

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



**SZERKEZETI INHOMOGENITÁSOK CSÖKKENTÉSE
GÖMBGRAFITOS ÖNTÖTTVASAK GYÁRTÁSÁNÁL**

Ph.D. értekezés tézisei

Mezőlné Sinka Tünde
okleveles kohómérnök

Tudományos vezető:

Dr. Dúl Jenő
egyetemi docens

Miskolci Egyetem
Metallurgiai és Öntészeti Intézet

Miskolc
2014

I. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK

Az öntvény felhasználók, konstruktőrök törekvése az autóiipari gömbgrafitos öntvények fejlesztése kapcsán az alkatrészek tömegének csökkentése. Ennek megvalósítására az öntvény geometria tervezési szempontja egyrészt falvastagság csökkentése, másrészt a korábban több darabból összeszerelt alkatrészek egy darabból való öntése. Ezzel az öntvény geometria jelentősen bonyolultabbá válik. A megváltozott geometriához azonban ugyanazon, vagy még magasabb mechanikai tulajdonság követelményeket írnak elő. Ezek teljesülését az öntvény, és a gyártási technológia fejlesztésével lehet elérni és a mechanikai paramétereket folyamat biztosan tartani. A mechanikai tulajdonságok elvárt teljesülésének alapvető feltétele az egymásra épülő előállítási folyamatok összehangoltsága. Ellenkező esetben megjelennek a szerkezeti inhomogenitások.

Doktori kutatómunkám a szerkezeti inhomogenitások csökkentésének módjait, a nagy szilárdságú gömbgrafitos öntöttvas minőségnek a metallurgiai fejlesztését mutatja be.

Ezek megvalósítására metallográfiai folyamat felügyeletre alapuló technológiai fejlesztéseket végeztem, csíráállapottal, gömbösítő kezeléssel és csíráképző módosítás technológiájával foglalkoztam, és olvadék összetételi követelményeket jelöltem meg a munkaadóm által gyártott járműipari gömbgrafitos vasöntvények különleges mechanikai követelményeinek eléréséhez és üzembiztos, nagy sorozatban való gyártásához. A fenti kutatások eredményeit a gyártásba bevezettük, az elvárt mechanikai paraméterek teljesülnek.

Doktori kutatómunkám célja a gömbgrafitos öntöttvas öntvény gyártási feltételeinek kidolgozása, mely a mechanikai tulajdonságok csökkenését előidéző grafit hibákat és szerkezeti inhomogenitásokat, nem, vagy csak a minimális mértékben tartalmazza. Ennek megfelelően a metallurgiai folyamatok olyan fejlesztését végeztem el, melyek elősegítik a szabványban rögzített tulajdonságokhoz képest növelt nyúlás folyamat biztos elérését nagy szakító szilárdságú, perlit-ferrites mátrix esetén.

A kutató munkám eredményei alapján várható, hogy a termék tervezés fázisában, a konstruktőr erre az anyagminőségre tervezve, súlycsökkentést valósíthat meg, változatlan vagy emelt igénybevételi feltételek mellett.

II. KÍSÉRLETI KÖRÜLMÉNYEK

Kutató munkám üzemi technológiai viszonyok között elvégzett kísérleteken alapul, melyek a Busch-Hungária Kft. technológiai viszonyaihoz igazodtak. A kísérleti adagok gyártásai a széria gyártási technológiájával történtek, 1,8 tonnás adagokként. Doktori kutatómunkám eredményeihez az öntvényből történő mechanikai és metallográfiai elemzések kiértékelései vezettek, a laborvizsgálatok a cég metallurgiai és mechanikai laboratóriumában, másrészt külsős kutató laboratóriumokat bevonva készültek el.

Doktori kutatómunkám során végzett fejlesztések jelentős részét a 2010-ben új termékként bevezetésre került teherautó hátsó futómű biztonsági alkatrésze, a féknyereg öntvény anyagminőségén és vizsgálatain keresztül mutatom be. (2.sz ábra)



1. ábra BPW ECO Disc fékrendszer

A termékre a szabványban előírtnál magasabb mechanikai tulajdonság követelményeket írnak elő.

1. táblázat A szabványos és a Busch-Hungária 650-6 anyagminőség összehasonlítása

	EN GJS 600-3	EN GJS 700-2	B-H 650-6
R_m (MPa)	600	700	650
R_{p0.2} (MPa)	360	410	390
A₅ (%)	3	2	6
HB	190-270	225-305	200-260

Ezek teljesülését az öntvény szövetszerkezet és a gyártási technológia fejlesztésével lehet elérni és a mechanikai paramétereket folyamat biztosan tartani.

A felület közeli szerkezeti inhomogenitások típusai

Vizsgálattal megállapítottam, hogy a kontúrfelület alatti üregekben kvarchomok-szemcsék és a gömbösítő kezelő-anyag, valamint a csíráképző beoltó-anyag reakcióképes, komplex vegyületek találhatóak.

Megállapítottam, hogy a fásasztásos töréshez tartozó ciklusok száma összefügg az öntvény felületi inhomogenitások kialakulásával.

Mg-os kezeléssel és kezelő anyaggal összefüggő inhomogenitások

Kísérleteket végeztem a segédöntvözetet takaró anyag kihozatalt befolyásoló hatásának vizsgálatára.

A gömbösítő kezelés technológiájának fejlesztésével nemcsak az olvadék összetételének stabilizálását lehetett elérni, hanem jelentős kezelőanyag megtakarítással járt, ami a FeSi-vel takart eljáráshoz képest átlagosan 3 kg/kezelés, miközben a grafitkép mérhető tulajdonságai is kedvezőbbek (gömbösödési fok).

Csíráképző módosító anyaggal és ennek beviteli technológiájával összefüggő szerkezeti inhomogenitások

Doktori kutató munkámban vizsgáltam a csíráképző módosítás hatékonyságát a grafit gömbök számának meghatározása alapján.

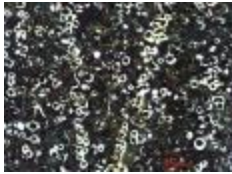
A kutató munkám keretében kidolgoztam a Tundish üstből az öntőüstbe történő átöntéshez kapcsolódó módosítás módszerét és hatás vizsgálatát.

A kísérleti program keretében gyártott adagok esetében vizsgáltam a kristályosodás folyamatát termikus elemzéssel, a lecsengési idő változását, és a grafit gömbök darabszámát, és morfológiai jellemzőit.

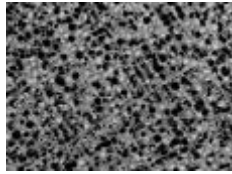
Az öntvényen belüli grafit- és szövet szerkezeti inhomogenitások

A doktori kutató munkámhoz tartozó különböző járműipari gömbgrafitos öntvényekből kimunkált szakító pálcák előírtnál kisebb szilárdsági eredményei, különösen a nyúlása, az öntvény belső szerkezeti inhomogenitása esetén volt előírt érték alatti. Az így feltárt öntvényen belüli szerkezeti inhomogenitások, a kristályosodás és a kialakuló szövetszerkezet hibáival hozhatóak kapcsolatba, ezek jellegzetes típusai a: chunky grafit, dendrites szerkezet, soros elrendeződés. (2. sz ábra)

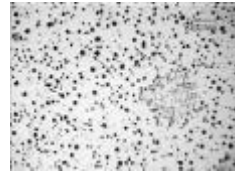
A továbbiakban ezeket a belső szerkezeti inhomogenitások kialakulásának okait és a megszüntetéshez szükséges kísérleti munkámat és ez alapján megvalósított technológiai fejlesztést végeztem el.



a.) soros elrendeződés



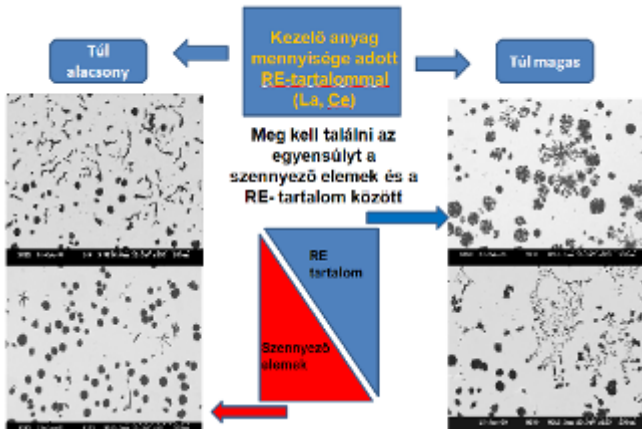
b.) dendrites szerkezet



c.) chunky grafit

2. ábra

Doktori kutató munkámban a ritkaföldfém Mg szennyező elem egyensúly biztosítására kísérleteket végeztem, komplex kezelő anyag alkalmazásának a bevezetésére, melynek lényege hogy 2 különböző kezelő anyagot alkalmazunk, melyek közül az egyik RE mentes, a másik meghatározott RE tartalmú.



3. ábra Metallográfiai hibák megjelenése a kezelőanyag- ritkaföldfém egyensúly hiányakor

Kidolgoztam a két különböző kezelő anyag szükséges mennyiségének számítási módszerét, melynek lényege, hogy a RE tartalmazó segédötvetből annyit adagolunk, amennyi az alapvasban található szennyező elem közömbösítéséhez szükséges, és az ezzel bevitt Mg figyelembe vételével határozzuk meg a RE mentes kezelő anyag szükséges mennyiségét a előírt Mg tartalomhoz igazodóan (az olvadék S és O tartalmát, a leégést figyelembe véve). Ehhez számoló táblázatot dolgoztam ki.

A gömbgrafitos szövetképen az eutektikus dendrites szerkezet felismerése nem könnyű feladat, mikroszkópi csiszolaton nagy nagyításban egyáltalán nem látszik. Leginkább felismerhető a hibajelenség a szakító pálcá

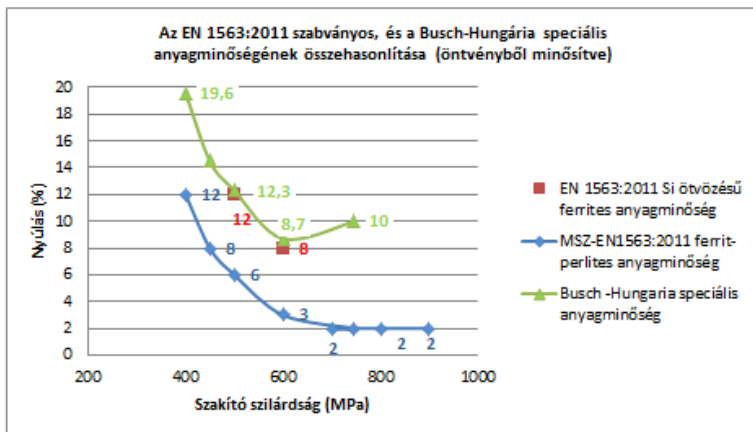
töretfelületének sztereo mikroszkópos vizsgálatával. A soros elrendeződés a mechanikai tulajdonságok drasztikus csökkenéséhez vezet. A reakcióképes salak jelenlétével összefüggésben levő soros gömbgrafit elrendeződés a metallurgiai fejlesztésekkel kiküszöbölhetővé vált.

A fenti probléma alapján a Busch-Hungária Kft a rendszeréből kivette a Junker öntőüstöt és PUMA öntőgép alkalmazására tért át, amely csőrös, gáttal ellátott, billentős rendszerű, cseréje műszakonként megoldható, és a kezelt olvadék teljes felhasználása vagy kármentőbe kiöntése megoldott.

A gömbgrafit vonalas elrendeződésének felismerése nem könnyű feladat, mikroszkópi csiszolaton nagy nagyításban egyáltalán nem látszik. Leginkább felismerhető a hibajelenség a szakító pálca töretfelületének sztereo mikroszkópos vizsgálatával. Az eutektikus dendrites szerkezet a mechanikai tulajdonságok drasztikus csökkenéséhez vezet.

A hőcentrumban a dendrites elrendeződés a gyártástechnológiai fejlesztésekkel kiküszöbölhetővé vált, megszüntetésére az irányított dermedés megváltoztatása, egy táplálástechnológiai módosítás volt a megoldás.

A fentiekben bemutatott doktori kutatásaim eredményeinek megvalósításával, a szerkezeti inhomogenitások kiküszöbölésével és a gömb alak és eloszlás javításával a Busch-Hungária Kft. nagy szilárdságú öntöttvas termékeinek mechanikai paraméterei jóval meghaladják a szabványban előírt értékeket. Ezt mutatja be a 4. ábra.



4. ábra Az EN 1563:2011 szabványos, és a Busch-Hungária speciális anyagminőségének összehasonlítása (öntvényből minősítve)

III. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Tézis

Az öntvény terheléses vizsgálatánál a töréshez tartozó ciklusszámot a felületközeleli inhomogenitások jelenléte csökkenti.

Az öntvény-forma határfelületén található inhomogenitások a gömbösítő kezelés során képződő salak és a formázó anyag reakciójának eredményeként alakulnak ki, melyhez gázképződés és felület alatti üreg kialakulása társul.

2. Tézis

A Tundish üstben végzett magnéziumos gömbösítő kezeléskor a növelt szilárdsági tulajdonságok elérését biztosító gömbgrafit darabszámot és méretet a kezelőanyag hasznosulásának a javítása és egyenletessé tétele biztosítja.

A FeSi takaró anyag alkalmazása helyett az acéllemez nyiradékkal történő takarás hatása késlelteti a segédötvtözet beoldódását, ezáltal az átlagos 60% helyett 80% feletti értékre növeli a Mg kihozatalt, ezáltal a grafit gömbök méretét egyenletessé teszi, alaktényezőjét javítja.

3. Tézis

A gömbgrafitos öntöttvas sorozatban történő magnéziumos gömbösítő kezelésénél a szilárdsági tulajdonságok jelentős szórását a csiraképző módosító anyag eltérő hasznosulása okozza.

A kezelő üst nagy hőmérsékletű kezelő kamrájának aljára adagolt csiraképző módosító anyag oxidálódik és az olvadékba keveredésével nemcsak a csiraképző hatása marad el, hanem salakos jellegű szerkezeti inhomogenitást idéz elő.

Az olvadék átöntésekor történő csiraképző módosító anyag bevitele az egyenletes beoldódását biztosítja, ezáltal folyamat-biztossá válik a csiraképző beoltás.

Az így előállított adagokból gyártott öntvények szilárdsági tulajdonságai az előírt határértékeket meghaladják, és kis szórással az előírt egyenletes öntvény minőség előállítását biztosítják.

4. Tézis

A grafit Chunky típusú szerkezeti inhomogenitását az okozza, hogy a szennyező és gömbösödést zavaró elemek mennyisége ingadozó és ezáltal nincs egyensúlyban az ezek közömbösítésére bevitt ritkaföldfém mennyiséggel.

Kidolgoztam a szennyezőelem-tartalomhoz igazodó szükséges ritkaföldfém mennyiség meghatározását a Tieleman összefüggés alapján és a ritkaföldfém-egyensúly dinamikus megvalósítását biztosító kezelést.

5. Tézis

A növelt szilárdságú gömbgrafitos öntvényekből kimunkált szakító próbatestek esetén az előírt alatti értékek kialakulását a szakadási felületen található grafit egyenetlen eloszlása okozza.

Az öntvény olyan belső grafit-szerkezeti inhomogenitását, melyben sok egymáshoz közel elhelyezkedő grafit található (a szakadási felületen sötét folt), az olvadékba bekeveredő oxidok idézi elő, melyek a grafit kristályosodásánál csíráképzőként hatnak és a grafitgömbök ezeken soros, ill. térbeni táblás jellegű képződését és elhelyezkedését idézik elő. Az ilyen grafit-szerkezeti inhomogenitás a salak olvadékba keveredésének a kiküszöbölésével megelőzhető.

Az öntvény olyan belső grafit-szerkezeti inhomogenitását, melyben a szakadási felületen dendritek találhatóak és a grafit a dendritágak között, soros alakzatban helyezkedik el, az olvadék helyi szerkezeti túlhűlése idézi elő. Az ilyen grafit-szerkezeti inhomogenitás az öntvény megszilárdulása közbeni lehülési viszonyainak a megváltoztatásával, egyenletessé tételével kiküszöbölhető.

IV. AZ ÉRTEKEZÉS TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEINEK JELENTŐSÉGE ÉS HASZNOSÍTÁSUK LEHETŐSÉGEI

Vizsgálatommal megállapítottam, hogy a kontúrfelület alatti üregekben kvarchomok-szemcsék és a gömbösítő kezelő-anyag, valamint a csíráképző beoltó-anyag reakcióképes elemei (Mg, Al, Ca, Ce) oxidjait tartalmazó komplex vegyületek találhatóak,

Megállapítottam, hogy a fásasztásos töréshez tartozó ciklusok száma összefügg az öntvény felületi inhomogenitások kialakulásával.

Megállapítottam, hogy az inhomogenitások az olvadék reakcióképes alkotói (kezelőanyag, beoltó anyag) és a formázóanyag reakciója hatására alakulnak ki. A reakcióképes alkotók olvadékba vitt mennyiségének csökkentésére a Tundish üstkezelés Mg kihozatalának javítását végeztem el.

A gömbösítő kezelés technológiájának fejlesztésével nemcsak az olvadék összetételének stabilizálását lehetett elérni, hanem jelentős kezelőanyag megtakarítással járt, ami a FeSi-vel takart eljáráshoz képest átlagosan 3 kg/kezelés, miközben a grafitkép mérhető tulajdonságai is kedvezőbbek (gömbösödési fok).

Megállapítható, hogy a csíráképző módosító anyagok kísérleti technológiával történő olvadékba vitelével elkerülhető a kezelő üstben történő felhevüléssel járó oxidálódási és salakosodási reakció.

A kísérleti adagok esetében határfelület közeli inhomogenitások nem keletkeztek, a kísérleti öntvények teljesítették az előírt fásasztásos terhelés vizsgálat ciklusszámot.

Megfigyeltem, hogy a chunky grafit azon öntési adagoknál alakult ki, ahol az elemzett ritkaföldfém több volt a hibamentes öntvényekben elemzett átlag értéknel. A szakirodalom ismeretei és a saját megfigyelésem alapján a chunky grafit kialakulása összefüggésbe hozható a gömbösödést gátló zavaró elemek mennyiségével is. Ezek a betétanyagból kerülnek az olvadékba.

Ezek hatása a kezelő anyagban levő ritkaföldfémekkel kiküszöbölhető, de ez jelenleg az öntödékben alkalmazott kezelési technikánál feltételezi az olvadék-szennyező elem tartalmának ingadozásoktól mentes szintjét.

Az öntvények mechanikai tulajdonságai akkor a legjobbak, ha az előírás szerinti kémiai összetételhez az anyagra jellemző hibátlan grafitkép és szövetszerkezet társul. Ehhez az olvadék kén - zavaró elem - magnézium - ritkaföldfém egyensúlya szükséges.

Doktori kutató munkámban a ritkaföldfém – Mg - szennyező elem egyensúly biztosítására kísérleteket végeztem, komplex kezelő anyag alkalmazásának a bevezetésére, melynek lényege hogy két különböző kezelő anyagot alkalmazunk, melyek közül az egyik RE mentes, a másik meghatározott RE tartalmú.

Kidolgoztam a két különböző kezelő anyag szükséges mennyiségének számítási módszerét, melynek lényege, hogy a RE tartalmazó segédötvetből annyit adagolunk, amennyi az alapvasban található szennyező elem közömbösítéséhez szükséges, és az ezzel bevitt Mg figyelembe vételével határozzuk meg a RE mentes kezelő anyag szükséges mennyiségét a előírt Mg tartalomhoz igazodóan (az olvadék S és O tartalmát, a leégést figyelembe véve). Ehhez számoló táblázatot dolgoztam ki, melyet a következő ábrán mutatok be.

A szakító pálcák töret-vizsgálata alapján kimutattam, hogy a szakadási felületen található inhomogenitást (sötét folt, melyben grafit sokszorozódása figyelhető meg) az öntő üst (Junker) maradék olvadékához és a falazatához kapcsolódó salak utántöltés hatására olvadékba bekeveredése miatt alakul ki. Az olvadékba bekeveredő oxidok a grafit kristályosodásnál csiraképzőként hatnak és a grafit soros, ill. táblás jellegű sokszorozódását idézik elő. Az ilyen inhomogenitás hatására a szakadási felület a nagy grafit tartalmú felület mentén jön létre, ezáltal lecsökkenti a szilárdsági jellemzőket. A fenti probléma alapján a Busch-Hungária Kft a rendszeréből kivette a Junker öntőüstöt és PUMA öntőgép alkalmazására tért át, amely csőrös, gáttal ellátott, billentős rendszerű, cseréje műszakonként megoldható, és a kezelt olvadék teljes felhasználása vagy kármentőbe kiöntése megoldott. A hibatípus előfordulása megszűnt.

A hőcentrumban a dendrites elrendeződés a gyártástechnológiai fejlesztésekkel kiküszöbölhetővé vált, megszüntetésére egy táplálástechnológiai módosítás volt a megoldás.

V. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL MEGJELENT ÍRÁSBELI PUBLIKÁCIÓK

Nyomtatásban megjelent közlemények

1. Mezzölné Sinka Tünde - Dúl Jenő: Nagyszilárdságú gömbgrafitos vasöntvények szerkezeti inhomogenitásának vizsgálata, Anyagmérnöki Tudományok, 38/1. (2013), pp. 181–187.
http://www.matarka.hu/koz/ISSN_2063-6784/38k_1_2013/ISSN_2063-6784_38k_1_2013_181-187.pdf
2. Tünde Mezzöl-Sinka; Jenő Dul: Metallurgische Entwicklungen zur Herstellung von Gusseisen mit Kugelgraphit mit erhöhter Dehnung für Anwendungen in der Automobilindustrie, GIESSEREI-PRAXIS 2013/1-2, pp. 12-17. ISSN 0016-9781
3. Mezzölné Sinka Tünde – Dúl Jenő: Gömbgrafitos vasöntvények szövetszerkezetében kialakuló grafiteloszlás inhomogenitásának vizsgálata, MicroCad 2012 Nemzetközi Tudományos Konferencia, 2012.03.28-29.Miskolci Egyetem, Előadás és kiadvány, C10
4. Mezzölné Sinka Tünde – Dúl Jenő: Autóipari gömbgrafitos öntvények szerkezeti inhomogenitásának vizsgálata, GOP-2008-1.1.2. Kiadvány 2012,
5. Mezzölné Sinka Tünde - Dr. Dúl Jenő: A ritkaföldfém felhasználás optimalizálása a növelt szilárdságú gömbgrafitos vasöntvények előállításánál, GOP-2008-1.1.2. Kiadvány-2011, május 02.
6. Mezzölné Sinka Tünde - Dúl Jenő: Növelt szilárdságú gömbgrafitos vasöntvény előállítása, BKL Kohászat 2010, vol. 143, No. 5, pp. 13-15.
http://www.ombkenet.hu/bkl/kohaszat/2010/bklkohaszat_2010_5_02.pdf
7. MEZZÖLNÉ SINKA Tünde, DÚL Jenő: A ritkaföldfém felhasználás optimalizálása a Chunky grafit kiküszöbölésére, XIII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Gyergyószentmiklós, 2011. március 31. – április 3. Kiadvány pp. 105- 108.
8. Mezzölné Sinka Tünde: Autóipari gömbgrafitos öntvények terméktervezése és termékfejlesztése metallográfiai szempontból, Miskolci Egyetem, Doktoranduszok Fóruma, 2010.11.10. (előadás + kiadvány)
9. Mezzölné Sinka Tünde; Dúl Jenő: Növelt szilárdságú gömbgrafitos vasöntvény előállítása, XII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Nagyenyed, 2010. 04.08-11. Kiadvány pp. 80-85.

10. Mezzölné Sinka Tünde - Détári Anikó: Furángyantás homokok regenerálásának minősítése gáznyomás-mérés alapján (poszter szekció), Miskolci Egyetem, Doktoranduszok Fóruma, 2003.nov.6.
11. Mezzölné Sinka Tünde-Tóth Levente: Vegyi kötésű formázó keverékekből képződő gázok nyomásváltozásainak az elemzése, Miskolci Egyetem, Doktoranduszok Fóruma, 2002.11.5-6. (előadás + kiadvány)

Konferencia-előadások

12. Mezzölné Sinka T. - Petus R.: A Chunky grafit kiküszöbölése a RE felhasználás optimalizálásával, Busch-Hungária Kft. XXI. Magyar Öntőnapok, Győr 2011.10.14-16.
13. Mezzölné Sinka Tünde - Dr. Dúl Jenő: A ritkaföldfém felhasználás optimalizálása a növelt szilárdságú gömbgrafitos vasöntvények előállításánál, Műszaki anyagtudományi kutatási eredmények disszeminációja a GOP-2008-1.1.2 pályázat keretében konferencia, Miskolci Egyetem, 2011. május 02.
14. Mezzölné Sinka Tünde: A metallográfiai kontroll szerepe a gömbgrafitos öntvénygyártás termékfejlesztésében, MÖSZ Szakmai nap Bicske, 2010.09.30.
15. Dúl J. – Varga L. – Halász B. – Püspöki E. – Pozsonyi P. – Sinka T.: Lemezgrafitos öntöttvas töréssel szembeni ellenálló képességének vizsgálata hajlító kísérlettel – A Miskolci Egyetem Anyag- és Kohómérnöki Karának Tudományos Ülésszaka 2000. 08. 30-31.

Tanulmányok

Mezzölné Sinka Tünde: Járműipari vasöntvény gyártástechnológiájának fejlesztése MÖSZ Díjas pályázat, 2011. május 26. 32 oldal

V. SUMMARY

My PhD. research shows the way to reduce the structural inhomogeneity, metallurgical development of the high-strength spheroidal iron quality. I carried out technology developments based on metallurgical process checking. I dealt with nucleus condition and method of inoculation. I indicated the composition demands of melted iron which made by my vehicle industry employer to reach the special mechanics properties and reliable large serial production. We introduce the results of this research in the production, the required parameters are fulfilled.

The purpose of my PhD.. research to work out the manufacturing conditions of spheroidal casting iron, which not or minimal contains the graphite defaults and structural inhomogeneity to eliminate weaker mechanical properties. Accordingly I made that kind of process development which helps to keep stable the increased elongation based on the customer specifications and in case of pearlite-ferrite matrix.

During my investigation I determined there are reactive elements (Mg, Al, Ca, Ce) of quartz sand grains, spheronizer, and inoculation material and their oxides of complex chemical compounds under the contour surface holes. I determined the number of the fatigue fracture cycle is related to the formation of casting surface inhomogeneity.

I determined the inhomogeneity come from the reaction of reactive elements of melted iron (treat and inoculation material) and moulding material. To reducing the reactive elements in the melted iron I corrected the recovery Mg content during the Tundish ladle treatment.

We didn't achieve only the stability of melted iron composition with the development of spheronizer process but get significant treat material savings. Compared to the FeSi method it is 3 kg per treatment while the measurable properties of graphite are more favourable (nodularity).

I established that we can avoid the temperature increasing of oxidizing and slagging reaction, with nucleus modifiers addition into the melt with trial technology. In case of the trial pouring there weren't appeared interface close inhomogeneity. The trial parts performed the required number of cycles of fatigue test.

I observed that the Chunky graphite was formed that pouring charges where the analysed rare-earth element much more than the analysed average value of defect – free castings. Based on the scientific literature and my personal observation the Chunky graphite formation is in

connection with the amount of spheronizer blocking elements. These come from the charge material.

The effect of theirs can be eliminated by the rare-earth elements in the treat material, but at the present applied treatment technology, suppose constant rare earth level of molten iron.

Mechanical properties of casting are the best if we get the proper graphite picture and microstructure based on the specification of chemical composition. So we need for this the balance of sulphur, deleterious elements and magnesium and rare earths.

In my PhD. researches I made trials to keep the balance for magnesium – trace elements and apply complex treat material implementation. So we applied two different treat materials, one of them without RE and the other one has declared RE content.

So I was working out a calculation method of two different type of necessary treat material. It is based on we add that kind of amount of RE treat alloy which is equal with that amount what neutralise trace elements from the base iron. Focus on magnesium addition which based on this calculation we define the ideal amount of treat material without RE according to the proper magnesium content.

I was working out an excel program what you can see in my PhD. work.

I detected that inhomogeneity under the tearing surface, based on the tensile strength test bars analysing, due to the sticked slag on the lining of pouring ladle, and with the next pouring batch this sticked slag wall is mixed into the melted iron.

These oxides which are mixed into the melted iron have nucleation effect during the crystallization. The graphite makes multiplications, and appears in lining and table formation. This kind of effect of inhomogeneity the tearing surface is generated at large amount graphite surface and it causes tensile properties reduction. Because of these problems the Busch-Hungaria Kft. changed the Junker pouring system to Puma pouring robot. The last one has pouring ladle with lip and slag blocking gate in front of the tapping hole. The system has tilting option and we can change the ladles shift by shift, and we can use all of the treated iron and we can pig out. The advantage of the pouring ladle geometry means this type of default was disappeared.

We have to modified the gating system to eliminate the dendrites of the hot spot.