

FMB: dalla progettazione... al getto privo di difetti

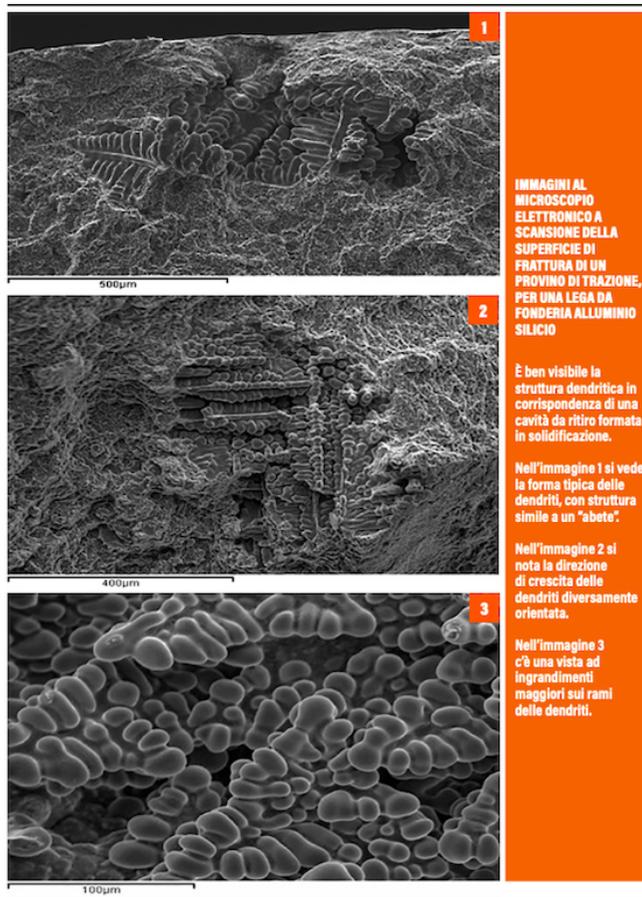
RedazioneMU 7 aprile 2021



Eliminare i difetti: facile a dirsi, un po' meno a farsi. Basta però partire "col piede giusto".

Difetti? No, grazie. Probabilmente il difetto è una caratteristica del mondo reale, in contrapposizione a tutto ciò che è ideale e, di conseguenza, perfetto. C'è però un ma: se la difettosità esiste e non può essere completamente annullata, è pur vero che può essere contenuta e ridotta a valori accettabili. Dunque l'obiettivo primario di ogni fonderia è quello di produrre getti coerenti con le specifiche, privi di difetti. Chiaramente questo risultato potrà essere raggiunto nella misura in cui saranno noti i meccanismi che portano alla formazione di difettosità, a cui deve far seguito un'azione correttiva. La conoscenza dei meccanismi di formazione dei difetti non deve avere solo lo scopo di eliminarli, ma anche di comprendere l'incidenza sulle caratteristiche del getto e sul comportamento in esercizio in modo da non perdere di vista l'incidenza della loro completa rimozione sui costi di processo, che potrebbero non essere giustificati.





1
IMMAGINI AL MICROSCOPIO ELETTRONICO A SCANSIONE DELLA SUPERFICIE DI FRATTURA DI UN PROVINO DI TRAZIONE, PER UNA LEGA DA FONDERIA ALLUMINIO SILICIO

2
È ben visibile la struttura dendritica in corrispondenza di una cavità da ritiro formata in solidificazione.

Nell'immagine 1 si vede la forma tipica delle dendriti, con struttura simile a un "abete".

Nell'immagine 2 si nota la direzione di crescita delle dendriti diversamente orientata.

3
Nell'immagine 3 c'è una vista ad ingrandimenti maggiori sui rami delle dendriti.

Capire il difetto

Il difetto è il nemico della qualità. Il difetto può far esplodere i costi, sia per eliminarlo a monte, sia perché degrada il componente innescando tutti quei costi, diretti e occulti, ben descritti dalla teoria dell'iceberg.

Il controllo delle difettosità diventa ancora più importante nel caso di parti strutturali, o comunque quando l'affidabilità del componente è fondamentale, come nel settore dell'automotive.

È noto come, da anni, la necessità di alleggerire i veicoli abbia portato a studiare come ridurre il peso dei vari componenti, pur mantenendo inalterate, se non migliorate, la sicurezza e le performance, coinvolgendo sia la scienza dei materiali che la tecnologia meccanica.

In particolare, l'ampio utilizzo di leghe leggere ha portato a studi approfonditi sull'influenza degli elementi in lega e sui processi produttivi, con focus specifico sulla formazione di difettosità e alla ricaduta sulle caratteristiche del manufatto. Il coinvolgimento sia di enti di [ricerca](#) e università che di fonderie, stanno dando risultati con un alto grado di affidabilità, permettendo quindi di valutare l'influenza della microstruttura sulle proprietà meccaniche del componente e, se è il caso, come e dove intervenire per migliorare lo stato.

«Parlare di settore automotive significa parlare di leghe di alluminio e questo vuol dire nuove sfide per le fonderie di alluminio, che si trovano a dover gestire geometrie anche molto complesse, con requisiti, in termini di qualità e proprietà meccaniche, importanti – spiega **Enio Gritti**, responsabile della fonderia **FMB**, che fa riferimento al gruppo **OMR** –. I progettisti di fonderia sono chiamati a studiare, caso per caso, quale sia il miglior processo fusorio da adottare, in modo da raggiungere il miglior risultato: la vecchia consuetudine di scegliere la lega migliore sul mercato, perché tutela da ogni rischio, oppure quella che usano i vari competitor, deve essere abbandonata! Alla luce delle moderne conoscenze, se la scelta della lega è centrale, non è però sufficiente a garantire i risultati attesi. Oggi sappiamo che la distanza interdendritica influenza in maniera decisiva le caratteristiche del componente e questa distanza deve essere gestita in maniera adeguata, se si vogliono raggiungere i risultati attesi. Gli strumenti per fare ciò, ci sono ed è ora che vengano utilizzati, sia per una questione di qualità che di costi; è altrettanto fondamentale che i disegnatori dei getti e i progettisti degli stampi e dei rami colata capiscano che sono coinvolti in prima persona, e che dal loro modo di gestire stampo e processo dipende il risultato finale. E anche il costo, o, se vogliamo essere più precisi, l'economia di processo».

MICROGRAFIE AL MICROSCOPIO OTTICO

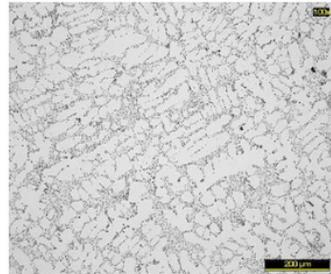


IMMAGINE A

- Lega 43000. Micrografia al microscopio ottico e misura del valore di SDAS: 26.8 µm
- Getto colato in conchiglia per gravità
- Caratteristiche meccaniche da prova di trazione su provino estratto per dissezione dal getto:

Rm	280 MPa
Rp02	215 MPa
A%	4.5 %

di parete iniziale del getto 10 mm

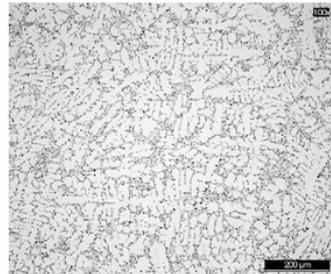


IMMAGINE B

- Lega 43000. Micrografia al microscopio ottico e misura del valore di SDAS: 15.2 µm
- Getto colato in Bassa Pressione
- Caratteristiche meccaniche da prova di trazione su provino estratto per dissezione dal getto:

Rm	270 MPa
Rp02	150 MPa
A%	15%

Spessore di parete iniziale del getto 2.6 mm



IMMAGINE C

- Lega 42100. Micrografia al microscopio ottico e misura del valore di SDAS: 29.6 µm
- Getto colato in Bassa Pressione
- Caratteristiche meccaniche da prova di trazione su provino estratto per dissezione dal getto:

Rm	325 MPa
Rp02	270 MPa
A%	8%

Spessore di parete iniziale del getto 30 mm

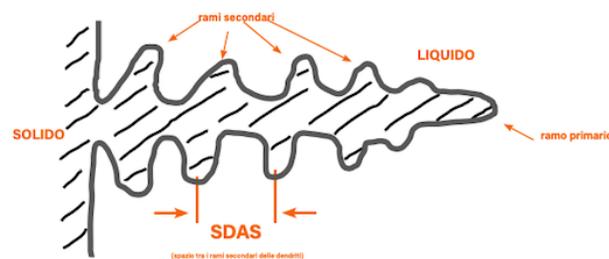
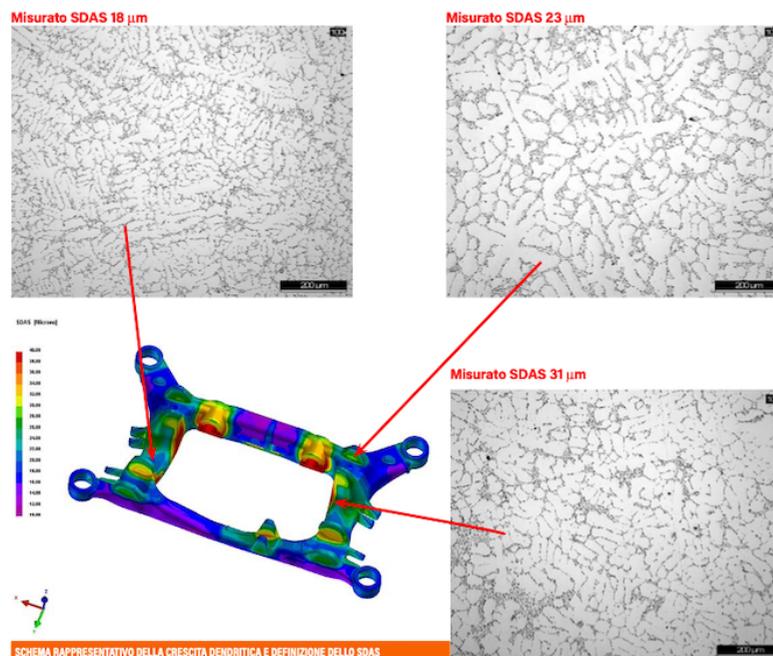
Dalla microstruttura alle proprietà meccaniche

Pochi settori produttivi hanno subito cambiamenti come la fonderia di alluminio, sia in termini di materiali che di processi. Ma anche la qualità richiesta e le proprietà meccaniche dei manufatti stanno diventando sempre più spinte, motivo per cui è importante un cambio di approccio: il compito della fonderia deve passare dall'occuparsi "solo di riempire lo stampo", ad una



visione più evoluta che garantisce le caratteristiche meccaniche dove servono, quindi senza spreco di tempo e materiale, con una visione strategica che non dimentichi i costi.

Per arrivare ad una sorta di fusione consapevole, le proprietà microstrutturali devono essere tenute in considerazione già nelle prime fasi di progettazione. «Le moderne pratiche di fonderia, con l'analisi fatte sui getti, ci insegnano che i raffreddatori creano delle tensioni residue e, di conseguenza, il pezzo è tensionato e, in ultima analisi, resiste meno – prosegue **Gritti** -. La progettazione è quella che decreterà la bontà o meno del getto, ed è proprio in questa fase che vanno fatti tutti i ragionamenti, tenendo presente anche i più moderni studi che sottolineano l'importanza della distanza interdendritica. Oggi è noto il ruolo della distanza tra i rami delle dendriti, espresso dallo SDAS, Secondary Dendrites Arm Space, che influenza in maniera decisa le caratteristiche tensili dei getti: non è il tipo di lega e non sono le operazioni di colata, ma sono i disegnatori dei getti, che definiscono i rami di colata, i progettisti degli stampi e chi effettua le simulazioni, a decretare il successo o meno del getto. La distanza fra i rami dendritici, sia primari che secondari, sono un parametro microstrutturale fondamentale per la fonderia di alluminio e, grazie alle simulazioni offerte dai moderni sistemi, è possibile prevederne la distribuzione, in modo da valutare a priori se le caratteristiche tensili sono congruenti con le richieste delle specifiche di progetto del manufatto».



Il ruolo della distanza interdendritica

Ad ogni processo di fusione segue una solidificazione che avviene attraverso la formazione di dendriti dalla fase liquida. Viene definita distanza interdendritica secondaria (SDAS) la distanza media che intercorre fra i rami secondari di una dendrite,

definendone la dimensione, ed è oggi un parametro usato per descrivere la struttura metallurgica dei getti in lega di alluminio. Più la microstruttura è fine, migliori saranno sia la resistenza a trazione che quella a fatica, quindi, minore è il valore dello SDAS, minore sarà la dimensione dei difetti che si formano durante la solidificazione, quali segregazioni, cavità di ritiro, inclusioni di ossidi e porosità da gas, notoriamente dannosi nei confronti delle caratteristiche meccaniche.

Lo SDAS, come ampiamente riportato in letteratura, a parità di condizioni al contorno, è strettamente legato al tempo di solidificazione o, in altre parole, alla velocità di raffreddamento: maggiore è il tempo di solidificazione, maggiore sarà lo SDAS e, di conseguenza, il decadimento delle proprietà tensili del getto. *«Uno SDAS elevato porta alla formazione di microcostituenti e segregazioni grossolani con un effetto negativo sulle caratteristiche sia statiche che dinamiche – spiega **Gritti** -. Controllare lo SDAS significa controllare la velocità di solidificazione. E il controllo della velocità di solidificazione dipende sia dal tipo di processo fusorio che dalla dimensione e geometria del getto, oltre che dai parametri di colata, come velocità di colata, gradienti di temperatura e sistemi di raffreddamento, solo per citarne alcuni. Ad un aumento della velocità di solidificazione corrisponde un minor tempo, quindi un accrescimento dendritico inferiore e, di conseguenza, uno SDAS più basso, e un getto con migliori performance. La produzione di FMB è dedicata al settore automotive: la fonderia di alluminio, se vuole produrre getti di qualità, che soddisfino anche le esigenze più sofisticate, deve ricordarsi che la definizione delle proprietà microstrutturali deve nascere, e quindi essere tenuta presente, a partire dalle prime fasi della progettazione. E le caratteristiche meccaniche vanno considerate e garantite dove servono: diversamente è uno spreco. L'alleggerimento non deve andare a scapito di sicurezza e performance, quindi, occorre avere ben chiaro dove si può intervenire, variando gli spessori o la geometria (se possibile) senza compromettere le caratteristiche che deve avere il componente. Analogamente, non ha senso assicurare proprietà laddove non è necessario. Oggi la tecnologia ci offre gli strumenti per capire se alla progettazione seguirà un getto adeguato, basti pensare al CoDesign, alla progettazione virtuale con CAD 3D, alla analisi strutturale, alla possibilità eseguire e simulazioni di fluidodinamica con per individuare le zone maggiormente sollecitate. Poi dovrà essere studiato il sistema di colata con le verifiche virtuali di riempimento e di solidificazione.*

Le reiterazioni permetteranno di arrivare alla ottimizzazione sia del componente che del processo per ottenerlo, individuando anche le aree dove sarà necessari prelevare provini per la verifica fisica. E' a questo punto che può partire la realizzazione del prototipo dello stampo fusorio (o dello stampo vero e proprio) cui seguirà la fusione dei pezzi per le opportune verifiche fisiche prima di andare in produzione».

Il gruppo OMR e FMB

OMR è un gruppo industriale Italiano, a capitale privato, con alle spalle una storia che dura da oltre 100 anni. Fondata nel 1919 per la costruzione di macchine per la lavorazione del marmo, la società ha da sempre creduto nella ricerca e sviluppo, tanto da investire i propri capitali nella crescita e nello sviluppo tecnologico. Il gruppo **OMR** oggi è specializzato nella componentistica automotive e si avvale delle capacità di oltre 3.200 collaboratori che operano in 16 stabilimenti, dislocati in 4 continenti.

FMB, con sede a Pavone del Mella (BS), nasce nel 1988 come divisione del gruppo specializzata nelle fusioni a gravità in conchiglia e a bassa pressione, sempre con focus il settore automotive. **OMR** ha infatti integrato nei propri processi gran parte delle attività che contribuiscono a garantire un prodotto d'eccellenza, pensato e sviluppato secondo i più elevati standard tecnologici, realizzato con processi all'avanguardia, ma, coerentemente con i valori etici in cui crede, rispettosi dei lavoratori e dell'ambiente.

Gli stabilimenti del gruppo adottano il sistema WCM (*World Class Manufacturing*), che si basa sull'aggressione sistematica ad ogni tipo di spreco e perdita e sul coinvolgimento, ad ogni livello della scala gerarchica, attraverso l'impiego rigoroso di metodi e standard. Il WCM rappresenta quindi una metodologia di produzione strutturata, rigorosa ed integrata, che coinvolge l'organizzazione nel suo complesso, dalla sicurezza all'ambiente, dalla manutenzione alla logistica e alla qualità con l'obiettivo di migliorare costantemente tutte le *performance* produttive, al fine di garantire qualità e soddisfazione attese del cliente.

di Daniela Tommasi



