



Analisi della ghisa

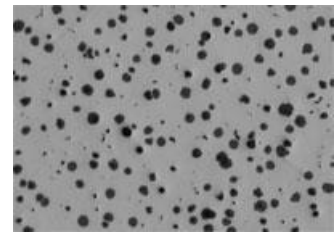
L'importanza dell'analisi della ghisa

Nel laboratorio metallografico, l'operazione di analisi della ghisa relativamente ai parametri di distribuzione, forma e dimensione della nodularità della grafite, oltre al rapporto ferrite-perlite, è di estrema importanza da un punto di vista della prospettiva del controllo qualità.

Visto che la ghisa viene utilizzata dai produttori in un'ampia gamma di prodotti di precisione, l'industria automotive rappresenta un ottimo esempio su come il controllo qualità della ghisa rappresenti un'operazione fondamentale per le prestazioni dei prodotti. Per esempio, gli ingegneri dell'industria automotive hanno scelto, per la sua resistenza, la ghisa duttile modellata per l'albero a gomiti nella produzione di un'automobile sportiva; Infatti questo materiale non è facilmente soggetto a cedimenti. Inoltre, la grafite contenuta nella ghisa aiuta a ammortizzare le vibrazioni e limitare il rumore del motore. Se questo materiale non soddisfa le rigorose specifiche del controllo qualità, l'integrità generale dell'albero a gomiti e la silenziosità del motore potrebbero risultare compromessi.

In un altro esempio un produttore dell'industria automotive ha scelto la ghisa duttile per il braccio di sospensione di un'automobile sportiva. Inizialmente gli ingegneri avevano considerato le leghe in alluminio ma il braccio di sospensione sarebbe dovuto essere eccessivamente grande a causa della minore resistenza. Alla fine la scelta si è orientata verso la ghisa duttile per le sue proprietà meccaniche eccezionali: permette di ridurre il rumore e il peso, mantenendo basso il costo. In questo caso, se la qualità dei materiali non soddisfa le rigorose specifiche del controllo qualità del produttore, le prestazioni delle sospensioni dell'automobile potrebbero essere compromesse.

Un'accanita competizione sulla pista e tra i produttori dell'industria automotive presuppone che gli ingegneri debbano prendere molto sul serio il controllo qualità di queste componenti automobilistiche a alte prestazioni.



Grafite nella ghisa con ingrandimento
100x

Valutazione della microstruttura della grafite nella ghisa

Per soddisfare gli elevati standard delle componenti prodotte, i laboratori metallografici spesso analizzano le microstrutture della ghisa relativamente a queste caratteristiche:

- Tipo di grafite (forma)
- Distribuzione della grafite
- Dimensione della grafite
- Nodularità della grafite
- Percentuale della grafite
- Percentuale di ferrite-perlite

Alcune delle norme internazionali comunemente usate per l'analisi della ghisa sono: ASTM A247 (US), ISO 945 (internazionale), ISO 16112 (internazionale), JIS G-5502 (Giappone), JIS G 5505 (Giappone), KS D 4302 (Corea), GB/T 9441 (Cina), NF A04-197 (Francia) e ASTM E2567 (Stati Uniti). Sebbene esistano diverse norme internazionali,

L'ASTM A247 rappresenta la norma principale nel Nord e Sud America per valutare la microstruttura di grafite nella ghisa. Questa norma considera tre parametri: tipo di grafite (chiamata anche forma), distribuzione della grafite e dimensioni della grafite. Il tipo di grafite varia dal valore I al VII. Il Tipo I indica la ghisa nodulare (Duttile, grafite in forma di noduli) mentre il tipo VII indica la ghisa lamellare (grafite in forma di lamelle). La distribuzione della grafite varia dal valore A al E ed è principalmente usata per classificare la grafite di Tipo VII. La dimensione della grafite varia dal valore 1 all'8: la dimensione è inversamente proporzionale al valore.

La classificazione in base alla forma della grafite origina il termine definito "Nodularità", il quale indica la percentuale di grafite in forma nodulare. Per esempio, classificata con il 100% di nodularità contiene completamente la grafite in forma di noduli (grafite di forma I), mentre l'80% di nodularità significa che la ghisa contiene l'80% di noduli e il 20% di grafite.

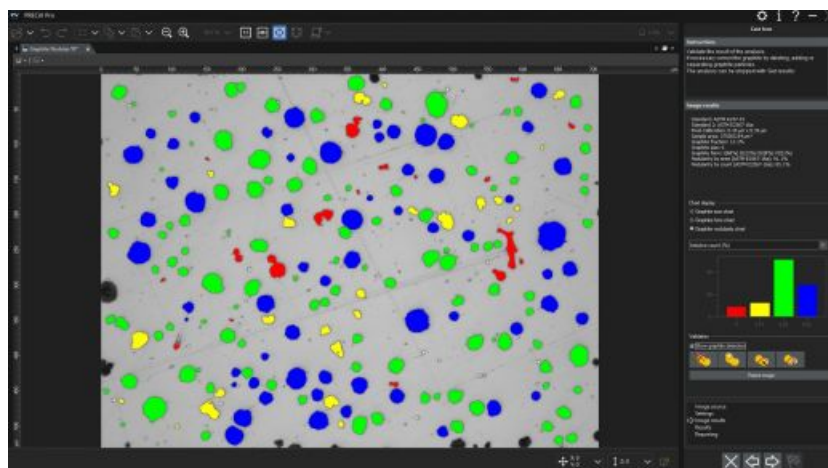
La percentuale di grafite, ferrite e perlite indicano la porzione che ogni struttura rappresenta rispetto al totale del materiale. La determinazione di questi parametri rappresenta un classico esempio della valutazione della percentuale di un'area.

Convenzionalmente, la maggior parte dei laboratori di controllo qualità utilizzano la ghisa attraverso il metodo di confronto del grafico. In questo caso un operatore esegue una stima visiva dei parametri confrontando un'immagine in tempo reale attraverso un microscopio ottico (in genere con un ingrandimento di 100x) con i grafici di una micrografia spesso posizionati nella parete in prossimità del microscopio. Visto che la ghisa è in genere analizzata in base a diversi parametri, il confronto tra diversi grafici può necessitare molto tempo. Visto che i risultati sono interpretati da un operatore, questo metodo può produrre dei risultati imprecisi e irripetibili, spesso non riproducibili con diversi operatori. Inoltre i tecnici del controllo qualità devono inserire i propri risultati manualmente in un foglio di calcolo o in un report attraverso un computer, esponendosi a ulteriori rischi di errori.

In quale modo i laboratori di controllo qualità eseguono l'analisi della ghisa in piena conformità alla norma ASTM A247 o altre norme internazionali e riduce il rischio di imprecisioni e soggettività? La risposta risiede in una soluzione di analisi all'avanguardia e completamente automatizzata per la ghisa.

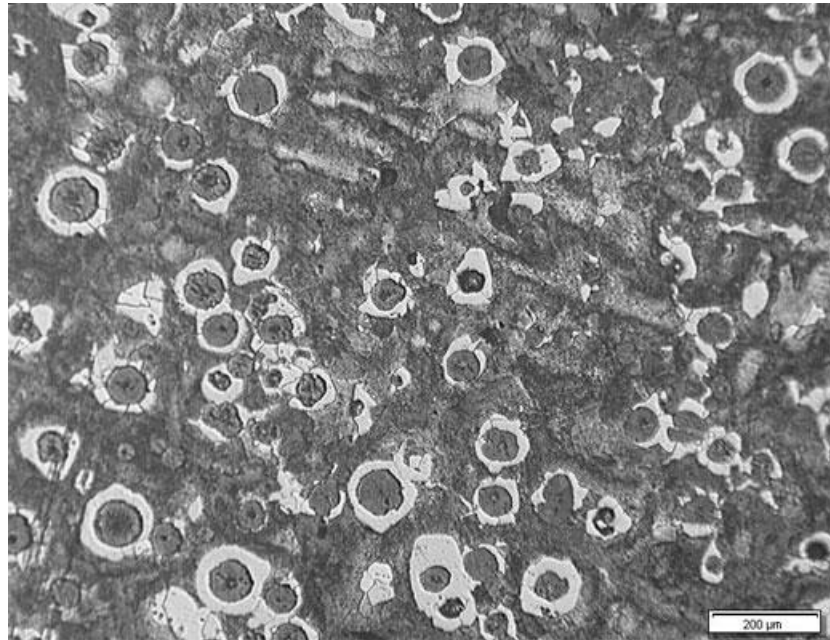
Analisi di immagini digitali di ghisa in conformità alla norma ASTM A247 e altre norme

Conoscere il potenziale di un laboratorio del controllo qualità (QC) metallurgico digitale moderno. Grazie ai progressi sui software specializzati nella microscopia metallurgica per la scienza dei materiali, gli operatori possono utilizzare l'analisi delle immagini per analizzare la ghisa in conformità alla norma ASTM A247 e a altre numerose norme internazionali. Con pochi clic del mouse, un campione integro può essere completamente analizzato in relazione alla dimensione, forma, nodularità e distribuzione della grafite.



Dettagliati risultati di analisi della grafite sono ottenuti in modo veloce e accurato attraverso il software di analisi delle immagini

Dopo che l'analisi della grafite è completata, il software di analisi delle immagini calcola automaticamente la percentuale di grafite, nota anche come frazione di grafite. Questa frazione di grafite sarà usata successivamente quando si analizzerà il rapporto perlite-ferrite di un campione integro. La frazione di grafite viene usata per distinguere la grafite dalla perlite, visto che i loro valori simili in scala di grigi gli rende indistinguibili attraverso il software di analisi delle immagini.



Esempio di un campione integro dove può essere calcolato un rapporto ferrite-perlite

Una volta che l'analisi è completata, tutti i dati sono aggiunti direttamente in un foglio di calcolo dei risultati nel software di analisi delle immagini. I report contenenti i dati di analisi importanti e le immagini associate possono inoltre essere generati mediante la pressione di un pulsante, con una formazione minima.

Consigliata apparecchiatura di acquisizione di immagini per l'analisi della ghisa

La tipica configurazione di un'apparecchiatura per l'analisi della ghisa attraverso l'analisi delle immagini digitali è data dalle seguenti componenti:

1. Microscopio metallografico rovesciato

Un microscopio rovesciato è in genere preferibile rispetto a un modello dritto visto che il campione lucidato e piano può essere sistemato in piano su un tavolino meccanico. Questo facilita una messa a fuoco uniforme mentre l'utente manipola il tavolino di scansione.



Tipica configurazione dell'apparecchiatura: microscopio metallografico rovesciato, obiettivo metallografico 10X e fotocamera per microscopio digitale a alta risoluzione

2. Software di analisi di immagini dedicato alla metallurgia

Software di analisi delle immagini per le applicazioni delle scienze dei materiali spesso offrono dei moduli supplementari che permettono agli utenti di analizzare la ghisa direttamente in conformità alla norma ASTM A247 e ad altre norme internazionali.

3. Obiettivo metallografico 10x

Questo rappresenta l'ingrandimento dell'obiettivo necessario per l'analisi della ghisa.

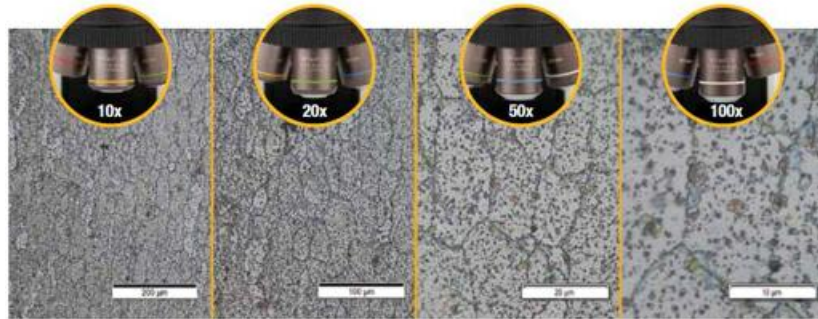
4. Fotocamera per microscopio digitale CCD o CMOS a alta risoluzione

Quando si considera una fotocamera per microscopio digitale per l'analisi della ghisa, le dimensioni dei pixel, oppure la risultante densità dei pixel, sono più importanti rispetto alla risoluzione digitale. Per assicurarsi di avere un sufficiente numero di pixel per rappresentare e ricostruire digitalmente anche i dettagli più piccoli numerosi microscopisti applicano il teorema di Nyquist. Questo teorema asserisce che sono necessari 2 o 3 pixel per rappresentare il più piccolo dettaglio o la risoluzione ottica. Considerando che l'analisi della ghisa sarà sempre eseguita con un obiettivo 10X (combinato con oculari 10X = Ingrandimento totale 100X), la risoluzione ottica di un obiettivo di livello medio sarà approssimativamente di 1,1 μm . Questo significa che l'attuale dimensione dei pixel tarati deve essere inferiore a 366 nm, assicurando i 3 pixel necessari per definire i dettagli minimi).

Per esempio, una fotocamera da 8,9 MP con la dimensione dei pixel di 3,45 μm produce una dimensione dei pixel tarata di 345 nm (dividendo la dimensione attuale del pixel per l'obiettivo 10X mediante l'adattatore della fotocamera 1X). Dividendo la risoluzione dell'obiettivo (1,1 μm) per la dimensione del pixel tarato (345 nm) si ottiene il risultato di 3,2. In questo esempio, 3,2 pixel permettono di definire il minimo dettaglio del campione, soddisfacendo il criterio di 2-3 pixel di Nyquist. Come regola generale, per l'analisi della ghisa è consigliato l'uso di fotocamere per microscopi dedicati alla scienza dei materiali di almeno 3 megapixel, considerando la dimensione dei pixel dei più comuni sensori CCD e CMOS.

Visto che l'analisi della ghisa può essere eseguita in maniera affidabile nella modalità con scala di grigi, attraverso la quale i parametri della soglia sono più semplici rispetto a quelli in modalità di colori, la fotocamera scelta dovrebbe integrare l'opzione della modalità di scala di grigi. Inoltre, la scelta di una fotocamera che può raggiungere una veloce frequenza di aggiornamento in modalità in tempo reale aiuta durante le operazioni di messa a fuoco e di posizionamento del campione.

È consigliato l'uso di un revolver codificato manuale o motorizzato. Il software di analisi delle immagini scelto dovrebbe sempre essere in grado di identificare automaticamente l'ingrandimento dell'obiettivo. Questo assicura la massima precisione di misura visto che la funzione di riconoscimento automatico contribuisce a eliminare il rischio di inserire manualmente l'erroneo ingrandimento dell'obiettivo nel software.



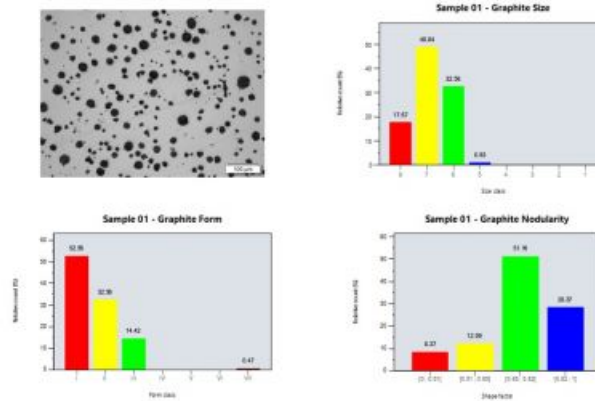
È necessario un tavolino di scansione XY manuale o motorizzato per manipolare il campione e posizionare l'area di interesse per l'osservazione e l'analisi. Il computer che si sceglie dovrebbe soddisfare i minimi requisiti di sistema della fotocamera e del software di analisi delle immagini. Inoltre è necessario un monitor a alta risoluzione

Procedura per l'analisi della ghisa

Utilizzando la consigliata apparecchiatura di microscopia metallurgica di seguito viene riportata la tipica procedura per eseguire l'analisi della ghisa:

1. Scegliere l'obiettivo 10X.
2. In condizioni di luce riflessa e campo chiaro manipolare il campione sul tavolino XY per visualizzare l'area d'interesse.
3. Acquisire l'immagine digitale attraverso il software di analisi delle immagini. Nota: Se la piattaforma software che si utilizza offre la capacità di analizzare un'immagine in tempo reale, è possibile visualizzare questo tipo di immagine.
4. Eseguire l'analisi dell'immagine:
 - a. **Analisi della grafite:** Definire i livelli della soglia della scala di grigi in modo che la grafite sia rilevata nel campione integro. Se necessario, modificare i risultati delle particelle (nodi di grafite divisi, collegati, tracciati o eliminati) La percentuale di grafite, o frazione di grafite, viene memorizzata e utilizzata nella successiva analisi ferrite-perlite.
 - b. **Analisi ferrite-perlite:** Definire i livelli della soglia della scala di grigi in modo che sia rilevata la ferrite. Visto che la grafite e la perlite possiedono dei valori simili di scala di grigi, dall'analisi della grafite viene considerata la percentuale di grafite . Un filtro morfologico può essere applicato prima dell'analisi per escludere i vuoti luminosi nella perlite in modo da non essere rilevata come ferrite.
 - c. L'immagine è analizzata in conformità alla norma scelta. I dati dei risultati sono riportati direttamente nel foglio di calcolo nel software di analisi delle immagini.
5. In base al modello predefinito dell'utente, il software genera automaticamente un report che integra i risultati di analisi, supportando immagini della ghisa e i dati significativi.

Cast Iron Analysis (ASTM A247)



Esempio di un report generato automaticamente con i risultati di analisi e le immagini significative

Altri modi per semplificare il processo di analisi della ghisa

Contrariamente alle tecniche applicate in passato attraverso le quali gli operatori eseguono una stima visiva della grafite relativamente a dimensione, nodularità, forma o distribuzione, il moderno software di analisi delle immagini dedicato alle applicazioni per le scienze dei materiali permette di calcolare i parametri della grafite, in modo preciso e ripetuto, in quanto l'intervento umano è minimo. Numerosi software sono progettati per essere conformi alla norma ASTM A247 a diverse altre norme internazionali, potendoli implementare con il minimo sforzo. Oltre alla capacità di analisi della struttura dei grani di metallo, numerosi software offrono delle pratiche funzionalità di connettività, creazione di report e gestione dei dati per risparmiare tempo. Il software con la generazione automatica di report, l'archiviazione-condivisione dei dati e le ricerche veloci delle immagini e dei dati correlati possono rendere il tuo team più efficiente. Quando si deve valutare una soluzione all'avanguardia per l'analisi automatica della ghisa, è molto importante relazionarsi direttamente con un esperto produttore di microscopi, in quanto può assistervi in ogni fase del processo, dalla scelta all'utilizzo dell'apparecchiatura.

Nota: La nodularità nella ghisa può inoltre essere misurata ultrasonicamente senza il bisogno di preparare la superficie. Maggiori informazioni possono essere trovate [qui](#).

Bibliografia

Dott. Carmo Pellicari. Ing. metallurgico

Miguel Angel Yescas-Gonzalez and H. K. D. H. Bhadeshia, University of Cambridge

American Society for Testing and Materials (ASTM) A247-13 Standard

ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA, 19428-2959 USA

Related Product



MPLFLN-BD

The MPLFLN-BD lens has semi apochromat color correction and is suitable for the widest range of applications. Especially designed for darkfield observation and the examination of scratches or etchings on polished surfaces.

Maggior informazioni ► <https://www.olympus-ims.com/microscope/mplfln-bd/>



GX53

Il microscopio rovesciato GX53 assicura un'eccezionale nitidezza dell'immagine e un'eccellente risoluzione con alti ingrandimenti. Attraverso accessori come un revolver codificato e un software, il design modulare del microscopio facilita la personalizzazione delle tue esigenze.

Maggior informazioni ► <https://www.olympus-ims.com/microscope/gx53/>



PRECiV

Il software PRECiV™, di facile utilizzo, consente di prendere il controllo del proprio microscopio in modo da poter eseguire misurazioni 2D ripetitive durante le operazioni di produzione, controllo qualità e ispezione.

Maggior informazioni ► <https://www.olympus-ims.com/microscope/preciv/>