

STUDIO DEI RISULTATI RAGGIUNTI DALLA STAV NELL'UTILIZZO DI UN IMPIANTO DALLA TECNOLOGIA INNOVATIVA

I VANTAGGI DELLA CEMENTAZIONE IN BASSA PRESSIONE

Alta omogeneità e ripetibilità gli aspetti salienti che differenziano questo particolare trattamento dalla cementazione tradizionale

Da più di un anno è in funzione, presso la Stav di Barberino di Mugello (FI), un impianto per la cementazione in bassa pressione. Durante questo periodo sono state effettuate molte valutazioni dei parametri che caratterizzano il trattamento di cementazione in termini di uniformità all'interno delle singole cariche e di ripetibilità nel tempo dei risultati. In particolare si sono esaminate le durezze raggiunte e la profondità di cementazione ottenute. La cementazione in bassa pressione

viene eseguita in forni sottovuoto nei quali si immettono miscele di gas cementanti, le cui quantità e distribuzione nel tempo sono gestiti da software a questo dedicati. Il ciclo di cementazione è composto da una prima fase di pompaggio nella quale si raggiungono valori di pressione residua dell'ordine di 10-2 mbar. I particolari trattati vengono quindi riscaldati fino alla temperatura di cementazione. La fase di cementazione è composta da una serie di stadi di arricchimento di

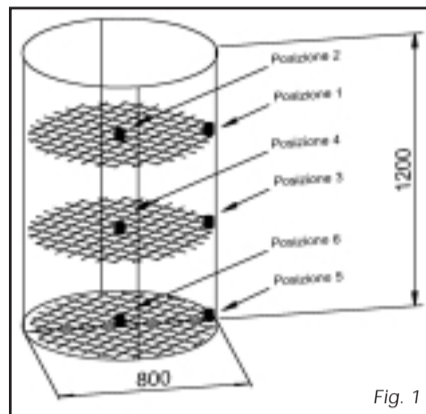


Fig. 1

è innovativo, sia per la tecnologia impiegata, sia per la geometria a sviluppo verticale che permette di trattare oggetti snelli come alberi o assi in posizione appesa limitandone le deformazioni.

Per ottenere elevati livelli di uniformità delle singole cariche e

temperatura nelle fasi di cementazione, temperatura in fase di austenitizzazione, pressione dell'azoto in fase di tempra); la presenza di un software dedicato per il controllo di tutti questi parametri permette di adattare, nel migliore dei modi, il processo a varie tipologie di particolari meccanici e ad un'ampia gamma di richieste da parte dell'utenza.

Per effettuare una valutazione in termini di uniformità di trattamento, si sono inseriti sei provini all'interno della zona utile del

Il grafico 1 riporta i profili di durezza dei sei provini dopo un trattamento con profondità di cementazione teorica di 0,6-0,7 mm.

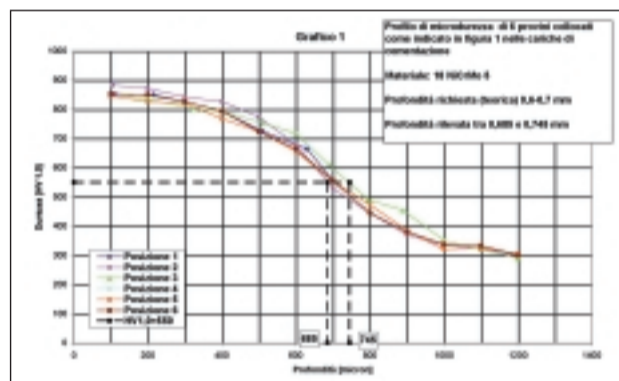
I risultati di uniformità della carica sono decisamente buoni in quanto i valori di profondità efficace variano nell'intervallo 0,68-0,74 mm e mostrano un ottimo controllo del processo di diffusione del carbonio all'interno degli strati superficiali dei provini e dell'indurimento degli strati superficiali stessi.

Si riportano per maggiore chiarezza nella tabella 1 i valori di durezza superficiale e profondità efficace raggiunti in questo trattamento.

I valori di durezza superficiale, analogamente a quelli di profondità efficace, variano in un intervallo decisamente ristretto (63.1-64.8 HRC) e mostrano la possibilità di lavorare su valori estremamente precisi in termini di durezza superficiale ottenibile all'interno di una medesima carica.

Come ulteriore conferma della uniformità dei risultati all'interno dell'impianto si riportano i profili di durezza di un trattamento di cementazione ad elevata profondità (1,8 mm).

Si osserva un ottimo andamento delle durezze anche alle



riproducibilità nel tempo è necessaria un'attenta gestione dei parametri del processo di cementazione (controllo del vuoto raggiunto, composizione della miscela del gas cementante, variazione di pressione e

forno, in varie cariche e per diverse tipologie di trattamenti (profondità di cementazione), secondo la disposizione illustrata in figura 1 (le dimensioni riportate sono le dimensioni utili per la carica).

TABELLA 1

Posizione	Durezza superficiale [HRC]	Profondità efficace mm [HV1.0=550]
1	64.3	0.70
2	64.2	0.68
3	63.1	0.74
4	64.8	0.70
5	64.2	0.70
6	64.3	0.70

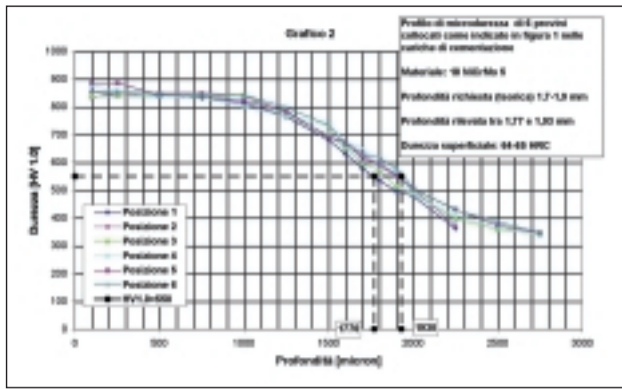
TABELLA 2

Posizione	Durezza superficiale [HRC]	Profondità efficace mm [HV1.0=550]
1	64.9	1.77
2	64.1	1.90
3	65.1	1.84
4	64.5	1.92
5	64.8	1.92
6	64.3	1.93

carbonio e diffusione sottovuoto fino a raggiungere la profondità desiderata. I particolari passano quindi attraverso una fase di austenitizzazione, sempre sottovuoto, e una fase finale di raffreddamento in gas ad elevata pressione.

Si tratta dunque di una tecnologia che permette di unire i vantaggi di un trattamento di indurimento superficiale (aumento della resistenza all'usura e alla fatica senza perdere tenacità a cuore) e le qualità peculiari di un trattamento sottovuoto (assenza di ossidazione intergranulare, aspetto brillante delle superfici, basse deformazioni grazie al raffreddamento in gas in pressione e non in olio). L'impianto presente presso la Stav





profondità di cementazione più elevate dove più critiche sono la diffusione del carbonio e l'azione di tempra. I profili di durezza hanno un andamento molto regolare e mostrano l'efficienza nel controllo del processo di diffusione e arricchimento del carbonio. Si riportano nella tabella 2 i va-

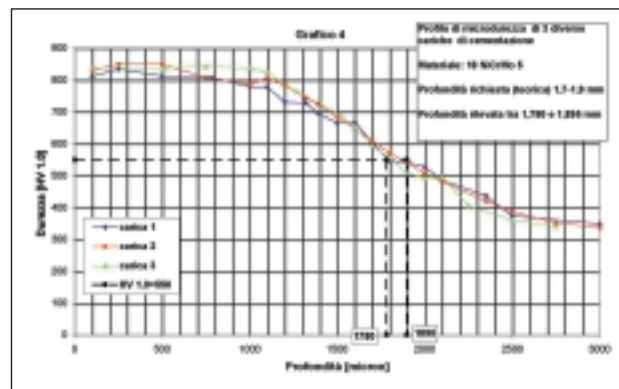
lori di durezza superficiale e profondità efficace raggiunti in questo trattamento. Come si può osservare direttamente dal grafico la profondità di cementazione varia tra 1,77 e 1,93 mm, con una differenza tra massimo e minimo estremamente ridotta anche a profondità molto elevate come

queste. L'andamento regolare dei profili di durezza determina di conseguenza una variazione dei valori di durezza superficiale tra i provini contenuta (tra 64,1 e 65,1 HRC) che permette di lavorare con ottima precisione anche ad elevate profondità di trattamento.

Per quanto riguarda la ripetibilità del trattamento di cementazione in bassa pressione, si è concentrata l'attenzione sull'analisi dei provini posti in posizione centrale (posizione 4 in fig. 1). Si può notare dal grafico 3 come i profili di durezza relativi a tre diverse cariche dopo un trattamento con profondità di cementazione teorica di 0,6-0,7 mm mostrino una ripetibilità del trattamento molto buona. La profondità del trattamento su più cariche rimane contenuta in un intervallo più che accettabile dell'ordine di poche decine di micron.

Anche per l'altro trattamento preso in esame (profondità di cementazione teorica di 1,8 mm) si sono esaminate i profili di durezza relativi a tre diverse cariche.

Il grafico 4 mostra l'andamento del profilo di durezza di tre provini posti in posizione analoga su tre cariche differenti: la profondità di cementazione efficace, varia tra 1,780 e 1,895 mm, la ripetibilità del tratta-



mento è dunque elevata anche ad alte profondità di cementazione.

Conclusioni

Dalle prove eseguite la cementazione in bassa pressione dimostra, oltre alle già note caratteristiche (assenza di ossidazione intergranulare, aspetto brillante dei pezzi e basse deformazioni), di essere in grado di assicurare un'ottima uniformità all'interno delle singole cariche e ripetibilità nel tempo dei risultati di trattamento, garantendo quindi un elevato standard di qualità del trattamento stesso e dimostrando di essere una valida alternativa ai trattamenti tradizionali.

Vogliamo infine ricordare un altro vantaggio rispetto al trattamento di cementazione tradi-

zionale: l'utilizzo del trattamento sottovuoto fa in modo che non si verifichi la decarburazione degli strati superficiali della zona cementata, difetto che comporta in molti casi una usura anomala di particolari meccanici sottoposti a tale tipologia di sollecitazione e che può compromettere il funzionamento di un organo meccanico.

Ing. Francesco Marini
 (responsabile di laboratorio metallografico Stav)

