

## Note sulla differenza tra inclusioni non metalliche valutate con metodo JK, K, M, A, D...

La prima cosa da sapere riguardo alla valutazione delle *inclusioni non metalliche* è che può essere condotta secondo vari metodi presentati dai differenti enti normativi internazionali.

I metodi principali per la valutazione del livello inclusionale sono:

- **UNI 3244:** "Microscopic examination of ferrous materials. Rating of non-metallic inclusions in steels with reference pictures".
- **DIN 50602:** "Microscopic examination of special steels using standard diagrams to assess the content of non-metallic inclusions"
- **ISO 4967:** "Steel - Determination of content of non-metallic inclusions -- Micrographic method using standard diagrams"
- **ASTM E45-13:** "Standard Test Methods for Determining the Inclusion Content of Steel"

Qui di seguito una schematica descrizione di queste procedure di prova, che permettono di comprendere meglio l'argomento.

Vediamo subito quali sono i tipi di inclusioni catalogati.

Le inclusioni non metalliche, in base alla loro morfologia, sono di 4 differenti tipi:

1. solfuri, presentano una forma allungata e colore tendente al grigio chiaro;
2. ossidi frammentati allineati, riconducibili all'allumina;
3. ossidi di forma allungata di tipo silicato, con forma poliedrica e spigoli appuntiti;
4. ossidi di forma globulare omogeneamente dispersi nella struttura.

Perché è importante valutare la micro purezza di un acciaio?

Le **inclusioni non metalliche** possono causare un danneggiamento della matrice che dipende principalmente, oltre che dalla loro diffusione, dalla loro forma e dalle loro caratteristiche meccaniche. Le più pericolose sono le inclusioni in forma di cristalli con spigoli vivi perché sono più dure e provocano deformazioni maggiori della matrice metallica (ad esempio gli ossidi tipo allumina oppure silicati); questo tipo di inclusioni può portare a rotture in fase di trattamento termico oppure accorciare la vita a fatica di un componente.

Altre volte possono essere usate, entro un certo limite ovviamente, per migliorare la lavorabilità alle macchine utensili (ad esempio solfuri allungati).

Le norme UNI 3244, DIN 50602 e ISO 4967 prescrivono che la prova di valutazione del livello inclusionale venga fatta su sezioni metallografiche esaminate al microscopio metallografico per confronto visivo con immagini tipo.

La registrazione delle inclusioni non metalliche può essere condotta secondo i seguenti metodi:

- **metodo M**, ovvero secondo grado massimo, il quale permette di valutare il grado massimo per ciascuna inclusione osservata;
- **metodo K**, ovvero secondo un grado minimo prefissato con formazione di indici di sommatoria (ad esempio K4); in questo caso la valutazione delle inclusioni si fa partendo da un grado minimo prefissato, e il risultato si esprime in rapporto alla superficie totale della sezione analizzata convertita ad una superficie di prova di 1000 mm<sup>2</sup>. Il calcolo viene effettuato moltiplicando la sommatoria delle inclusioni per il relativo indice di gravità, quindi suddivisa per l'area del provino ed infine la sommatoria viene moltiplicata per 1000;
- **metodo JK** (Jernkontoret): prevede invece l'espressione della micropurezza come media del grado delle inclusioni riscontrate sulla superficie. Il calcolo viene effettuato moltiplicando le inclusioni osservate per il relativo grado e dividendo per il numero di inclusioni totali rilevate.

Anche la norma ASTM E45 prescrive che la determinazione delle inclusioni venga fatta su campioni metallografici sottoposti ad esame microscopico, con confronto visivo tra la micrografia osservata e le immagini tipo fornite dalla norma.

I metodi principali per registrare le inclusioni secondo la norma americana sono:

- **metodo A (campo peggiore)**: permette di valutare l'indice massimo per ciascuna inclusione osservata in base alla classificazione (A tipo solfuri, B tipo allumina, C tipo silicati e D tipo ossidi globulari) e alla dimensione (fine series oppure thick series).
- **metodo D** (contenuto di piccole inclusioni): metodo utilizzato per valutare tutte le inclusioni presenti nella sezione metallografica, riferito ad un'area pari a 160 mm<sup>2</sup>, in base alla loro morfologia, dimensione e distribuzione.

Qualunque sia l'acciaio che si sta utilizzando, in base alla norma con cui valutare la conformità in accettazione del materiale, si può scegliere quindi il metodo più adatto alla situazione per valutare le inclusioni non metalliche.