

# Produzione di minuteria in oro mediante tranciatura

FRED KLOTZ

*Direttore per la minuteria, Hoover & Strong, Richmond, Virginia, USA*

## Introduzione

Molte tecniche attualmente usate per la tranciatura di minuteria si basano su metodi usati all'inizio della rivoluzione industriale. Quando la richiesta di prodotti fabbricati in grande quantità superò la capacità di produrli a mano artigianalmente, furono messi a punto nuovi metodi per produrli rapidamente in grande quantità. Allora gli artigiani dedicarono la loro abilità alle attrezzature necessarie alla produzione, piuttosto che ai prodotti e la loro abilità fu così trasferita dai prodotti agli utensili.

Per queste prime produzioni furono usate macchine semplici, come le presse a vite (fig. 1). Quando i costruttori di macchine perfezionarono le apparecchiature di produzione, anche la progettazione delle

attrezzature fu migliorata e perfezionata. Tuttavia i principi di base per la progettazione degli utensili sono validi ancora oggi come lo erano agli inizi della produzione in serie. Per capire questo processo, servirà come ottimo esempio il castone a sei graffette di fig. 2.

## Utilizzazione del materiale e sue condizioni

Per facilità di manipolazione ed efficienza di utilizzo, la lamina d'oro viene tagliata in nastri. A causa dei costi del materiale e della lavorazione, per i pezzi stampati in oro le dimensioni del nastro sono molto importanti. L'ottenere più pezzi dalla stessa quantità di materiale può rappresentare la differenza tra profitto e perdita. Dopo che si è progettato lo

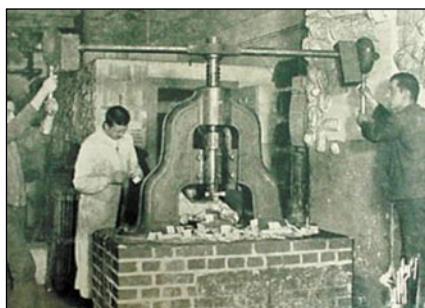
stampo per la tranciatura, una opportuna orientazione o posizione delle parti sul nastro può essere di notevole aiuto (fig. 3). Per la tranciatura è anche molto importante la durezza del materiale. D'istinto si potrebbe pensare che andrebbe meglio un materiale più tenero, ma ciò non è sempre vero. Un materiale più duro si comporta molto meglio e dà origine a pezzi tranciati di migliore qualità, poiché quando è spinto attraverso la piastra dello stampo, il materiale più tenero tende a deformarsi ed a formare ondulazioni. Questo mostra anche una tendenza molto più forte a formare bave e ad aderire agli attrezzi, mentre con il materiale più duro si ottengono pezzi tranciati più piani e con pochissime bave. Come risulta evidente dalla struttura degli spigoli (fig. 4), i pezzi tranciati sono tagliati e staccati dal nastro. Per una tipica incastonatura in oro bianco a 14 K la durezza ideale è 250 HV (durezza Vickers). Ovviamente l'uso finale del pezzo tranciato e la sua composizione determinano la durezza iniziale del nastro.

## Progettazione delle attrezzature

La progettazione delle attrezzature dipende dalle condizioni che influiscono maggiormente sulla durata e sulle prestazioni degli utensili. Lo spessore, la durezza e la composizione del nastro determinano la forza necessaria per attuare il processo. Questi fattori influenzano anche il gioco tra il punzone e lo stampo. Per determinare il carico necessario per tranciare o forare un pezzo di minuteria si usa comunemente la seguente formula:

$$C = L.T.S$$

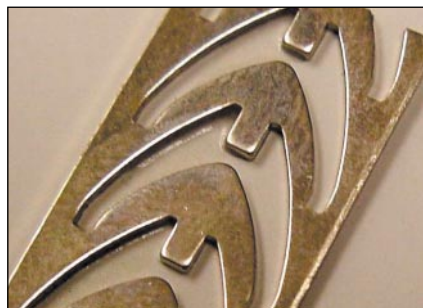
Dove : C = carico richiesto in tonnellate, L = lunghezza del bordo del taglio in cm, T = spessore del



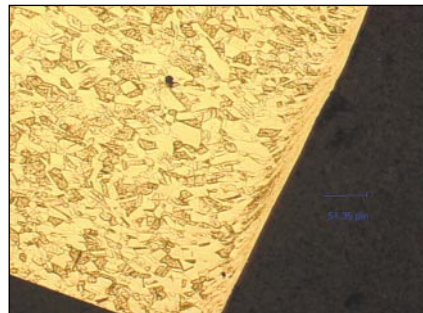
**Figura 1** - Pressa a vite, in funzione nel 1915



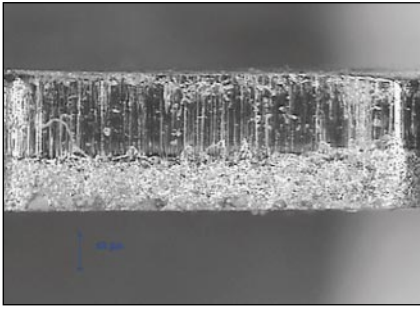
**Figura 2** - Tipico castone a sei graffette. Notare che l'assenza di lega per saldare nel giunto permette di vedere l'incastro di intagli che tiene insieme il castone



**Figura 3** - Utilizzazione efficiente del materiale, grazie alla posizione ravvicinata delle parti tranciate sul nastro



**Figura 4** - Micrografia della sezione del bordo tranciato nell'oro bianco a 14 K usato per il castone a sei graffette



**Figura 5** - Vista ingrandita del bordo del pezzo tranciato. Si vede chiaramente il rapporto tra parte tagliata e parte fratturata



**Figura 6** - Questo sbizzoso di fede nuziale è un buon esempio di gioco inadatto tra punzone e stampo. Notare la vistosa bava lungo il bordo esterno

materiale in cm,  $S$  = resistenza al taglio del materiale in tonnellate/cm<sup>2</sup>.

Riferendosi all'esempio del castone con sei graffette, per i pezzi tranciati si ha:

La lunghezza totale del profilo da tagliare è 2,55 cm X spessore del materiale (0,051 cm) X resistenza al taglio di 3,26 tonnellate/cm<sup>2</sup> = 0,424 tonnellate richieste per tranciare il pezzo.

La scelta della pressa da usare dipende non solo dalle dimensioni del pezzo, ma anche dal numero di pezzi da produrre con l'utensile. Per piccole quantità sono sufficienti attrezzi poco costosi che si possono usare con una pressa a pedale. A causa dell'uso poco frequente, l'uso di molti utensili per piccole produzioni non giustifica la spesa di montarli in apposite sedi. Questi utensili vengono fissati e allineati nella pressa con dispositivi di tipo universale. Perciò, per rendere redditizio il processo, il progettista

dell'utensile è costretto a costruire un utensile meno efficiente.

Durante la fase di progettazione, vale la regola del rapporto tra diametro del punzone e spessore del metallo. Se si usa un punzone con diametro inferiore allo spessore del metallo, questo si romperà sempre. Anche un punzone con sezione irregolare, se questa è troppo sottile, non resisterà contro un materiale di spessore superiore.

Il gioco tra il punzone e lo stampo è importante per controllare le bave. Le dimensioni del punzone determinano le dimensioni del pezzo, mentre il gioco rispetto allo stampo è in relazione diretta con la qualità del pezzo prodotto. Un gioco eccessivo causerà bave ed un rapporto sfavorevole tra sezione tagliata e sezione rotta. Questo rapporto è evidente se si osserva il bordo tagliato del pezzo. Nella maggior parte delle industrie la porzione ideale di materiale tagliato corrisponde ad un terzo dello spessore, mentre il resto si stacca dal nastro per frattura. Però nel caso della gioielleria, per avere un migliore aspetto del bordo, il rapporto è spesso di una metà o anche più di sezione tagliata (fig. 5). Spesso con gli utensili fatti a mano si ha una proporzione maggiore di superficie fratturata, a causa dell'allargamento del gioco prodotto dalla frequente affilatura dello stampo. Nella figura 6 si vede un esempio di gioco troppo ampio.

### Fabbricazione degli utensili

La scelta del tipo di acciaio è relativamente semplice ed è determinata dalla progettazione e dall'applicazione dell'utensile. Molti fornitori di acciaio suggeriscono il tipo di uso per i loro prodotti e pubblicano informazioni dettagliate sul trattamento termico e sulla durezza ideale per ogni acciaio. Per un utensile per tranciatura o foratura si usa comunemente l'acciaio O2 (simile a UNI 90MnVCr8KU). Questo acciaio per utensili è del tipo per tempratura in olio ed è ideale per molti usi.

Questo acciaio viene austenitizzato a 830°C per 1 ora ed è poi temprato in olio, per avere un raffreddamento uniforme. A questo punto la durezza Rockwell C dovrebbe essere 63 HRC. Dopo rinvenimento a 227°C per 1 ora la durezza Rockwell finale dovrebbe essere tra 58 e 60 HRC.

Di solito, per fabbricare i punzoni e gli stampi si usano macchine di uso comune e utensili a mano. Questo metodo a bassa tecnologia richiede un alto livello di coordinazione tra l'occhio e la mano ed anche molti anni di esperienza e addestramento. Sulla superficie della piastra dello stampo si traccia il profilo del pezzo da produrre. All'interno del profilo si pratica con attenzione una serie di fori che attraversano la piastra di acciaio. I fori sono allargati sul lato posteriore ed il materiale tra di essi è asportato con una fresa. Ciò viene fatto per una profondità di circa 6,4 mm dalla superficie della piastra. Poi si inserisce in uno dei fori un seghetto per gioielliere e si taglia il materiale molto vicino al profilo del pezzo. Dopo che è stato asportato tutto il materiale compreso nel profilo, quello che rimane viene tolto con una limatrice, in modo da ottenere una piccolissima angolatura nello spessore della piastra. Questo angolo aiuta nell'espulsione dei pezzi, ma ha anche lo svantaggio di abbreviare la vita dell'utensile dopo ripetute affilature. Se la parete dello stampo è verticale o ha un angolo negativo o un rigonfiamento, i pezzi si impileranno nella cavità dello stampo, danneggiando le attrezzature, o si deformeranno.

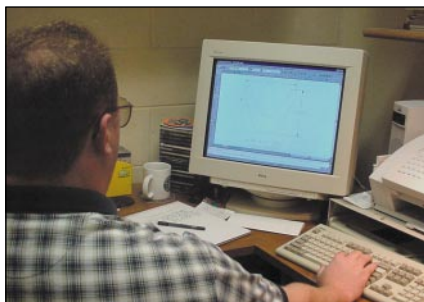
Bordi molto affilati possono criccarsi durante il trattamento termico, ma un leggero raggio di raccordo eviterà questo inconveniente. Prima di trattare termicamente lo stampo, si può aggiungere anche un dispositivo di estrazione del materiale, che libera il punzone dal nastro tranciato. Vi sono molti tipi di estrattori: alcuni sono fissati allo stampo, altri al punzone, mentre altri ancora fanno parte della pressa.



**Figura 7** - Tipica attrezzatura per tranciare ciondoli costruita a mano. Per rimuovere il rottame, fa uso di un estrattore collegato alla pressa

Se si usa il metodo tradizionale, il punzone è lavorato fino a ottenere una forma approssimata e si usa poi lo stampo per asportare il materiale in eccesso. Questa operazione è fatta lentamente, per non danneggiare la superficie laterale del punzone. Dopo ogni spinta, il materiale accumulato viene asportato con uno scalpello o con una fresa. Il punzone è poi trattato termicamente ed affilato insieme allo stampo. Il metodo tradizionale è ancora usato anche nei laboratori ad alta tecnologia. Nelle aziende che hanno a magazzino molti vecchi stampi e punzoni questo può essere il solo modo efficiente per sostituire vecchie attrezzature danneggiate. Molti di questi attrezzi, essendo stati fatti a mano, non sono simmetrici. Misurare e copiare le forme e le curvature complesse è possibile, ma, senza l'ausilio di scanner 3D o di comparatori ottici, richiede molto tempo. Talora è più facile riparare l'utensile alla vecchia maniera. Nella fig. 7 sono mostrati alcuni tipici utensili per tranciatura fatti a mano.

L'elettroerosione (EDM) con filo ed il CAD/CAM (progettazione e lavorazione con l'ausilio del calcolatore) (fig. 8) hanno cambiato il modo di fabbricare gli stampi per



**Figura 8** - Progettazione di utensili con un sistema CAD/CAM



**Figura 9** - Le attrezzature sono tagliate con una macchina EDM a filo, con una tolleranza di 0,005 mm

tranciatura e foratura. La precisione e la rapidità ottenibili rappresentano un grande progresso rispetto ai metodi tradizionali e si possono produrre normalmente forme che prima erano difficili da ottenere. L'angolatura delle pareti laterali è uniforme e può essere resa più lunga, per migliorare la durata dello stampo. Il filo stesso impartisce una leggera curvatura ai bordi della piastra, riducendo il rischio di cricatura. Anche le dimensioni ed il gioco del punzone possono essere regolati in modo da ottenere le migliori prestazioni. L'estrattore può essere lavorato sul posto, riducendo i tempi di installazione e allineamento. Anche i punzoni possono essere tagliati con il filo e si adatteranno allo stampo quasi senza altre operazioni che non siano l'eliminazione di piccoli difetti residui. Nel caso di pezzi simmetrici, il punzone può essere inserito nello stampo in modi diversi, riducendo il rischio di danni dovuti ad errori di montaggio da parte dell'operatore. Comunemente la vita utile del punzone viene portata da 9,5 mm a 25,4 mm.

Un importante vantaggio della EDM con filo è che la piastra può essere trattata termicamente prima della lavorazione. Così si rimedia alla tendenza di alcuni acciai di contrarsi o deformarsi durante il trattamento termico. Se si rompe un punzone fabbricato nel modo tradizionale e se ne produce uno nuovo per uno stampo vecchio, quello nuovo può essere più grande, perché, a causa delle ripetute affilature, la vita dello stampo è abbreviata e la sua apertura è stata ingrandita. Grazie alla EDM con il filo (fig. 9) il risultato del taglio è ripetibile, pezzo dopo pezzo, per cui le riparazioni e le sostituzioni sono molto facili.

### Installazione degli utensili

L'installazione di utensili per tranciatura/foratura è facile, se si rispettano alcune regole fondamentali. Per prima cosa, si dovrebbe abbassare la pressa in modo che il punzone entri nello stampo. In questo modo si allinea l'utensile, se questo non è montato in una guida. Il gioco tra punzone e stampo deve essere uguale in ogni punto. Quando si stringono le viti che fissano lo stampo sulla pressa, è meglio farlo alternandole, in modo da non spingere lo stampo da un lato. La

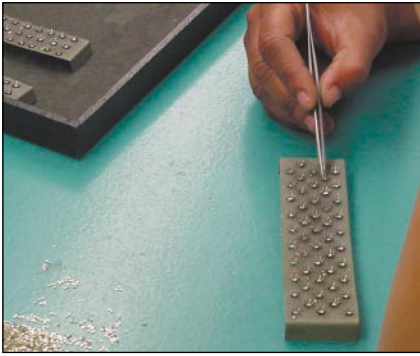
profondità deve essere regolata in modo da tagliare completamente il materiale, senza penetrare troppo nello stampo. Quanto più il punzone penetra nello stampo, tanto più in alto il materiale andrà sul punzone. Con materiali spessi ciò può causare problemi dovuti alla forza richiesta per asportare il materiale forato con l'estrattore. Nella fig. 10 si vede l'utensile per la tranciatura del castone a sei graffette montato.



**Figura 10** - L'utensile finito per la tranciatura del castone a sei graffette, montato con lo stampo, è in funzione



**Figura 11** - I tre pezzi tranciati necessari per montare il castone a sei graffette ed i resti del nastro tranciato per ciascuno di essi



**Figura 12** - Castoni posti nel contenitore, ciascuno con un pezzetto di lega per saldare, prima del riscaldamento



**Figura 13** - Controllo finale dei castoni prima della spedizione

Durante la tranciatura, il materiale deve coprire completamente l'apertura dello stampo. Se si trancia solo metà del pezzo, il punzone può deviare, danneggiando seriamente l'attrezzatura. Per questa operazione è

necessario usare lubrificanti. Lubrificanti comuni, come l'olio per fusi, funzionano benissimo. Un'altra buona scelta è il Marvel Mystery Oil (disponibile in molti negozi di accessori per auto). Questi lubrificanti, oltre a facilitare la tranciatura, evitano che il materiale aderisca al punzone.

Il nastro può essere fatto avanzare a mano o, nel caso di grandi quantità, per rendere l'operazione più rapida, si può usare un dispositivo pneumatico. Un dispositivo pneumatico fa avanzare il nastro in sincronia con la corsa del punzone, così l'operatore è in grado di eseguire il lavoro alla velocità massima consentita dalla pressa.

Dopo la tranciatura, le parti del castone a sei graffette (fig. 11) sono assemblate usando la serie di intagli a incastro per tenerle insieme. Ognuna delle parti tranciate è inserita ordinatamente in un attrezzo di montaggio, che le allinea una rispetto all'altra. Poi sono premute insieme e poste in un contenitore con le graffette rivolte verso l'alto. Su ogni castone viene posto un pezzettino di lega per saldare (fig. 12) e tutto il contenitore viene fatto passare in un forno per brasatura. Nel forno vi è un'atmosfera di ammoniaca anidra dissociata che protegge i castoni dall'ossidazione. Quando escono dal forno, i castoni vengono controllati per accertare che la brasatura sia avvenuta correttamente (fig. 13) ed in questo caso, sono pronti per la spedizione.



Ottimizzare la lavorazione dell'oro e dell'argento è il nostro obiettivo. Con leghe innovative in grado di risolvere i più frequenti problemi di produzione. Per dare al metallo duttilità, malleabilità, colabilità, brillantezza e resistenza all'ossidazione. Per ridurre gli scarti di lavorazione. Il nostro reparto Ricerca progetta e testa sistematicamente le performance dei nostri prodotti utilizzando gli strumenti di indagine più avanzati. Pro-Gold: un know-how esclusivo completamente al vostro servizio.

