

L'ANGOLO DEI DIFETTI

Gianni Pasini
Emanuele Savini

SPIGOLI FRAGILI IN GETTI DI GHISA LAMELLARE

Il CRIF – Centro di Ricerca per l'Industria Fusoria si è trovato di recente ad affrontare un problema di difettosità nei getti piuttosto insolito e la cui risoluzione si è rivelata particolarmente articolata. Una fonderia di ghisa aveva segnalato il ripetersi frequente di rotture, distacchi e scheggiature in corrispondenza degli spigoli di un'elevata quantità di getti in ghisa lamellare. L'entità e la frequenza di questi difetti erano tali da inficiare la funzionalità e l'estetica delle fusioni. L'inconveniente aveva condotto non solo allo scarto di singoli pezzi isolati ma, in alcuni casi estremi, a quello di interi lotti di produzione.

Due esempi della manifestazione del difetto e della fragilità degli spigoli sono mostrati nelle Figure 1 e 2. La Figura 3, che fa riferimento a un provino ricavato dal getto, evidenzia invece la zona di innesco della rottura dello spigolo.

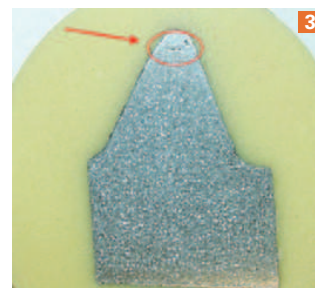
Il genere di difetto descritto è solito presentarsi occasionalmente, in particolare modo in corrispondenza di colate che presentino un tenore di silicio troppo elevato. Tale anomalia viene solitamente rilevata con prontezza grazie ai regolari controlli sul processo produttivo, e corretta, andando ad apportare modifiche al caricamento del forno e alla post-inoculazione. Nel caso analizzato, la frequenza con cui era avvenuta la rottura degli spigoli e l'entità stessa del difetto erano tali da suggerire la presenza di un differente e preciso fattore scatenante, ancora incognito e da debellare per mezzo di azioni correttive mirate.

Si è deciso quindi di avviare una serie di indagini micrografiche sui getti più colpiti dalla difettosità e i risultati sono apparsi in linea con le previsioni: le zone interessate da fragilità evidenziavano una notevole

presenza di ferrite all'interno della matrice metallica. In particolare, mentre a cuore si osservava una struttura con grafite lamellare di distribuzione uniforme in matrice perlitica, la zona dello spigolo era caratterizzata da una matrice ferritico-perlitica e grafite lamellare con distribuzioni non omogenee, di Tipo B («Rosette») o di Tipo D secondo la norma UNI EN ISO 945-1:2009. Le Figure 4 e 5 mettono a confronto una micrografia riferita alla zona difettosa, in cui sono evidenti le distribuzioni rispettivamente di Tipo B (Fig. 4a) e D (Fig. 5a) e la notevole diffusione della fase ferritica, con una a cuore del getto (Fig 4b e 5b). In figura 6 sono invece riportate due immagini micrografiche (con e senza attacco chimico) riferite allo spigolo di un getto conforme.

La presenza della ferrite nella ghisa a grafite sferoidale può essere desiderata e molto vantaggiosa. Essa permette infatti di ampliare l'offerta al cliente, attraverso il controllo rigoroso del processo e della composizione chimica: ghise sferoidali ferritiche come la EN-GJS-400-18 sono caratterizzate da una buona duttilità a bassa temperatura, sconosciuta alle tipologie perlitiche.

Al contrario, la presenza di ferrite nella ghisa lamellare risulta dannosa, andando a diminuire la resistenza della matrice. La formazione della fase ferritica è particolarmente favorita in quelle zone che subiscono un raffreddamento rapido, come nel caso di spigoli e parti a spessore sottile, quando l'analisi chimica presenta elevate concentrazioni di elementi ferritizzanti. In queste zone inoltre (come si può notare nelle figure 4a e 5a), la grafite sottoraffreddata assume spesso distribuzioni particolari (Tipo B o Tipo D), anch'esse propedeutiche a un decadimento delle proprietà



meccaniche. Se l'analisi chimica finale della ghisa porta alla formazione di ferrite, l'effetto della presenza di quest'ultima sommato alla distribuzione degenerata della grafite causerà la formazione di spigoli fragili soggetti a rotture e distacchi.

I tecnici del laboratorio hanno quindi condotto analisi spettrometriche su vari campioni ricavati dai getti risultati difettosi: un fattore ricorrente è risultato essere il tenore elevato di titanio, spesso superiore allo 0,02 %. Il titanio è un potente elemento ferritizzante e grafitizzante; leghe di titanio sono spesso utilizzate nella produzione di ghisa a grafite compatta, andando a favorire, nelle quantità adeguate, la precipitazione della grafite in forma vermiculare. Per la medesima ragione, questo

Fig. 1. Esempio di rottura spigoli su un getto in ghisa lamellare

Fig. 2. Esempio di rottura spigoli su un getto in ghisa lamellare

Fig. 3. Principio di rottura spigolo evidenziato su provino ricavato da getto

elemento rappresenta un "veleno" per la ghisa a grafite sferoidale, promuovendo in aggiunta la formazione di carburi dannosi per le proprietà meccaniche e la lavorabilità delle fusioni. Nella produzione di ghisa grigia, il titanio viene invece spesso aggiunto come inoculante per favorire la precipitazione grafitica, prevenire la degenerazione della distribuzione lamellare e combattere eventuali difetti in prossimità della superficie dei getti dovuti

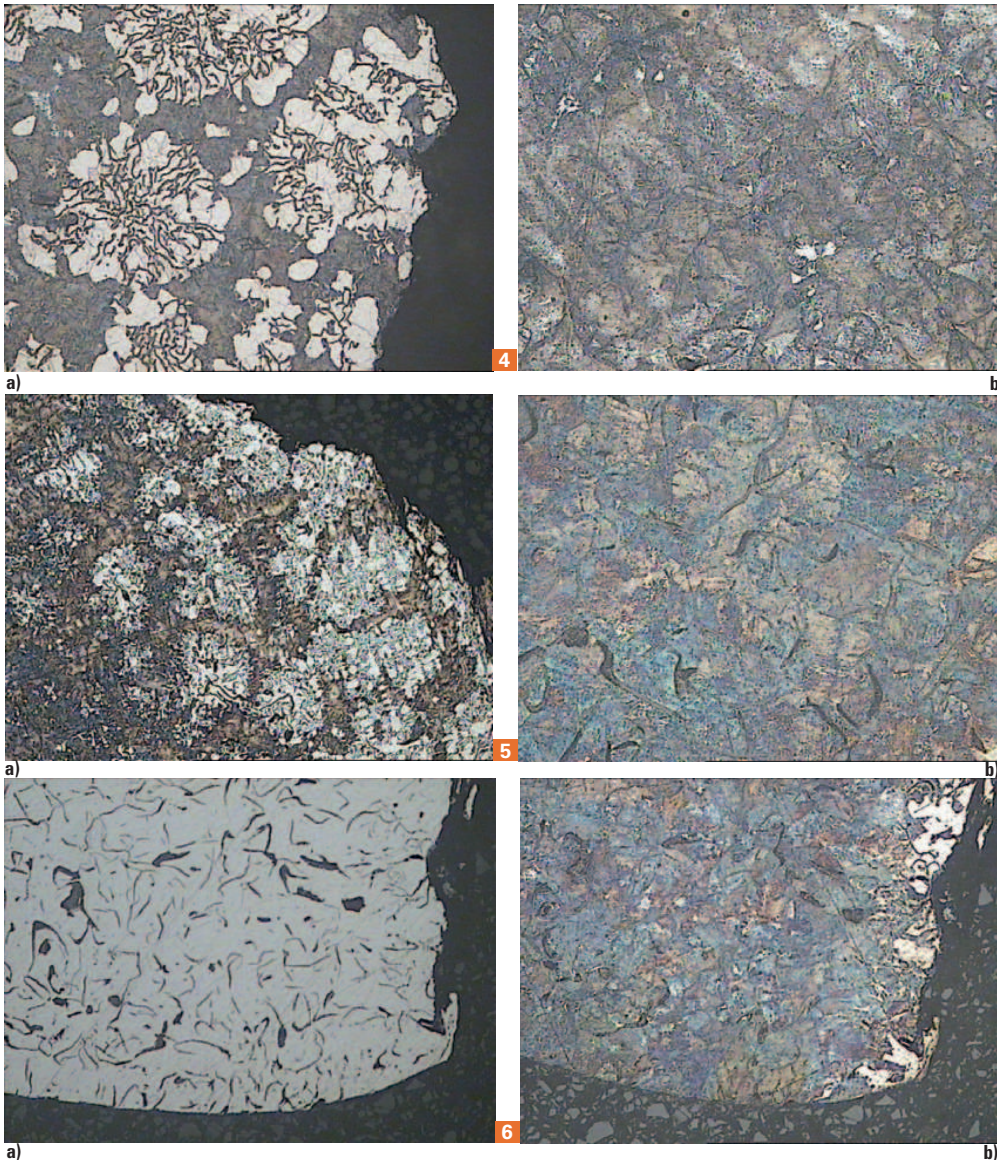


Fig. 4. Getto difettoso n. 1.
 a) Micrografia 200x, zona di rottura spigolo: grafite lamellare con distribuzione di Tipo B, ferrite contornante le "rosette" di grafite.
 b) Micrografia 200x, a cuore: grafite lamellare con distribuzione di Tipo A, matrice perlitica.

Fig. 5. Getto difettoso n. 2.
 a) Micrografia 50x, zona di rottura spigolo: grafite lamellare con distribuzione di Tipo D, notevole presenza di ferrite nella matrice.
 b) Micrografia 200x, a cuore: grafite lamellare con distribuzione di Tipo A, matrice perlitica.

Fig. 6. Getto conforme.
 a) Micrografia 100x, spigolo: grafite lamellare con distribuzione di Tipo A.
 b) Micrografia 100x dopo attacco chimico, spigolo: grafite lamellare con distribuzione di Tipo A, matrice perlitica.

all'effetto dell'azoto (microrisucchi dispersi o fessure "a virgole"). A partire dalle considerazioni sopra esposte, il laboratorio è stato in grado di risalire alle ragioni della difettosità diffusa verificatasi nel caso in esame. Il problema è risultato essere causato dalla sovrapposizione di più fattori: in particolare, la presenza anomala di un elevato tenore di titanio nei materiali di carica del cubilotto, che sommato alle alte concentrazioni di silicio e all'eventuale post-inoculazione

con lega di titanio ha prodotto i danni sopra esposti.

Alla luce di questa esperienza, il Centro di Ricerca ha suggerito le linee guida per la compilazione di un'istruzione di lavoro destinata agli operatori del Laboratorio Chimico della fonderia, con indicazione delle azioni correttive su inoculazione, aggiunta di oligoelementi e regolazione della quantità di silicio qualora il livello di titanio nella ghisa in uscita dal cubilotto superi determinati valori

di soglia. In tal caso, andranno subito effettuati controlli sui materiali di carica in modo da individuare con prontezza l'elemento responsabile ed eliminarlo dal caricamento. Il problema del livello di titanio nei materiali di carica è oggi concreto e di rilevanza crescente, considerando che questo elemento può essere presente in vari materiali ferrosi di riciclo, come per esempio lamiere verniciate o rottami provenienti dal settore automobilistico. Non a

caso, l'esecuzione di un controllo regolare e attento sui materiali in ingresso in fonderia è uno degli aspetti di crescente interesse per le fonderie moderne, risultando fondamentale al pari del rigoroso controllo del processo per la produzione di getti in linea con le caratteristiche richieste dal cliente. Questo aspetto, pur necessitando in realtà di ben altra attenzione, resta infatti oggi ancora diffusamente demandato alla coscienza e all'autocertificazione dei fornitori.