

NOTA TECNICA :

Stato inclusionale degli acciai

1. STATO INCLUSIONALE DEGLI ACCIAI

Normativa di riferimento UNI 3244 : 1980

1.1 DEFINIZIONI GENERALI

Sono definite inclusioni non metalliche tutte le impurezze che non possiedono le proprietà fisiche tipiche dei metalli e che non fanno parte integrante della struttura della matrice metallica.

Le inclusioni non metalliche possono essere classificate in due categorie :

1. **inclusioni non metalliche endogene** : si generano nel bagno metallico per effetto delle reazioni che hanno luogo durante il processo produttivo dell'acciaio. La loro formazione è vincolata alla diversa affinità chimica che gli elementi presenti nel bagno possiedono nei confronti dello zolfo, dell'ossigeno e dell'azoto. Possono quindi essere suddivise in :
 - solfuri
 - ossidi
 - nitruri
2. **inclusioni non metalliche esogene** : hanno differenti origini per definizione esterne al bagno metallico (inclusioni di scoria, materie estranee che inquinano la carica, frammenti dei materiali refrattari che rivestono il forno, i canali di colata etc.)

1.2 MODALITA' DI MISURAZIONE

La norma UNI 3244 : 1980 illustra i metodi micrografici fondamentali impiegati per la valutazione delle inclusioni non metalliche negli acciai, principalmente solfuri e ossidi. L'esame si effettua su provette metallografiche che vengono esaminate al microscopio ottico per confronto visivo con immagini tipo.

La tavola delle immagini tipo comprende 10 serie (colonne) di immagini con inclusioni di vario tipo e forma, divise ognuna in 9 **gradi** (righe) che rappresentano la diversa entità delle inclusioni (in Fig. 1.1 le prime n. 5 serie). Secondo il tipo e la forma si distinguono quattro gruppi principali di inclusioni :

- ossidi in forma allungata (tipo silicati, 3 serie) OS
- ossidi in forma globulare dispersa (2 serie) OG
- solfuri di forma allungata (2 serie) SS
- ossidi frammentati allineati (tipo allumina, 3 serie) OA

Gli indici a due numeri delle immagini tipo si compongono del numero contrassegnante la serie (tipo e forma dell'inclusione non metallica, prima posizione) e del numero contrassegnante il grado (entità dell'inclusione non metallica, seconda posizione).

Per una corretta analisi dello stato inclusionale di un acciaio devono essere analizzate almeno n. 6 provette ricavate da pezzi diversi dello stesso tipo (o da saggi ricavati dallo stesso lotto di produzione), esaminate senza attacco metallografico al microscopio ottico a 100X.

Ogni campo da esaminare deve avere grandezza uguale a quella dell'immagine tipo (un cerchio di diametro pari a 80 mm). Nella valutazione delle inclusioni non metalliche presenti in un campo di misura, si determina a quale immagine tipo della tavola esse si avvicinano maggiormente. Una volta eseguite le osservazioni al microscopio esistono due metodi fondamentali di valutazione dello stato inclusionale.

1.2.1 Valutazione secondo il grado massimo (METODO M)

E' il metodo utilizzato per gli acciai speciali da costruzione. Su ogni provetta si esamina la superficie lucidata, di circa 150 mm², destinata alla valutazione e si stabilisce, in base ad ogni serie considerata di immagini tipo, il grado massimo riscontrato che viene registrato. Si calcola quindi la media aritmetica dei gradi massimi rilevati sulle provette esaminate. Questi valori medi servono per caratterizzare il grado di purezza dell'unità di collaudo in esame.

1.2.2 Valutazione secondo un grado minimo prefissato, con formazione di indici di sommatoria (METODO K)

Si rilevano le inclusioni non metalliche a partire da un determinato grado minimo e si indica il grado di purezza di una colata o di un lotto come indice totale proporzionale alla superficie delle inclusioni. Per la valutazione si deve decidere da quale grado si devono iniziare a contare le inclusioni non metalliche. Questo grado minimo viene stabilito secondo il procedimento di elaborazione e secondo le applicazioni previste dell'acciaio in esame. Generalmente vengono considerati i seguenti gradi minimi :

- grado ≥ 4 (simbolo K4) : per acciai speciali elaborati in aria (acciai per cuscinetti, da costruzione e per utensili con speciali requisiti qualitativi)
- grado ≥ 0 (simbolo K0) : per acciai speciali o leghe elaborati sottovuoto o rifusi sottoscoria elettroconduttrice

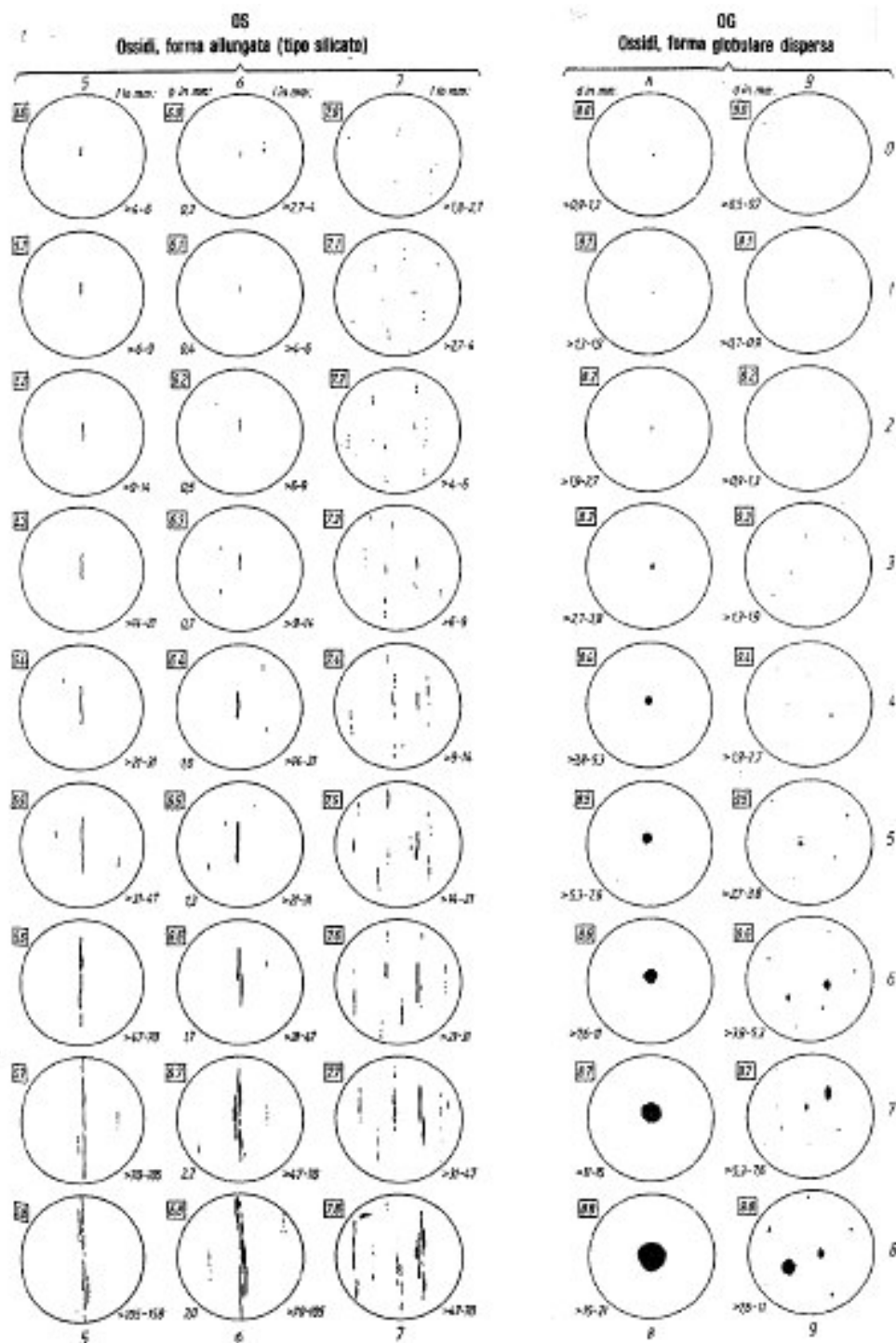


Fig. 1.1 Tavola delle immagini tipo delle inclusioni secondo UNI 3244 : 1980, prime n. 5 serie

1.3 CONSIDERAZIONI

Le inclusioni non metalliche costituiscono un difetto in quanto rappresentano un intaglio nella matrice metallica.

In relazione alla loro dimensione massima possono comportare un abbattimento del limite di fatica (cfr tool DEEPHARDNESS 1.0 e 2.0, INDUCTIONHARDNESS 1.0, LASERHARDNESS 1.0 <http://www.graniteng.com/tool.php>).

Alcune tipologie di inclusioni non metalliche migliorano la lavorabilità alle macchine utensili dell'acciaio. E' il caso dei solfuri di manganese (MnS, cfr Nota 1.1) e dei solfuri di calcio (CaS). Negli acciai per lavorazioni meccaniche ad alta velocità, comunemente detti acciai automatici o AVP, in aggiunta allo S si hanno alti tenori di Pb, il quale funziona da lubrificante liquido durante il processo di formazione e rottura del truciolo. Ulteriori aggiunte di elementi come tellurio (Te), selenio (Se) e bismuto (Bi) aumentano la lavorabilità dell'acciaio agendo sulla morfologia e deformabilità delle inclusioni non metalliche.

Nota 1.1

In relazione alla percentuale di S che garantisce una adeguata formazione di solfuri di manganese (MnS), è importante osservare che alcuni moderni acciai da bonifica (UNI EN 10083-1 : 1998) o da cementazione (UNI EN 10084 : 2000) possono essere prescritti a **ZOLFO CONTROLLATO** con percentuali di $S\% = 0.020 \div 0.040$, per garantire la lavorabilità alle macchine utensili. Questi acciai vedono la presenza delle lettere **R** ed **S** nella designazione alfanumerica, rispettivamente nel caso di acciai non legati o legati.

Esempi :

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| ▪ acciaio C45R | UNI EN 10083-1 : 1998 |
| ▪ acciaio 42CrMoS4 | UNI EN 10083-1 : 1998 |
| ▪ acciaio C10R | UNI EN 10084 : 2000 |
| ▪ acciaio 20MnCrS5 | UNI EN 10084 : 2000 |