

# L'ANGOLO DEI DIFETTI

Gianni Pasini, Emanuele Savini - Centro Ricerca per l'Industria Fusoria - SCM Group

## FORMATURA IN TERRA A VERDE: IL PERICOLO "TACCONE"

La produzione di getti in ghisa integri e con le caratteristiche richieste dal cliente è un'attività molto complessa: non solo la composizione chimica della lega e le condizioni di raffreddamento dovranno essere quelle adatte, ma è imperativo tenere sotto rigoroso controllo ogni passo del processo produttivo, compresi aspetti marginali e non direttamente legati alle condizioni di fusione, colata e solidificazione della ghisa. Ad esempio, per gli impianti di formatura in terra a verde, una cattiva qualità della terra di fonderia può avere conseguenze disastrose per l'integrità delle fusioni, provocando l'insorgenza di difetti superficiali reiterati e a volte impossibili da correggere sul getto solidificato.

Per comprendere il difetto che si andrà a descrivere, si ritiene utile riportare una breve introduzione su come viene ottenuta la terra di fonderia: le materie prime sono generalmente sabbia silicea, nero minerale, acqua e un legante argilloso come la bentonite, in percentuali diverse a seconda delle condizioni della terra di riciclo già in circolo nel sistema, avente caratteristiche degradate per via dello stress termico subito.

Questi materiali sono miscelati all'interno di molazze per il tempo impostato, quindi scaricate sui nastri che porteranno la terra all'impianto per la formatura delle staffe, in quantità adeguata alla compensazione delle perdite che avvengono nel ciclo.

Una terra non idonea può generare difetti superficiali molto vistosi sui getti: in Figura 1 e 2 sono mostrati due esempi di "taccone" libero causato dai distacchi di terra dalla forma, che portano ad un spessore

aggiuntivo di ghisa indesiderata nel punto di rottura, e ad un "vuoto" nella zona di deposito della parte distaccata.

Anche in assenza di distacchi veri e propri è possibile che si manifestino crepe parimenti dannose per la qualità del getto; un esempio di queste difettosità dovute a cedimenti della forma senza distacco di materiale è riportato nelle Figure 3 ("taccone falso d'angolo") e 4 ("coda di topo"). Il difetto del taccone colpisce soprattutto getti massivi (non necessariamente con spessori particolarmente elevati) che richiedono un tempo di colata piuttosto alto, e che presentano estese superfici piane. Generalmente, ad esserne interessata è la forma superiore, per via dell'elevata esposizione al calore emanato dalla ghisa liquida: in presenza di lunghi tempi di colata e dunque di riempimento della forma, mentre la parte inferiore entra subito in contatto con la ghisa fluida e comincia a smaltire il calore, la parte superiore è infatti sottoposta a forte irraggiamento per tutta la durata della colata. Il

meccanismo di generazione del difetto ha dunque tutto il tempo necessario per innescarsi. Ma quale è questo meccanismo? In realtà, si tratta della sovrapposizione di due effetti: la dilatazione della silice presente nella sabbia (che rappresenta circa l'85% della terra di formatura) e l'evaporazione dell'acqua nei primi strati della forma.

Vediamoli in dettaglio:

**Dilatazione:** la silice, a pressione atmosferica, esiste in tre forme cristalline. La forma stabile assunta, in funzione della temperatura, è il quarzo fino agli 870°C, la tridimite fino a 1470°C, la cristobalite fino al punto di fusione (1710°C). Con le temperature di interesse nel processo della fonderia, si giunge generalmente fino al campo della tridimite. La trasformazione allotropica quarzo-tridimite ha un notevole effetto sulla densità, che passa approssimativamente dai 2,65 grammi per cm<sup>3</sup> del quarzo ai 2,33 grammi per cm<sup>3</sup>

della tridimite, provocando un contestuale aumento di volume dei grani. Tale aumento di volume può portare a rottura la forma qualora la terra abbia una durezza elevata e non siano presenti nella giusta quantità elementi come la bentonite, che funge da "cuscinetto", e il nero minerale che, alle temperature raggiunte in fase di colata, brucia e lascia dello spazio utile alla succitata dilatazione (oltre che contrastare le sinterizzazioni). Si possono dunque presentare fessurazioni e crepe, che si traducono sul getto, ad esempio, in tacconi d'angolo (Figura 3) o code di topo (Figura 4). Lo stesso fenomeno è responsabile delle "crestine" in corrispondenza di crepe nelle anime; qualora lo strato superficiale risulti indebolito da penetrazioni della vernice, è possibile inoltre il verificarsi di distacchi e del conseguente difetto del taccone d'anima, come mostrato in Figura 5.

**Evaporazione:** l'acqua nei primi strati della forma (3-5 mm), per via del forte irraggiamento da

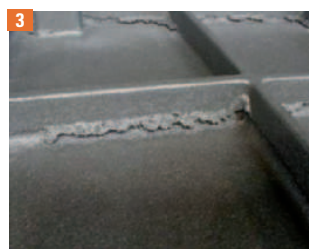
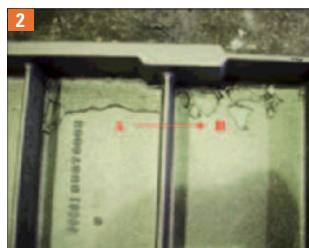
**Fig. 1. Difettosità da taccone libero: si noti la corrispondenza dei profili tra pieno e vuoto**

**Fig. 2. Difettosità da taccone libero: spostamento di materiale da A (pieno) a B (vuoto)**

**Fig. 3. Taccone falso d'angolo**

**Fig. 4. Difettosità a coda di topo**

**Fig. 5. Taccone d'anima**





parte della ghisa liquida e degli elevati tempi di colata, subisce evaporazione, con successiva ricondensa in corrispondenza degli strati di terra "fredda" immediatamente superiori. Questa condensa può avere due effetti: se la terra contiene una quantità sufficiente di bentonite non attivata, essa viene assorbita da quest'ultima, provocando un aumento della coesione.

Al contrario, qualora la bentonite presente non possa più assorbire acqua, l'aumento dell'umidità genera un brusco calo di coesione della terra, per via della formazione di uno strato superumido (una sorta di "fango") che, unito alla dilatazione della silice, provocherà distacchi e dunque taccone libero.

Da un lato dunque, la terra dovrà contenere una adeguata percentuale di nero minerale e

di acqua, in modo da contenere la durezza della forma e lasciare spazio alla dilatazione dovuta alla trasformazione della silice; dall'altro, dovrà essere presente altresì una riserva di bentonite, che assorba l'acqua in evaporazione dai primi strati della forma provocando un aumento della coesione anziché favorire la formazione del taccone. Da quanto sopra, emerge chiaramente l'importanza di un controllo costante delle proprietà della terra. Ciò è particolarmente vero per le fonderie con una produzione differenziata, in cui sia possibile dunque passare da produzioni di staffe che non prevedono utilizzo di anime ad altre con una presenza significativa di anime: al momento del riciclo della terra proveniente dalla distaffatura di queste ultime, infatti, la sabbia proveniente dalle anime, praticamente priva di legante,

può provocare repentini cali della percentuale di bentonite che, se non prontamente corretta tramite opportune aggiunte, causa l'instaurarsi delle condizioni di prelude alla formazione di taccone, in caso di successive produzioni di getti massivi e piani. Data l'estrema imprevedibilità del momento in cui la variazione della qualità della terra potrà verificarsi, è importante che i controlli vengano svolti in continuo e in automatico all'uscita dalle molazze, e non in maniera casuale, così da poter applicare i dovuti correttivi in tempo e scongiurare il manifestarsi delle condizioni favorevoli al difetto. Riassumendo, il taccone è un difetto tipico degli impianti di formatura in terra a verde, che colpisce maggiormente i getti massivi con estese superfici piane, interessati da tempi di colata piuttosto lunghi.

Per definizione è un difetto superficiale, ma i suoi effetti possono colpire anche più in profondità e rendere impossibile il recupero del getto. Essendo provocato da una qualità inadeguata della terra di formatura, può colpire interi lotti di produzione. Per cercare di arginare il fenomeno, come anticipato risulta fondamentale il rigoroso controllo delle proprietà della terra, soprattutto per fonderie con produzione alterna staffe con anime/staffe senza anime, aspetto che andrà tenuto in considerazione anche in fase di programmazione. Si dovrà cercare inoltre di contenere, per quanto possibile, i tempi di colata, in modo da minimizzare l'irraggiamento della forma superiore e conseguentemente il fenomeno di evaporazione, e la temperatura della terra. I tempi di molazzatura dovranno essere tali da consentire un'adeguata e omogenea miscelazione della bentonite nella sabbia; si dovranno altresì garantire un idoneo valore dell'umidità della terra, per contenerne la durezza ma non generare forme troppo dure, e le giuste percentuali di nero minerale (per permettere l'espansione della silice senza crepatura della forma), e di argilla (per consentire l'assorbimento dell'acqua in evaporazione dai primi strati di terra e aiutare a sopportare senza rotture la libera espansione della silice, grazie all'effetto "cuscinetto"). Infine, si sottolinea l'importanza del controllo dei materiali in ingresso nella fonderia; una bentonite di buona qualità permetterà l'assorbimento di una maggiore quantità di acqua, contribuendo dunque a mantenere elevata la coesione della forma, analogamente all'utilizzo di sabbia di granulometria maggiore.