

Acciai inossidabili ferritici per elettrovalvole: effetto del trattamento termico e delle lavorazioni a freddo sulle caratteristiche magnetiche

V. Vicario, A. Zago, L. Rocchino, F. Fiorillo, M. Bandini, D. Guidetti

Il settore applicativo delle elettrovalvole impone limiti molto stringenti sulle proprietà magnetiche (campo coercitivo, curva di isteresi e permeabilità magnetica) dei materiali utilizzati per la realizzazione dei componenti: tali requisiti non vengono soddisfatti dagli acciai inossidabili ferritici ricotti in condizioni "standard". Questo lavoro descrive il complesso processo di messa a punto, su un acciaio non appartenente alla categoria appositamente creata per questa applicazione, di un trattamento termico dedicato e di un ciclo di trasformazione delle barre finalizzato alla produzione di proprietà ottimali. In particolare vengono correlati alle caratteristiche magnetiche i diversi parametri del ciclo produttivo, le caratteristiche microstrutturali e le misure di tensioni residue ottenute mediante diffrattometria raggi X.

Parole chiave:

acciaio inox, deformazioni plastiche, trafilatura, trattamenti termici, caratterizzazione materiali, proprietà magnetiche, tensioni residue

INTRODUZIONE

Il settore applicativo delle elettrovalvole impone limiti molto stringenti sulle proprietà magnetiche dei materiali utilizzati per la realizzazione dei componenti: si richiedono infatti campo coercitivo, permeabilità magnetica, polarizzazione a diversi valori di induzione magnetica (dedotti dalla curva di isteresi completa). Esistono sul mercato acciai inossidabili ferritici creati appositamente per tali applicazioni (ad esempio IMRE[®] Ugitech e 430FR[®] Carpenter): in generale queste marche sono caratterizzate da ridotto contenuto di carbonio (intorno allo 0,020%) ed elevati tenori di silicio (intorno a 1,30%) e sfruttano le caratteristiche magnetiche conferite da quest'ultimo elemento, nonché la scarsità di ostacoli alla ricristallizzazione (carburi).

Questo studio si rivolge ai prodotti "intermedi" tra gli acciai dedicati e i normali acciai ferritici a lavorabilità migliorata già ampiamente diffusi nel settore automotive (1.4105): prodotti di tale natura vengono utilizzati per alcune applicazioni quali gli iniettori per motori endotermici, ad esempio, e possono trovare ulteriori spazi applicativi ove le caratteristiche magnetiche richieste sono meno impegnative rispetto a quelle dei materiali sopra menzionati. A tale scopo si sono testati diversi trattamenti termici di "ricottura magnetica" sulle marche Cogne 430F/6 (1.4105) e 430FM/2 (versione con resistenza alla corrosione migliorata dell'1.4105, caratterizzata da elevato contenuto di molibdeno).

Le misure magnetiche effettuate sulle barre hanno evidenziato

differenze correlate ai cicli di lavorazione finale delle stesse, costituiti da operazioni di raddrizzatura e rettifica con parametri differenziati a parità di trattamento termico applicato. Si sono quindi effettuate alcune caratterizzazioni approfondite per determinare una possibile correlazione tra proprietà magnetiche e incrudimento meccanico superficiale delle barre: si è fatto ricorso alla misura delle tensioni residue mediante diffrattometria raggi X, con particolare attenzione alla larghezza dei picchi di diffrazione, indice del grado di distorsione dei reticoli cristallini. Si sono inoltre sottoposti i campioni ad esame metallografico associato a profili di microdurezza, per valutare possibili differenze in termini di ricristallizzazione o piani di incrudimento apprezzabili all'interno dei grani ferritici.

OTTIMIZZAZIONE DEL TRATTAMENTO TERMICO

La richiesta, da parte del settore automotive, di acciai inossidabili ferritici a lavorabilità migliorata dotati di specifiche caratteristiche magnetiche, ha determinato l'inizio della sperimentazione sull'1.4105 e relative nuance. Sono stati testati nel laboratorio Cogne e presso trattamentisti esterni diversi cicli di ricottura, osservando che tutti i cicli sperimentati con mantenimento prolungato a temperature comprese tra 870°C e 940°C determinano caratteristiche microstrutturali, meccaniche e magnetiche paragonabili.

Tali cicli determinano infatti:

- una ricristallizzazione praticamente completa dell'acciaio in oggetto, talvolta con grano duplex ma prevalentemente medio (5/8 ASTM): se ne deduce quindi che sull'1.4105 i fenomeni di ricristallizzazione hanno una soglia termica posta al di sotto di 870°C e i fenomeni di coalescenza dei grani non vengono favoriti da un incremento della temperatura fino a 940°C;
- il massimo addolcimento del materiale, con tensioni di rottura intorno a 420 MPa, snervamenti inferiori a 300 MPa e durezza di 140 HB;
- la minima "resistenza" magnetica consentita dalla compo-

V. Vicario, A. Zago
Cogne Acciai Speciali, Aosta

L. Rocchino, F. Fiorillo
I.N.R.I.M., Torino

M. Bandini, D. Guidetti
Peen Service - Norblast, Bologna

sizione, ovvero campi coercitivi prossimi a 200 ± 240 A/m ($\sim 2,50 \pm 3,00$ Oersted). Tali valori sono notevolmente superiori a quelli misurati sugli acciai dedicati della concorrenza, ma sulla base dei risultati sperimentali rappresentano la condizione ottimale per l'1.4105.

Si osserva che nella correlazione tra microstruttura e proprietà magnetiche, il parametro fondamentale è rappresentato dallo spegnimento estremamente lento dalle temperature di ricottura. Tale stadio del trattamento termico, infatti, controlla la morfologia dei carburi che riprecipitano durante il raffreddamento: dal momento che tali fasi costituiscono degli ostacoli alla magnetizzazione del materiale, la condizione ottimale si ha con pochi carburi molto coalesci, il che richiede di minimizzare il sottoraffreddamento per favorire la crescita rispetto alla nucleazione. Il minor contenuto di carbonio delle marche dedicate al settore elettrovalvole consente di estremizzare questo fenomeno.

Al termine della sperimentazione si definisce come ricottura magnetica ottimale, nel seguito denominata "standard", quella effettuata a 940°C con spegnimento estremamente lento fino a temperature opportune, seguito da raffreddamento non controllato fino a temperatura ambiente.

La prima campionatura è stata effettuata trattando in vuoto spezzoni di barre trafilate e rettificata di lunghezza 50 cm, sottoposti esclusivamente ad una passata di rettifica finale grazie all'atmosfera controllata e alla mancanza di deformazione. Tale campionatura, consegnata al cliente e sottoposta a test basati sulla risposta in esercizio dell'iniettore realizzato, ha dato esito positivo, consentendo di allargare il range di tolleranza rispetto alle caratteristiche magnetiche richieste dalla specifica originaria.

Superata la fase di omologazione, si è posto il problema di fornire un quantitativo significativo di materiale ricotto magnetico sotto forma non più di spezzoni, ma di barre che consentissero la lavorazione in serie su macchine utensili automatiche di un elevato numero di particolari. Si è quindi fatto ricorso ad un trattamento esterno che ha effettuato la ricottura in atmosfera non controllata disponendo i fasci di barre su una suola munita di più punti di appoggio distanziati tra loro. Tali condizioni hanno determinato l'ossidazione superficiale e l'inflessione delle barre, rendendo necessarie un'operazione di raddrizzatura piuttosto "violenta" (2 passate di rullatura) e un'asportazione di rettifica significativa (in 3 passate).

MISURE MAGNETICHE

Nel processo di messa a punto del materiale per l'applicazione descritta, per ogni "lotto" di trattamento termico si sono effettuate presso I.N.R.I.M. (Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica) misure delle caratteristiche magnetiche ottenute. La curva normale di magnetizzazione ed il ciclo di isteresi DC sono stati misurati su barre di lunghezza maggiore o uguale a 200 mm con il metodo balistico ed uso del permeametro (si vedano Fig.1 e Fig.2), in accordo con la norma IEC 60404-4 [1]. Con questo metodo si realizza un circuito magnetico chiuso collocando il campione in esame tra le espansioni polari di un giogo laminato di ferro dolce, che assicura eccellente omogeneità del flusso di induzione nella regione di misura. Un avvolgimento secondario localizzato (5 spire) nella sezione mediana del campione è utilizzato per prelevare la variazione di flusso generata da una variazione del campo applicato, che nel metodo balistico avviene in modo discontinuo. Il campo effettivo è misurato nella mediana mediante una sonda Hall trasversale e gaussmetro digitale calibrato LakeShore mod. 475. Si rilevano il segnale di polarizzazione magnetica, J , espresso in tesla [T] e l'intensità del campo magnetico, H , espressa in [A/m].

La curva normale di magnetizzazione, $J(H)$, si ottiene per punti,



FIG. 1 *Banco balistico utilizzato per le misure presso I.N.R.I.M.*

Ballistic set-up for magnetic measurements at I.N.R.I.M.



FIG. 2 *Permeametro utilizzato per la magnetizzazione dei campioni presso I.N.R.I.M.*

Measurement of the magnetization curve of bar samples using the Permeameter method.

previa smagnetizzazione del campione: si fissano valori crescenti di campo magnetico applicato e si rileva il corrispondente flusso di polarizzazione magnetica indotto dall'inversione di polarità del medesimo campo applicato.

La permeabilità magnetica relativa, μ_r , si ricava dalla seguente relazione:

$$\mu_r = 1 + (J/\mu_0 H)$$

dove $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ (T/A/m).

La misura del campo magnetico coercitivo $B_c H_c$ si ricava dal ciclo di isteresi eseguito fra i valori di campo magnetico di picco $H_p = \pm 50$ kA/m).

La verifica sperimentale del primo quantitativo industrialmente rappresentativo, ovvero del fascio di barre trattato in forno a camera come descritto nel Paragrafo 2, ha generato un problema: si è riscontrato, infatti, un comportamento nettamente diverso dal punto di vista della curva di magnetizzazione, del campo coercitivo e della permeabilità magnetica del materiale, con risposte molto distanti dal range di conformità indicato dal cliente. I dati sperimentali sono riportati in Tab.1: la barra denominata "OK"

Tab. 1
Misure effettuate sui campioni di barra nelle condizioni di fornitura.

Experimental measures on bar samples in as-supplied condition.

MISURE MAGNETICHE			
campione		OK	KO
diametro		10,30 mm	10,10 mm
lavorazione pre-ricottura		vergella \varnothing 11 --> trafilatura a \varnothing 10,50	vergella \varnothing 11,50 --> trafilatura a \varnothing 10,40
trattamento termico		ricottura magnetica standard a 940°C in vuoto su campioni	ricottura magnetica standard a 940°C in aria su barre
lavorazione finale		rettifica (1 passata da \varnothing 10,50 a \varnothing 10,30)	raddrizzatura (2 passate rullatura) + rettifica (3 passate da \varnothing 10,40 a \varnothing 10,10)
proprietà	richiesta cliente		
Polarizzazione J1 (1000 A/m) [T]	> 1,07	1,126	0,748
Polarizzazione J2 (2000 A/m) [T]	> 1,18	1,355	1,100
Polarizzazione J3 (5000 A/m) [T]	> 1,28	1,523	1,387
Polarizzazione saturazione J _s (50000 A/m)	> 1,54	1,724	1,607
Permeabilità μ_{max}	~ 1500	1346	643
Campo coercitivo H _c [A/m]	150±50 A/m	185	282

corrisponde alla prima campionatura conforme; la "KO" al fascio prodotto successivamente. In Fig.3 sono confrontate le curve normali di magnetizzazione ottenute nei due casi.

NOTA: Le incertezze estese relative associate alla misura sono:

- Polarizzazione magnetica (J): $U_r = 1\%$

- Campo magnetico (H): $U_r = 1\%$

- Campo magnetico coercitivo (H_c): $U_r = 3,0\%$

- Permeabilità magnetica relativa (μ_r): $U_r = 1,5\%$

L'incertezza estesa U_r qui indicata è espressa come l'incertezza tipo moltiplicata per il fattore di copertura $k = 2$, che per una distribuzione normale corrisponde ad una probabilità di copertura di circa il 95 %.

Nella valutazione dell'incertezza tipo non è stata considerata la stabilità a lungo termine dell'oggetto in taratura.

E' evidente l'indurimento magnetico mostrato dal campione "KO". L'aumento del campo coercitivo e l'associata diminuzione della permeabilità hanno una spiegazione qualitativa ben nota, consistente con l'analisi microstrutturale discussa nel seguito, che mette in relazione durezza magnetica e durezza meccanica. In particolare, l'allargamento del picco di diffrazione X nel materiale "KO" è prova evidente della presenza di sforzi residui su scala microscopica. Questi interagiscono con il processo di magnetizzazione attraverso due meccanismi principali, tra loro correlati:

- interazione diretta delle dislocazioni con le pareti di Bloch, che è particolarmente forte per le pareti a 90° ;
- ruolo importante giocato da queste stesse pareti, che sono particolarmente numerose in un materiale incrudito. A causa dell'interazione magnetoelastica fra sforzi locali e magnetizzazione, questa dovrà allinearsi in ogni grano all'asse di facile magnetizzazione $\langle 100 \rangle$ dettato dalla natura dello sforzo. Sforzi compressivi e sforzi tensili residui locali portano all'occupazione di direzioni facili differenti, rispettivamente lontane e vicine alla direzione dello sforzo, diminuendo il numero di gradi di libertà del sistema rispetto al caso di un materiale con sforzi interni completamente rilasciati. Il processo di magnetizzazione dovrà così propagarsi di grano in grano principalmente attraverso movimenti di pareti a 90° , che possono connettere direzioni $\langle 100 \rangle$ differenti. E' noto, peraltro, che un acciaio dolce soggetto a compressione elastica soffre di un aumento del campo coercitivo

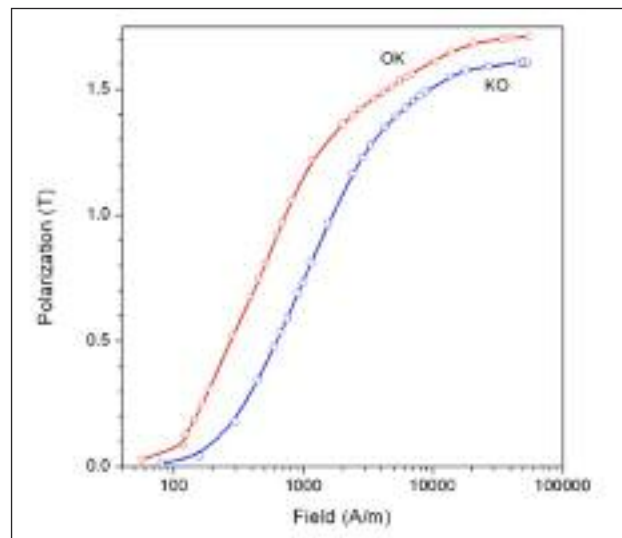


FIG. 3 **Curva normale di magnetizzazione sino a saturazione ($H_{max} = 50\text{ kA/m}$) dei 2 campioni.**

Normal magnetization curve up to saturation ($H_{max} = 50\text{ kA/m}$) in the two different samples.

ed una diminuzione della permeabilità, in seguito all'instaurarsi di una distribuzione sfavorevole delle direzioni facili $\langle 100 \rangle$ occupate dalla magnetizzazione e del conseguente meccanismo di magnetizzazione attraverso pareti a 90° .

La Fig.3 mette anche in evidenza una diminuzione inattesa del valore della polarizzazione di saturazione J_s (da 1.72 T a 1.61 T) nel materiale "KO". Questo effetto non può essere attribuito all'incrudimento del materiale, perché J_s è una quantità di tipo intrinseco. Vi sono due possibili meccanismi fisici che possono giustificare una variazione di J_s : 1) variazione della composizione; 2) effetti di ordinamento atomico.

Quale di questi due meccanismi abbia operato nel caso del materiale "KO" deve essere chiarito con ulteriore sperimentazione, ma si potrebbe ipotizzare una sorta di "alterazione analitica" a seguito di fenomeni di dealloying profondi avvenuti durante il trattamento termico a 940°C eseguito in aria.

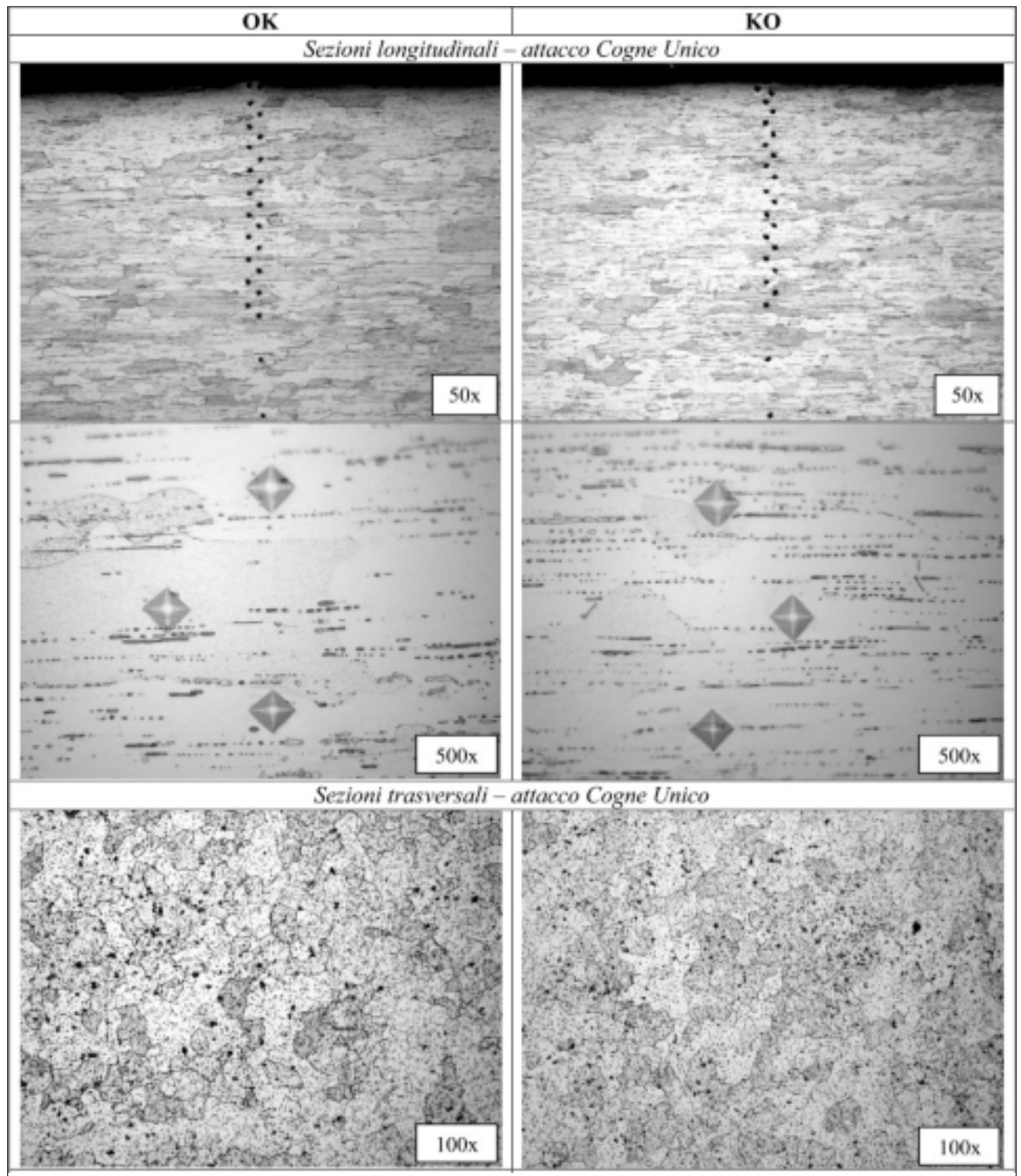


Fig. 4 a-b-c: *Matrice ferritica quasi completamente ricristallizzata con grano 5/7 con 4 ASTM. Non si osservano carburi intergranulari; i carburi intragranulari sono molto coalesci e disposti in allineamenti. Non si apprezzano piani di incrudimento neppure in corrispondenza della superficie lavorata.*

a-b-c: Ferritic matrix nearly completely recrystallized; grain size 5/7 with 4 ASTM. No intergranular carbides; intragranular carbides show high coalescence and distributed mainly in alignments. No sliding lines due to cold finishing operation have been observed at surface.

FIG. 5 a-b-c: *Dal punto di vista microstrutturale non si osservano differenze tra i 2 campioni esaminati. a-b-c: Examined samples do not show meaningful differences regarding microstructure.*

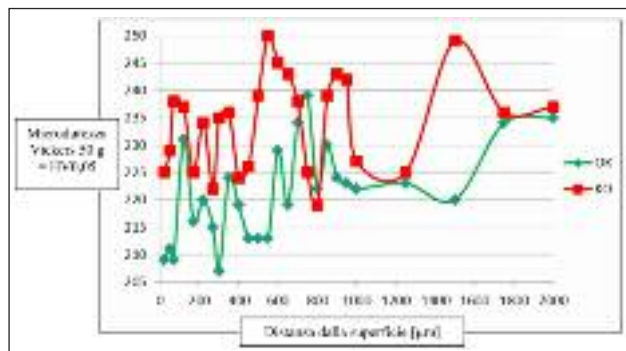


Fig. 6 Profilo di microdurezza Vickers effettuato sulla sezione longitudinale dei 2 campioni.

Vickers microhardness profile on longitudinal sections of the 2 samples.

ANALISI MICROSTRUTTURALE

Per verificare la correlazione tra comportamento magnetico e microstruttura è stato effettuato un accurato esame metallografico dei campioni "OK" e "KO", associato a una cucitura di microdurezze Vickers.

Scopo della caratterizzazione è evidenziare l'eventuale incrudimento apportato al campione "KO" dalle lavorazioni successive alla ricottura magnetica.

L'osservazione al microscopio ottico delle sezioni longitudinali e trasversali dei campioni non consente di apprezzare differenze significative (Fig. 4-5 a-b-c). Entrambi, infatti, presentano una matrice ferritica quasi completamente ricristallizzata con grano 4/7 ASTM priva di carburi intergranulari; i carburi intragranulari sono molto coalesi e disposti in allineamenti. Pur utilizzando attacchi metallografici specifici per gli acciai ferritici, non si apprezzano piani di incrudimento neppure in corrispondenza della superficie lavorata.

Il profilo di microdurezza Vickers (HV0,05) effettuato procedendo dalla superficie verso cuore sulle sezioni longitudinali dei campioni (Fig.6) evidenzia invece una maggiore durezza corticale della barra "KO", a parità di durezza massiva della barra (i valori a profondità maggiori o uguali a 1,8 mm coincidono).

Le evidenze sperimentali indicano quindi un fenomeno di alte-



FIG. 7-8 Diffratometro XRD utilizzato per le misure presso Peen Service.

XRD machine used for measurements at Peen Service.

razione microstrutturale limitato allo strato più superficiale dei campioni e comunque non sufficientemente marcato da originare modificazioni apprezzabili (ad esempio, orientazioni preferenziali o comparsa di piani di scorrimento) dei grani ferritici e/o degli allineamenti di carburi.

FIG. 9

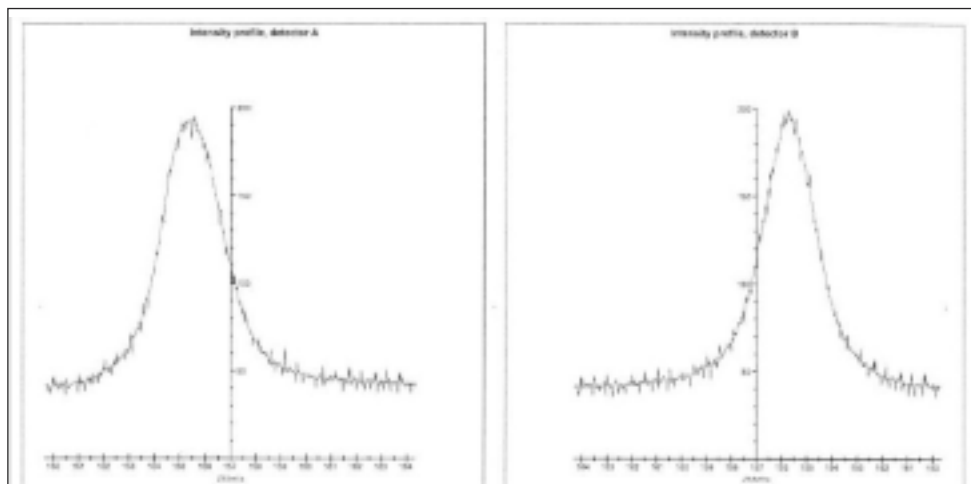
Caratteristiche tecniche dello strumento utilizzato per le misure XRD.

Technical characteristics of Peen Service XRD machine.

Rivelatori	- sensori ad immagine lineare, risoluzione angolare 0.029°/pixel, 512 pixels/12.8 mm
	- campo 2 theta 125° - 162°
	- precisione di posizionamento verticale ± 0.003 mm
Tubo a raggi X	- tubo al Cromo
Collimatore	- 3.0 mm di diametro
Goniometro	- configurazione ψ
	- inclinazione ψ variabile da -30/40° a + 30/40° quattro posizioni per lato
	- oscillazione ± 1°
	- direzione 0° (asse barra)
	- direzione 90° (perpendicolare asse barra)
Calibrazione secondo normative ASTM E915-96 e SAE J784a.	
Calibrazione automatica, software di elaborazione dati e determinazione della posizione angolare dei picchi di diffrazione (peak-shift) con il metodo del Cross Correlation.	
Polvere di calibrazione: Fe-Ferr	
2 theta 158°	
Unità di rilevamento della posizione lineare (profondità di misura) con sensibilità di 0.001 mm.	

FIG. 10
Picchi di diffrazione dei
campioni misurati.

Diffraction patterns of measured samples.



TAB. 2
Misure effettuate sui
campioni di barra con
diverso comportamento
magnetico.

Experimental measures on bar samples with different magnetic behaviour.

MISURE TENSIONI RESIDUE XSTRESS 3000								
condizione	OK				KO			
dimensione	10,30 mm				10,10 mm			
trattamento termico	ricottura magnetica standard a 940°C in vuoto su campioni				ricottura magnetica standard a 940°C in aria su barre			
lavorazione finale	rettifica (1 passata da ϕ 10,50 a ϕ 10,30)				radiazatura (2 passate rullatura) + rettifica (3 passate da ϕ 10,40 a ϕ 10,30)			
direzione misura	0° (assiale)		90° (circonfrenziale)		0° (assiale)		90° (circonfrenziale)	
misure successive lungo l'asse della barra (nesso 5 mm)	tensione σ [MPa]	largh picco FWHM [°]	tensione σ [MPa]	largh picco FWHM [°]	tensione σ [MPa]	largh picco FWHM [°]	tensione σ [MPa]	largh picco FWHM [°]
1	-225,0	2,484	-139,7	2,431	-188,2	2,713	87,0	2,679
2	-316,7	2,511	-10,2	2,435	-185,2	2,724	29,7	2,619
3	-255,4	2,378	-48,0	2,419	-173,7	2,695	52,3	2,650
4	-274,1	2,460	-127,4	2,466	-180,7	2,601	3,0	2,709
5	-230,9	2,411	-139,4	2,318	-143,7	2,636	14,7	2,686
6	-233,4	2,357	-28,3	2,365	-176,8	2,648	-49,6	2,689
7	-294,7	2,435	68,0	2,406	-163,4	2,715	-27,5	2,664
8	-122,3	2,280	-15,8	2,506	-219,7	2,621	20,9	2,672
MEDM	-244,6	2,417	-51,4	2,418	-178,9	2,669	16,3	2,671
DEVIAZIONE STD	-	-	70,4	-	-	-	43,0	-

MISURE DIFFRATTOMETRICHE DI TENSIONI RESIDUE

La misura delle tensioni residue è stata effettuata presso Peen Service, azienda del gruppo Norblast, mediante il diffrattometro XSTRESS 3000 riportato in Fig.7-8.

Lo strumento, le cui caratteristiche sono riportate in Fig.9, è stato tarato mediante il campione di riferimento del ferro α , dal momento che le misure riguardano una matrice ferritica. I picchi di diffrazione dell'1.4105 sono molto buoni (Fig.10), grazie alla sostanziale monofasicità della matrice: i carburi, ben coalesi e relativamente poco numerosi, non interferiscono con il segnale principale.

Le misure, i cui esiti sono riportati in Tab.2, sono state effettuate sulla superficie delle barre così come testate durante le prove magnetiche procedendo in due direzioni, mediante la rotazione automatica della testa dello strumento:

- a 0°, per valutare le tensioni (σ) parallele all'asse della barra;
- a 90°, per valutare le tensioni (σ) perpendicolari all'asse della barra, ovvero circonferenziali.

Si osserva quanto segue:

- entrambi i campioni presentano uno stato tensionale di leggera compressione in direzione assiale: le lievi differenze in termini quantitativi non sono indicative di sostanziali diversità tra le due barre. Dal momento che queste σ sono presenti anche sulla barra non sottoposta a rullatura, esse devono essere associate alla componente di compressione della mola durante la rettifica, forse leggermente maggiore sul campione "OK" a causa del più elevato sovrametallo per singola passata;
- in direzione circonferenziale è possibile osservare un panorama tensionale diverso tra i campioni: in particolare il valore

medio è prossimo allo zero in entrambi i casi, ma la dispersione dei risultati ottenuti è maggiore per il campione "OK". Tale evidenza potrebbe indicare l'omogeneizzazione delle tensioni interne generate dalla componente di "strappo" in seguito alla rettifica in più stadi, per compensazione dell'effetto "sinusoidale" della prima passata;

- l'informazione più interessante che emerge dalle misure è la differenza della larghezza di picco che si riscontra costantemente in entrambe le direzioni di misura. Tale scostamento deriva dalla maggiore distorsione reticolare che caratterizza il campione "KO", sottoposto a doppia rullatura al fine di raddrizzare le barre, rispetto al campione "OK", solamente rettificato già sotto forma di spezzone. Questa evidenza conferma le ipotesi effettuate per giustificare i diversi comportamenti rilevati in termini di curva di isteresi magnetica (si veda il Paragrafo 3).

CONCLUSIONI

Sulla base dei dati sperimentali descritti in questo lavoro è possibile osservare quanto segue:

- Per garantire caratteristiche magnetiche adeguate alle applicazioni è necessario non solo selezionare in modo accurato l'analisi chimica del materiale e il trattamento termico, ma anche controllare tutti i parametri di processo durante e dopo la ricottura magnetica. Infatti l'incrudimento superficiale (dovuto alle lavorazioni meccaniche) e forse anche i fenomeni di dealloying hanno un effetto deleterio sulle caratteristiche magnetiche;
- I diversi metodi di indagine utilizzati, ovvero misure magnetiche, diffrazione XRD per misura delle tensioni residue e pro-

fili di microdurezza, hanno esiti tra loro coerenti. Peraltro tutte queste tecniche hanno una sensibilità maggiore rispetto alla metallografia tradizionale nell'evidenziare fenomeni di incrudimento.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] F. Fiorillo, Measurement and characterization of magnetic materials, Elsevier-Academic Press, Amsterdam (2004), p. 309.

Abstract

Ferritic stainless steels for solenoids: effect of heat treatment and cold working on magnetic properties

Keywords: ferritic stainless steel, magnetic properties, magnetic annealing, cold drawing and grinding, residual stresses

Solenoids and similar applications require very restrictive limits on magnetic properties (coercive field, magnetization curve, permeability, ...) of materials used to produce components. These strict requirements are not satisfied by ferritic stainless steels in standard annealed condition. The paper describes the complex optimization process of a not-dedicated steel grade by means of fine tuning of heat treatment and cold finishing (cold drawing and grinding) parameters. In particular magnetic properties of different conditions are correlated to process parameters, microstructural features and residual stresses measured by XRD.