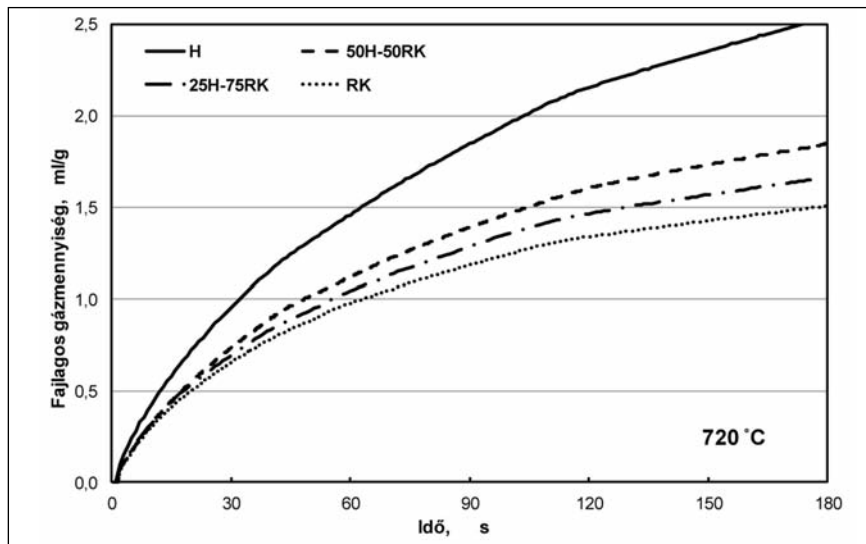
#### Relatív gázmennyiség különböző időközökben

A vizsgálati időtartomány részidőkre (30; 60; 120; 180 s) bontásával megfigyelhető a fajlagos gázmennyiségek időben eltérő mértékű képződése (9. és 10. ábra).

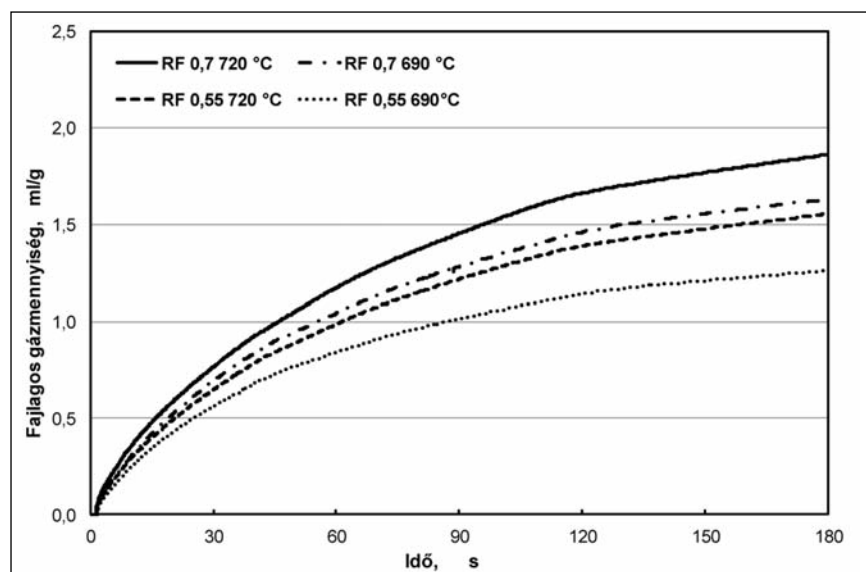
A homokmagok olvadékba merítését követően, az első 30 s alatt a gázok és gőzök 40-50%-a eltávozik. A következő 30 s alatt ez a mennyiség a felére csökken, amely azonos a 60-120 s időintervallumban lévővel. A 120-180 s idő alatt pedig a maradék 7-13% gáz távozik el a magból. A kisebb (690 °C) hőmérsékleten az első 30 s alatt fejlődő gáz százalékos aránya nagyobb volt, mint a nagyobb (720 °C) hőmérsékleten.

#### A gázfejlődés intenzitása

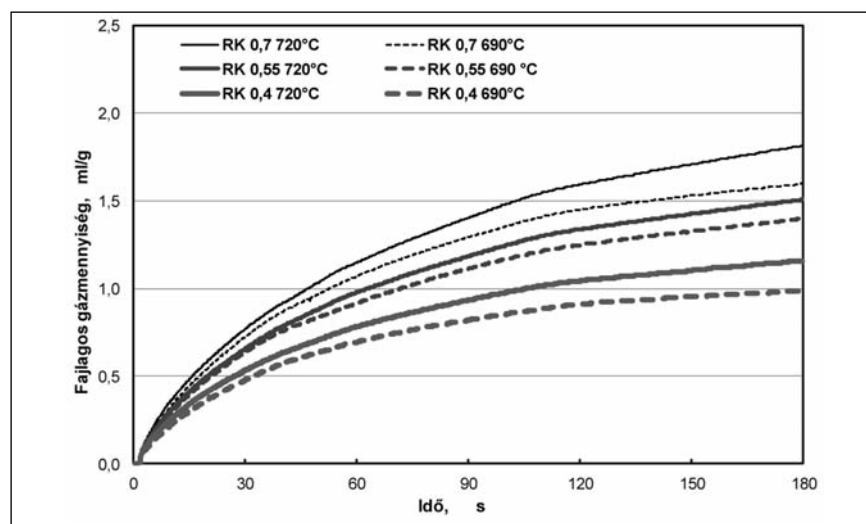
A gázfejlődés intenzitása, az időegység alatt képződő gáz mennyisége a vizsgált hőmérsékleteken eltérő. Azonos alaphomok és eltérő gyantatartalom esetén a gázfejlődés intenzitása a gyanta mennyiségével egyenesen arányos. A legnagyobb intenzitás az



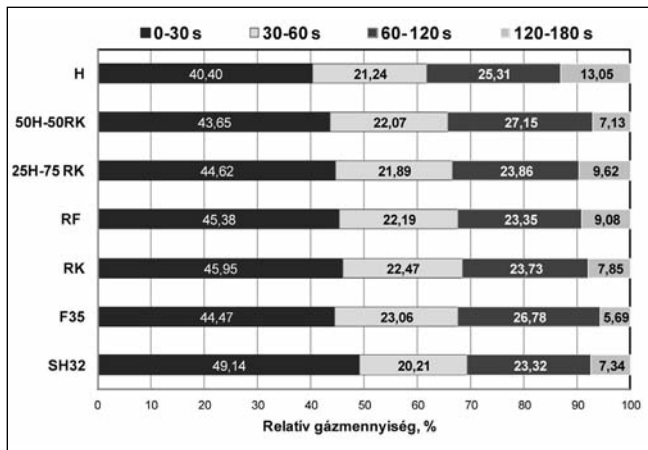
6. ábra. Szeparált, használt homok arányának hatása a fajlagos gázmennyiségre



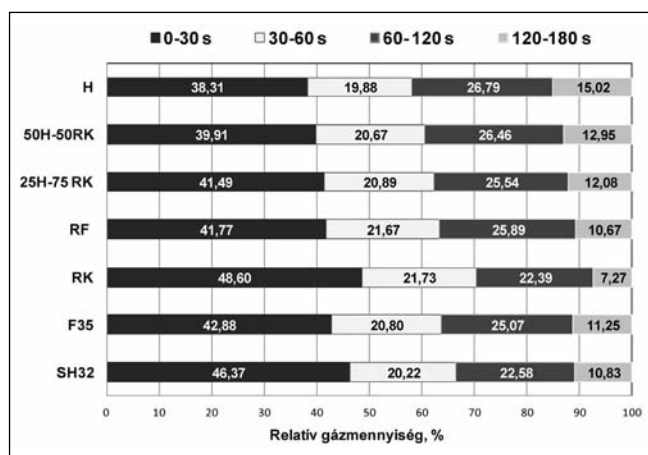
7. ábra. A kötőanyag-tartalom hatása a fajlagos gázmennyiségre finom homok, eltérő gyantatartalom és vizsgálati hőmérséklet esetén



8. ábra. A kötőanyag-tartalom hatása a fajlagos gázmennyiségre közepes homok, eltérő gyantatartalom és vizsgálati hőmérséklet esetén



■ 9. ábra. Relatív gázmennyiség különböző időintervallumokban. Gyantatartalom: 0,55%, vizsgálati hőmérséklet: 690 °C



■ 10. ábra. Relatív gázmennyiség különböző időintervallumokban. Gyantatartalom: 0,55%, vizsgálati hőmérséklet: 720 °C

olvadékba merítést követő első másodpercekben mérhető, ezután foko-

zatosan csökken. Az első másodpercekben tapasztalható jelentősebb nyomásnövekedés. Ennek oka az, hogy ekkor a pórusokban a beszorult levegő felmelegszik, és a formafalon fellépő nagy hőmérséklet-gradiens hatására hirtelen nagy gázmennyiség keletkezik. Ez kitölti a pórusokat és megkezdődik a gáz eltávozása [6].

## Összefoglalás

A kutatómunka célja a különféle, magyártásra használt homokkeverékekből felszabaduló gázok mennyiségét és intenzitását befolyásoló tényezők hatásának a kimutatása. A vizsgálati eredmények igazolják az öntés közben a maghomok-keverékből felszabaduló gázok és gőzök képződését befolyásoló tényezők hatását. A gömb alakú próbatest alkalmazásával stabil, egységes mérési körülményeket biztosítottunk, ezáltal az eredmények összehasonlíthatóvá, kiértékelhetővé váltak.

A mérési eredmények elsősorban a formatöltés folyamatainak szimulációjánál hasznosulhatnak.

## Köszönetnyilvánítás

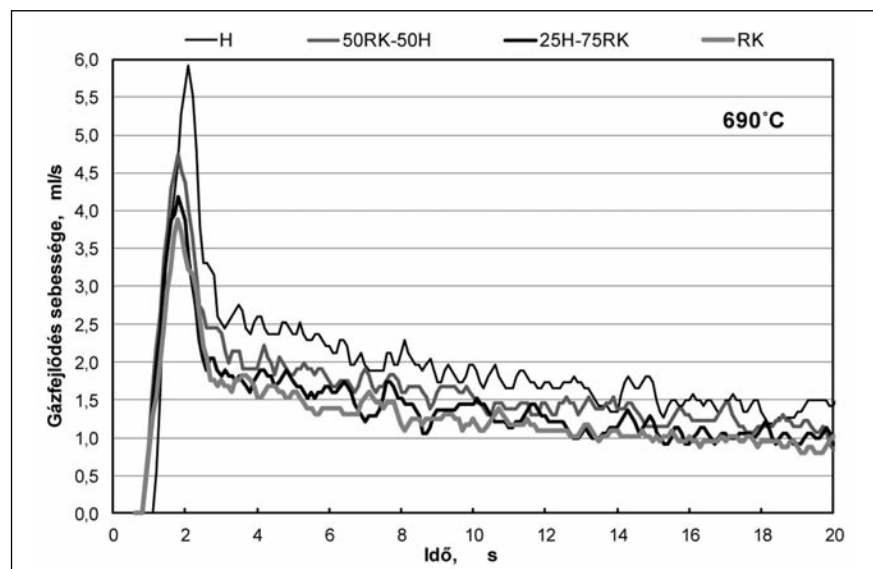
Sze par ált, használt homokot különböző arányban tartalmazó, azonos gyantatartalmú mintákat összehasonlítva az tapasztalható, hogy a használt homok arányával egyezően változik a gázfejlődés intenzitása. Minél több használt homokot tartal-

A kutatómunkát a NEMAK Győr Alumíniumöntöde Kft., valamint a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézeti Tanszék támogatta.

Külön köszönet dr. Svidró József Tamás szakmai segítségéért.

## Irodalom

- [1] Svidró József: Transzportfolyamatok a fém/formázóanyag határfelületen. PhD-értekezés, Miskolci Egyetem, 2011. p.77; 78; 81; 82; 43-45; 51.
- [2] J. Orlenius, U. Gotthardsson, A. Diószegi: Mould and core gas evolution in grey iron castings, International Journal of Cast Metals Research, 2008.
- [3] L. Winardi, R. D., Griffin, H. E. Littleton, J. A. Griffin: Variables affecting gas evolution rates and volumes from cores in contact with molten metal, AFS, 2008
- [4] MK Industrievertretungen GmbH: The Cogas measurement – gyártói leírás <http://www.mk-gmbh.de/produkte/kerngas-cogas-messungen.html>
- [5] Ádám Enikő, Mádi Laura Johanna: Műgyantás homokkeverékek gyantakiégési folyamatának vizsgálata. BKL Kohászat, 148. évf. 2015/6. sz. p. 20.



■ 11. ábra. Használt homokot tartalmazó keverékek gázfejlődési intenzitása az első 20 s alatt