

Esperienza di produzione di ghisa a grafite compatta (CGI) mediante sottotrattamento di sferoidizzazione e post-inoculazione con lega contenente titanio

E. Flamigni, G. Pasini

La ghisa a grafite compatta rappresenta un'importante alternativa ai materiali normalmente utilizzati in campo motoristico ad esempio per la realizzazione di basamenti e teste motore, è un materiale interessante perché unisce le migliori caratteristiche della ghisa sferoidale con quelle apprezzate della ghisa grigia. La sua produzione per ora è limitata a qualche applicazione anche se l'attenzione per questo materiale sta crescendo, fra gli utilizzatori e fra chi lo deve produrre[5][6][7]. La produzione di ghisa a grafite compatta attualmente è realizzata mediante l'utilizzo di leghe di ferro silicio che contengono opportune quantità di magnesio e titanio, al posto di quest'ultimo elemento è possibile l'utilizzo di terre rare. Un nuovo metodo alternativo si basa su un complesso sistema di controllo del magnesio residuo necessario per ottenere una CGI di buona qualità, il processo è protetto da brevetto ed è attualmente utilizzato per la produzione di basamenti motore per una nota casa automobilistica [3].

Parole chiave: fonderia, ghisa, getti

Le leghe FeSiTi o FeSiRE opportunamente dosate permettono l'ottenimento di CGI di buona qualità, però è necessario utilizzare una lega dedicata per la produzione di tale tipo di ghisa, mentre il secondo processo presenta una notevole complessità. L'intenzione di questa memoria è quella di esporre un'interessante esperienza di produzione di ghisa a grafite compatta mediante un'opportuna modifica del processo produttivo della ghisa sferoidale, attualmente presente nella fonderia dove si è svolta la ricerca, con l'utilizzo delle stesse operazioni unitarie e materie prime e i medesimi controlli, solo adottando una diversa lega per la post-inoculazione. La CGI ottenuta con il processo produttivo di sottotrattamento di sferoidizzazione è stata caratterizzata e classificata secondo la norma ASTM A842-85 (Reapproved 1997) "Standard Specification for Compacted Graphite Iron Castings"[2]. Le prove di sottotrattamento hanno permesso inoltre di studiare l'influenza dei parametri del processo produttivo e i limiti per ottenere i vari tipi di ghise, sferoidali e compatte. Per tale motivo si descriveranno il processo produttivo, le prove di sottotrattamento con i relativi risultati fino alla messa a punto del processo e l'ottenimento dei vari tipi di CGI, secondo la classificazione riportata nella norma sopra citata.

DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Il processo di partenza della ghisa sferoidale, preso in esame, parte dalla fusione realizzata nel cubilotto e successivo trattamento di desolfurazione e di sferoidizzazione. La desolfurazione è ottenuta in siviera mediante contatto del

metallo liquido con carburo di calcio, attraverso agitazione forzata con insufflazione di azoto nel bagno. Il bagno ad inizio trattamento ha una temperatura superiore od uguale a 1520°C, e questo garantisce un abbattimento dello zolfo da una percentuale di circa 0.1% a valori compresi fra 0.001% e 0.005% [11] (tutte le percentuali indicate nel presente articolo sono riferite al peso).

La ghisa desolforata è sottoposta al trattamento di sferoidizzazione con lega FeSiMg e calcio, con un contenuto di magnesio pari a circa il 6%. Il trattamento deve essere tale da garantire l'ottenimento di un magnesio residuo nel bagno che si aggira nell'intervallo di 0.045%-0.055% [11]. Il magnesio residuo necessario è determinato dalla tipologia dei getti da colare, se di piccolo o di grande spessore e dal tempo necessario per l'esecuzione della colata e lo svuotamento della siviera.

Dopo il trattamento di sferoidizzazione si esegue un trattamento di post-inoculazione con lega a base di FeSi e terre rare, allo scopo di migliorare le caratteristiche meccaniche del getto e per evitare la formazione di cementite primaria [8][10].

La ghisa è successivamente colata nella forma, in questa fase è fondamentale il controllo del tempo per evitare che il fenomeno di evanescenza e la perdita di magnesio del bagno, tale da degenerare la struttura sferoidale e rendere non accettabile il getto prodotto.

Le stesse operazioni unitarie elencate sopra sono state utilizzate per le prove di produzione di ghisa a grafite compatta, senza alcuna sostanziale modifica, e questo a tutto vantaggio della intercambiabilità fra le due produzioni. Le uniche differenze apportate sono relative a:

- Il dosaggio della lega sferoidizzante, che è stato diminuito ed adeguato al magnesio residuo da ottenere nel bagno metallico;
- Il tipo di lega di post-inoculazione, a base di Titanio anziché terre rare.

Enrico Flamigni, Gianni Pasini
SCM Group SPA, Fonderie SCM, Rimini

Memoria pervenuta il 7 gennaio 2004

Gli altri parametri fondamentali del processo produttivo sono rimasti invariati. Nella figura 1 è riportato il diagramma di flusso del processo di produzione della ghisa a grafite compatta, a fianco sono riportati i parametri operativi determinanti.

**MESSA A PUNTO DEL PROCESSO
E CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE**

Le prove sperimentali sono state condotte in maniera tale da poter raggiungere i seguenti obiettivi:

- Determinazione dell'intervallo di concentrazione percentuale del magnesio residuo del bagno per la produzione di CGI;
- Influenza del titanio e determinazione della percentuale nel bagno metallico per ottenere la grafite in forma compatta;
- Influenza del fenomeno di evanescenza sulla microstruttura e le proprietà meccaniche;
- Influenza della velocità di raffreddamento sulla struttura della grafite, in particolare sulla percentuale di grafite in forma compatta;
- Determinazione della correlazione fra velocità degli ultrasuoni e struttura della grafite, per la messa a punto di un controllo non distruttivo dei getti prodotti, come quello comunemente utilizzato per i getti in ghisa sferoidale.

Il primo punto affrontato riguarda la determinazione dell'intervallo di magnesio residuo necessario per la produzione di CGI, ed è stata verificata anche la totale assenza di grafite lamellare. Sono state realizzate diverse colate con due provini, uno colato dopo pochi minuti dal trattamento e uno dopo circa 15 minuti, da cui si sono state ricavate due provette per le prove di trazione e per l'analisi micrografica. Le prime prove hanno mostrato una concentrazione di noduli alta, mentre con magnesio nell'intorno della percentuale di 0,020 si è arrivati ad avere una percentuale di grafite compatta dell'ordine del 70-75% (Figura 2), molto vicina al valore di 80% indicato dalla norma ASTM come discriminante per classificare la ghisa come CGI.

Tenendo fermo l'intervallo di magnesio residuo fra 0,015% e 0,025%, si è deciso di aggiungere una piccola percentuale di Titanio per "deformare" parte dei noduli ed allargare dunque il campo di stabilità della grafite compatta. Con una percentuale di Titanio nel bagno metallico di 0,1 è stato possibile stabilizzare la grafite in forma compatta e di seguito si sono sempre ottenute ghise classificate come CGI (Figura 3 e Tabella 1). Nella Tabella 1 sono riportati i risultati di alcune prove, si può notare l'effetto delle varie percentuali operative di Magnesio residuo e Titanio, i vari tipi di ghise compatte sono state ottenute con l'aggiunta o meno di elementi perlittizzanti. Il titanio è stato aggiunto attraverso la post-inoculazione con una lega a base di FeSi e Titanio, tale elemento interferisce sulla crescita di grafite in forma sferoidale [8]. Per ottenere una CGI di buona qualità, senza l'utilizzo di Titanio, occorre operare in una finestra molto stretta di concentrazione di magnesio con una variazione di concentrazione di 0,004% [1][8]. L'aggiunta di titanio allarga la finestra del magnesio residuo per cui è possibile produrre una CGI di buona qualità, con il vantaggio di operare con magnesio residui più elevati consentendo di rendere nulli i rischi di presenza di grafite in forma lamellare. Gli svantaggi dell'aggiunta del Titanio sono nel peggioramento della lavorabilità della CGI a causa della formazione di inclusioni di carburi [9] e nel possibile inquinamento da titanio dei ritorni al forno, come boccame, che non possono essere utilizzati per la produzione di ghisa sferoidale.

Con l'aggiunta di titanio occorre separare il boccame come si usa fra la ghisa grigia e quella sferoidale. Il fenomeno di evanescenza, cioè la perdita di magnesio dal

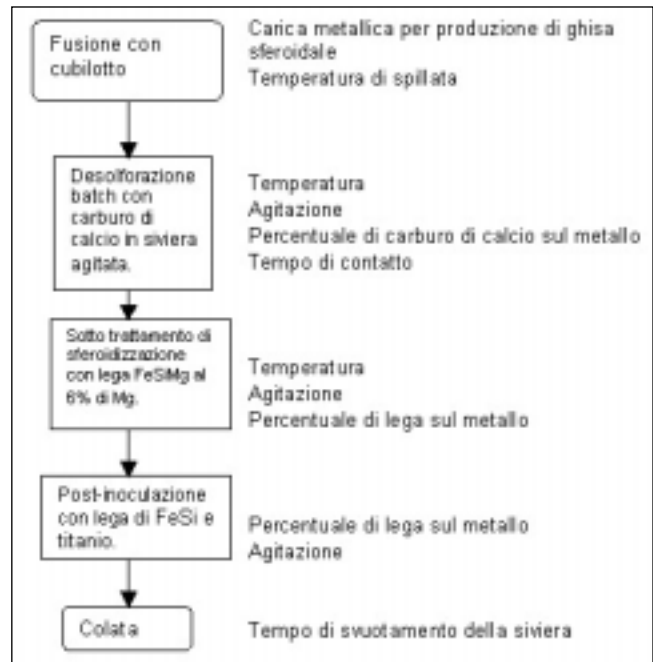


Fig. 1 – Diagramma di flusso del processo di produzione della ghisa a grafite compatta, a fianco di ogni operazione unitaria sono riportati i parametri operativi determinanti (variabili di processo).

Fig. 1 – Flow chart of compacted cast iron's production, the process parameters are listed near each unit operation.

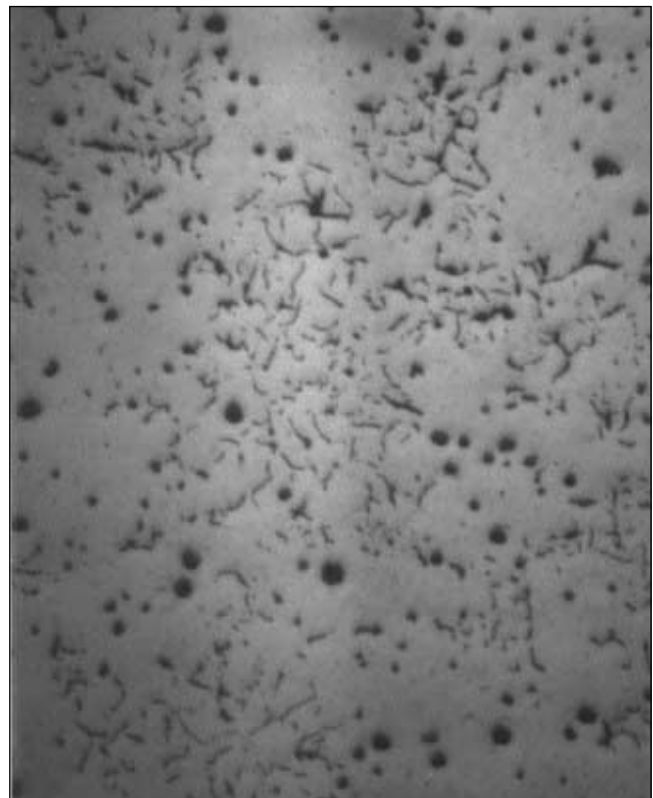


Fig. 2 – Micrografia (ingrandimento 50 x, senza attacco) ricavata dal campione 3.1 dove si nota ancora una presenza di noduli del 25-30%, in corrispondenza di un magnesio residuo di 0,020% senza aggiunta di titanio. Questo campione non è nel campo delle ghise sferoidali e neppure in quello delle ghise a grafite compatta.

Fig. 2 – Photomicrograph (50 x, unetched) from sample n. 3.1, shows a presence of 25-30% of graphite in a nodular shape, the residual magnesium is 0,020% without the addition of titanium. This sample is iron with a low nodularity and low compacted graphite.

Tabella 1 – Alcuni risultati delle prove, sono riportati i valori del carbonio equivalente, del silicio, del magnesio, del titanio (è stato aggiunto con la post-inoculazione dalla prova 4 in poi); la percentuale di grafite di forma compatta, i valori dello snervamento e della trazione, l'allungamento in percentuale ed infine la classificazione secondo la norma ASTM A842-85.[2]

Table 1 – List of tests results, values of carbon equivalent, silicon, magnesium, titanium (added from test n.4); percentage of graphite in compacted shape, mechanical properties, classification based on ASTM A842-85.[2]

Sample	CE%	Si%	Mg%	Ti%	% Compacted Graphite	Tensile strenght Rt (Mpa)	Yield strenght Rs (Mpa)	Elongation %	Classification A 842 - 85[2]
3.1	4,48	2,24	0,020	0,013	70	435	324	3,1	
3.2	4,49	2,27	0,015	0,013	75	422	324	3,1	
4.1	4,37	2,15	0,026	0,11	>80	364	292	3,6	Grade 350
4.2	4,40	2,15	0,020	0,085	>80	364	292	3,7	Grade 350
5.1	4,44	2,37	0,025	0,097	>80	357	292	2,8	Grade 350
5.2	4,40	2,41	0,019	0,081	>80	351	292	2,6	Grade 350
6.1	4,37	1,89	0,020	0,10	>80	279	234	4,4	Grade 250
6.2	4,37	1,89	0,020	0,10	>80	292	234	4,4	Grade 250
6.3	4,37	1,89	0,019	0,10	>80	292	234	4,4	Grade 250
6.4	4,37	1,89	0,019	0,10	>80	292	234	4,4	Grade 250
6.5	4,37	1,89	0,019	0,10	>80	292	234	4,4	Grade 250
6.6	4,37	1,89	0,018	0,10	>80	289	195	4,3	Grade 250
7.1	4,30	2,43	0,025	0,089	>80	429	377	2,29	Grade 400
7.2	4,30	2,43	0,025	0,089	>80	422	390	2,30	Grade 400
7.3	4,30	2,43	0,025	0,089	>80	429	390	2,57	Grade 400
7.4	4,30	2,43	0,024	0,089	>80	422	396	2,28	Grade 400
7.5	4,30	2,43	0,024	0,089	>80	416	403	2,42	Grade 400
7.6	4,30	2,43	0,024	0,089	>80	416	390	2,42	Grade 400

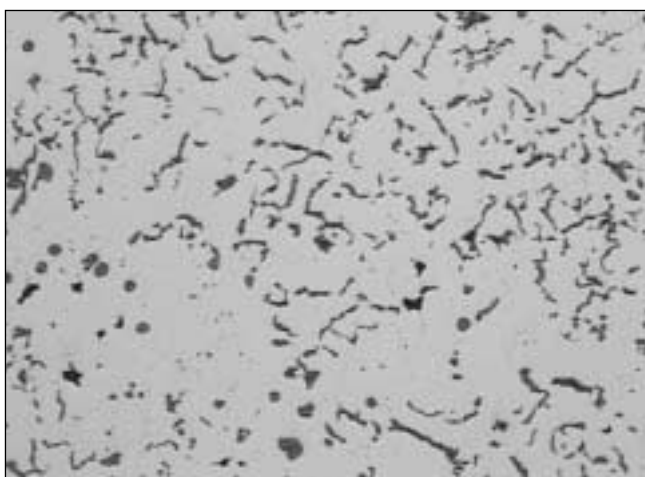


Fig. 3 – Micrografia con ingrandimento 50 x ricavata dal campione 7.2 dove si nota una presenza di noduli molto bassa, il resto della grafite è totalmente in forma compatta, in corrispondenza di un magnesio residuo di 0,025% con aggiunta di titanio nella lega di post-inoculazione. Questo campione è nel campo della CGI ed è classificata con il grado 400 secondo quanto riportato nella norma A842-85.

Fig. 3 – Photomicrograph (50 x, unetched) from the sample n. 7.2, shows a low presence of graphite in a nodular shape and an high presence of graphite in a compacted shape, the residual magnesium is 0,025% with addition of titanium. This sample is 400 grade compacted graphite iron (ASTM A842-85).

bagno metallico, è stato studiato realizzando per ogni siviera provini colati in tempi diversi, il primo dopo pochi minuti dal trattamento e l'ultimo dopo 15 minuti. I risultati delle prove di trazione, evidenziano una sensibile differenza nei provini colati senza l'aggiunta di titanio, mentre quelli colati dopo l'aggiunta di titanio non evidenziano una significativa differenza nei valori delle prove di trazione e neppure nell'analisi microstrutturale. Tale risultato è da attribuire ai valori più elevati di magnesio residuo con cui è stato possibile operare con l'aggiunta del Titanio. La perdita di magnesio per evanescenza è di circa 0,003% in 15 minuti [8], e dunque non influente sulle prove eseguite con magnesio residuo nell'intorno della percentuale di 0,020%. Dunque nella CGI prodotta con aggiunta di Titanio il fenomeno di evanescenza non è tale da alterare il materiale prodotto nell'intervallo di 15 minuti.

Le prove sono state realizzate tenendo conto di un tempo massimo di colata di 15 minuti, semplicemente perché questo rappresenta il tempo massimo stabilito per lo svuotamento della siviera anche nell' analogo processo per la produzione di ghisa sferoidale.

L'influenza della velocità di raffreddamento sulla microstruttura della CGI è stata studiata attraverso la realizzazione di provini a gradini colati assieme alle provette di trazione, hanno mostrato i seguenti risultati:

- La velocità di raffreddamento non influisce in maniera significativa sulla forma e grandezza della grafite ed in particolare non altera la distribuzione percentuale fra grafite in forma compatta e grafite in forma sferoidale. Il materiale rimane omogeneo in un getto che presenta sezioni di diverso spessore (Figura4). Tale risultato è difficile da ottenere operando solo sul magnesio residuo senza aggiunta di titanio, infatti le sezioni sottili che solidificano più velocemente tendono a mantenere magnesio residui più elevati, mentre le sezioni più grandi solidificano più lentamente causando una perdita di magnesio per evanescenza. Il risultato è che le sezioni sottili presentano una modularità maggiore rispetto alle sezioni più grandi [3].

I provini realizzati sono stati sottoposti anche a prove di determinazione della velocità degli ultrasuoni, utilizzando lo strumento comunemente usato per il controllo della ghisa sferoidale.

Si è evidenziata una correlazione fra struttura e velocità degli ultrasuoni.

Tale argomento anche se non direttamente correlato con il processo metallurgico, è di fondamentale importanza per il controllo dei getti prodotti mediante un procedimento non distruttivo, alla stessa maniera e con gli stessi strumenti attualmente utilizzati per i getti in ghisa sferoidale. Sono state eseguite misure della velocità degli ultrasuoni nei vari campioni, nei campioni in ghisa sferoidale la velocità degli ultrasuoni è maggiore di 5600 m/s, nei campioni di ghisa grigia la velocità degli ultrasuoni è inferiore a 4500 m/s, alcuni provini addirittura non permettono tale misura dando un valore nullo. La CGI mostra una velocità degli ultrasuoni che è fra i 5000 e i 5300 m/s.

Il comportamento a fatica e la conducibilità termica della CGI così prodotta, sono attualmente oggetto di una tesi di laurea presso al Facoltà di Ingegneria dell'Università di Ancona, corso di laurea in Ingegneria Meccanica, questo permetterà una migliore conoscenza operativa del materiale e una più ampia caratterizzazione.

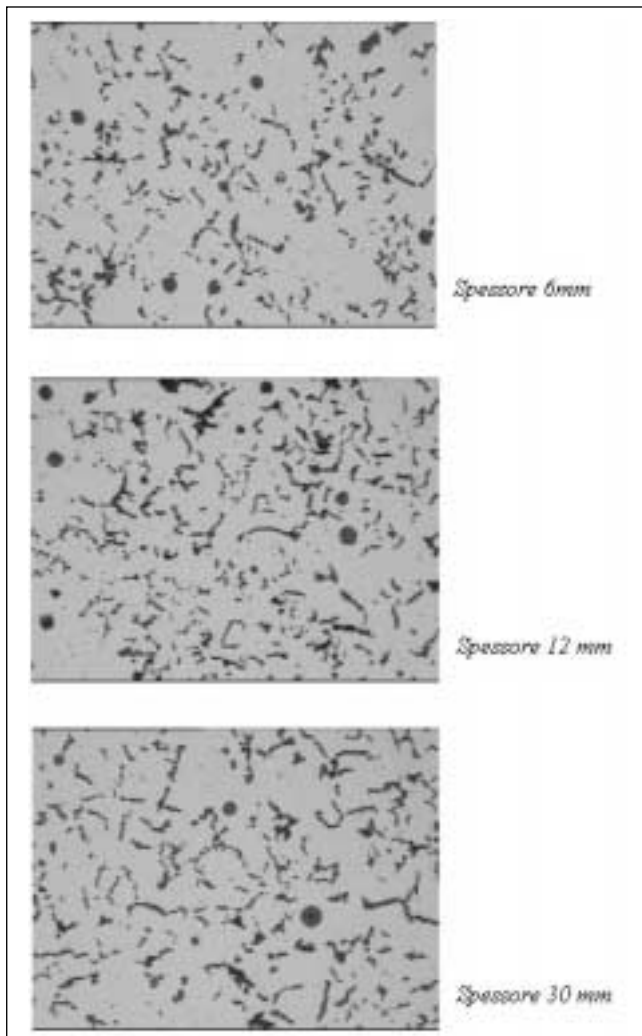


Fig. 4 – Le tre micrografie (ingrandimento 100x, senza attacco) si riferiscono al campione 6.2, sono relative ad un provino a gradini con spessori di 6-12-30 millimetri, non si evidenzia una significativa influenza della velocità del raffreddamento sulla morfologia della grafite, la distribuzione percentuale fra grafite in forma compatta e in forma sferoidale rimane inalterata, è presente una lieve affinazione appena percettibile.

Fig. 4 – The three micrographs (100 x, unetched) refer to champion 6.2, are relative to samples with thickness of 6-12-30 millimetres, do not evidence an influence of the speed of the cooling on the morphology of the graphite, the distribution percentage between graphite in compact shape and in nodular shape it remains unchanged, is present one light refining.

CONCLUSIONI

Il processo produttivo illustrato consente di ottenere facilmente la CGI con le stesse operazioni unitarie e le stesse materie prime utilizzate per la produzione di ghisa sferoidale. Inoltre la separazione dell'aggiunta di Magnesio e di Titanio, consente di variare agevolmente entrambi gli apporti a differenza dei processi basati su leghe dedicate FeSiTi. Il sistema di controllo utilizzato è lo stesso della ghisa sferoidale, mentre il processo che si basa solo sull'aggiunta di magnesio è estremamente complesso e costoso, dato che deve garantire una precisione dello 0,004% sulla percentuale di magnesio residuo.

Attualmente solo poche fonderie si sono cimentate nella produzione di CGI, mediante l'utilizzo di leghe FeSiTi oppure mediante il processo dello stretto controllo del magnesio residuo, il processo esposto può rappresentare una semplice alternativa per quelle fonderie che già producono ghisa sferoidale. La ghisa a grafite compatta rappresenta una opportunità in più nella scelta del materiale per la produzione mediante fu-

sione di parti di macchine o di manufatti. L'impiego attuale più importante è relativo ai basamenti motore e alle teste per i nuovi motori diesel ad elevate prestazioni, ed è apprezzato per la sua capacità di smaltire il calore e la sua resistenza meccanica. Ci sono altre applicazioni che richiedono queste caratteristiche e questo materiale può diventare la scelta ottimale. Tale materiale essendo a metà strada fra la ghisa sferoidale e grigia, ha una migliore colabilità della ghisa sferoidale, con la possibilità di ottenere getti complessi senza difetti di integrità e in maniera più semplice rispetto alla ghisa sferoidale.[11]

Inoltre può trovare impiego nella produzione di manufatti che attualmente sono prodotti in ghisa grigia, soggetti a problemi di rotture o cricche durante le varie fasi della lavorazione e movimentazione, ad esempio: getti di basso spessore destinati all'arredo urbano, collettori di scarico dei motori (data l'ottima capacità di conduzione del calore) e coppe olio per motori.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia tutta la direzione della SCM Fonderie, Uberto Nicolini, responsabile del reparto Fusione dello stabilimento di Villa Verucchio (RN), l'ing. Michele Marcantoni, ricercatore presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Ancona, e l'ing. Renzo Renelli.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Renzo Renelli, Tesi di laurea "Evoluzione microstrutturale e meccanica di ghise sferoidali elaborate con leghe contenenti titanio", Relatore Prof. Enrico Quadrini, Correlatore Dott.Ing. Michele Marcantoni, Facoltà di Ingegneria dell'Università di Ancona, 2001;
- 2) American Society For Testing And Materials "Standard Specification for Compacted Graphite Iron Castings", designation: A 842 - 85 (Reapproved 1997);
- 3) S.Dowson, W.Troshel, U.Dieterle "Process Control for the Production of CGI", Foundry Trade Journal, june 2001;
- 4) S.Dowson, J.Marks von Württemberg "Practical Experiences with Compacted Graphite Iron as a Material for Automotive Components", ISATA, International Symposium on Automotive Technology and Automation, Aachen, Germany 13-17 th September, 1993;
- 5) W.Guesser, T. Schroeder, S. Dawson 2 "Production experience with compacted graphite iron automotive components", AFS Transactions 01-071, American Foundry Society, Inc., Des Plaines, Illinois, 2001;
- 6) Enrico Flamigni 'La ghisa: materiale tecnico che riserva ancora molte novità', IL GIORNALE dell'INGEGNERE, ed. Collegio degli Ingegneri e Architetti di Milano, Milano, 15 Aprile 2002;
- 7) Enrico Flamigni 'La ghisa a grafite compatta', PROGETTARE, n.264 febbraio 2003, VNU Business Publications Milano;
- 8) G.M.Goodrich 'Cast iron microstructure anomalies and their causes', AFS Transaction 97-30, American Foundry Society, Inc., Des Plaines, Illinois, 1997;
- 9) S. Dawson, I. Hollinger, M.Robbins, J.Daeth, U.Reuter, H.Schmidt "The effect of metallurgical variables on the machinability of CGI", Presented at SAE International Congress, Detroit, 2001.
- 10) J.R. Brown "Foundryman's Handbook", Foseco International Ltd, 285 Long Acre, Nechells, Birmingham, 10th edition;
- 11) ASM International, Speciality Handbook "Cast Irons" ed. J.R.Davis, II edition 1999.

PRODUCTION EXPERIENCE OF COMPACTED GRAPHITE IRON (CGI) BY LOW TREATMENT WITH MAGNESIUM ALLOY AND POST-INOCULATION WITH TITANIUM ALLOY

KEYWORDS:
foundry, iron, casting

Compacted graphite cast iron represents an important alternative to the material used in automotive field, as an example for the manufacture of motor's bases and heads, it is an interesting material because it joins the best characteristics of the nodular cast iron with those of the grey cast iron. Its production for now is limited to certain applications, even if the attention for this material is growing, between the designers and foundries.[5][6][7] The production of CGI is currently realized by using ferroalloys that contain amounts of magnesium and titanium and also with only magnesium with a complex system control [5]. FeSiTi alloys, opportunely dosed, allow the obtaining of a good quality CGI, but it is necessary to use one alloy dedicated to the production of such a type of cast iron. The intention of this article is to expose one interesting experience of CGI production, by means of a convenient modification of the production process of the nodular cast iron, currently present in the foundry where the research has been carried out, with the same unitary operations and raw materials, and only adopting one different alloy for post inoculation. The CGI obtained with this process of low treatment of nodulizing has been characterized and classified according to ASTM A842-85 (Reapproved 1997) "Standard Specification for Compacted Graphite Iron Castings"[2]. The tests of low treatment have allowed, moreover, the study of the influence of the production process parameters, and the limits in order to obtain several types of cast irons, nodular and compacted. The production process will be described, the tests of under treatment with the results until the completion of the process, and the obtaining of several types of CGI, according to classification brought back in the cited norm above. The same unitary operations listed in figure 1, have been used for production of CGI samples, without any substantial modification, and all this is to the advantage of the interchangeability between the two productions. The only differences brought about relate to:

- The dosage of the nodulizing alloy, that it has been reduced and adapted to obtain the right residual magnesium percentage in the molten metal;
- The type of post inoculation, made up of Titanium rather than rare-earths. The other fundamental parameters of the production process are the same.

In figure 1 there's a flow-chart of the production process of the compacted graphite cast iron.

Analysis of results and material characterization

The tests have been conducted in such a way to be able to meet the following objectives:

- Determination of concentration percentage of residual magnesium in the molten metal for the CGI production (Figure 2);
- Study of the influence of titanium and determination of the percentage in the molten metal in order to stabilize the graphite in a compacted shape form (Figure 3 and Table 1);
- Study of the phenomenon of fade in the compacted graphite cast iron;
- Study of the effect of the cooling rate on the graphite's

shape (Figure 4);

- Study of the correlation between ultrasonic velocity and the graphite shape, for the completion of a non-destructive testing of castings, like that one commonly used for nodular iron castings .

With residual magnesium between 0,015% and 0,025%, it has been decided to add a small percentage of Titanium in order to deform part of the nodules and to increase the field of stability of the compact graphite. With a percentage of Titanium of 0,1 % it has been possible to stabilize the graphite in compact shape and to always obtain CGI (Figure 3 and Table 1). The titanium has been added through the post-inoculation with an alloy made up of FeSi and Titanium, such a element interferes with the increase of graphite in nodular shape [8]. In order to obtain a CGI of good quality, without using Titanium, a precise control of magnesium concentration is necessary to operate in a window with a variation of concentration of 0,004%[1][8]. Adding titanium increases the window of the residual magnesium for which it is possible to produce a good quality CGI, with the advantage of operating with a higher level of residual magnesium to avoid the risks of presence of graphite in the flake shape. The disadvantages of adding Titanium are in the worsening of the machinability of the cgi because of the formation of carbide inclusions [9] and in the titanium pollution from furnace's returns, they cannot be used for the nodular cast iron production.

Fade phenomenon, that is the loss of magnesium from the metallic bath, has been studied realizing, for every pouring, several samples at various times, the first one a few minutes after the treatment and the last after 15 minutes. The traction tests show a sensitive difference in the samples without added titanium, while difference in the values of the traction tests after the adding of titanium does not shows. This is because the higher residual magnesium with which it is possible to operate with the adding of Titanium. The loss of magnesium for fade is of approximately 0,003% in 15 minutes [8], and there is no influence on the tests executed with residual magnesium on the percentage of 0,020%. Therefore in the CGI produced by adding Titanium the fade phenomenon is not such to alter the produced material in the range of 15 minutes.

Conclusions

The CGI represents an opportunity in the choice of material for production by fusion. The more important employment is relates to the motor's bases and heads for the new diesel motors with higher performances, and it is appreciated for its heat conductivity and its mechanical resistance. There are other applications that demand these characteristics and this material can become the optimal choice. Such material is between the nodular and grey cast iron, also has the possibility to obtain complex castings without integrity defects (low percentage of residual magnesium in the molten metal) and in a simpler way regarding the nodular cast iron. Moreover, it can find employment in the production of castings currently produced in grey cast iron, subject to problems of breaches or cracks during the several working and handling, for example the low thickness castings. This article exposes an interesting experience of CGI's production, by a convenient modification of the production process of the nodular cast iron, currently present in the foundry where the research has been carried out, with the same unitary operations and raw materials, only adopting titanium alloy for post inoculation.