

di metallurgia
ti connessi
cerca sono
Lo sviluppo
pluriennale
e Industrie
tori per l'in

- L'eterogeneità chimica della soluzione solida
- L'orientazione cristallina dei grani
- Gli stati tensionali

A causa dell'elevata sensibilità di questa tecnica agli stati tensionali è indispensabile una preparazione particolarmente accurata della superficie del campione in esame.

Sin dagli anni 60, quando il SEM e la microanalisi anche nelle sue forme più rudimentali erano proprietà di pochissimi centri di ricerca, la tecnica di ossidazione a caldo è risultata un mezzo molto utile e assai poco costoso per rivelare con chiarezza simultaneamente l'orientazione cristallina, l'eterogeneità primaria, i fenomeni di ereditarietà strutturale e lo stato tensionale.

Questo lavoro di review si propone di illustrare con qualche esempio (tratto dai dati sperimentali delle ricerche effettuate) la potenzialità e l'importante contributo di questa tecnica di metallografia a colori nello studio dei materiali metallici. Essa in alcuni casi è risultata determinante.

EVIDENZE SPERIMENTALI DEL RUOLO ESERCITATO DALLA METALLOGRAFIA A COLORI NELLO STUDIO DEI MATERIALI METALLICI

In un rapporto presentato alle "Journées Internationales de la Grosse Forge", Paris 1963 sono stati resi noti i primi risultati di una ricerca indirizzata a mettere in evidenza l'influenza dei fenomeni di ereditarietà strutturale chimica e cristallografica sulle proprietà meccaniche dei grossi fucinati attraverso l'utilizzo della metallografia a colori. Negli acciai greggi di fusione è stata osservata dopo ossidazione la presenza di colonie di grani di colore analogo e quindi isorientati invisibili dopo attacco in bianco e nero (figure 1 e 2 a confronto); sono state seguite le loro modificazioni a seguito di deformazioni e trattamenti termici. Si è potuto così evidenziare la relazione tra ereditarietà chimica e strutturale e le proprietà.

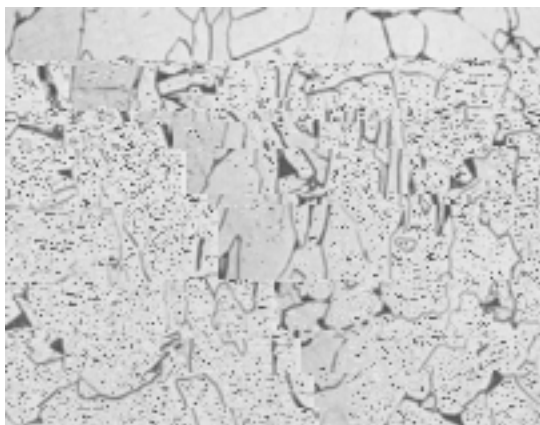


Fig.1 - (MO, 200x). Acciaio a basso carbonio greggio di fusione. Grossi grani di ferrite con morfologia irregolare / Large ferrite grains with irregular morphology (MO, 200x)

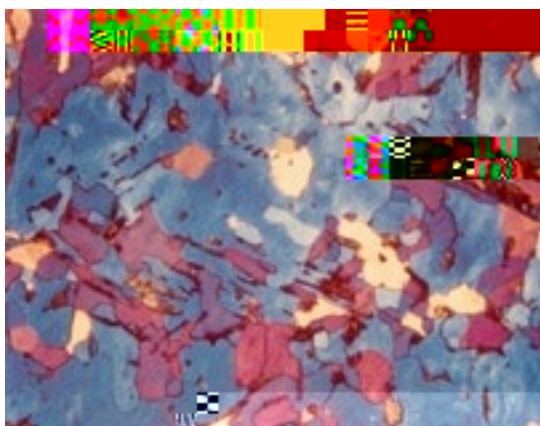


Fig.2 - (MO, 300x). Stesso materiale dopo ossidazione a caldo. Sono messi in evidenza clusters di grani con simile colore e orientazione / Same material after hot oxidation, grains clusters with similar colour and orientation are pointed out (MO, 300x)

Al centro
nazione tr
microstrutt
che in cons
di trazione
cottura a 98



Fig.3 -
di ossid
carbon

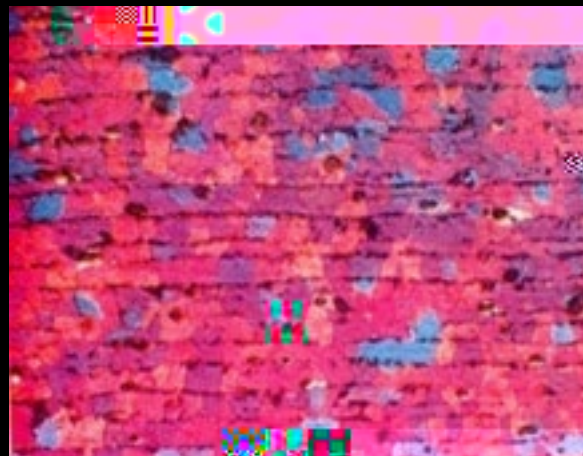


Fig.4 -

Questi aspe
teriali con o
in metallog

La metallog
anche nelle
e della ricr
evidenza la
zione crista

di forma poligonale, ben disorientati con ampio spettro di colore. Con l'aumentare del tasso di deformazione i grani si allungano e si allineano nella direzione di lavorazione (figura 6) fino a trasformarsi in fibre per deformazioni superiori al

75%; contemporaneamente la disorientazione diminuisce, lo spettro di colore si restringe e per forti deformazioni le orientazioni delle fibre si riducono a due messe in evidenza da due sole colorazioni (figura 7).

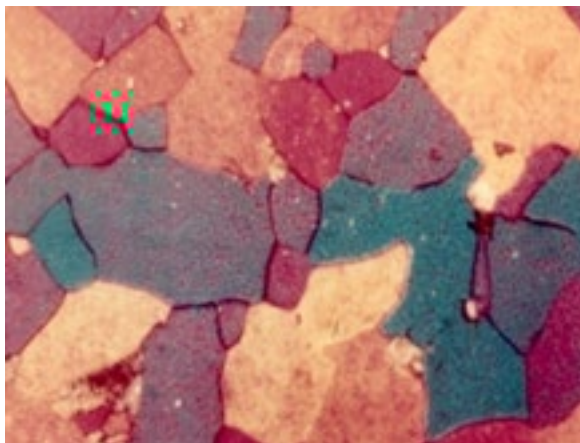


Fig.5 - (MO, 500x), Acciaio al C laminato a caldo allo stadio iniziale prima della lavorazione a freddo / (MO, 500x), Hot rolled carbon steel beginning step of cold working.

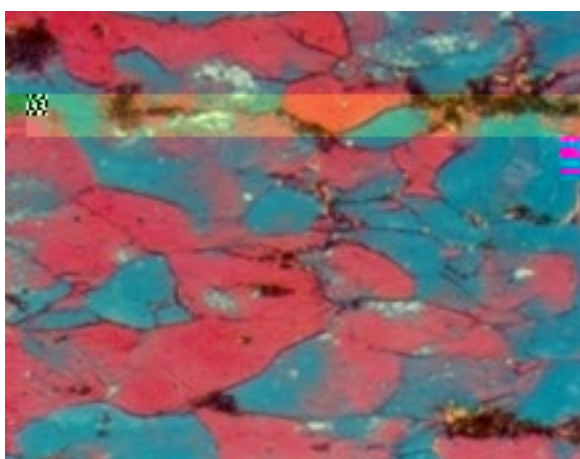


Fig.6 - (MO, 500x) Stesso materiale dopo riduzione a freddo del 40% mediante trafilatura / (MO, 500x). Same material after 40% cold reduction by drawing

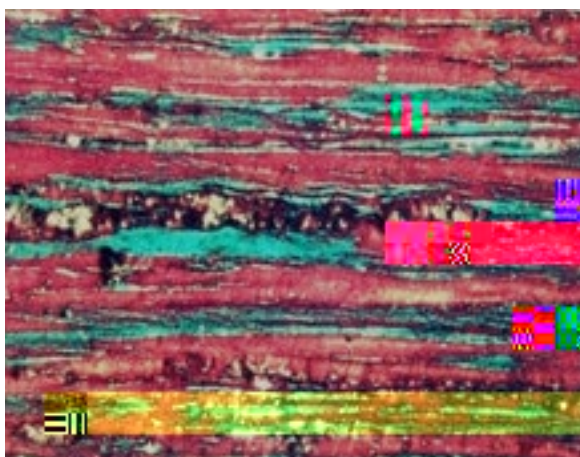


Fig.7 - (MO, 500x) Stesso materiale dopo riduzione a freddo del 90% mediante trafilatura / MO, 500x) Same material after 90% cold reduction by drawing

Come è noto, la struttura metallica dipende dalla temperatura e dal tasso di raffreddamento. Le figure 8 e 9 mostrano la struttura metallica di un acciaio al carbonio lavorato a freddo. Dopo il primo ciclo di ricristallizzazione, i grani di ferro si allungano nella direzione della fibra da cui si è formato il metallo di partenza.

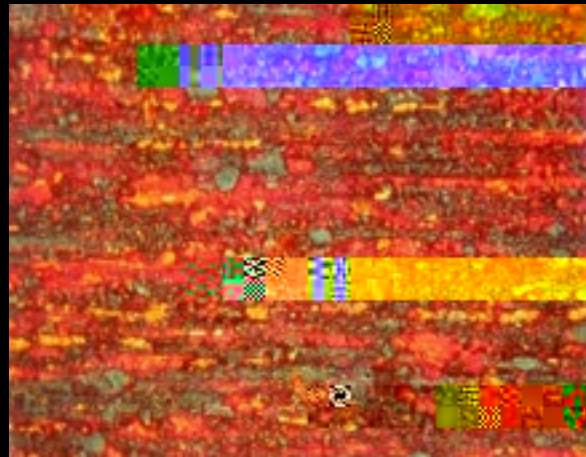


Fig.8 - ()
possono



Fig.9 -- ()
senza

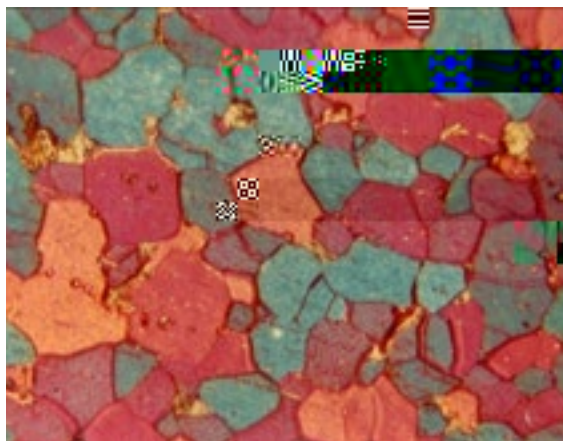


Fig.10 - (MO, 500x). Stesso materiale dopo ulteriore permanenza a temperatura: la ricristallizzazione è completa
/ MO, 500x) Same material; recrystallisation is complete

L'attacco a colori è risultato particolarmente utile nello studio degli acciai legati. In particolare negli acciai inossidabili austenitici ad elevato tenore di nichel e di cromo il confronto tra le micro in bianco e nero e le corrispondenti a colori fa notare quante più informazioni si possono trarre

da queste ultime nelle quali sono visibili immediatamente e simultaneamente l'eterogeneità primaria, la disorientazione dei grani e la relazione tra struttura primaria e separazione delle fasi presenti (figura 11 in bianco e nero a confronto con figura 12 con attacco a colori).



Fig.11 - (MO, 100x). Acciaio inossidabile greggio di fusione(24Cr-20Ni). Soluzione solida austenitica e giunti dei grani / (MO, 100x). As cast stainless steel (24Cr-20Ni). Austenite solid solution

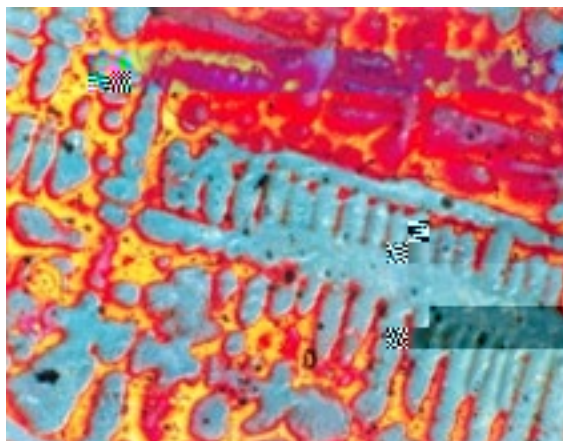


Fig.12 - (MO, 100x). Stesso materiale della figura 11 dopo ossidazione in aria Sono chiaramente visibili sia l'eterogeneità chimica della soluzione solida austenitica sia l'orientazione dei grani / (MO, 100x). Same material heat tinting. Both chemical heterogeneity of austenitic solid solution and grain disorientation are clearly showed

A causa del colore ben diverso dalla matrice austenitica di fondo la ferrite delta è facilmente identificabile anche allo stato finemente disperso come si trova nei lavorati. Si distingue facilmente anche dai carburi che appaiono bianchi.

La struttura di un acciaio rapido 18-4-1 è costituita da baini-

te globulare, carburi eutettici ed austenite residua nell'interdendritico.

Anche in questo caso l'esame a colori si è rivelato assai sensibile per evidenziare la natura dei diversi costituenti strutturali e le relazioni tra questi e la struttura primaria (figura 15 a confronto con figura 16)

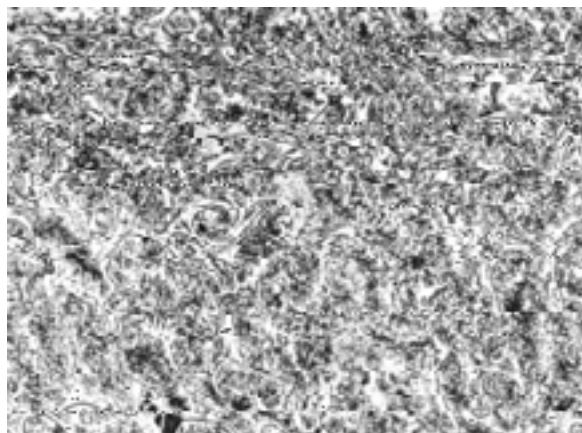


Fig.15 - (MO, 300x). Acciaio rapido greggio di fusione (18W-4Cr-1V) (MO, 300x). Sono presenti bainite globulare, carburi eutettici e austenite residua / (MO, 300x). As cast high speed steel (18W-4Cr-1V). Globular bainite, eutectic carbides and retained austenite are shown

Dopo ossidazione i costituenti microstrutturali sono distinguibili più chiaramente: la bainite è colorata in verde

blu, i carburi ricchi in cromo sono bianchi e l'austenite residua è rossa

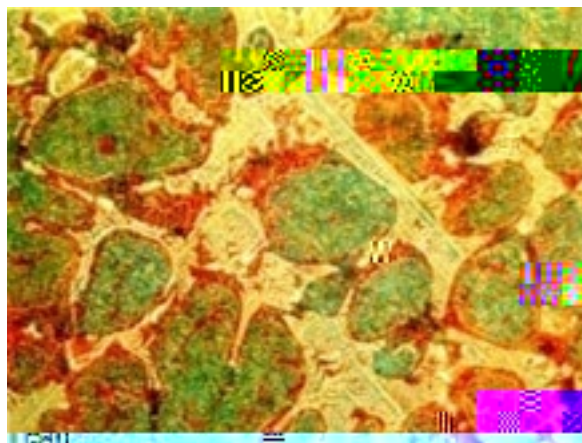


Fig.16 - (MO, 300x). Stesso materiale della figura 15 dopo attacco a colori. Le fasi sono distinguibili più chiaramente: la bainite è colorata in verde blu, i carburi ricchi in cromo sono bianchi e l'austenite residua è rossa / (MO, 300x). Same material after heat tinting (MO, 300x). The phases are most clearly distinguished: bainite is blue-green coloured, Cr-rich carbides are white and retained austenite is red

Sono presenti due tipi di carburi la cui natura differente appare evidente solo dopo ossidazione: carburi di Vanadio (come testimoniato dalla microanalisi EDXS in tempi successivi alla ricerca) di forma arrotondata, molto ossidabili, che nelle condizioni sperimentali utilizzate appaiono blu e

carburi eutettici, ricchi in cromo, di natura complessa, praticamente inossidabili (figura 17). L'austenite residua più ricca in elementi di lega (come poi confermato dalla microsonda) appare rossa.



Fig.17
eutettico
materiale

Dopo aver
e gli acciai
austenitico
lare. Nelle
di nichel,
è notevole



Fig.18
evidenz

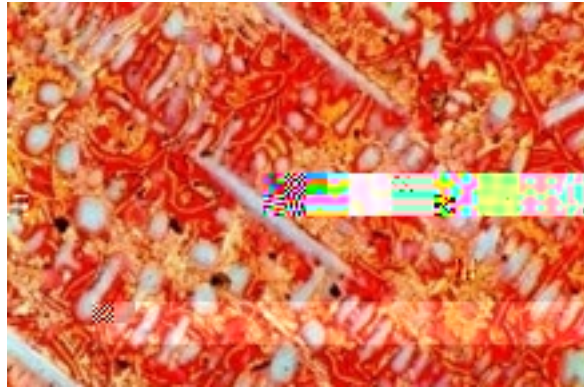


Fig.19

- [10] E. Stagno, M.G. Ienco, Metallographische Gesichtspunkte zur industriellen Entwicklung eines neuen Schellstahles, Sonderdruck aus Radex-Rundschau, Österreichisch-Amerikanische Meagnesit, Radenthein (A), 1980, Heft 4, 317- 324
- [11] Stagno, M.R. Pinasco, Struttura metallografica della ghisa Ni-Resist a grafite Lamellare e sferoidale, Bollettino Tecnico Finsider, 1971, 289, 3,
- [12] E. Stagno, M.R. Pinasco, Struttura metallografica della ghisa Ni -resist a grafite Lamellare e sferoidale, La Fonderia Italiana, 1970, vol. XIX / 10, 331-342
- [13]

[TORNA ALL'INDICE >](#)