

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



**JÁRMŰIPARI ÖNTÉSZETI ALSI-  
ÖTVÖZETEK TULAJDONSÁGAINAK  
VIZSGÁLATA**

Ph.D. értekezés tézisei

**Szombatfalvy Anna**  
okleveles kohómérnök

Tudományos vezető:

**Dr. Dúl Jenő**  
egyetemi docens

Miskolc  
2012.

## 1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK

Napjainkban, amikor több millió személyautót, motorkerékpárt gyártanak évente, és a környezetvédelmi előírások szigorítása a konstruktőröket komoly kihívások elé állítja, minden olyan téma rendkívül aktuális, mely járműipari öntvényekkel, illetve ezen öntvények gyártástechnológiájának felülvizsgálatával, fejlesztésével foglalkozik. A gyártástechnológia megalkotása során törekedni kell a költség- és környezethatékony megoldásokra. Az autóiipari beszállítóknak egyre inkább szembe kell nézniük azzal a ténnyel, hogy az autógyárak elsődleges célja a minél nagyobb teljesítményű, de minél kisebb tömegű alkatrészek kifejlesztése. Ebbe a körbe taroznak a gépjárművek alumíniumöntvényből kokillába öntött, biztonsági szempontból fontos alkatrészei, pl. a fékházak, főfékhengerek, lengőkarok, felfüggesztők stb.

A járműipari alkatrész-előállítás területén csúcstechnológiai szintű gyártás folyik. A járműipari biztonsági alkatrészek öntvényeivel szemben támasztott követelmények igen szigorúak, azoknak belső folytonossági hibáktól, gázporozitástól, fogyási üregektől és lunkertől mentesnek kell lenniük, emellett kimagasló szilárdsági tulajdonságokkal kell rendelkezniük. A kimagasló szilárdsági követelmények teljesítéséhez azonban folyamatos technológiai fejlesztés, magas szintű gyártási fegyelem szükséges. Az alumíniumöntvényekből kokillába öntött biztonsági öntvények inhomogén szövetszerkezetűek, szilárdsági tulajdonságaik a kristályosodás közben kialakult szemcsék méretétől, eloszlásától, valamint a folytonossági hibának számító gáz- és nemfémes zárványok szilárdságcsökkentő hatásától függenek. Tapasztalatok szerint az öntvényekben előforduló zárványok kialakulása vagy a porozitásképződési hajlam összefügg az olvadékok szennyezőelem tartalmával. Az üzemi gyakorlat a szennyezőelemek szabvány által előírt határértékeinek betartását követeli meg, ugyanakkor az alapanyagok előállítási technológiájától függően nagy eltérések tapasztalhatók ezen elemek előfordulásában.

**A disszertációm célja az öntészeti alumínium-szilícium olvadékok gáztartalmának és zárványtartalmának vizsgálata, a vizsgálati módszerek áttekintése és az öntődei körülmények közötti technológiai hatások kimutatása. Mivel a zárványtartalom a tapasztalatok szerint összefügg az olvadékok gáztalanító és szerkezetfinomító kezelésével, a vizsgálataim ezek hatásainak kimutatására és a zárványtartalom csökkentésének lehetőségeire is irányultak.**

**Kísérleti munkám első részében a járműipari öntészeti alumínium-szilícium olvadékok oldott hidrogéngáz tartalmát vizsgáltam a Foseco cég által kifejlesztett Alspek H nevű hidrogénszenzorral, illetve egy, az ún. sűrűségindexet meghatározó berendezéssel. A két mérési módszer eredményei között összefüggéseket kerestem; valamint célom volt a**

berendezések előnyeinek és hátrányainak megismerése, gyakorlati alkalmazásuk indokoltságának bemutatása és ez által a gyártási biztonság növelése, a selejt csökkentése.

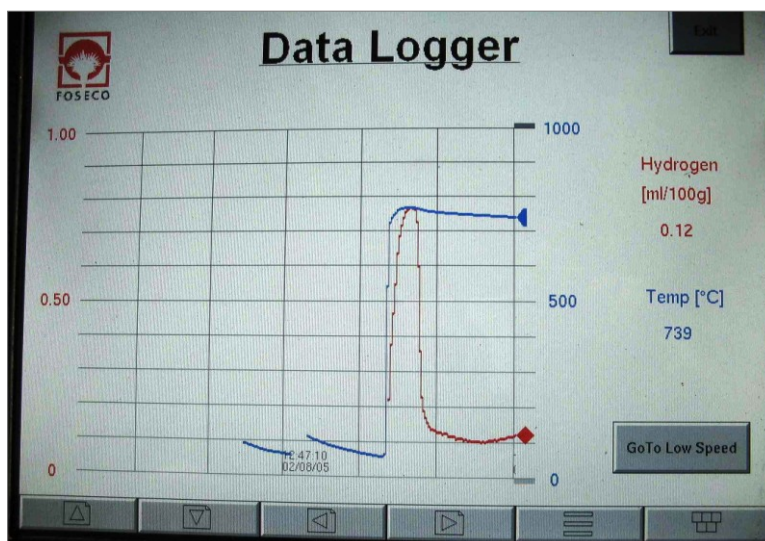
A kísérleti munka további célja volt, hogy vizsgáljam a rotoros gáztalanítás zárványcsökkentő hatását, és összefüggéseket állapítsak meg az olvadékok gáztalanító kezelésével elérhető hidrogéntartalom, sűrűségi index és az öntvényhibák között. Az olvadékok gáztalanító kezelése és a Prefil-berendezéssel végzett szűréses zárványtartalom vizsgálatok mérési eredményeinek összehasonlító kiértékelése különböző technológiai körülmények esetén nem csak az olvadékkezelés optimalizálását segítették elő, hanem új összefüggések megállapítását is lehetővé tették.

## 2. A DOKTORI KUTATÓMUNKA KERETÉBEN ELVÉGZETT KÍSÉRLETEK

Kísérleteim első részében a járműipari, öntészeti AlSi-olvadékokban oldott hidrogén kimutatására alkalmas Alspek H hidrogénszenzor közvetlen vizsgálati módszerét összehasonlítottam a közvetett MK sűrűségindex vizsgálati módszerrel. A metallurgiai fázisban AlSi7Mg-Sb és AlSi9Cu3-Na ötvözetek olvadékainak vizsgálatát végeztem el.

A két különböző ötvözetet két különböző típusú olvasztókemencében olvasztják meg üzemi körülmények között. A gáztalanítási idő mindkét ötvözet esetében 12 perc volt és a méréseket kihordó üstben végeztem el, rotoros gáztalanítás előtt, illetve után vettem mintákat.

**Megvizsgáltam a hőtartó kemencébe átöntött és ott tárolt olvadék oldott hidrogén-tartalmának a változását.** Az olvadékot teknő formájú, felülfűtésű, 2 zsebes hőtartó kemencében tárolják. A hőtartó kemencében lévő olvadék oldott hidrogén-tartalmára vonatkozóan olyan szándékos beavatkozásokat végeztem, melyek üzemi körülmények között előfordulhatnak és növelik az olvadék gáztartalmát. A hőtartó kemencébe az utánöntést gáztalanítás nélküli olvadékot tartalmazó üstből végezték és folyamatosan mértem az olvadék gáztartalmát. Gáztalanítás nélküli olvadékot tartalmazó üstből való utánöntés üzemi körülmények között bármikor előfordulhat, ezért volt fontos annak megállapítása, hogy mekkora mennyiségű gáztalanítás nélküli olvadék utánöntése okoz selejtgyártást. Az 1. ábrán látható az Alspek H hidrogénszenzor által felvett görbe, ami az oldott hidrogén-tartalom változását mutatja gáztalanítás közben.



1. ábra Az ALSPEK oldott hidrogén-tartalom változása gáztalanító kezelés közben

A stroncium-tartalom hatásának vizsgálata azért volt fontos, mert szakirodalmi adatok alapján a stronciumos olvadék gázfelvevő képessége megnő. A formálógázzal történő hidrogén bevitel üzemi alkalmazásának a célja, hogy a gravitációs öntés esetén, a kitáplálatlan anyaghalmozódási helyeken a megszilárdulás közben kialakuló zsugorodás miatt viszonylag nagy lunker helyett a hidrogén-buborékok kiválásához kapcsolódóan sok apró üreg, porozitást jöjjön létre. A formálógáz összetételét tekintve nitrogén gáz, mely max. 5 % hidrogént tartalmaz. A gáztalanítás előtt és utána elvégzett mérések eredményei azt mutatták, hogy a sűrűségindex esetén a változás 70-95 % között, míg oldott hidrogén-tartalom esetén a változás 30-80 % között van.

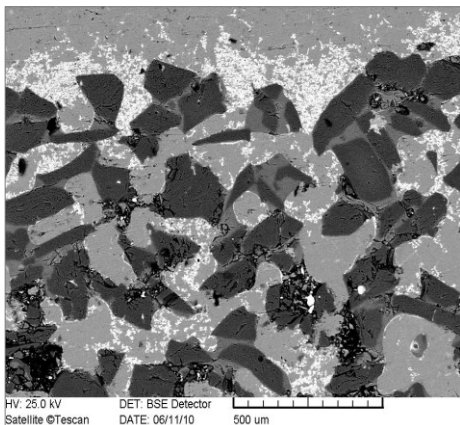
Kísérleteim második részében különböző rotorok hatásfokának összehasonlító vizsgálatát végeztem el különböző gépbeállítási paraméterek és különböző ötvözetek esetén, azaz változtattam a rotor fordulatszámát és a kezelési időt. Az olvadék hidrogén-tartalmát mind sűrűségindex, mind hidrogénszenzorral mértem, így amellet, hogy információt kaptam a különböző rotorok hatásfokáról, a direkt és indirekt gáztalanítási módszer további vizsgálatára és a kapott eredmények közötti összefüggések keresésére is lehetőségem nyílt.

A vizsgált ötvözetek: AlSi10Mg, AlSi9Cu3 és AlSi8Cu3.

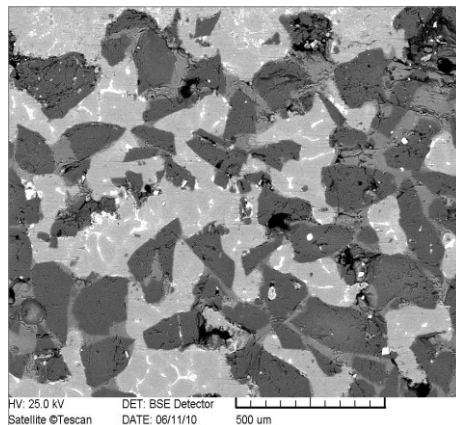
Kísérleteim harmadik részében a különböző rotoros gáztalanító kezelések hatását vizsgáltam az olvadék minőségére és zárványtartalmára. A rotoros gáztalanító kezelések hatásaként azt várjuk, hogy az olvadéknak nem csak az oldott hidrogéngáz-tartalma csökken, hanem a zárványtartalma is. Céлом volt, hogy összefüggést találjak az olvadék rotoros gáztalanító kezelése és a zárványtartalma között. Ezekhez a kísérletekhez Prefil-berendezéssel mértük az olvadék minőségét, azaz az átfolyási jellemzőket. A Prefil vizsgálati módszer során egy kis méretű kvarchomok szűrőn keresztül vákuummal szűrünk át 1,4 kg olvadékat egy gyűjtőedénybe, a berendezés ez idő alatt felveszi a szűrési görbét, azaz információt kapunk az egységnyi idő alatt átszívott fém mennyiségéről. A kísérletek során 3 típusú AlSi8Cu3, AlSi7Mg és AlSi5Cu3 ötvözetet vizsgáltunk. Az AlSi8Cu3 típusú ötvözet esetén a módosítóanyag-tartalom: 200-250 ppm Sr, az AlSi7Mg típusú ötvözet esetén: 1200 ppm Sb és az AlSi5Cu3 típusú ötvözet esetén: 80 ppm Sr volt.

A 200-250 ppm Sr-, vagy a 1200 ppm Sb-tartalmú olvadékok nitrogénnel végzett rotoros gáztalanító kezelése azt tapasztaltam, hogy a gáztalanító kezelés után rosszabbak az olvadék szűrővel minősített átfolyási tulajdonságai, mint a gáztalanítás előtt. Ezért ennek a kontroll-vizsgálatára végeztem el olyan kísérleteket, ahol nitrogén helyett argonnal történt a

gáztalanítás. Az argon nemesgáz, mely nem lép reakcióba más elemekkel úgy, mint a nitrogén. A 2. ábra tartalmazza az AlSi7Mg (1200 ppm Sb) ötvözetből vett Prefil-próbák elektronmikroszkópos felvételeit nitrogénes, illetve argonos gáztalanítást követően.



nitrogénes gáztalanítást követően



argonos gáztalanítást követően

2. ábra

Prefil-próba elektronmikroszkópos felvétele AlSi7Mg (1200 ppm Sr) ötvözet esetén

Üzemi viszonyok között alkalmazott Sr- és Sb-mennyiség mellett elvégeztem újabb kontrollvizsgálatot olyan ötvözet esetén, mely alacsonyabb mennyiségű módosítóanyagot, jelen esetben stronciumot tartalmazott annak megállapítására, hogy a nitrogénes gáztalanító kezelés hatására hogyan változik a Prefil-átfolyási tulajdonságok. Annak ellenére, hogy üzemi körülmények között 200-250 ppm stronciumot adagolnak, az alacsonyabb módosítóanyag-tartalom adagolását az is indokolja, hogy a több stronciumot tartalmazó olvadék gázfelvevő képessége megnő.

### 3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megvizsgáltam a járműipari öntészeti alumínium-szilícium olvadékok oldott hidrogéngáz kimutatására alkalmas direkt és indirekt módszerekkel kapott eredmények közötti összefüggéseket.
  - 1.1. A sűrűségindex indirekt mérési módszer a nagyobb változási arány miatt sokkal nagyobb pontossággal mutatja az olvadék oldott gáztartalmának változását, mint a hidrogénszondás direkt mérési módszer.
  - 1.2. A sűrűségindex mérési módszer eredményeihez lehet megfelelő olvadékminőséget biztosító határértékeket előírni az üzemi technológia számára, a hidrogénszondával történő mérési módszerhez ilyen határértéket nem lehet megállapítani. Az általam vizsgált járműipari öntészeti alumínium-szilícium olvadékok nitrogénes rotoros gáztalanító kezelése mellett a sűrűségindex határértéke 2%, azaz az olvadékok minősége 2% alatti sűrűségindex érték esetén megfelelő a gravitációs öntéssel történő öntvénygyártásra, a hidrogénbuborékok kiválása okozta öntvényselejt megakadályozására.
  - 1.3. Az általam elvégzett kísérletek alapján a hidrogénszonda az oldott hidrogéntartalom beavatkozás és folyamat közbeni változásának kimutatására alkalmas, segíti a gáztalanítási paraméterek, főleg az időtartam beállítását, de a gáztalanított olvadék végső hidrogéntartalmának kimutatásánál nagy mérési ingadozás, szórás tapasztalható.
  - 1.4. A járműipari öntészeti alumínium-szilícium olvadékok estén a sűrűségindex értékek és a hidrogénszennel mért oldott hidrogéntartalom között nem állapítható meg szoros összefüggés, különösen érvényes ez a gáztalanítás előtti olvadékokra. A gáztalanítás utáni olvadékok lecsökkent sűrűségindex értékek és az oldott hidrogéntartalom szűk tartományában szoros összefüggés, egyenes arányosság állapítható meg.
2. Megvizsgáltam az üzemi technológia szerint alkalmazott különböző geometriájú rotorok gáztalanítási hatékonyságát. A kísérletek során különböző gyártású és geometriájú rotorok összehasonlítását végeztem el, az olvadék hidrogéntartalmát pedig mind indirekt sűrűségindex módszerrel, mind direkt hidrogénszondával mértem. A rotoros gáztalanításhoz alkalmazott rotorok geometriai fejlesztése a minél rövidebb gáztalanítási idő elérése érdekében történik.
  - 2.1 A vizsgálatba bevont különböző geometriai kialakítású rotorok a sűrűségindex értékek és az oldott hidrogéntartalom mérési eredmények alapján, az alkalmazott paraméterek mellett, lényeges gáztalanítási hatékonyság eltérést nem mutatnak.
  - 2.2 A vizsgált járműipari öntészeti ötvözet (AlSi9Cu3) és technológiai körülmények alapján a legjobb eredményt az oldott hidrogéntartalom és a sűrűségindex mérési eredmények változásának a kezdeti értékekhez viszonyított aránya alapján a nagyobb fordulatszám (520 fordulat/perc) és hosszabb gáztalanítási idő (15 perc) működtetési paraméterek alkalmazása esetén kaptuk.
3. Megvizsgáltam Prefil-módszerrel a rotoros gáztalanító kezelés zárványtartalomra gyakorolt hatását különböző ötvözetek, különböző gáztalanító kezelésre használt gázok (nitrogén és argon) és különböző módosítóanyag-tartalom mellett.

- 3.1 Megállapítottam, hogy a Prefil mérési módszer alkalmazásánál az átfolyt olvadék mennyisége a gáztalanító kezelést követően kevesebb, illetve a szűrőn történő átfolyási tulajdonságok rosszabbak, mint gáztalanító kezelés előtt, valamint a gáztalanító kezelés és hőntartás után. Ezek alapján a rotoros gáztalanító kezelés hatékonyan lecsökkenti az olvadék oldott hidrogéntartalmát, de nem eredményezi az olvadék zárványtartalmának csökkenését.
- 3.2 Nitrogénes gáztalanító kezelés során a feleslegben adagolt módosítóanyag (antimon, stroncium) egy része finomszemcsés vegyületfázist alkot és a Prefil-szűrő pórusait eltömíti, ez okozza az olvadék átfolyási jellemzőinek megváltozását.
- 3.3 Argonnal végzett gáztalanító kezelés során nem romlanak a Prefil-szűrés átfolyási jellemzői, és nem képződik finomszemcsés, nagy módosítóanyag-tartalmú vegyületfázis.
- 3.4 A gáztalanító kezelés optimalizálására irányuló, általam elvégzett vizsgálatok eredményei alapján megállapítottam, hogy a sűrűségindex és a Prefil mérések alapján meghatározható átlagos átfolyási sebesség között nincs kapcsolat.
- 3.5 A finomszemcsés, sok antimont tartalmazó vegyületfázis feltehetően  $\text{Al}(\text{N}_x\text{Sb}_{1-x})$  tartalmú vegyület, ahol a Sb-3 és az N-3 ionok felcserélhetik egymást az anion rácsban. Ennek a vegyületnek a határesetei az AlN és az AlSb vegyületek (Sb és N hiányában). Ez olyan hipotézis, mely nem mond ellent a kémiai termodinamikának és összhangban van a kísérleti megfigyelésekkel: átfolyási sebesség megváltozása, Prefil-szűrő REM és SEM vizsgálati eredmények.
- 3.6 A finomszemcsés, sok stronciumot tartalmazó vegyületfázis feltehetően  $(\text{Mg}_x\text{Sr}_{1-x})_3\text{N}_2$  tartalmú vegyület, amiben az  $\text{Mg}^{+2}$  és  $\text{Sr}^{+2}$  kationok felcserélhetik egymást a kationos alrácson. Ennek a vegyületnek a határesetei a  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  és a  $\text{Sr}_3\text{N}_2$  vegyületek (Sr és Mg hiányában). Ez olyan hipotézis, mely nem mond ellent a kémiai termodinamikának és összhangban van a kísérleti megfigyelésekkel: átfolyási sebesség megváltozása, Prefil-szűrő REM és SEM vizsgálati eredmények.



#### **4. AZ ÉRTEKEZÉS TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEINEK JELENTŐSÉGE ÉS HASZNOSÍTÁSUK LEHETŐSÉGEI**

A tézisekben megfogalmazott tudományos eredmények újszerű ismeretekkel bővítik a járműipari öntészeti AlSi-olvadékokkal kapcsolatos ismereteinket mind oldott gáztartalom, mind zárványtartalom tekintetében. Kutatásaim fő iránya és módszerei megfelelnek a téma aktuális kutatási irányvonalának.

Az értekezés tudományos eredményei:

- ♣ közvetlenül felhasználhatóak a BSc és MSc oktatásban,
- ♣ beépülnek a kidolgozás alatt álló akkreditált felnőttképzési tanfolyami anyagokba,
- ♣ felhasználhatóak a TÁMOP digitális tananyag elkészítése során,
- ♣ alkalmazhatóak az öntészeti szimulációs laboratórium működtetése során.

Az értekezés gyakorlati eredményei:

- ♣ a mért értékek kiértékelése után a rotoros gáztalanítás idejét AlSi7Mg-Sb ötvözet esetén sikerült 12 percről 7 percre csökkenteni, mellyel jelentős energia megtakarítás és költségcsökkenés érhető el.
- ♣ a szakirodalom részletes kutatása után kiderült, hogy a módosítóanyagok (Sr, Sb) átfolyási tulajdonságokra vonatkozó hatását nitrogénes gáztalanítás esetén Prefil-berendezéssel nem vizsgálták és az antimon- vagy stroncium-tartalmú vegyület-fázis kialakulását a nitrogénes gáztalanító kezelés közben először publikáltam.
- ♣ az elvégzett kísérletek és eredmények használatával segítséget nyújtok a járműipari öntészeti AlSi-ötvözeteket használó öntödék és az öntödei segédanyagokat gyártó cégek kutatás-fejlesztési részlege számára.

## 5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBIKÁCIÓK

<https://vm.mtmt.hu//search/slist.php?lang=0&AuthorID=10029165>

### Szakkikkek:

1. Dúl Jenő - Gyurán László - Szombatfalvy Anna: Járműipari öntészeti alumíniumolvadékok tulajdonságainak optimalizálása Bányászati és Kohászati Lapok 140.évf. 2007/3. szám 15-19. old.
2. A. Szombatfalvy, J. Dúl: Optimizing the Features of Al-Melts of Automotive Industry Casting, Materials Science and Engineering, Series II. Volume 35. (No.2) pp 75-84., 2010.06.30.
3. A. Szombatfalvy, M. Djurdjevic, J. Dúl, Gy. Fegyverneki: Optimization of the AlSr10 Master Alloy Addition into AlSi6Cu4 Alloys, Materials Science and Engineering Series II. Volume 35. (No.2) pp 85-93., 2010.06.30.
4. Anna Szombatfalvy, Dr. György Fegyverneki, Dr. Jenő Dúl: Optimierung der Schmelzebehandlung von AlSi-Gusslegierungen für Automotive-Anwendungen, Giesserei-Praxis 2011/11, Seite pp.523-533.

### Konferencia kiadványban megjelent cikkek:

1. Anna Szombatfalvy: Optimizing the Features of Al-melts of Automotive Industry Casting; 15. International Students' Day of Metallurgy, Freiberg 13-15/03/2008: Conference Issue: (75-78.p.)
2. Szombatfalvy Anna: Öntészeti Al-Si olvadékok zárványtartalmának csökkentési lehetőségei olvadékkezeléssel, Bányászati-Kohászati és Földtani Konferencia, Máramarosziget, Románia, 2009.04.04.; Kiadvány, pp 87-91. ISSN 1842-9440
3. Anna Szombatfalvy: Reduction possibilities of inclusions with melt treatment in casting Al-Si melts, International Students' Day of Metallurgy 2009, Ostrava, Cseh Köztársaság; 2009.04.24. CD-kiadvány, 12 p.
4. Anna Szombatfalvy: Inclusion examination of foundry aluminium alloys, International PhD Foundry Conference 2009, WTF 2009, 46th Foundry Days, Brno, Cseh Köztársaság; 2009.06.03. CD-kiadvány, p.12
5. Anna Szombatfalvy, Mile Djurdjevic, Jenő Dúl, György Fegyverneki: Optimization of the AlSr10 Master Alloy Addition into AlSi6Cu4 Alloys, 4th International Conference Processing and Structure of Materials, Serbia, Palic, Konferenciakiadvány pp55-50. ISBN 978-86-87183-17-9, 2010.05.27.
6. Szombatfalvy Anna, Dr. Dúl Jenő: Öntészeti Al-Si-ötözet-olvadékok tulajdonságainak vizsgálata az oldott gáztartalom és a zárványtartalom változása alapján, XII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Nagyenyed, Románia, Konferenciakiadvány pp.94-97. ISSN 1842-9440, 2010.04.10.

## **Szóbeli előadások:**

1. Szombatfalvy Anna: Stronciumos nemesítés bevezetésének üzemi vizsgálata, XIX. Magyar Öntőnapok, Lillafüred, 2007.10.14.
2. Anna Szombatfalvy: Optimizing the features of Al-melts of automotive industry casting, 44th Foundry Days, Brno, 2007. október 16-17.
3. Anna Szombatfalvy: Optimizing the Features of Al-melts of Automotive Industry Casting, 15. International Students' Day of Metallurgy, Freiberg, 2008. 03.13-15.
4. Szombatfalvy Anna: Öntészeti Al-olvadékok zárványtartalmának vizsgálata, ME Doktoranduszok Fóruma, 2008.11.13.
5. Anna Szombatfalvy: The effect of strontium to the solidification of Al-Si melts, Fifth International Conference on Solidification and Gravity Miskolc, Lillafüred 2008.09.1-4. (poszter előadás)
6. Anna Szombatfalvy: Optimizing the features of Al-melts of automobil industry casting, Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Máramarossziget; 2009.04.04. (poszter előadás)
7. Szombatfalvy Anna: Öntészeti Al-Si olvadékok zárványtartalmának csökkentési lehetőségei olvadékkezeléssel, Bányászati-Kohászati és Földtani Konferencia, Máramarossziget, Románia, 2009.04.04.
8. Anna Szombatfalvy: Reduction possibilities of inclusions with melt treatment in casting Al-Si melts, International Students' Day of Metallurgy 2009, Ostrava, Cseh Köztársaság, 2009.04.24.
9. Anna Szombatfalvy: Inclusion examination of foundry aluminium alloys, International PhD Foundry Conference 2009, WTF 2009, 46th Foundry Days, Brno, Cseh Köztársaság; 2009.06.03.
10. Szombatfalvy Anna, Dr. Dúl Jenő: Öntészeti Al-Si olvadékok zárványtartalmának csökkentési lehetőségei olvadékkezeléssel XX. Magyar Öntőnapok, Tapolca, 2009.10.11.
11. Szombatfalvy Anna, Dr. Dúl Jenő, Dr. Fegyverneki György, Garda Henrietta: Alumínium-öntvények zárványosságának okai és csökkentési lehetőségei, XX. Magyar Öntőnapok, Tapolca, 2009.10.11.
12. Anna Szombatfalvy, Mile Djurdjevic, Jenő Dúl, György Fegyverneki: Optimization of the AlSr10 Master Alloy Addition into AlSi6Cu4 Alloys szóbeli előadás angol nyelven, 4th International Conference Processing and Structure of Materials, Serbia, 2010.05.27.
13. Szombatfalvy Anna, Dr. Dúl Jenő: Öntészeti Al-Si-ötvözet-olvadékok tulajdonságainak vizsgálata az oldott gáztartalom és a zárványtartalom változása alapján, XII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Nagyenyed, Románia, 2010.04.10.
14. Szombatfalvy Anna, Dr. Dúl Jenő, Dr. Fegyverneki György: Olvadékkezelés hatékonyságának vizsgálata, XXI. Magyar Öntőnapok, Győr, 2011. október 14-16.

## Summary

In the area of safety parts of automotive industry most companies and foundries use high technology manufacturing. According to the requirements the castings must be free of internal continuity defects, gas porosity, contraction cavity, shrinkage cavity and inclusions. At the same time they must also have good mechanical properties. Experience shows that the main defect is usually gas porosity. This is generated by the segregation of dissolved hydrogen gas in the melt which can be prevented by degassing treatment. To achieve good mechanical properties continuous technological development and high level of production discipline is required.

The main goal of the first part of my Ph.D. research work was to find a connection between the results of Alspek H hydrogen sensor and the measurement results of the density index. I also studied the advantages and disadvantages of these devices, and how justified their use is in practice, and how they effect manufacture safety and the rate of scrap.

The goal of the second part of my Ph.D. research work was to optimize the melt treatment of automotive industry AlSi-castings. I investigated 3 different degassing rotors with different operational parameters.

Castings poured from AlSi-melts into gravity die don't have homogeneous structure. Their mechanical properties depend on the size and distribution of the grains evolved during the crystallization process, and also on the strength reducing effects of gas and non-metallic inclusions.

The goal of the third part of my my Ph.D. research work was to investigate the inclusion content of AlSi melts focusing on the examination methods and the foundry technology effects. Experience shows that the inclusion content relates with degassing and grain refining treatments. I studied the effect of melt treatments during my examinations and analysed the reduction possibilities of inclusions. I tried to establish a connection between the degassing treatment and the inclusion content of the melt. I also compared the Prefil measurement results for different alloys and with different modifiers (Sr, Sb). In each case the experiments were made in gravity die foundries that produce automotive castings. The investigated alloys were AlSi8Cu3 (200-250 ppm Sr), AlSi7Mg (1200 ppm Sb) and AlSi5Cu3 (80 ppm Sr).

I have determined that the main advantage of the Alspek H device is that it can continuously measure the changes of dissolved hydrogen contents. Using this device it's possible to establish a technological procedure which ensures scrap free casting manufacturing.

The flow properties of AlSi8Cu3 (200-250 ppm Sr), AlSi7Mg (1200 ppm Sb) and AlSi5Cu3 (80 ppm Sr) alloys are different. After the degassing treatment the flow properties of AlSi8Cu3 (200-250 ppm Sr) and AlSi7Mg (1200 ppm Sb) alloys are significantly worse. Surprisingly this is the opposite of what I expected and what can be found in the literature. The degassing treatment should have improved the melt quality. This phenomenon in case of AlSi5Cu3 alloy with 80 ppm Sr-content was not observed.

I investigated the Prefil filter for all alloys using REM and SEM. I found that during the degassing treatment the number of small inclusions in the melt are increasing. The small inculsions accumulate above the filter and clog the pores of it. This phenomenon greatly reduces the flow rate of the melt.

The tests were also carried out with argon degassing treatment for AlSi7Mg (1200 ppm Sb) alloy. In this case the flow rate has not decreased after the degassing treatment. This is the opposite that was experienced for AlSi7Mg (1200 ppm Sb) and AlSi8Cu3 (200-250 ppm Sr) alloys after nitrogen treatment. During argon degassing the number of small inclusions didn't increase. The melt had similar or better flow properties compared to nitrogen degassing.

I found that under foundry conditions intermetallic compounds precipitate during nitrogen degassing treatment for Al-Si-Mg melts with high Sr- or Sb- content. These compounds did not precipitate during argon degassing treatment or if the Sr- or the Sb-content was low.