

Il trattamento criogeno sugli utensili

Già da alcuni decenni si dibatte sulla reale efficacia che i trattamenti criogeni hanno sulla vita degli utensili da taglio; A tutt'oggi non c'è una completa uniformità di giudizio su questo tipo di trattamento termico, sia a causa della non chiara e definitiva interpretazione delle cause delle maggiori *performances* degli utensili, sia dei contrastanti risultati ottenuti nelle varie prove di durata degli utensili in vari laboratori.

Ma in che cosa consiste il trattamento criogeno?

Alla lettera esso è un trattamento termico eseguito a basse temperature: molti gradi sotto lo zero.

In pratica esistono differenze sostanziali tra i trattamenti eseguiti con differenti temperature e con cicli differenti, e tanto per dare un esempio, i trattamenti eseguiti a -84°C danno un miglioramento della resistenza all'usura molto inferiore del trattamento eseguito a -196°C .

In ogni caso lo scopo di questi trattamenti è quello di aumentare la durezza superficiale, la resistenza all'usura e la tenacità dell'acciaio superrapido costituente l'utensile.



Figura N°1 – *Trattamento di tempra di un creatore*

Esiste già una discreta letteratura su questo argomento, ma come si è già detto, in alcune relazioni scientifiche si dà per sicuro che l'efficacia del trattamento criogeno è grande, in altri studi invece si ridimensionano questi strabilianti risultati.

Per esempio, nel *Technical Report KPC-613-5955* (ottobre 1996) della organizzazione di ricerca statunitense "*Allied-Signal Aerospace Co. Kansas City, MO (USA)*" si afferma che le prove eseguite su 7 utensili hanno dato i seguenti risultati: su 5 utensili non c'è stato alcun aumento della durata degli utensili mentre sugli altri due l'aumento del rendimento è stato molto modesto. D'altra parte però si è constatato che i ricoprimenti con TiN traggono maggior beneficio se il supporto è trattato criogenicamente.

Lo studio citato trae anche la conclusione che il trattamento criogeno aumenta la vita degli utensili che hanno subito un trattamento di tempra non eseguito propriamente e che i migliori risultati sono ottenuti su acciai superrapidi non sofisticati.

Ma anche altri studi, pur confermando importanti miglioramenti dei rendimenti, riportano che si ottengono spesso risultati contrastanti e consigliano di affrontare l'argomento con cautela.

Si potrebbe fare un'altra osservazione che giustifica questa incostanza dei risultati.

Gli analisti di utensileria, che hanno una lunga esperienza d'officina, sanno benissimo quanto sia difficile ripetere esattamente le stesse condizioni in differenti prove anche con gli stessi utensili. Anche piccole differenze di angoli di spoglia ottenuti durante le varie affilature, o differenti condizioni di affilatura, difficilmente controllabili, come per esempio diversi soprametalli, diverse condizioni di refrigerazione, diversi tipi di mole, o magari soltanto diversi intervalli di rinvivatura delle stesse, possono provocare surriscaldamenti locali con danneggiamenti della struttura dell'acciaio.

E poi le condizioni di lavoro durante le prove: velocità di taglio, avanzamenti, soprametalli, refrigerazione, stato della macchina, bloccaggio del pezzo e chi più ne ha più ne metta!

Ogni parametro diverso può falsare il risultato finale e quindi non è affatto strano che si abbiano dati che a volte differiscono tra loro.

Ma tuttavia oggi sembra confermato che l'impiego estensivo in produzione di certi tipi di utensili con trattamento criogeno, dia mediamente risultati nettamente migliori rispetto agli utensili standard.

Il trattamento criogeno consiste in un lento raffreddamento, circa 2,5°C/min, dalla temperatura ambiente fino alla temperatura dell'azoto liquido di -196°C.

Si mantengono poi le parti da trattare in immersione nell'azoto liquido per tempi che possono andare da 24 ore a 60 ore per poi riportare il materiale alla temperatura ambiente sempre in modo lento.

E' fondamentale che sia il raffreddamento che il successivo ritorno alla temperatura ambiente avvengano lentamente. Infatti i primi tentativi di trattamenti criogeni avvenivano immergendo direttamente gli utensili nell'azoto liquido provocando degli shock termici che generavano delle grandi tensioni interne e a loro volta danneggiavano l'utensile.

E' evidente che il lungo tempo necessario per questo tipo di trattamento è un grosso problema, ma sono già stati introdotti metodi per ridurre il tempo del trattamento. Per esempio, immergendo il pezzo lentamente nell'azoto liquido si può ridurre il tempo totale a circa due ore (*Pensylvania State University and NU-Bit Inc.*).

Ci sono diverse teorie riguardo gli effetti di questo trattamento criogeno.

Una di queste afferma che si ha la completa trasformazione dell'austenite residua in martensite, che è più dura.

Questo fenomeno è stato verificato sia con gli esami micrografici che con il metodo di rifrazione dei raggi X.

Un'altra teoria invece afferma che i maggiori vantaggi si hanno perché si verifica una precipitazione di carburi di dimensione sub-microscopica generati dalle bassissime temperature.

Questi micro-carburi riducono le tensioni interne eliminando la tendenza alle microfessurazioni. Probabilmente in realtà si ha la combinazione dei due fenomeni.

Comunque sia, è indubbio che il più delle volte si ottiene un notevole miglioramento delle proprietà degli acciai da utensili.

La BOC Gases Division (U.K.) ha pubblicato in passato delle tabelle in cui si indica di quanto aumenta il rendimento dei vari tipi di utensile dopo il trattamento su un impianto chiamato Cryotough.

I dati, da prendere con *il beneficio di inventario*, sono riportati nella tabella seguente:

Tipo di utensile	Aumento di rendimento
Lame per seghetto	33%
Maschi per filettare	300%
Punte ad elica diametro 25 mm	350%
Creatori	140%
Brocce	185%
Alesatori	200%



Figura N°2- Gruppo utensili per ingranaggi

C'è però da fare un'osservazione importante. Anche se questi aumenti di rendimenti fossero costantemente confermati, essi sarebbero pur sempre ottenuti su utensili non ricoperti con TiN

Bisogna notare che la maggiorazione dei rendimenti degli utensili in HSS ricoperti sono di gran lunga maggiori rispetto a quelli riportati in tabella. Bisognerebbe indagare a fondo su che vantaggio si avrebbe su utensili con trattamento criogeno e poi ricoperti. Si è già detto che un certo vantaggio è già stato verificato, ma il vero problema consiste nel decidere se ciò è sufficiente per dire che il processo è economicamente conveniente.

In tempi recenti si è ricominciato a parlare di questo trattamento per quegli utensili che finora non hanno tratto alcun beneficio dal ricoprimiento TiN. Si parla in particolare dei coltelli rasatori.

Questo tipo di utensile infatti non si può ricoprire in maniera efficace nei punti più importanti, cioè all'interno dei canalini, perché queste superfici sono finite d'utensile e non vengono più toccate dopo il trattamento termico.

Inoltre i coltelli rasatori sono normalmente costruiti in acciaio della categoria M2, e quasi mai in acciai fortemente legati.

Dalle prove di laboratorio, come già accennato, risulta che l'acciaio M2 è quello che riceve più benefici dal trattamento criogeno, a patto però che si modifichi anche il trattamento di tempra.

Il classico trattamento di tempra per l'acciaio M2 può essere il seguente:

- a)- 1° preriscaldamento a 600 °C (10 – 20 minuti)
- b)- 2° preriscaldamento fino a 800 °C (10 – 20 minuti)
- c)- raggiungimento della temperatura di austenizzazione, circa 1180 °C (6 - 12 minuti)
- d)- raffreddamento drastico a 500 °C
- e)- raffreddamento lento fino a temperatura ambiente
- f)- riscaldamento per 1° rinvenimento a circa 550 °C
- g)- riscaldamento per 2° rinvenimento a circa 560 °C (in relazione alla HRC desiderata)
- h)- riscaldamento per 3° rinvenimento di distensione a circa 540 °C

Se si vuole eseguire il trattamento criogeno è opportuno eseguire solo un rinvenimento, normalmente quello a temperatura più alta.

Si facilita in questo modo la trasformazione dell'austenite in martensite.

Le prove eseguite sui coltelli rasatori su cui è stato eseguito il trattamento su azoto liquido hanno avuto un rendimento medio maggiore rispetto a quelli trattati con il metodo tradizionale e ciò è stato anche confermato dai rilievi statistici su lunghi periodi d'impiego in produzione.

Anche in Giappone si usa correntemente la pratica di trattare i coltelli rasatori con azoto liquido.

Uno dei vantaggi di questo tipo di trattamento rispetto ad altri sistemi di indurimento superficiale (ricoprimenti, nitrurazione ecc.) è che non si ha un decadimento delle proprietà metallurgiche dell'acciaio a seguito delle successive affilature.

Un eventuale ricoprimento di TiN difficilmente potrebbe mantenere le sue caratteristiche per tutta la vita dell'utensile.

Infine resta da segnalare che anche gli utensili in Metallo Duro (*carbide*) ottengono dei benefici se sottoposti al trattamento criogeno. Questo nonostante non ci sia in essi traccia di austenite da trasformare in martensite.

I maggiori problemi associati all'usura degli utensili in *carbide* sono dovuti al distacco dei carburi che vengono asportati dai trucioli in quanto il legante non ha sufficiente forza da trattenerli.

Ebbene, il processo criogeno sembra che migliori la resistenza del legante e quindi si rallenta la formazione dell'usura.

Inoltre il trattamento criogeno riduce le tensioni interne provocate dalle alte pressioni durante la fase di sinterizzazione.