

**MISKOLCI EGYETEM
MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR
KERPELY ANTAL ANYAGTUDOMÁNYOK ÉS
TECHNOLÓGIÁK DOKTORI ISKOLA**



**TRANSZPORT FOLYAMATOK A
FÉM/FORMÁZÓANYAG
HATÁRFELÜLETEN**

Ph.D. értekezés tézisei

Svidró József Tamás
okleveles kohómérnök

Tudományos vezető:
Dr. Diószegi Attila
címzetes egyetemi tanár

Társtémavezető:
Dr. Tóth Levente
ny. egyetemi docens

Miskolc
2011.

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK

A járműipari öntvénygyártás jelentős fejlődést mutat világszerte, úgy mennyiségi, mint minőségi szempontból. Ebben az időszakban az öntvénytermelés hosszú és mély átalakuláson ment keresztül, melyben a számítógépesítés és az automatizálás játszotta a főszerepet. Azok a termelők tudták megtartani piaci pozíciójukat, amelyek komolyan beruháztak a számítógépes forma és magtervezésbe, a gépi vezérlésű olvasztási és öntési technológiákba, valamint robotizálták a magkészítést, a formaösszerakást, az öntvényeltávolítást, a szerszámmozgatást és az öntvénytisztítást.

Az elmúlt évtizedben az öntvények geometriája egyre bonyolultabbá vált, emellett az öntvényminőségre vonatkozó vevői elvárások is folyamatosan szigorodtak. Ilyen ütemű fejlődés mellett a különböző öntvényhibák megjelenése napjainkban már-már megengedhetetlen, ezért megelőzésükre, illetve kiküszöbölésükre szolgáló vizsgálati módszereknek is hasonló tempóban kell fejlődniük.

Doktoranduszi tevékenységem fő irányát a fém/formázókeverék határfelületen lejátszódó fém-, hő-, illetve gáztranszport folyamatok vizsgálata képezi. Céloom a határfelületi viszonyok eddigénél részletesebb tanulmányozása, valamint olyan korszerű kísérleti módszerek és berendezések kifejlesztése volt, melyek segítségével új, öntészeti szempontból hasznos ismeretek szerezhetők a transzport folyamatokról.

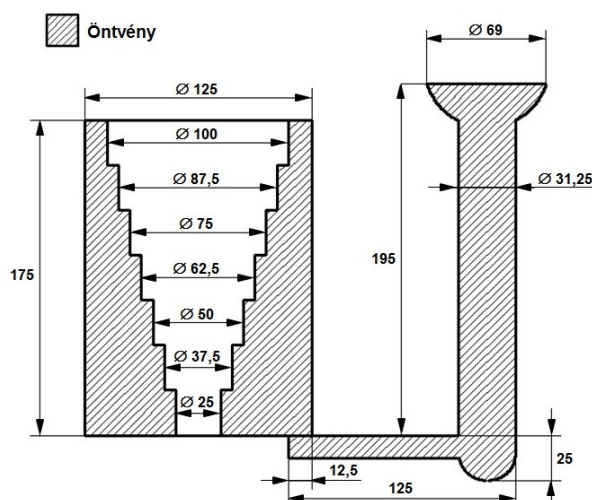
Kutatómunkám első részében a fémolvadékok felületi feszültségét módosító elemek (foszfor, kén) hatásával foglalkoztam. Lemezes és gömbgrafitos próbaöntvények segítségével tanulmányoztam a vasolvadék foszfortartalmának és az öntési hőmérsékletnek, valamint a formázókeverékek kén tartamának hatását a fém/formázóanyag határfelületen lejátszódó bonyolult fizikai és fizikai-kémiai folyamatokra, melyek a penetrációs öntvényfelületi hibák kialakulását eredményezik.

Kutatómunkám második részében a műgyantakötésű homokkeverékek hőfizikai tulajdonságait vizsgáltam. A szakirodalomból ismert Fourier-féle termikus analízis alkalmazásával új szempontból közelítettem meg a kötőanyagok bomlási folyamatait.

Kutatómunkám harmadik részében a műgyantakötésű homokkeverékek lebomlása során lejátszódó, gázképződéssel járó folyamatokat tanulmányoztam. Saját tervezésű gázmennyiség mérő berendezésem segítségével lehetőségem nyílt a gázfelszabadulásra jellemző tulajdonságokat a hőmérséklet, valamint a formázókeverékek hőtani tulajdonságainak függvényében is vizsgálni.

2. KÍSÉRLETI KÖRÜLMÉNYEK

Kísérleteim első részében a fémolvadékok felületi feszültségét módosító elemek (foszfor, kén) penetrációs öntvényfelületi hibák kialakulására gyakorolt hatását tanulmányoztam. A vizsgálatokhoz az 1. ábrán látható „lépcsős-hengeres” próbatesteket öntöttem. Ennél a geometriánál a formázókeverék hőterhelése, valamint a fém/formázóanyag arány a lépcsőzetes kialakítás miatt vertikálisan változik.



1. ábra - A kísérletekhez használt „lépcsős-hengeres” próbatest

Az olvadék foszfortartalmának, valamint az öntési hőmérséklet penetrációra gyakorolt hatása lemezgrafitos öntöttvas esetén

Kísérleteim során a foszfortartalom, valamint az öntési hőmérséklet hatását vizsgáltam a penetrációs hibák kialakulására. Két próbaöntvényt öntöttem nedves bentonitos homokformába, melynek összetétele:

- 9% bentonit, amely karboadditív adalékot tartalmazott,
- 4% víz,
- 87% kvarchomok.

A lépcsős geometriát kialakító magok műgyantakötésű formázóanyagból készültek, melynek összetétele:

- 98% kvarchomok - ebből 90% mechanikusan regenerált homok, 10% új homok,
- 1.5% furángyanta,
- 0.5% foszforsav katalizátor.

Az egyik „lépcsős-hengeres” próbát 1380 ± 10 °C-on, a másikat pedig 1430 ± 10 °C-on öntöttem le, kémiai összetételüket az 1. táblázat mutatja. Miután a próbaöntvényeket kettéfűrészeltem, összehasonlítottam azok belső felületeit egy korábbi kísérlet során öntött alacsony foszfortartalmú próbaöntvény belső felületével.

1. táblázat - A kísérletek során öntött lépcsős próbák kémiai összetétele

C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %
2.74	1.37	0.60	0.19	2.36

A formázókeverék kén tartalmának penetrációra gyakorolt hatása lemezgrafitos öntöttvas esetén

A kén szerepének alaposabb feltárása érdekében a lépcsős geometriát kialakító műgyantakötésű magkeverékbe kénport kevertem. Célom a megnövelt kén tartalom hatásának tanulmányozása volt. A vizsgálat során egyetlen próbadarabot öntöttem le.

A formakészítés nedves bentonitos formázókeverékből történt, melynek összetétele:

- 9% bentonit, amely karboadditív adalékot tartalmazott,
- 4% víz,
- 87% kvarchomok.

A mag összetétele:

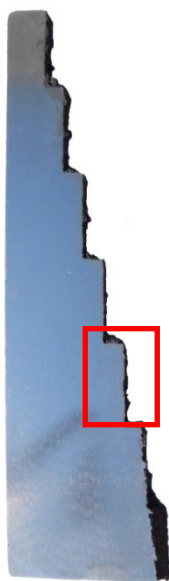
- 98% kvarchomok - ebből 90% mechanikusan regenerált homok, 10% új homok,
- 1.5% furángyanta,
- 0.5% foszforsav katalizátor,
- +2% hozzáadott kénpor (a mag tömegére vonatkoztatva).

A lemezgrafitos öntöttvas kémiai összetételét a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat - A lemezgrafitos öntöttvas olvadék kémiai összetétele

C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %
3.45	1.80	0.62	0.06	0.08

Az öntési hőmérséklet 1380 ± 10 °C volt, a megtisztított ötvényt a hossz tengelye mentén kettéfűrészeltém. A próbaöntvényből kimunkált, 2%-os salétromsavval maratott csiszolatot először optikai mikroszkóppal tanulmányoztam, majd a visszapolírozás után mintavételre került sor scanning elektron mikroszkópos és energia diszperzív mikroszondás vizsgálatok céljából.



2. ábra - A vizsgálatokhoz készített csiszolat és a mintavétel helye

A formázókeverék kén tartalmának penetrációra gyakorolt hatása gömbgrafitos öntöttvas esetén

A gömbgrafitos öntöttvassal végzett kísérletsorozat folyamán a magok kén tartalmát, a lemezgrafitos öntöttvassal végzett kísérletekhez hasonlóan elemi kén hozzáadásával növeltem. A négy öntvényből álló próbatest sorozat leöntése előtt a magokat műgyantakötésű formázókeverékből készítettem el, melynek összetétele:

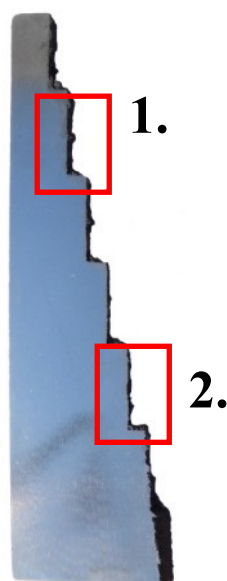
- 98% kvarchomok - ebből 90% mechanikusan regenerált homok, 10% új homok,
- 1.5% furángyanta,
- 0.5% foszforsav katalizátor,
- 0%, +1%, +1.5% és +2% hozzáadott kénpor az egyes magokban (a mag tömegére vonatkoztatva).

A formákat mindig hozzáadott kénpor nélküli, a magkeverékkel egyező összetételű műgyantakötésű formázókeverékből készítettem el. A próbatestek öntése 2 tonnás „teáskanna” üstből történt, az öntési hőmérséklet 1380 ± 10 °C volt. A gömbgrafitos öntöttvas kémiai összetételét a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat - A gömbgrafitos öntöttvas olvadék kémiai összetétele

C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %	Mg, %
3.59	2.51	0.32	0.01	0.03	0.06

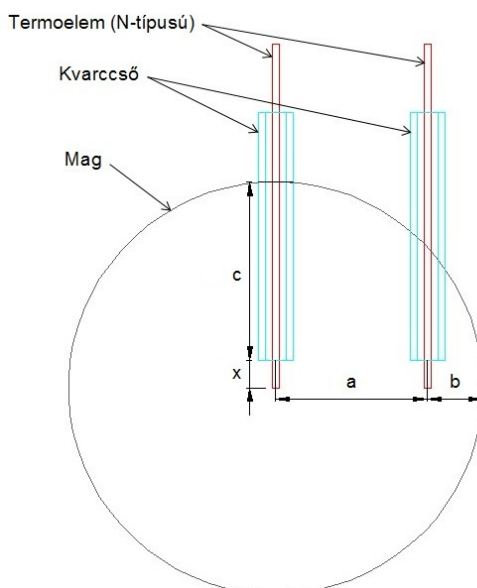
A próbatestek lehűlése után az öntvényeket kettéfűrészelttem. A próbaöntvényekből ezt követően egy-egy csiszolatot munkáltam ki, melyeken polírozás után Baumann-féle mélymarás segítségével ellenőriztem a kén eloszlását a csiszolat teljes keresztmetszetében. Visszapolírozás után a 2% kénport tartalmazó maggal gyártott öntvényből származó csiszolaton végeztem el a scanning elektron mikroszkópos és energia diszperzív mikroszondás vizsgálatokat, hogy az eredmények érdemben összehasonlíthatóak legyenek a lemezgrafitos kísérletek eredményeivel. A mintavétel helyei a 3. ábrán láthatóak.



3. ábra - A vizsgálatokhoz készített csiszolat és a mintavétel helyei

Műgyantakötésű formázókeverékek hőfizikai tulajdonságainak és a kötőanyagok bomlási folyamatainak vizsgálata

Kísérleteim második részében a műgyantakötésű formázóanyagok hőfizikai tulajdonságait és bomlási folyamatait vizsgáltam, melyhez külön erre a célra kialakított próbatesteket, valamint mérési összeállítást terveztem. Céлом a homokkeverékekben lejátszódó hőtani folyamatok pontosítása, valamint a kötőanyagok lebomlásának új szempontból történő megközelítése volt. A 4. ábrán látható a mérésekhez használt próbatest vázlata. A gömb alakú próbamagokat három különböző átmérővel készítettem el, a főbb méreteket a 4. táblázat tartalmazza.



4. ábra - A próbatest vázlata

4. táblázat - A próbamagok fő méretei

d próbatest, mm	Fő méretek, mm			
	a	b	c	x
40	10	10	15	5
50	15	10	20	5
60	20	10	25	5

A hőmérsékletmérés a próbatest két pontjában történt. Az egyik mérési pont a gömb középpontjában volt, a másik a próbatest szélén, a fém/mag határfelülelettől 10 mm-re.

A vizsgálathoz használt N-típusú hőelemeket minden esetben kvarccső védte, a mérőeszközök végei közvetlenül érintkeztek a formázókeverékkel. A védőcsövek bevezetési pontját Al_2O_3 és vízüveg keverékével szigeteltem el, megvédve a hőelemeket az olvadékkal való szabad érintkezéstől. A próbatesteket ellenállás fűtésű kemencében hőn tartott alumínium olvadékba merítettem.

A kísérleteket az öntödékben leggyakrabban használt műgyantakötésű formázókeverékekből készített próbatesteken végeztem el. Az egyik egy cold-box kötésű, a másik pedig egy furángyanta kötésű keverék volt, amelyeket az üzemi szinten alkalmazott összetételüknek és tulajdonságaiknak megfelelően készítettem el (5. és 6. táblázat).

5. táblázat - A vizsgált keverékek összetétele

	Gyanta típus, %	Katalizátor típus, %
Cold-box	fenol 0.6 + izocianát 0.6	amingőz
Furán	furán 1.5	foszforsav, 0.375 (gyanta 25%-a)

6. táblázat - A vizsgált homokkeverékek tulajdonságai

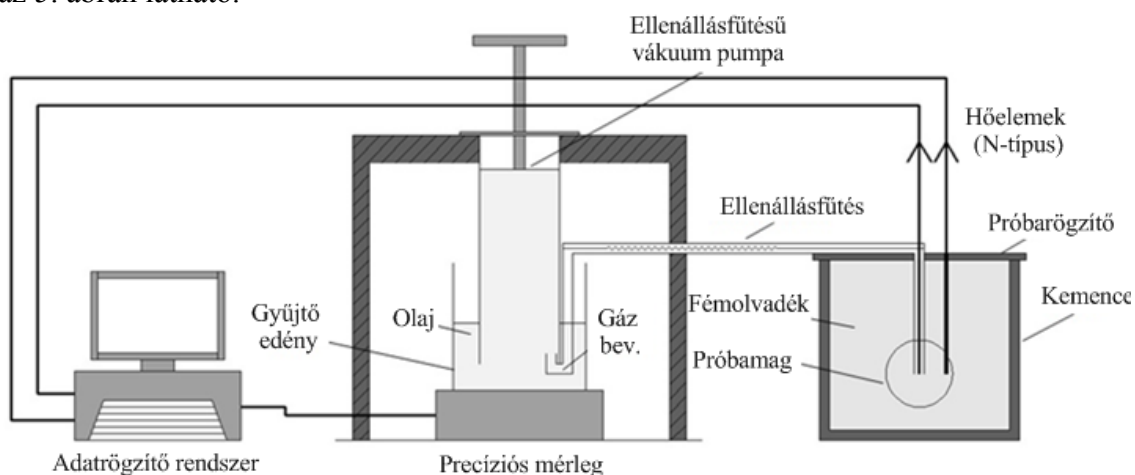
	Sűrűség, g/cm ³	Szabad nedvességtartalom, %	Izzítási veszteség, %	Alaphomok fajlagos felülete, cm ² /g
Cold-box	1.45	0.1	1.31	95
Furán	1.48	0.1	1.58	100

A próbatestek elkészítésénél és tárolásánál arra törekedtem, hogy a két vizsgált formázókeverék sűrűsége és szabad nedvességtartalma megközelítően azonos legyen. Az izzítási veszteség értékek összhangban voltak az egyes keverékek kötőanyagtartalmával. Az alaphomokok granulometria vizsgálatát, valamint a fajlagos felület meghatározása alapján megállapítottam, hogy azok szemcseszervezete megegyezett az öntödékben használt homokokra vonatkozó szabványokban rögzített értékekkel. A vizsgálat során a megfelelően előkészített próbatesteket 660 ± 10 °C-os alumínium olvadékba mártottam.

A hőmérséklet mérés eredményeit tanulmányozva hasznos következtetéseket vontam le az egyes formázókeverékek tulajdonságaira vonatkozóan. A Fourier termikus analízis módszerét újszerűen alkalmazva még részletesebb vizsgálatra nyílt lehetőségem. Kiszámoltam a próbatestek által a felhevülés során elnyelt hőmennyiség pontos értékét, az elnyelt hőmennyiség részarányát az egyes kötőanyagalkotókra vonatkoztatva és hőelnyelés intenzitását is.

A műgyantakötésű formázókeverékek bomlási folyamatait, a kötőanyagok kiégése során felszabaduló gázok mennyiségének mérése alapján vizsgáltam.

Az általam megkívánt részletességgel történő kísérletek elvégzéséhez nem találtam megfelelő műszert sem a vonatkozó szakirodalomban, sem kereskedelmi forgalomban, ezért az ismert gázmennyiség meghatározó berendezések előnyös tulajdonságait ötvözve egy újfajta mérőrendszert terveztem meg. A saját fejlesztésű készülék vázlatát az 5. ábrán látható.



5. ábra - A saját fejlesztésű gázmennyiség mérő készülék vázlatát

A gázmennyiség mérésekhez a kísérletek korábbi szakaszában kifejlesztett gömb alakú próbatest 40 mm átmérőjű változatát használtam (4. ábra)(4. táblázat). A maggázt a középső hőelem védelmére szolgáló kvarccsőön keresztül vezettem el. A szélső hőelemet védő kvarccső végére tűzálló tömítés került.

A próbamagok a korábbi kísérletek során használt cold-box, illetve furángyanta kötésű homokkeverékekből készültek. Összetételüket és tulajdonságaikat az 5. és 6. táblázat tartalmazza. A próbatesteket vizes alapú fekeccsel láttam el, majd 30 órás száradást követően 660 ± 10 °C-os alumíniumolvadékba merítettem azokat.

A vizsgálatok során meghatároztam a próbamagokból fejlődő gázmennyiséget és a gázfelszabadulás intenzitását.

3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Kísérleti eredményeim alapján megállapítottam, hogy az öntési hőmérséklet 1380 °C és 1430 °C közötti intervallumban történő növelése, valamint a vele szorosan összefüggő formakitöltő képesség növekedés nem játszanak meghatározó szerepet a mechanikai penetráció kialakulásában.
2. Kísérleti eredményeimből az derült ki, hogy öntés során a formázókeverék megemelt kén tartalmából számottevő mennyiség oldódott be a vasba. Emiatt a vasolvadék nedvesítési szöge, valamint felületi feszültsége lecsökkent, ami egyrészt jelentős penetrációs hiba megjelenését eredményezte lemezgrafitos és gömbgrafitos öntöttvasak esetén egyaránt, másrészt a beoldódott kén hatására a próbaöntvények kristályosodásakor mindkét anyagminőségénél dermedési anomália alakult ki. A magkeverékek hozzáadott kén tartalma eltérő hatásmechanizmusok alapján fejtette ki hatását a fém/mag határfelülethez közeli rétegben lemezgrafitos és gömbgrafitos öntöttvasak esetén.
- 2.a Matematikai összefüggést dolgoztam ki, amely leírja a lemezgrafitos öntöttvas fém/mag határfelülethez közeli zónájában kialakuló kénkoncentráció eloszlást különböző öntvény falvastagságok esetén:

$$y = 4 \cdot e^{-3 \cdot 10^{-3} \cdot x} \quad (1)$$

ahol,

y - kénkoncentráció alakulása az öntvényfelülethez közeli rétegben, %

x - fém/mag határfelülettől mért távolság, μm

Regressziós együttható, (R^2) = 0.99

A (1) egyenlet 2% kén tartalmazó maghomok keverékre érvényes.

- 2.b Megállapítottam, hogy gömbgrafitos öntöttvas esetén a fém/mag határfelülethez közeli zónában a kénkoncentráció eloszlása nem írható le egy homogén matematikai regressziós függvénnyel, a magas kén tartalmú, foltszerűen elhelyezkedő komplex zárványok nagyszámú jelenléte miatt.
3. A lemezgrafitos öntöttvas próbatest vizsgálata során meghatároztam a fém/mag határfelületen kialakuló vas-karbidos réteg vastagsága, valamint az öntvény falvastagsága közötti összefüggést, amely az alábbi egyenlettel írható le:

$$d_{Fe_3C} = -5.11 \cdot 10^1 \cdot d_{\text{öntvény}} + 2.67 \cdot 10^3 \quad (2)$$

ahol,

d_{Fe_3C} - vas-karbidos réteg vastagsága, μm

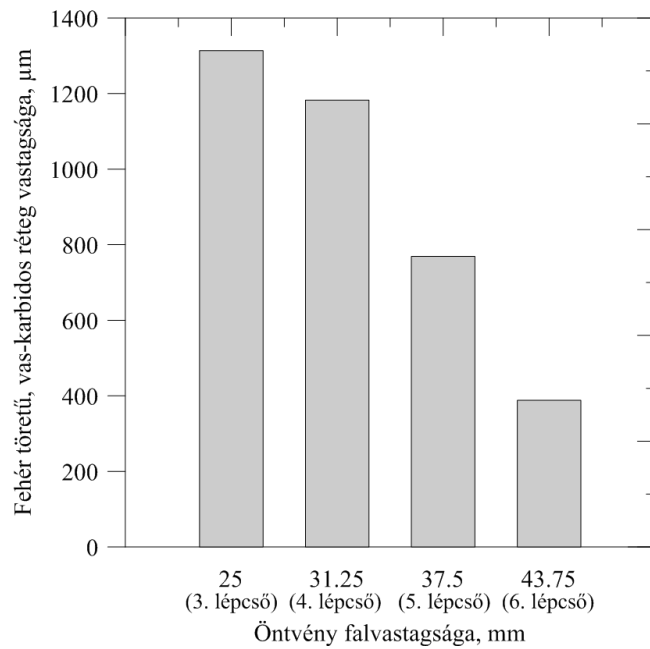
$d_{\text{öntvény}}$ - öntvény falvastagsága, mm

Regressziós együttható, (R^2) = 0.96

A (2) egyenlet a következő peremfeltételek mellett érvényes:

Maghomok keverék kén tartalma = 2%

$25 \text{ mm} \leq d_{\text{öntvény}} \leq 43 \text{ mm}$



6. ábra - Összefüggés a fehér töretű, vas-karbidos réteg vastagsága és az öntvény falvastagsága között

4. A gömbgrafitos öntöttvas próbatestek vizsgálata során regressziós analízis segítségével meghatároztam a fémbehatolás mélysége, a formázókeverék kéntartalma, valamint az öntvény falvastagsága közötti összefüggést, amely az alábbi egyenlettel írható le:

$$L_p = -1.16 + 1.45 \cdot S_{mag} + 6 \cdot 10^{-2} \cdot d_{öntvény} \quad (3)$$

ahol,

L_p - fémbehatolás mélysége, mm

S_{mag} - formázókeverék kéntartalma, %

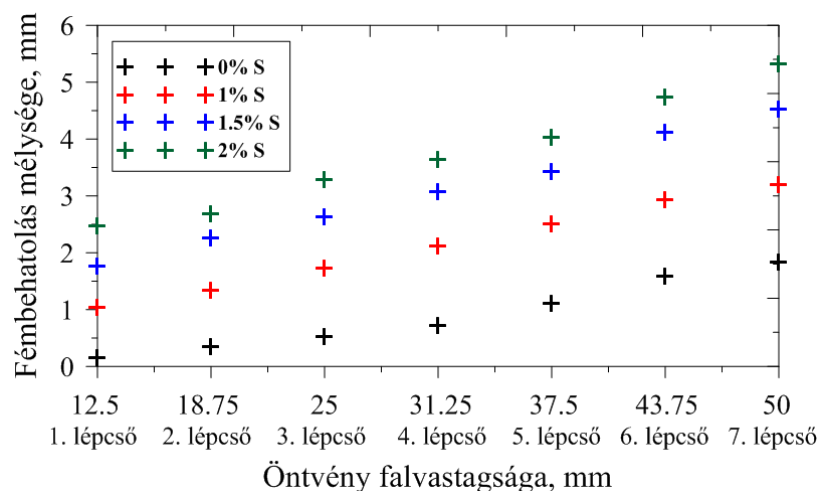
$d_{öntvény}$ - öntvény falvastagsága, mm

Regressziós együttható, (R^2) = 0.98

A (3) egyenlet a következő peremfeltételek mellett érvényes:

$$0\% \leq S_{mag} \leq 2\%$$

$$25 \text{ mm} \leq d_{öntvény} \leq 50 \text{ mm}$$



7. ábra - Összefüggés a fémbehatolás mélysége, az öntvény falvastagsága, valamint a magok kéntartalma között

5. Módszert dolgoztam ki a formázókeverékek bomlása során lejátszódó hőelnyelési folyamatok vizsgálatára, amely a Fourier-féle termikus analízisen alapszik. A módszerrel kiszámolható a formázókeverékek által a felhevülés során elnyelt teljes hőmennyiség, az elnyelt hőmennyiség egyes kötőanyag alkotókra vonatkoztatott részaránya, valamint a hőelnyelés intenzitása is.
- 5.a Meghatároztam az általam vizsgált, üzemi körülményeknek megfelelő összetételű és tulajdonságú cold-box, valamint furángyanta kötésű formázókeverékek hőelnyelő képességei közötti összefüggést, ami a következő egyenlettel adható meg:

$$H_{cb} = 4.5 \cdot 10^{-1} \cdot H_f \quad (4)$$

ahol,

H_{cb} - cold-box kötésű keverék hőelnyelő képessége, kJ/kg

H_f - furángyanta kötésű keverék hőelnyelő képessége, kJ/kg

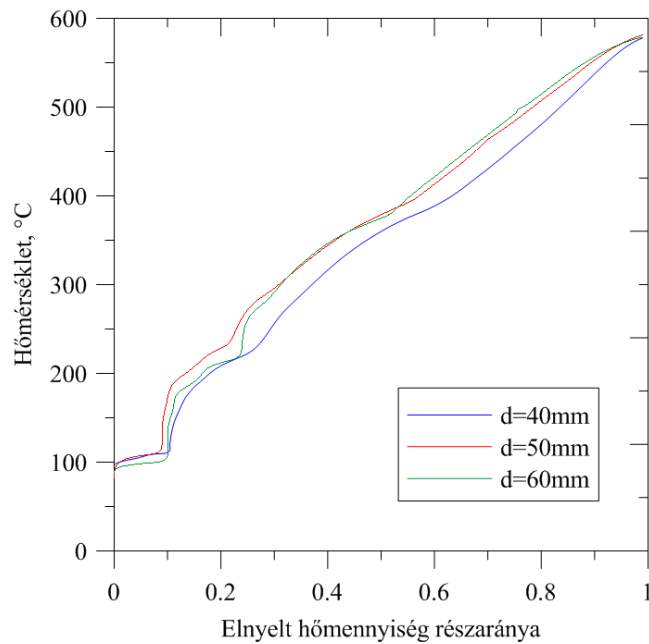
A (4) egyenlet a következő peremfeltétel mellett érvényes:

$$40 \text{ mm} \leq \text{homokmag falvastagsága} \leq 60 \text{ mm}$$

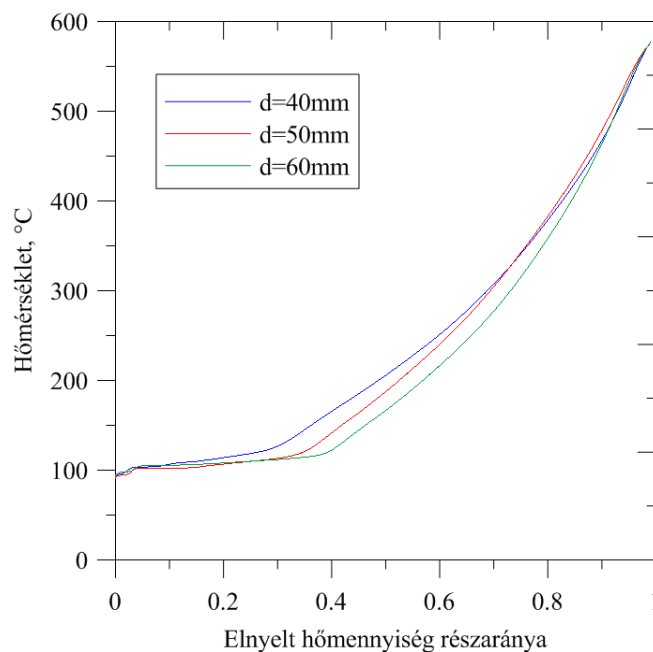
7. táblázat - A teljes elnyelt hőmennyiség Fourier-termikus analízissel meghatározott értékei

Próbatest átmérője	Teljes elnyelt hőmennyiség, kJ/kg		
	d=40mm	d=50mm	d=60mm
Cold-box kötésű keverék	206	209	210
Furángyanta kötésű keverék	461	463	460

6. Megállapítottam, hogy az általam vizsgált kötőanyagok lebomlása, illetve égése során lejátszódó hőelnyeléssel járó folyamatok jelentős különbséget mutatnak, ami befolyásolja az öntvények dermedési folyamatait. Ezzel a ténnyel eddig sem számítógépes, sem egyéb technológiai tervezés során nem foglalkoztak. Az egyes hőelnyeléssel járó folyamatok közötti eltéréseket a 6.a és 6.b alpontokban mutatom be.
- 6.a Az általam vizsgált, üzemi körülményeknek megfelelő összetételű és tulajdonságú cold-box kötésű formázókeverék esetén a szabad nedvességtartalom, valamint a kötött víz elpárolgásának folyamata a teljes elnyelt hőmennyiség 10%-át képezi.
- Azonos feltételek mellett, furángyanta kötésű formázókeverék esetén a szabad nedvességtartalom, valamint a kötött víz elpárolgásának folyamata a teljes elnyelt hőmennyiség 30-40%-át képezi.



8. ábra - Az elnyelt hőmennyiség részaránya cold-box kötésű próbatestek esetén a próbatestek középpontjában mért hőmérséklet függvényében



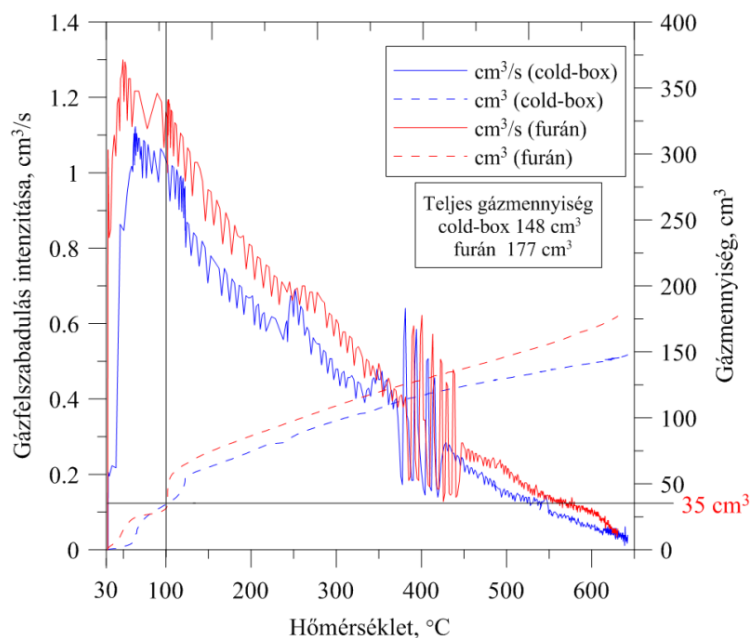
9. ábra - Az elnyelt hőmennyiség részaránya furángyanta kötésű próbatestek esetén a próbatestek középpontjában mért hőmérséklet függvényében

6.b Az általam vizsgált, üzemi körülményeknek megfelelő összetételű és tulajdonságú furángyanta kötésű formázókeverék vizsgálata során azt tapasztaltam, hogy a szabad nedvességtartalom, valamint a kötött víz elpárolgása során elnyelt hőmennyiség részaránya a próbatest átmérőjének növekedésével arányosan növekedett. Megállapítottam tehát, hogy a kötőanyagok lebomlása, illetve égése során lejátszódó hőelnyeléssel járó folyamatokat a műgyanták minősége mellett a homokmagok falvastagsága is befolyásolja.

7. Kifejlesztettem saját tervezésű mérőrendszeremet, melynek segítségével a homokkeverékekből felszabaduló gázmennyiség meghatározása mellett, egyidejűleg hőmérsékletmérés és termikus analízis is végezhető. Így lehetőségem nyílt a gázmennyiséget, illetve a gázfelszabadulás intenzitását a hőmérséklet, valamint a formázókeverékek hőtani tulajdonságainak függvényében is tanulmányozni (7.a és 7.b alpontok).

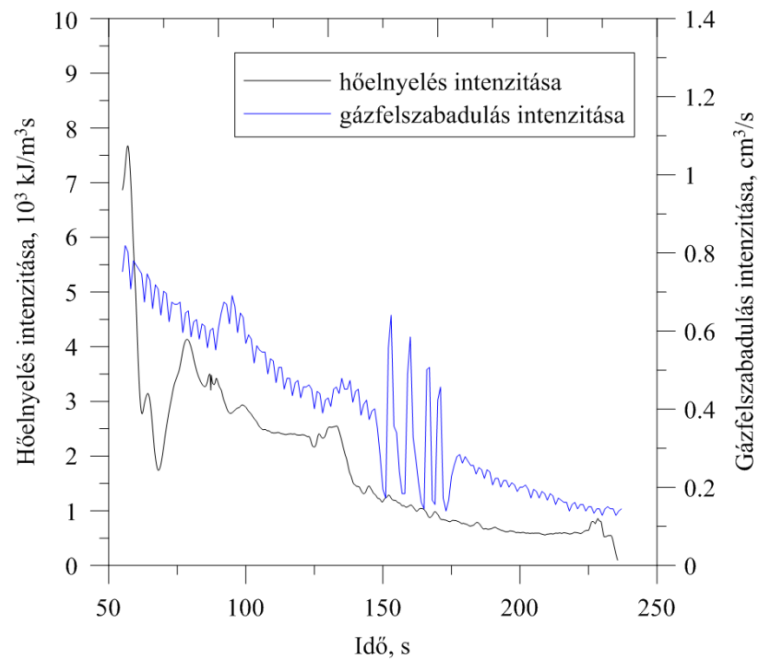
7.a Az általam vizsgált, üzemi körülményeknek megfelelő összetételű és tulajdonságú cold-box kötésű formázókeverék esetén a kötőanyag bomlásától független, szobahőmérséklettől 100 °C-ig lejátszódó folyamatok során képződő gázok mennyisége a teljes felszabaduló gázmennyiség 25%-át képezi.

Azonos feltételek mellett, furángyanta kötésű formázókeverék esetén a kötőanyag bomlásától független, szobahőmérséklettől 100 °C-ig lejátszódó folyamatok során képződő gázok mennyisége a teljes felszabaduló gázmennyiség 20%-át képezi.

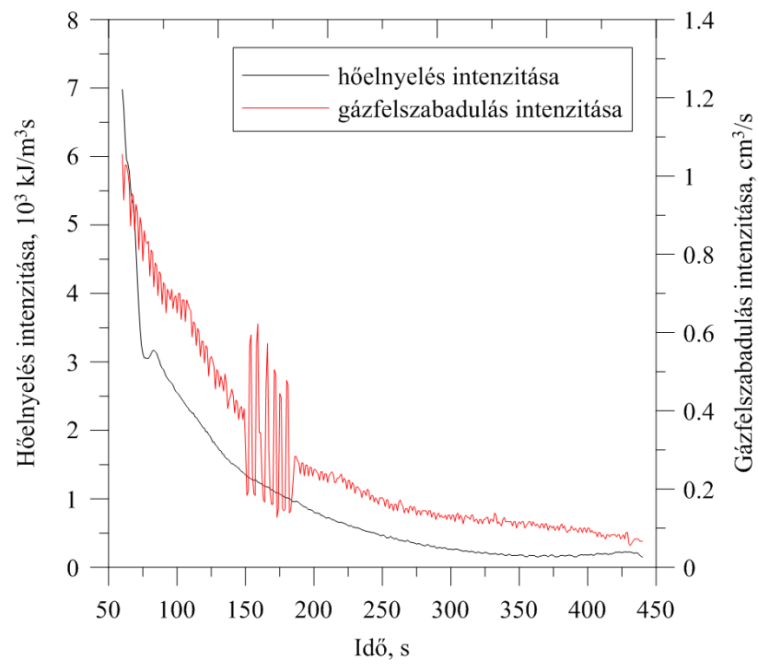


10. ábra - Gázmennyiség, illetve a gázfelszabadulás intenzitása cold-box, illetve furángyanta kötésű próbatest esetén a próbatestek középpontjában mért hőmérséklet függvényében

7.b Megállapítottam, hogy az egyes kötőanyag alkotók lebomlási folyamatait jelző maximum csúcsok a hőelnyelés intenzitását, valamint a gázfelszabadulás intenzitását idő függvényében ábrázoló görbéken egyaránt megjelennek, a gázfelszabadulás intenzitásának maximum értékei azonban időben késve követik a hőelnyelés intenzitásának maximum értékeit.



11. ábra - A hőelnyelés, illetve a gázfelszabadulás intenzitása cold-box kötésű próbatest esetén az idő függvényében



12. ábra - A hőelnyelés, illetve a gázfelszabadulás intenzitása furángyanta kötésű próbatest esetén az idő függvényében

4. AZ ÉRTEKEZÉS TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEINEK JELENTŐSÉGE ÉS HASZNOSÍTÁSUK LEHETŐSÉGEI

A tézisekben megfogalmazott tudományos eredmények bővítik a formázókeverékekkel kapcsolatos ismereteinket. Kutatásaim fő iránya és módszerei megfelelnek a téma aktuális kutatási trendjének.

Az 1-4. tézisekben megfogalmazottak alapján az öntöttvas foszfortartalmának szakirodalomból ismert szerepe mellett, a formázókeverékek kén tartalmának is jelentős szerepe van a penetrációs öntvényfelületi hibák kialakulásában. A kén (mint felületaktív elem) hatása súlyozottabban jelentkezik, ha a formázókeverékből kerül az öntvényfelülethez közeli rétegbe. Ennek elsősorban olyan formázókeverék rendszerek gyártástechnológiájában van jelentősége, amelyeknél katalizátorként magas kén tartamú gázokat, vagy savakat (SO_2 , SO_3 , para-toluol-szulfonsav) használnak. Az ilyen keverékeknél helyenként előfordulhat magasabb kén tartalom, ami az öntvény felülethez közeli rétegében dermedési anomália és/vagy penetrációs öntvényfelületi hibák kialakulását eredményezheti.

A 5. és 6. tézisekben ismertetett eredmények öntészeti szempontból új ismeretekkel szolgálnak a műgyanták lebomlási folyamatairól. A Fourier-féle termikus analízisre épülő módszerrel meghatározott hőfizikai tulajdonságok segítségével a kereskedelmi forgalomban lévő szimulációs szoftverek adatbázisa pontosítható és/vagy bővíthető, mivel az ilyen programokban a formázókeverékekre vonatkozó hőfizikai alapadatok pontatlanok, vagy mesterségesen generáltak. A homokkeverékekben konduktív által történő hőszállítás matematikai megfogalmazásával, illetve modellezésével, egy újfajta szimulációs program kifejlesztésének első lépései tehetőek meg.

A 7. és 7.a tétel az általam tervezett gáz mennyiség mérő berendezés újdonságát, valamint a gáz felszabadulással járó folyamatok hőmérsékletfüggésének fontosságát foglalja össze. Az öntés során a kötőanyag lebomlásához közvetlenül kapcsolódó és attól független, gázképződéssel járó folyamatok szétválasztása segítségével a valósághoz jobban közelítő kép alkotható a formák és magok felhevülési és bomlási folyamatairól. A gáz mennyiségének és a gáz felszabadulás intenzitásának méréssel történő meghatározása alapján lehetőség nyílik a homokkeverékekben konvekció útján történő hőszállítás matematikai megfogalmazására, illetve modellezésére, ami az említett szimulációs program fejlesztésének következő fontos lépése lehet.

A 7.b tételben szereplő eredmények a hőelnyeléssel, valamint a gáz felszabadulással járó folyamatok közötti összefüggésre mutat rá, amely a formázókeverékek felhevülésének és lebomlásának szimulációjára alkalmas szoftver működésének a kulcsa. A hőfizikai, valamint a gázképződéssel járó folyamatok kapcsolatának tisztázáshoz újabb kiterjedt kísérletsorozatokra van szükség, főként a napjainkban egyre nagyobb teret hódító szerves formázókeverékek területén.

Az értekezésben foglalt eredmények eddig 1 MSc diplomaterv elkészítésénél hasznosultak.

5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Szakeikkek:

1. *Svidró József Tamás*: A kén hatása a penetrációs öntvényfelületi hibák kialakulására
Miskolci Egyetem Közleményei, II.kötet 35.sz. 1.füzet, Anyagmérnöki Tudományok 2010. old. 65-75. HU ISSN 1789-7661
2. *Svidró József Tamás*: Burn-on surface defects of iron castings
Miskolci Egyetem Közleményei, II.kötet 35.sz. 2.füzet, Anyagmérnöki Tudományok 2010. old. 49-59. HU ISSN 1789-7661
3. *Svidró József Tamás*: The Effect of Sulphur Content in Chemical Bonded Sand Mould on the Mechanism of Penetration
Giessereiforschung/International Foundry Research
no.4. 2010. old. 32-41. ISSN 0046-5933
4. *Svidró József Tamás*: Studying Binder Decomposition Characteristics in Resin Bonded Moulding Materials Through Core Gas Measurement
Giessereiforschung/International Foundry Research
no.4. 2011.

Szóbeli előadások:

1. *Svidró József Tamás*: Ráégeses felületi hibák kialakulása vasöntvények felületén
Miskolci Egyetem, Doktorandusz Fórum, 2008.11.13.
2. *Svidró József Tamás*: Investigation of Gas Pressure Rised During Pouring in Sand Moulds, XIII. microCAD International Scientific Conference, Miskolc, 2009.03.19.
3. *Svidró József Tamás*: Burn-on surface defects of iron castings
VI. International PhD World Foundry Conferece, Brno, Csehország
2009.06.03.
4. *Svidró József Tamás*: Homokformában az öntés során fellépő gáznyomás vizsgálata, XX. Magyar Öntőnapok, Tapolca, 2009.10.11.
5. *Svidró József Tamás*: Measurement of Gas Pressure Evolved on Chemically Bonded Sand Mould/Molten Aluminium Interface,
XXIV. microCAD International Scientific Conference, Miskolc, 2010.03.18-20.
6. *Svidró József Tamás*: The Effect of Sulphur Content in Chemically Bonded Sand Moulds on the Mechanism of Penetration
VII. International PhD World Foundry Conference, Brno, Csehország
2010.06.24.
7. *Svidró József Tamás*: Studying Binder Decomposition Characteristics in Chemically Bonded Moulding Materials Through Gas Evolution Measurement
VIII. International PhD World Foundry Conference, Brno, Csehország
2011.06.07.