

Formazione del truciolo - (concetti di base)

Le modalità con cui il truciolo si forma e si stacca dal pezzo sono simili (anche se non uguali) in vari tipi di utensili.

Al giorno d'oggi sono impiegati materiali e trattamenti superficiali che hanno modificato notevolmente le condizioni di contatto tra il tagliente dell'utensile, il pezzo ed il truciolo, ma i concetti spostati qui di seguito sono sempre validi e servono per capire, dalla forma del truciolo, se una lavorazione è eseguita con parametri corretti.

Serve anche per capire meglio il perché i moderni ricoprimenti con TiN (e suoi derivati) sono così vantaggiosi.

Le modalità con cui il truciolo metallico si forma, si avvolge e defluisce, sono state oggetto, negli ultimi cento anni, di studi approfonditi ed ininterrotti condotti da una schiera imponente di sperimentatori.

Tutti i numerosi fattori che influiscono in qualche modo sulla formazione del truciolo sono stati scandagliati e catalogati. Si è partiti da velocità molto basse (circa 1 m/min) per giungere a velocità di taglio che ancor oggi, specie per l'acciaio, sono inusitate (circa 2000 m/min).

Sono stati elaborati ingegnosi sistemi per la misurazione della temperatura nella zona di contatto tra truciolo ed utensile, quali ad esempio, sostanze speciali che assumono una diversa colorazione per ogni temperatura, oppure si è sfruttata la proprietà della coppia termoelettrica formata dal pezzo in lavorazione e dall'utensile.

Si sono infine adottate speciali apparecchiature cinematografiche ad altissima velocità che hanno permesso di seguire con molta chiarezza tutto il processo della formazione del truciolo.

Non si farà qui un rapporto di tutte le esperienze fatte, cosa tra l'altro praticamente impossibile, ma ci si limiterà a qualche breve cenno, per dare un'idea del fenomeno, anche allo scopo di risolvere particolari problemi pratici connessi alla formazione del truciolo.

Tipi di truciolo

I vari tipi di truciolo possono classificarsi in tre categorie:

- *Truciolo discontinuo*
- *Truciolo segmentato*
- *Truciolo fluente*

Il truciolo discontinuo è un piccolo truciolo elementare il cui distacco dal pezzo avviene prima che si sia iniziata la formazione del seguente.

Questo tipo di truciolo si ottiene con notevoli avanzamenti per giro (circa 4 mm/giro) con velocità di taglio molto basse e con materiali non troppo duttili.

Con simili avanzamenti e con velocità di taglio così basse, non c'è la possibilità di uno scorrimento plastico tra il materiale fermato dalla faccia di taglio dell'utensile ed il materiale appartenente al pezzo che può conti nuora la sua corsa.

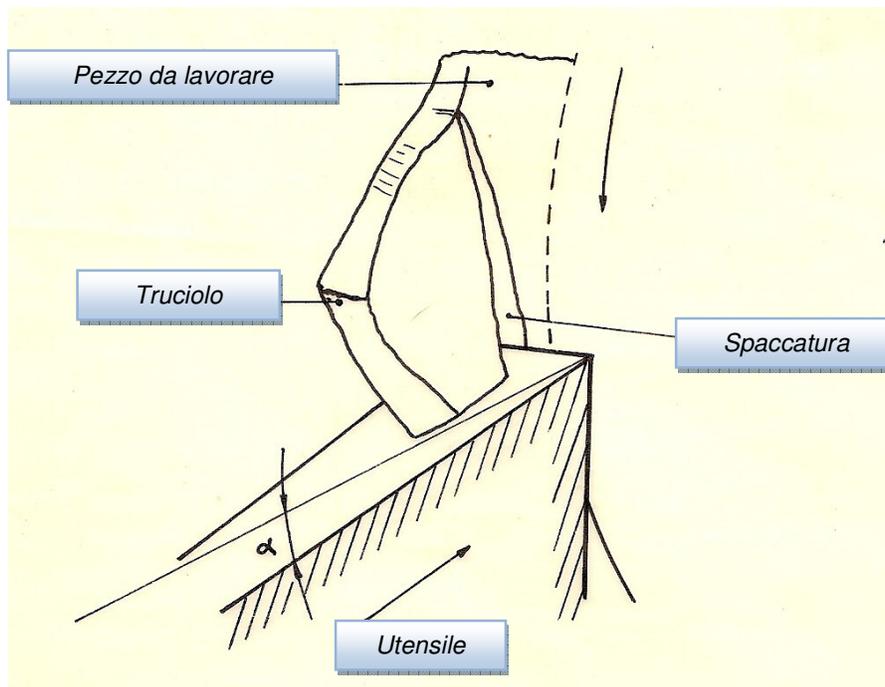


Figura N°1- Formazione di truciolo discontinuo

Si genera così una spaccatura che parte dall'utensile e si allarga innalzandosi fino a raggiungere la periferia del pezzo dove determina il distacco del truciolo.

Tale distacco avviene prima che l'utensile abbia iniziato a produrre un nuovo truciolo.

Si noti che se l'angolo di spoglia superiore fosse maggiore, il tagliente principale avrebbe modo di iniziare la sua azione su un altro truciolo prima che la spaccatura divenga tanto grande da staccare completamente il primo truciolo.

Ciò accadrebbe anche se si diminuisse l'avanzamento per giro.

Il truciolo segmentato si ottiene quindi o diminuendo l'avanzamento oppure aumentando l'angolo di spoglia superiore oppure ancora aumentando la velocità di taglio, perché in questo ultimo caso si ha una certa azione di scorrimento plastico tra il primo truciolo staccato e quello in formazione, tanto da non permettere alla spaccatura di arrivare fino alla periferia del pezzo.

Per truciolo segmentato quindi si intende un truciolo unito, ma che ha la parte che striscia contro la faccia di taglio dell'utensile solcata da spaccature più o meno profonde.

Diminuendo ancora il valore dell'avanzamento per giro o aumentando ulteriormente la velocità di taglio oppure aumentando l'angolo di spoglia superiore, la profondità e la distanza delle spaccature diminuisce fino al loro annullamento, giungendo così al truciolo fluente.

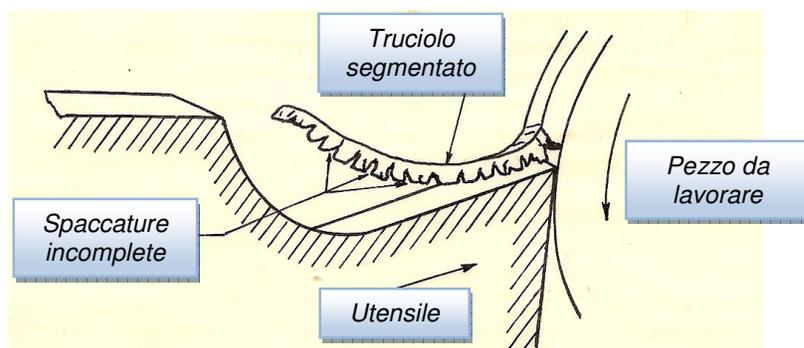


Figura N°2- Formazione del truciolo segmentato

Il truciolo fluente può essere considerato un nastro continuo ed uniforme senza spaccature. Tale tipo di truciolo comunque è difficile da trovare con valori bassi di velocità di taglio a meno che non si diminuisca molto l'avanzamento e si esegua una gola curvilinea sul tagliente in modo da aumentare di molto l'angolo di spoglia superiore e facilitare l'avvolgimento del truciolo stesso.

Questi trucioli sono invece molto comuni con le alte velocità di taglio tipiche delle macchine moderne e degli utensili in Metallo Muro (carbide), specie se ricoperti con TiN.

In questi casi accade un fenomeno che permette di avere trucioli fluenti anche con angoli di spoglia superiore negativi; infatti, con angoli di questo genere il tagliente principale non si presenta più come un cuneo nel materiale, ma l'asportazione del truciolo avviene per compressione.

In questo modo si ha uno slittamento plastico notevole tra ogni elemento di truciolo con una forte generazione di calore il quale tende a rendere più plastico il materiale in lavorazione.

E' per questo motivo che oltre una certa velocità di taglio la resistenza specifica opposta dal materiale tagliato diminuisce anche del 30 – 35 %.

Il truciolo sarà sì continuo, ma formato da elementi che sono slittati uno sull'altro e che effetto della loro aumentata plasticità sono rimasti uniti.

La parte che striscia contro la faccia di taglio appare lucida, mentre ciò non si può dire della parte opposta.

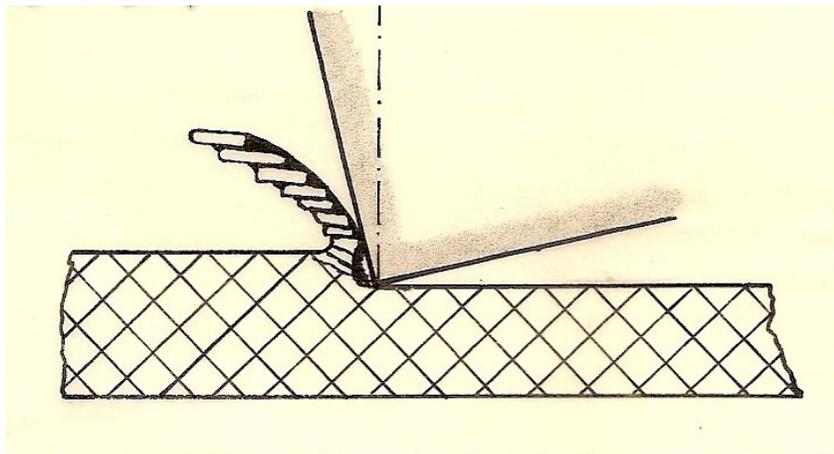


Figura N°3- *Formazione del truciolo con utensili a spoglia negativa*

Il tagliente di riporto

Con angoli di spoglia superiori normali e con velocità di taglio non troppo elevate, sia con utensili in acciaio rapido che con quelli in metallo duro, si ha, durante la formazione del truciolo, la generazione del cosiddetto *tagliente di riporto* che in molti casi ha un'azione dannosa ed in alcuni altri un'azione benefica agli effetti della durata dell'utensile.

Negli utensili moderni la formazione del tagliente di riporto è un fenomeno molto raro, a causa dei vari ricoprimenti cui l'utensile è soggetto.

Se il tagliente di riporto restasse saldato in modo stabile sul tagliente, esso avrebbe una sorta di azione di protezione e servirebbe ad aumentare la durata del tagliente stesso, ma ciò non accade perché esso si forma e si stacca moltissime volte nel corso di una normale tornitura, con intervalli di frazioni di secondo.

Quando non si stacca completamente è una sua frazione che fugge attaccata al truciolo o al particolare lavorato e che subito viene sostituita con altro materiale di riporto.

Il tagliente di riporto è in sostanza un frammento di materiale che si salda sull'utensile e questo fenomeno è tanto più facile quanto maggiore è l'affinità chimica tra utensile e pezzo.

Con riferimento alla figura N°4, nella prima fase si osservano i frammenti **a** ed **a'** appena staccati dalla punta e che fuggono con il truciolo e con il pezzo, immediatamente si ha la formazione di un altro tagliente di riporto che nella seconda fase si ingrossa; nella terza fase inizia l'azione di separazione dei due tronconi che nella quarta fase è quasi completata.

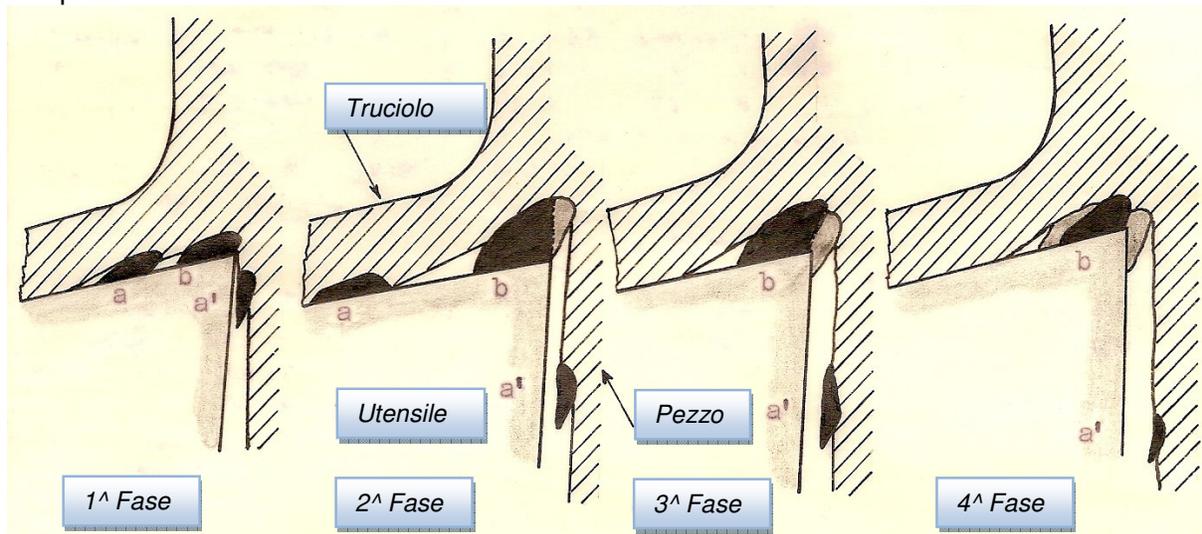


Figura N°4- Processo di formazione del tagliente di riporto

Tale ciclo è in genere compiuto in un tempo che va da 0,1 a 0,01 secondi.

Questa continua variazione di forma e di dimensione del tagliente di riporto provoca per prima cosa una notevole scabrosità della superficie lavorata che, specie in operazioni di finitura, non è tollerata. In secondo luogo, in particolare sui taglienti in acciaio rapido, la intima unione tra tagliente di riporto e utensile fa sì che al momento del distacco, con i frammenti si allontanino anche piccoli e durissimi carburi presenti nell'acciaio dell'utensile con conseguente incremento dell'usura.

Il tantalio presente nei carburi sinterizzati (Metallo Duro, Carbide) ha la proprietà di impedire la saldatura del tagliente di riporto, è per questo motivo che dove si ha una prevalenza di usura per craterizzazione è preferibile usare carburi sinterizzati del gruppo P. Naturalmente oggi, con i vari tipi di ricoprimento (TiN, TiCn, TiAlN ecc.) il fenomeno è molto ridotto, ma è ancora presente in molti tipi di utensili che non sono ricoperti oppure quelli in cui il film di ricopertura si è spezzato.

Una certa funzione benefica del tagliente di riporto si ha quando si lavorano materiali molto abrasivi.

Oggi nelle lavorazioni di tornitura di grandi serie si usano sempre utensili in Metallo Duro, specialmente inserti bloccati meccanicamente ricoperti. Le velocità di taglio sono quindi molto forti e si lavora molto spesso con angoli di taglio negativi.

Il tagliente di riporto in questi casi non si forma, sia per l'alta velocità di taglio, sia per la scarsa affinità fisico-chimica dei materiali costituenti l'utensile ed il pezzo (specie la ricopertura).

La formazione del tagliente di riporto dipende molto dal materiale lavorato, per cui se si lavora ghisa o materiali poco plastici essa quasi non esiste, mentre viene facilitata con materiali dolci e plastici.

In conclusione si può dire che nelle lavorazioni di torneria sarebbe auspicabile la formazione di trucioli di tipo discontinuo perché essi sono di facile trasportabilità, non provocano intasamenti e non costituiscono nessun pericolo. Le velocità a cui si formano però sono nettamente antieconomiche per cui la loro formazione si ottiene soltanto con materiali tipo ghisa che, a qualsiasi velocità, producono trucioli piccoli.

Con l'acciaio si formano o trucioli del tipo segmentato o quelli di tipo fluente. I primi non costituiscono un problema perché sono soggetti ad una naturale rottura ad ogni minimo urto contro il pezzo o l'attrezzatura, però a mano a mano che ci si avvicina alla forma fluente il truciolo rappresenta un problema sempre più serio, e questo per almeno tre motivi :

- *Intasamenti ed aggrovigliamenti sul pezzo, sull'attrezzatura e sull'utensile con conseguente perdita di tempo per lo svincolo.*
- *Pericolo per l'operatore.*
- *Difficile trasportabilità*

E' necessario quindi rompere questi trucioli durante la loro formazione ed a questo scopo il sistema più usato è quello di eseguire uno scalino rompi truciolo in prossimità del tagliente principale, in modo da costringere il truciolo ad una brusca deviazione che ne determina la rottura.

Negli inserti in metallo duro bloccati meccanicamente questi rompitruccioli, a volte di forma molto sofisticata, sono ottenuti direttamente durante la sinterizzazione.

Truciolo minimo

Se la profondità di taglio scende sotto un certo limite l'utensile rifiuta il materiale, lo comprime, lo incrudisce e taglia saltuariamente. Il limite minimo dipende principalmente dall'accuratezza dell'affilatura, cioè dalla finitura dello spigolo tagliente. E' evidente che uno spigolo arrotondato non potrà asportare un soprametallo inferiore al diametro dell'arrotondatura.

Si hanno in pratica i seguenti valori minimi:

- Utensile di diamante levigatissimo: $S = 0,008 \text{ mm}$
- Utensile con spigolo lappato accuratamente $S = 0,02 \text{ mm}$
- Utensile rifinito con mola fine: $S = 0,06 \text{ mm}$
- Utensile affilato con mola grossolana: $S = 0,16 \text{ mm}$

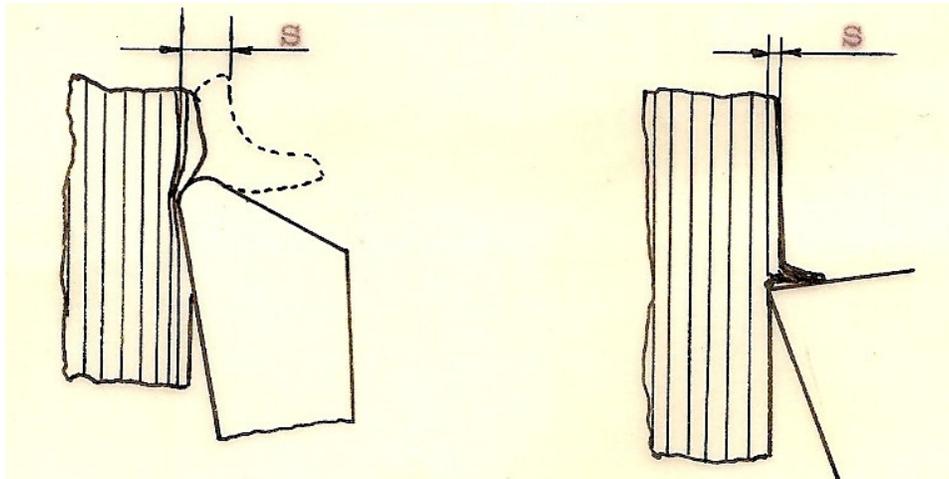


Figura N°5 – Truciolo minimo