FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2000. március 24-25.

A lemezgrafitos öntöttvas metallurgiai minőségének és a beoltás hatékonyságának meghatározása termikus elemzéssel

Varga László, Dr. Dúl Jenő

The thermal analysis of cast iron traditionally serves for quick determination of C%, Si% and CEL% values on basis of the measured values of liquid temperature (T_L) and solid temperature (T_S) and on the estimated phosphorus content (P%). The metallurgical quality of the cast iron is determined by the factors influencing the crystallisation of the eutectic. At given chemical composition and cooling conditions the metallurgical quality depends on the nucleation status. There exists no generally accepted plant-scale process for the presentation of the nucleation status. For a given type of cast iron the less is the over-cooling prior to the eutectic crystallisation, the better is the metallurgical quality. For estimating the metallurgical quality we have introduced a new method by the determination of the nucleation factor, which is the relationship of the difference of the measured stable and metastable eutectic temperatures to the difference of the equilibrium stable and metastable eutectic temperatures, expressed in per cent value. The nucleation factor can be determined by the thermal analysis of the carbidic and graphitic cast iron. Tests have shown that by adding equal quantity of modifier, the value of the nucleation factor will be higher in case of a higher Si-content or a bigger graphitisation tendency. The nucleation factor is appropriate for determining the effectiveness of the modification and for detecting the different effects of the different modifiers. The data-collection system and the software developed to it enables the user to determine in the real time the value of the nucleation factor parallel to the chemical composition of the cast iron.

A termikus elemzést napjainkban széleskörűen alkalmazzák az öntődék a kémiai összetétel gyors meghatározására azokban a vasöntődékben is, ahol a spektrométeres elemzés lehetőségei is adottak. A kémiai összetétel meghatározását metastabilis eutektikus kristályosodású próbával végzik, melyet a tégely tellúrtartalmú adaléka biztosít. A csíráállapot kimutatására nincs általánosan elfogadott és üzemi körülmények között alkalmazott eljárás.

A lemezgrafitos öntöttvas termikus analízissel történő kémiai összetételének meghatározásához használt összefüggések:

- Likvidusz hőmérséklet: $T_L = 1664 - 124 \text{ CEL\%}$ (1)
- Likvidusz-karbon egyenérték: $\text{CEL\%} = \text{C \%} + \text{Si \%} / 4 + \text{P \%} / 2$ (2)
- A metastabilis eutektikus hőmérséklet (szolidusz hőmérséklet):
 $T_S = 1138,2 - 6,93 (\text{Si \%} + 2,5 \text{ P \%}) - 1,717 (\text{Si \%} + 2,5 \text{ P \%})^2$ (3)

- A szilícium tartalom: $\text{Si \%} = (666,97 - 0,582 T_S)^{1/2} - 2,02 - 2,5P \%$ (4)

- A karbon tartalom: $\text{C \%} = 0,0178 T_S - 0,0084 T_L - 6,51$ (5)

A telítési szám a termikus elemzés eredményei alapján:

$$Sc = C \% / C_C' \% = C \% / 4,26 - 0,317 \text{ Si\%} - 0,33 \text{ P\%} \quad (6)$$

A temikus elemzés mért értékei és a becsült foszfortartalom ismeretében a kidolgozott algoritmusok felhasználásával a 30 mm átmérőjű próba várható szilárdsági tulajdonságai kiszámíthatók, pl. szakítószilárdság, Brinell keménység.

A lemezgrafitos öntöttvas metallurgiai minőségének meghatározása

A lemezgrafitos öntöttvas metallurgiai minőségét az eutektikum kristályosodását befolyásoló tényezők határozzák meg. Adott kémiai összetétel és lehülési viszonyok mellett a metallurgiai minőség a csíráállapottól függ. Az öntöttvas csíráállapotát mesterséges csíráképző beoltással, módosítással befolyásolják. Adott öntöttvas esetén annál jobb a metallurgiai minőség minél kisebb az eutektikus kristályosodást megelőző túlhűlés, azaz minél nagyobb a stabilis és a metastabilis eutektikus kristályosodás mért hőmérséklete közötti különbség. A kisebb túlhűlés következtében kedvezőbbek a kristályosodás körülményei, több eutektikus cella képződik, ezáltal kedvezőbb a grafit mérete, eloszlása és javulnak a szilárdsági tulajdonságok. Az 1. ábrán az egyensúlyi stabilis és metastabilis eutektikus hőmérséklet változása látható a szilíciumtartalom függvényében.

1. ábra

Az egyensúlyi stabilis és a metastabilis eutektikus hőmérséklet változása a szilíciumtartalom függvényében

Az egyensúlyi stabilis eutektikus kristályosodás hőmérséklete:

$$T_{(eut)stab.} = 1153 + 6,7 \text{ Si\%} \quad (7)$$

A metastabilis eutektikus kristályosodás hőmérsékletét ($T_{\text{eut. metastab}}$) a (3). egyenlet tartalmazza.

A csíráképződési tényező meghatározása

A metallurgiai minőség megítélésére javasoljuk R. Döpp elméletét követve [1] a nevének kezdőbetűjével jelölt (D) csíráképződési tényezőt, mely a mért stabilis és a metastabilis eutektikus hőmérséklet különbségének aránya az egyensúlyi stabilis és metastabilis eutektikus hőmérséklet különbségéhez, százalékban kifejezve.

A csíráképződési tényező az 1. ábrán feltüntetett jelölésekkel:

$$D = 100 (T_{E21} - T_{E11}) / ((1153 + 6,7 \text{ Si}\%) - T_{E11}) \quad (8)$$

T_{E21} : mért stabilis eutektikus hőmérséklet

T_{E11} : mért metastabilis eutektikus hőmérséklet

A csíráképződési tényező vizsgálatához tehát két párhuzamos mérés szükséges:

1. A módosított öntöttvas metastabilis eutektikus hőmérsékletének meghatározása tellúros téggel (T_{E11}). Ez a hagyományos termikus elemzés eredményének része, illetve a kémiai összetétel ismeretében számítható.
2. A módosított öntöttvas stabilis eutektikus hőmérséklet minimumának meghatározása tellúr nélküli téggel (T_{E21}).

A csíráképződési tényező magában foglalja az eutektikus kristályosodás közben kialakuló túlhűlés (csíráállapot) és a kémiai összetétel hatását is, ezért alkalmas a metallurgiai minőség jellemzésére.

A csíráképződési tényező és az öntöttvas csíráállapota közötti kapcsolatot a 2. ábra szemlélteti. A csíraszegény olvadékból az eutektikum nagy túlhűléssel kristályosodik, nagy a kiféheredés veszélye. A csíráképződési tényező az ilyen beoltás nélküli öntöttvasaknál 20 alatt van. Nem kellő hatékonyságú a beoltás és kevés a csíra a 40 alatti csíráképződési tényező esetén. A jó csíráállapotú öntöttvasak csíráképződési tényező értéke 40 fölött van.

A csíráképződési tényező alkalmas a beoltás hatékonyságának a megállapítására is, ha elvégezzük a vizsgálatot módosítás előtt, illetve módosítás után, vagy különböző mennyiségben adagolt módosító anyag felhasználásával. Üzemi és laboratóriumi kísérletek igazolták a különböző összetételű, de azonos mennyiségben adagolt módosítóanyagok eltérő hatását az öntöttvas kristályosodási tulajdonságaira. Az azonos minőségben és mennyiségben adagolt beoltóanyag hatása, nagymértékben függ az alapvas kémiai összetételétől, illetve a kiinduló csíráállapottól. A kiinduló csíráállapotot az olvasztástechnológia, a betétanyag minősége, a túlhevítés mértéke és a hőntartás időtartama határozza meg.

A csíráképződési tényező értékei és a csíráállapot közötti kapcsolat értelmezése:

2. ábra

A csíráképződési tényező és az eutektikus csíraszám kapcsolata

A szerzők közös munkájának eredményeként sikerült kialakítani az öntöttvas termikus elemzésére egy olyan mérőrendszert, melynek alkalmazásával valós időben meghatározható a kémiai összetétel és a csíráképződési tényező. A mérőrendszer tartalmaz egy ADAM 4018 típusú 16 bites hőmérsékletmérő és digitalizáló modult, mely közvetlenül a mérés helyszínére telepíthető a tégelytartóval, továbbá egy jelátalakító modult, mely a számítógéphez csatlakozik. Az adatok kiértékelésére, regisztrálására és a számítások elvégzésére az ADVANTECH GENIE programot használjuk, melyhez alkalmazói programot fejlesztettünk ki. Az ADAM rendszerhez kifejlesztett számítógépes programmal valós időben határozható meg az öntöttvas kémiai összetétele mellett a csíráképződési tényező értéke is.

Irodalom:

[1] R. Döpp, D. Blankenagel, K. Lindemann, B. Prinz, Y. Radjef: Beitrag zur thermischen Analyse von Gusslegierungen. Giesserei-Praxis, 1984, Nr. 7, 141-148.

Varga László doktorandusz, Dr. Dúl Jenő egyetemi docens
Miskolci Egyetem
Anyag- és Kohómérnöki Kar
Öntészeti Tanszék
Miskolc, Egyetemváros 3515
Tel: 369-519
Ontvarga@gold.uni-miskolc.hu