

Enrico Quadrini, Rita Polenta

Dipartimento di Meccanica, Università degli Studi di Ancona

Via Brezze Bianche - 60131 Ancona

Sommario

E' stato studiato il comportamento a frattura di un acciaio per bulloneria sottoposto a trattamento termochimico di carbonitrurazione e zincatura.

Sono state eseguite prove di trazione a carico costante sotto carica di idrogeno eseguita mediante la tecnica della polarizzazione catodica.

A queste sono seguite indagini frattografiche con cui è stato studiato l'aspetto morfologico delle superfici di frattura.

Abstract

Fracture behaviour of a carbonitrided and galvanized steel used for self-tapping screws has been studied.

Tensile tests at constant load with hydrogen charging were carried out on the specimen. Hydrogen charge was carried out by means of cathodic polarization.

After these tests, fractographic analysis was carried out in order to study the morphology of fracture surfaces.

1. Introduzione

Per infragilimento da idrogeno si intende quel meccanismo mediante il quale l'idrogeno, accumulandosi in determinate zone del materiale attraverso fenomeni chimici e fisici, porta alla formazione di microcricche innescando un processo di danneggiamento del materiale [1-6].

L'idrogeno penetra nel materiale grazie al suo gradiente di concentrazione e va a localizzarsi nelle zone di minore energia libera (trappole di idrogeno), quali bordi di grano, rinforzi e difetti del materiale (inclusioni, dislocazioni vacanze).

In genere questo fenomeno interessa la maggior parte dei metalli e molti sistemi di leghe basati su metalli come ferro nichel, alluminio, titanio, etc.

Sono molto numerose infatti le occasioni di contatto fra metallo e idrogeno. Si può anzi affermare che, in generale l'idrogeno accompagna tutte le fasi di produzione, di finitura, di montaggio e di esercizio di un manufatto (processo di colata, laminazione, estrusione, trattamenti termici, saldature, etc.).

Nel presente lavoro è stato studiato l'effetto del processo di zincatura su un acciaio utilizzato nella produzione di bulloneria [7-10], con particolare attenzione al comportamento a frattura del materiale dopo trattamento termico e dopo trattamento galvanico.

2. Parte sperimentale

I campioni sottoposti alle prove sperimentali sono stati ricavati da un acciaio di tipo commerciale del tipo UNI C16 al boro, la cui composizione chimica è riportata in Tab. 1.

Tab.1 - Composizione chimica dell'acciaio utilizzato (% in peso)

Acciaio	C	Cr	Ni	Mn	Si	B	Al	S	P
C16	0,16	0,03	0,02	0,66	0,30	0,003	0,048	0,006	0,007

Tutti i campioni sono stati sottoposti a trattamento termochimico di carbonitrurazione gassosa alla temperatura di 900°C per un tempo di 30 minuti, stesso tempo utilizzato per il trattamento delle viti. Al termine del trattamento i provini sono stati temprati in olio mantenuto alla temperatura di 65°C.

Successivamente parte dei campioni è stata sottoposta a trattamento galvanico di zincatura a freddo. Nella micrografia di Fig. 1 è mostrato lo strato carbonitrurato.

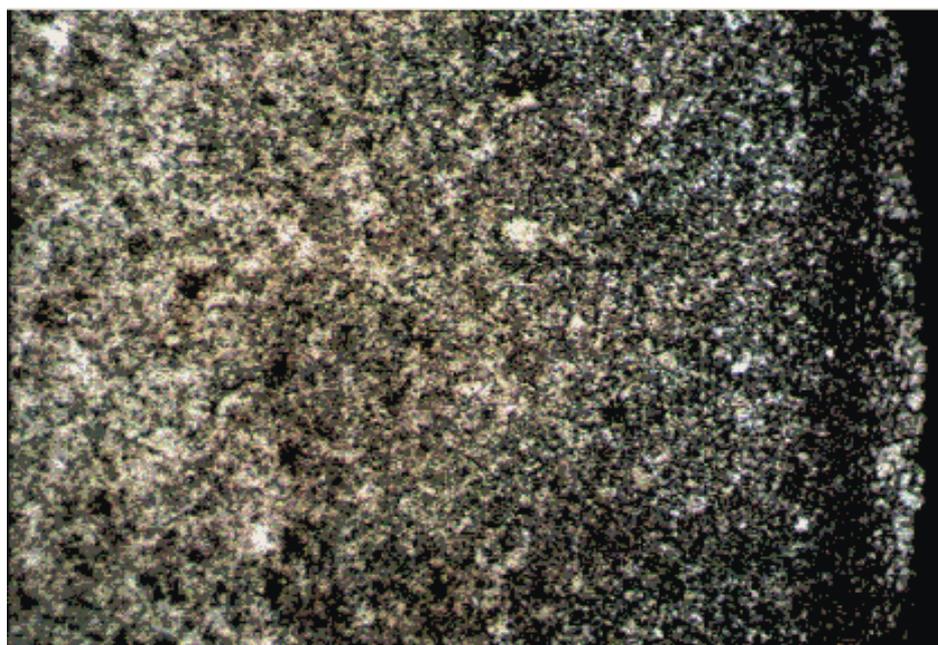


Figura 1 - Micrografia dello strato carbonitrurato

Le prove di frattura differita sono state condotte a carico costante contemporaneamente alla carica di idrogeno, che è stata eseguita mediante la tecnica della polarizzazione catodica, utilizzando una densità di corrente di 10 mA/cm².

Su alcune viti finite sono state anche eseguite prove di avvitamento mediante una macchina di torsione opportunamente modificata, dalle quali è stato possibile rilevare il grafico con l'andamento della coppia di avvitamento, riprodotto in Fig. 2.

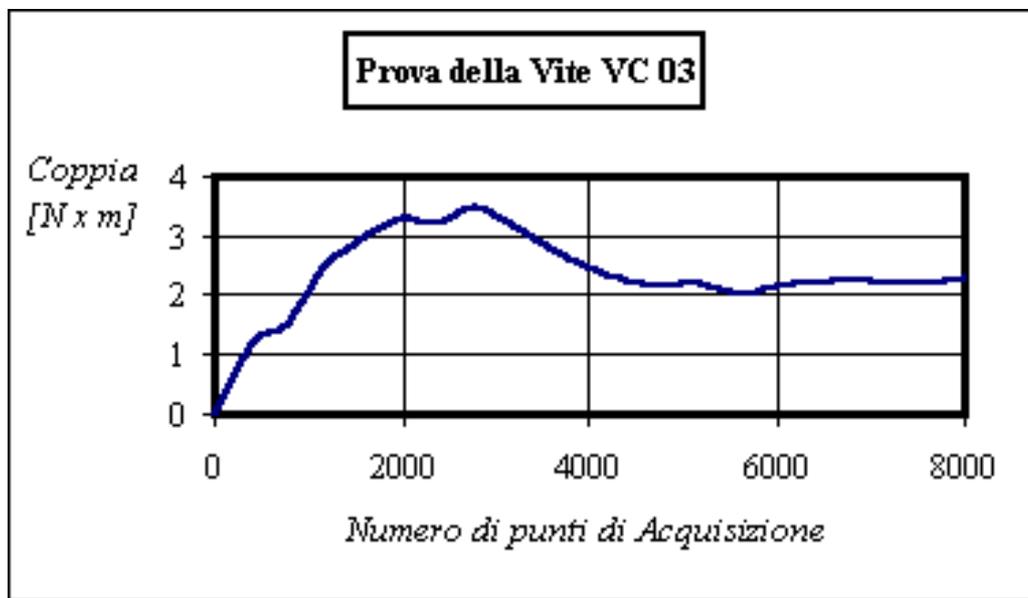
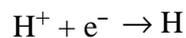


Figura 2 - Grafico della coppia di avvvitamento di una vite esaminata

3. Risultati e discussione

Dai risultati delle prove di trazione a carico costante, mostrati nel grafico di Fig. 3, risulta che i provini sottoposti a zincatura dopo carbonitrurazione presentano una maggiore sensibilità alla frattura differita indotta dall'idrogeno.

Questo comportamento è stato attribuito all'idrogeno introdotto nel materiale durante il processo galvanico. Infatti, durante tale operazione, il campione funge da catodo, e in seguito alla reazione



una piccola parte di idrogeno atomico permea all'interno del materiale provocandone un deterioramento delle caratteristiche meccaniche, ovvero il fenomeno dell'infragilimento.

Le prove sono state eseguite anche sul materiale prima del trattamento termochimico di carbonitrurazione, e questo, come era da aspettarsi, non ha mostrato sensibilità alla frattura differita.

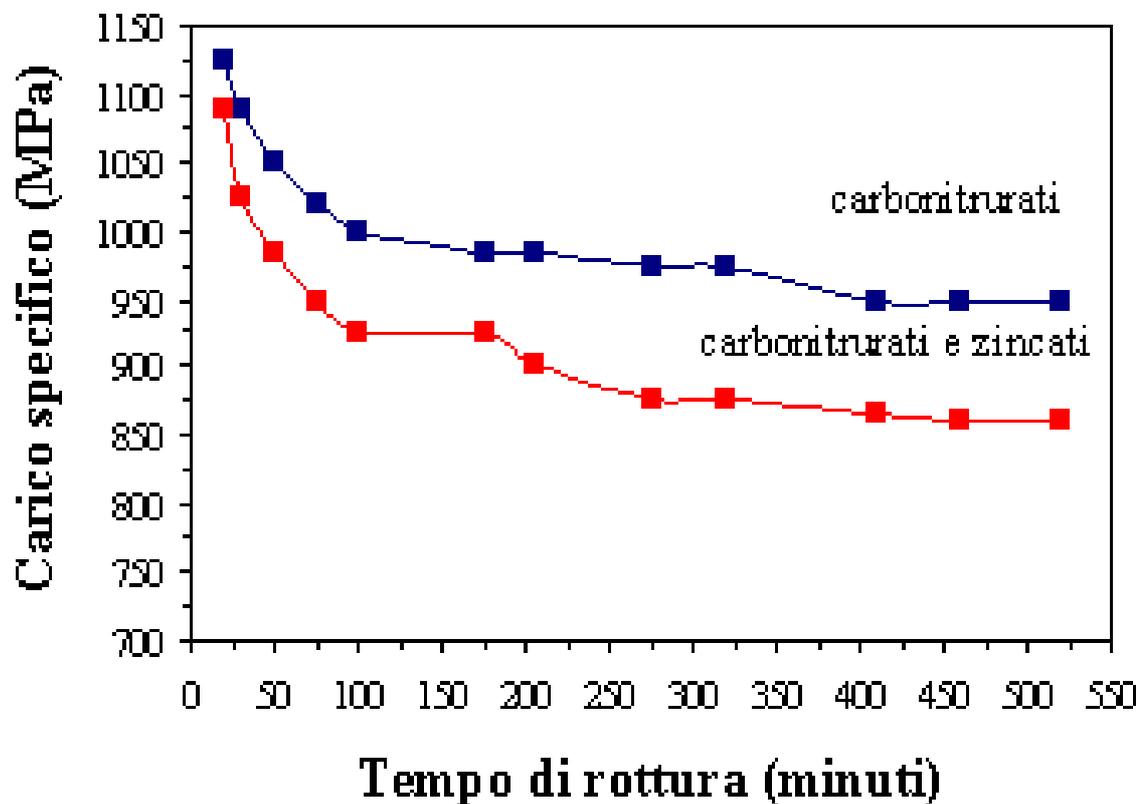


Figura 3 - Curve di rottura differita dei campioni carbonitridati e carbonitridati e zincati

Tutto ciò risulta confermato dall'analisi frattografica mostrata nelle Figs. 4-5-6-7.

Infatti dalla frattografia di Fig. 4 si può osservare che la frattura provocata nel materiale non trattato è di tipo duttile, mentre nella frattografia di Fig. 5 relativa al materiale carbonitridato si può osservare una frattura di tipo fragile intergranulare limitata alla superficie carbonitridata, mentre il cuore mostra una frattura di tipo duttile.

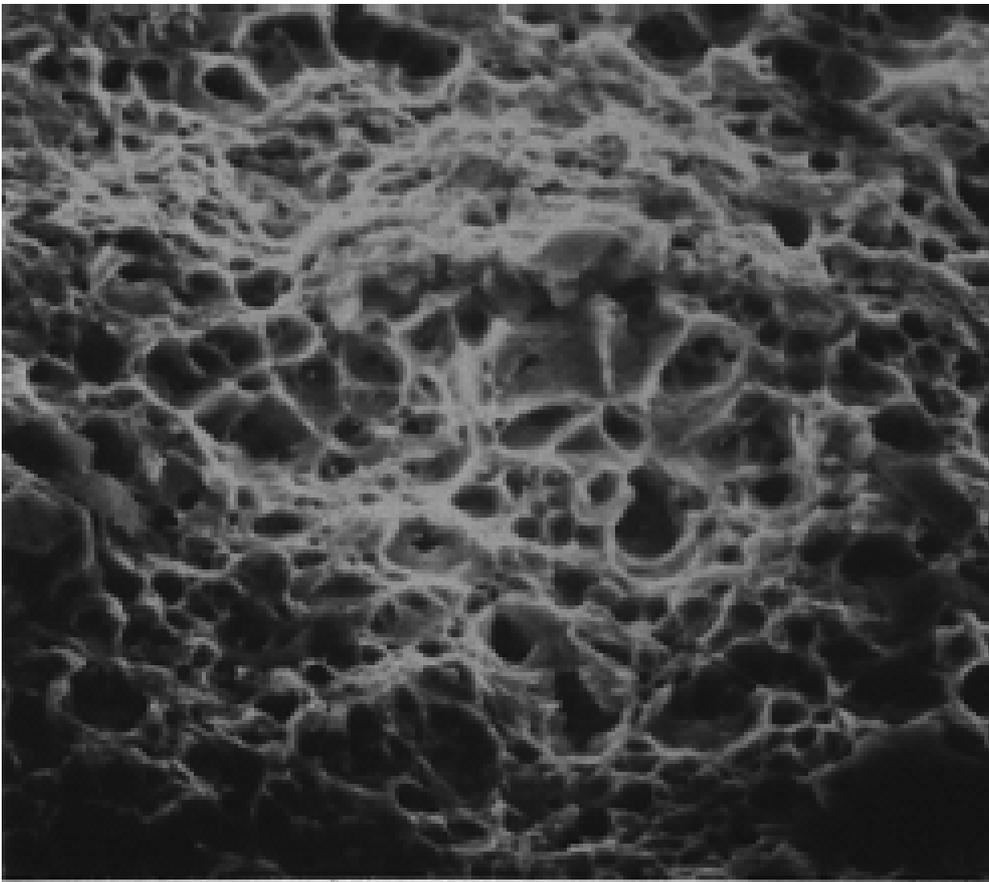


Figura 4 - Frattografia del provino non trattato

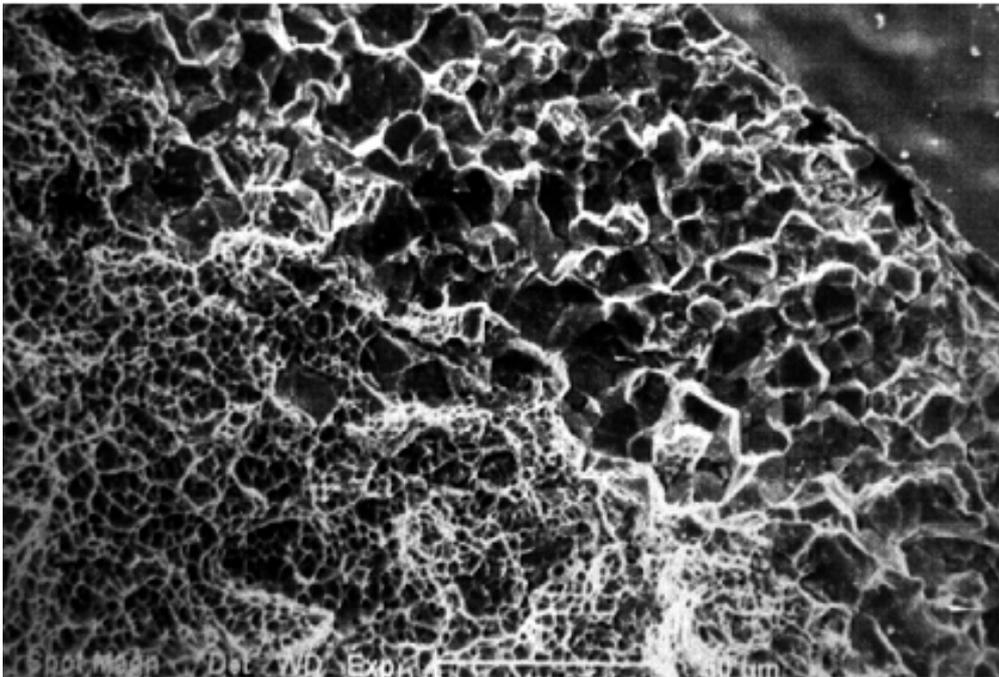


Figura 5 - Frattografia del provino carbonitridato

Dalle frattografie di Figs. 6 e 7 , relative al provino carbonitridato e zincato, si può osservare una frattura completamente fragile, a dimostrazione del fatto che la zincatura, pur essendo un trattamento che interessa soltanto la superficie del componente, è in grado di rilasciare un quantitativo di idrogeno tale da compromettere la tenacità del cuore.

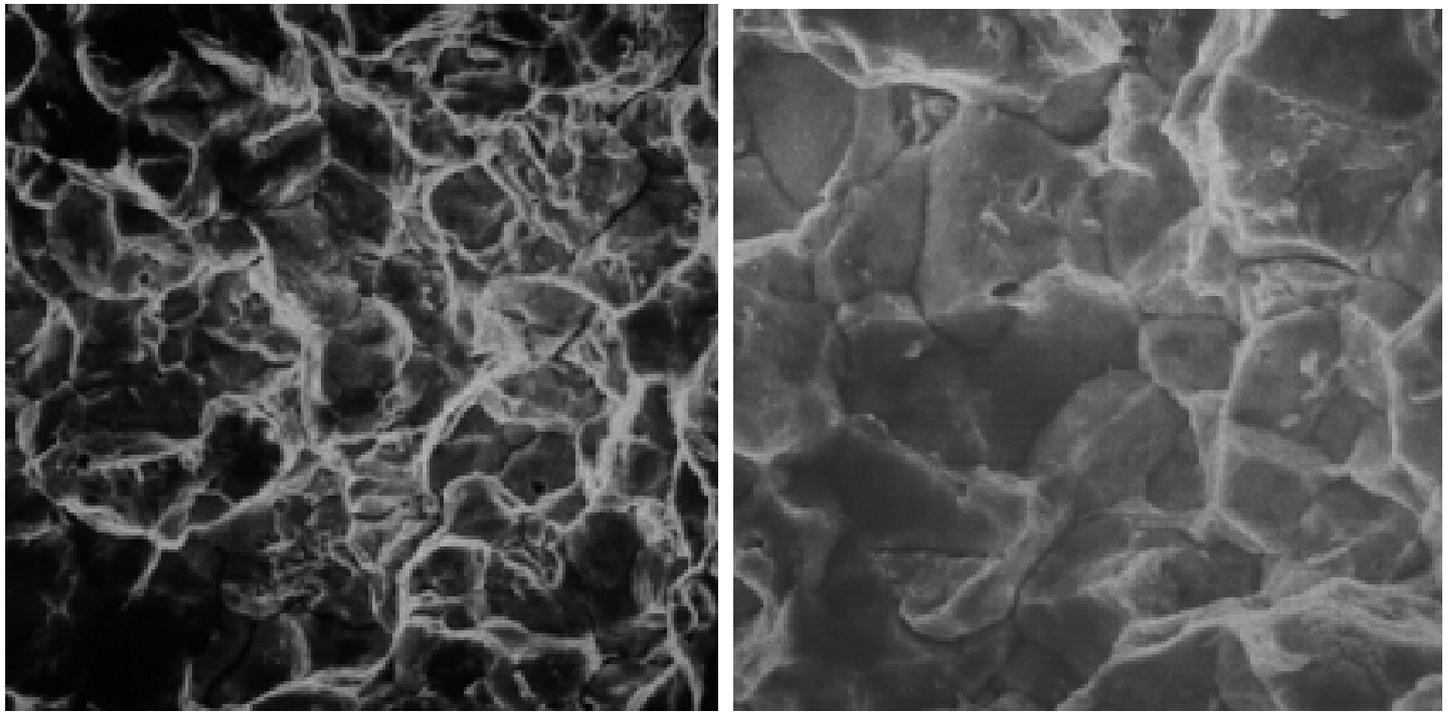


Figure 6 e 7 - Frattografie del provino carbonitrurato e zincato

4. Conclusioni

I risultati delle prove di trazione sotto carica di idrogeno hanno evidenziato una minore resistenza alla frattura differita nei provini sottoposti ai trattamenti di carbonitrurazione e zincatura.

Dall'esame delle superfici di frattura risulta una morfologia di frattura completamente fragile nei provini carbonitrurati e zincati, mentre in quelli sottoposti al solo trattamento di carbonitrurazione si ha frattura fragile limitata allo strato trattato.

Bibliografia

1. A.R.Troiano, 1959 Campbell Memorial Lecture, *Trans. ASM* 52 (1960) 54
2. R.A.Oriani, *Ann.Rev.Mater.Sci.*, 8 (1978) 327
3. H.J.P.Hirth, 1980 Inst. Met. Lecture, *Metall. Trans.* 11A (1980) 861
4. G.M.Pressouyre e I.M. Bernstein, *Metall. Trans.*, Vol.12A May (1981) 835
5. P.Gondi, "Idrogeno in ferro e acciai", Atti del Conv. "Idrogeno e metalli", May 1994
6. G.Scavino, W.Ballandino, R.Colombo, "Fragilità da idrogeno nell'acciaio", ibid.
7. E.Quadrini, "Valutazione del comportamento a frattura di un acciaio inossidabile AISI 304", IGF11, Brescia 1995
8. R.Polenta, Tesi di Laurea, Università di Ancona, A.A. 1996/97
9. E.Quadrini R.Polenta, *Mater.Enginnering*, Vol.3/4 (1997)
10. E.Quadrini R .Polenta, *Metall.Sci. and Techn.*, Vol.15.2 May 1998

Atti del convegno

Versione HTML realizzata da

