

PROCESSI PER ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO: USURA UTENSILE

Introduzione

Ovviamente durante la lavorazione l'utensile subisce un'usura. Questo aspetto risulta essere un problema in quanto potrebbe riflettersi sulla qualità del processo e di conseguenza sulla qualità del prodotto finito. L'utensile durante le lavorazioni non mantiene le sue proprietà geometriche e quindi dopo un certo periodo deve essere sostituito al fine di ottenere sempre dei buoni prodotti finali. Dal momento che l'utensile usurato ha geometria diversa rispetto al tagliente nuovo varieranno anche i parametri di taglio. L'usura non agisce su un unico punto ma agisce su più zone del tagliente stesso quale il dorso e il petto.

Modalità di danneggiamento

Analizziamo ora i tipi di fenomeni di usura:

- Danneggiato da frattura e scheggiatura = è un fenomeno casuale che può quindi avvenire in qualsiasi istante. Questo fenomeno è più presente quando c'è un taglio interrotto, come nella fresatura, perché in ogni istante in cui il tagliente entra in presa la forza passa bruscamente da un valore nullo a un valore massimo. La geometria dell'utensile cambia in un tempo estremamente ridotto. Normalmente la sostituzione è inevitabile in questo caso
- Usura per deformazione plastica = avviene quando ci sono variazioni di temperatura non controllati all'interfaccia tra utensile e pezzo. Si può dunque incorrere in una deformazione plastica permanente. Si potrebbe presentare in mancanza di liquido lubrificante
- Usura graduale = usura non causale che aumenta con l'aumentare del numero di lavorazioni. Si può prevedere con una buona approssimazione la durata dell'utensile prima di arrivare a certi livelli di usura inaccettabili

Usura graduale

Dettagliamo ora i meccanismi, che dipendono dalla velocità di taglio e dalle condizioni di refrigerazione, che possono portare all'usura graduale:

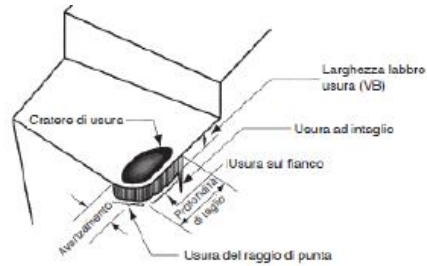
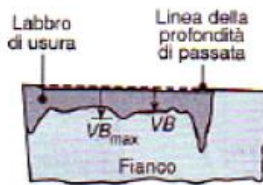
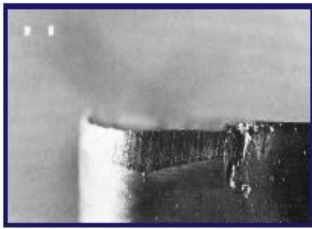
- Abrasione = avviene principalmente sul dorso e sul petto dell'utensile. Si ha quando tra utensile e pezzo si interpongono delle particelle di elevata durezza. Tali particelle possono provenire da zone del truciolo incrudito, parti del truciolo ossidate a contatto con l'aria oppure particelle dell'utensile stesse che hanno durezza elevata
- Diffusione = legata all'affinità chimica tra materiale dell'utensile e il materiale del pezzo. Fenomeno favorito a temperature elevate dove ci può essere migrazione di atomi tra il materiale dell'utensile e il materiale del pezzo. È il motivo per cui non si può lavorare l'acciaio con un utensile in diamante: il carbonio migra. Si vede maggiormente sul petto dell'utensile perché è la zona più a contatto con la superficie del pezzo.
- Ossidazione = fenomeno che avviene quando particelle ad alte temperature vengono a contatto con l'aria raffreddandosi rapidamente. Favorisce il fenomeno dell'abrasione
- Adesione = presente quando c'è il tagliente di riporto, o quando si lavora con velocità di taglio elevate nella zona più vicina all'utensile. Dove si ha contatto tra le due superfici c'è adesione a causa delle forze normali molto elevate
- Fatica = utensile è sottoposto a cicli termici e meccanici. Soprattutto nel taglio interrotto i cicli meccanici sono estremamente pesanti. Dopo un numero elevato di questo ciclo si possono creare delle cricche che provocano usura e rottura

Misura dell'usura

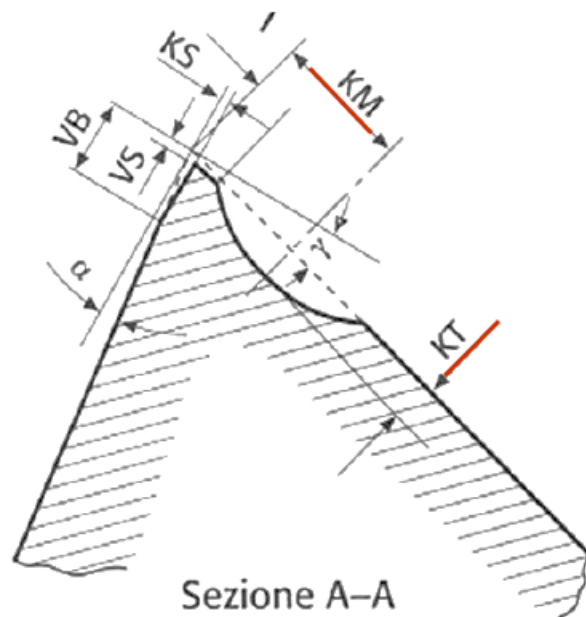
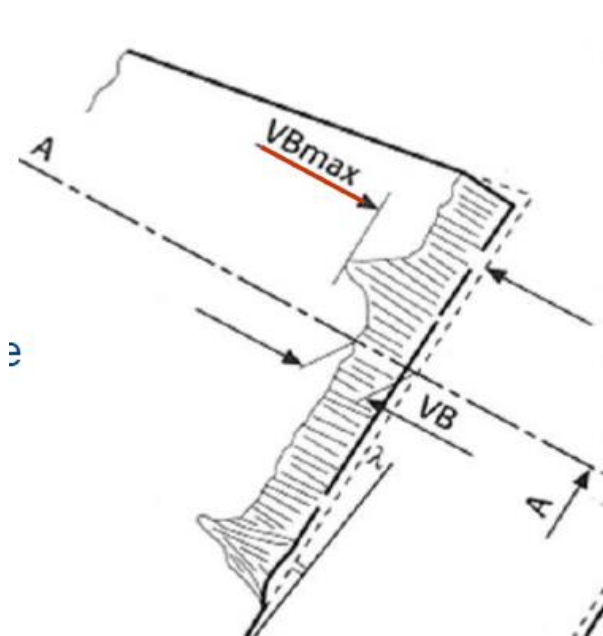
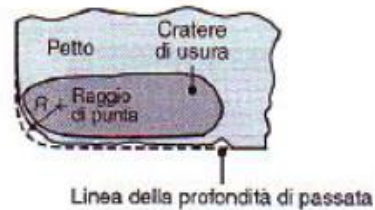
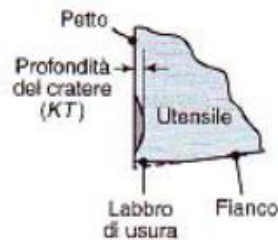
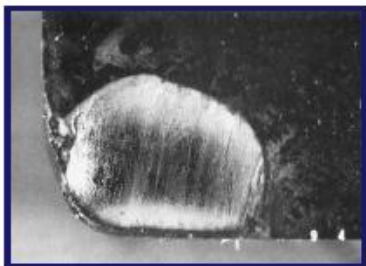
Si misura in modo diverso tra fianco del dorso e petto dell'utensile:

- a. Fianco = si forma il labbro di usura. Nella zona più vicina al pezzo di lavorazione il labbro di usura ha un'altezza maggiore, poi è costante e poi ha un picco nella zona corrispondente

alla profondità di passata perché la superficie laterale del dorso andando a contatto con il materiale genera un effetto di taglio. Per misurare l'entità di questo profilo si può considerare l'altezza del picco massimo della zona costante oppure si può misurare un valore medio tra tutti picchi della zona (comprendente la parte iniziale e quella finale)



- b. Petto = si forma un cratere di usura principale per effetto dei fenomeni di diffusione e abrasione. Si crea un avvallamento che indebolisce l'utensile stesso. La misura di questo cratere può essere effettuata mediante vari coefficienti tra cui il KT cioè un indicatore che è legato allo spessore del cratere, indica per la precisione l'altezza del cratere stesso tra il suo avvallamento massimo e la linea di riferimento iniziale dell'utensile stesso

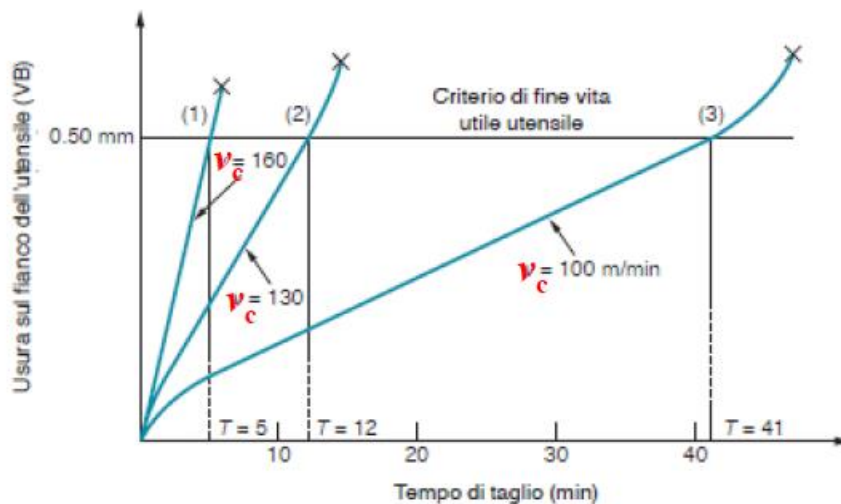
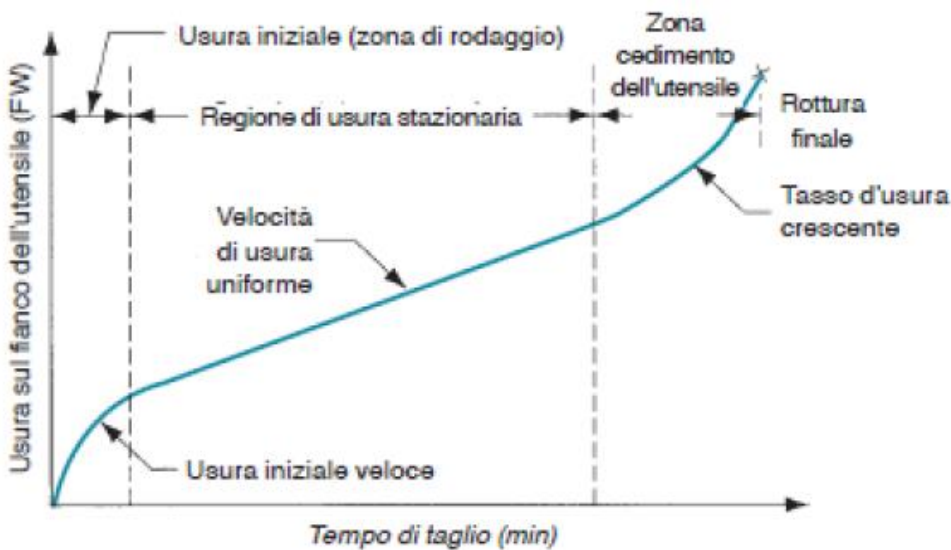


Curve di usura

Sono curve che possono essere ottenute sperimentalmente osservando in tempi diversi lo stato dell'utensile e indicano la dinamica dell'usura dell'utensile nel tempo. La derivata di questa curva è la velocità di usura. Ci sono tre zone ben distinte di dinamica di usura dell'utensile:

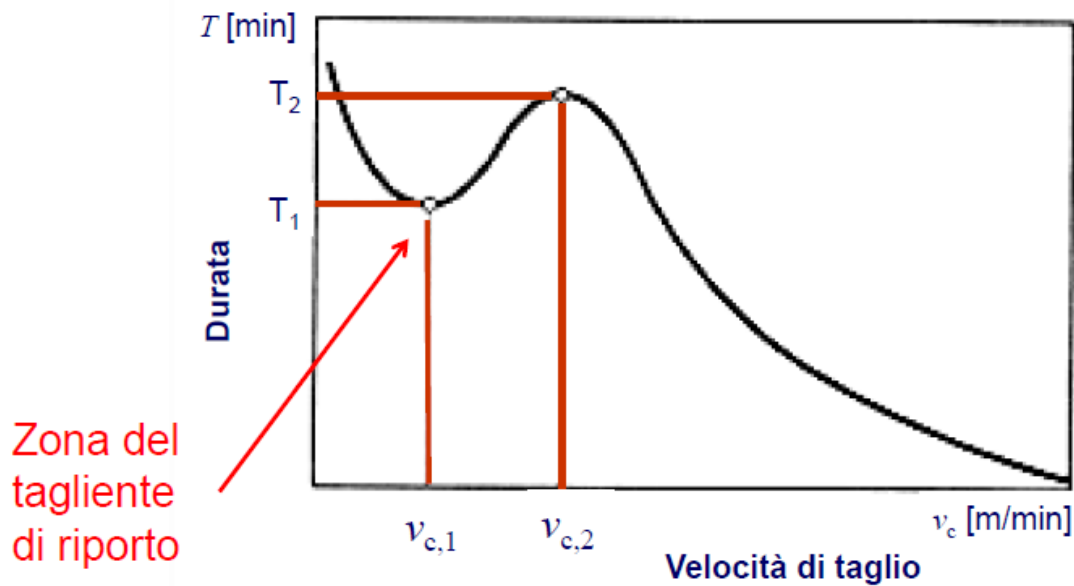
1. Zona di usura iniziale = utensile si usura molto velocemente, velocità di usura piuttosto alta
2. Zona di incremento dell'usura = fenomeno di usura si stabilizza e la velocità è sostanzialmente uniforme quindi questo tratto può essere assimilato ad una retta
3. Zona di rapida usura o zona di cedimento dell'utensile = fenomeno di usura accelera fino ad arrivare a rottura finale

Utilizzando queste curve è possibile scegliere un punto in cui sostituire l'utensile così da garantire che il livello di usura sia sotto un valore massimo. Per alcuni processi invece non è necessaria questa analisi perché si può lavorare fino a rottura del pezzo: questa scelta può essere fatta quando la rottura dell'utensile non danneggia il pezzo ne provoca la sua rottura. Questa scelta viene generalmente fatta in sgrassatura. Occorre dunque comprendere la durata ottima dell'utensile da impostare sulla macchina per il cambio dell'utensile stesso. Viene effettuato mediante un approccio modellistica e sperimentale. Aumentando la velocità di taglio queste curve si sposteranno a sinistra e in alto cioè si raggiungerà l'usura prima e quindi il processo avrà costi di produzione maggiore. Le curve di usura sono ottenute a velocità di taglio costanti. È anche possibile disegnare queste curve in base logaritmica.



Curva di durata utensile e modello di Taylor

La relazione tra la velocità di taglio e la durata dell'utensile può essere riassunta dal grafico sottostante.



È possibile esprimere la durata dell'utensile mediante la relazione di Taylor come:

$$v_c T^n = C$$

Dove n è un esponente che dipende dai materiali dell'utensile e del pezzo, T è la durata dell'utensile e C è un valore costante che dipende dalle condizioni di lavorazione e dimensionalmente è uguale alla velocità di taglio. Questi valori C e n sono stati tabulati e quindi noto il materiale in lavorazione è possibile dedurre la durata di un utensile prima di raggiungere un livello di usura da evitare. È inoltre possibile generalizzare la relazione di Taylor che tiene conto di una serie di parametri. Non viene però usata a causa della sua complessità.