

Pressatura a doppia matrice

La tecnica della pressatura con doppia matrice non è una novità; infatti essa è stata utilizzata in modo veramente intenso, durante molti anni, per la produzione di componenti per macchine per ufficio ed è citata in molti libri di testo come un processo in grado di produrre particolari con forme multilivello particolarmente complesse.

Questa tecnica è nata in Olivetti negli anni '60 e lo spunto per la sua "invenzione" è stato dato dalla necessità di produrre, in grandissima serie, un piccolo ingranaggio a dieci denti (figura 1), avente un mozzo quasi tangente al diametro interno della dentatura e con una sagoma corrispondente a circa mezzo dente, esattamente sovrapposta a un dente dell'ingranaggio. Si tratta di profili tangenti tra mozzo e flangia, che, come illustrato più avanti, sono impossibili da realizzare con uno stampo tradizionale a una sola matrice. Questi ingranaggi, in numero da 26 a 52 per macchina, erano i componenti principali del "totalizzatore", dispositivo meccanico deputato a eseguire addizioni e sottrazioni nelle calcolatrici elettromeccaniche. La possibilità di ottenere in modo rapido ed economico, senza lavorazioni aggiuntive, un particolare di forma così complessa e utilizzato in grandi quantità, ha rappresentato per l'azienda un vantaggio competitivo per i suoi prodotti, che ha contribuito, insieme ad altre innumerevoli innovazioni, ai successi della Olivetti sui mercati internazionali.

A difesa dell'innovazione, Olivetti ha ottenuto numerosi brevetti estesi a tutte le principali nazioni industrializzate. Questa tecnica si è subito dimostrata così efficace e industrialmente af-



1. Ingranaggio a 10 denti per totalizzatore.

fidabile da essere utilizzata intensivamente dai progettisti Olivetti per molti componenti montati su tutte le macchine per ufficio e in particolare nelle calcolatrici e nelle telescriventi, continuando a trarre enormi vantaggi per lunghi anni con lo sviluppo di componenti sempre più complessi.

In quegli anni il gap tecnologico in Metallurgia delle Polveri tra l'Olivetti e il resto del mondo era davvero grande: basti pensare che dal 1970 al 1988 sono stati vinti consecutivamente due "Gran Prize" e tre "Award of Distinction" alla competizione internazionale organizzata dalla MPIF ogni 4 anni negli Stati Uniti.

A partire dal 1980 questa tecnologia è uscita dalla nicchia di mercato nella quale è stata per lunghi anni confinata e dove ha dato grande prova di sé, per affrontare il mercato in tutti i settori di applicazione. Per la prima volta sono stati realizzati particolari per l'auto, gli elettrodomestici, gli elettrotrattenti con soluzioni fino ad allo-

Per particolari di dimensione medio-piccola con elevate complessità di forma questa tecnica è ancora ricca di potenzialità. E anche nei casi dove le moderne tecnologie sono in grado di risolvere il problema sul piano tecnico, le presse a doppia matrice possono risultare ancora vincenti sul piano economico

ra inusitate per quei mercati. Tant'è che due "Award of Distinction" sono stati vinti consecutivamente nel 1984 e nel 1988 con applicazioni nel campo automotive.

La dimostrazione dell'efficacia e dell'affidabilità di questa tecnica risiede nel fatto che essa viene tuttora utilizzata per la produzione in grande serie di componenti con geometrie particolarmente complesse, a costi competitivi sui mercati internazionali. Infatti questo processo produttivo esibisce prestazioni tuttora insuperate dai processi di formatura con cui compete.

Funzionamento meccanico

Lo schema di funzionamento della pressatura a doppia matrice è illustrato nelle figure 2 e 3.

Le macchine sono meccaniche e i movimenti dei punzoni, delle matrici e delle anime, indicati con frecce, sono realizzati da cinematismi a camme. Esistono due varianti principali: a matrice superiore mobile oppure a matrice inferiore mobile, la cui scelta dipende dalle geometrie dei pezzi da stampare.

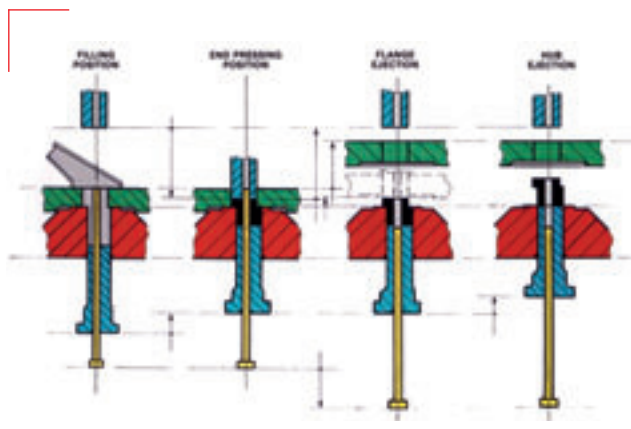
Appare subito evidente come, con uno schema relativamente semplice e con pochi movimenti, sia possibile ottenere pezzi con forme "impossibili" da ottenere con il processo di formatura convenzionale, anche nelle sue versioni più evolute e sofisticate.

È altresì evidente che la tecnica della doppia matrice non è un'evoluzione del sistema di pressatura convenzionale; ma è stata letteralmente l'invenzione di un sistema di pressatura "nuovo".

Chi si avvicina per la prima volta a questa tecnica di pressatura ha la gradevole sorpresa di trovare una tecnica che, al di là delle forme che è in grado di realizzare, è estremamente solida ed affidabile, come lo sono le cose semplici e robuste. È robusto non solo il processo ma anche gli stampi, che di regola sono più semplici e resistenti di quelli utilizzati nel processo convenzionale.

Ciò che appare come una complicazione, due matrici al posto di una, si rivela essere una semplificazione: infatti, a parità di condizioni rispetto a uno stampo convenzionale, la seconda matrice non è un'aggiunta, ma sostituisce un punzone rendendo la costruzione dello stampo più robusta.

A differenza delle presse meccaniche convenzionali, dove i movimenti dei vari organi dello stampo sono una conseguenza non controllata del mo-



2. Schema di funzionamento della doppia matrice, versione a matrice mobile superiore.

vimento del punzone superiore, le presse a doppia matrice comandano ogni organo dello stampo in modo diretto e controllato durante tutto il ciclo di pressatura.

Tutto ciò è realizzato mediante sistemi di camme e leva, uno per ogni elemento dello stampo, che a ogni rotazione di 360° fanno compiere allo stampo un ciclo completo di pressatura.

Seppur i comandi di ritorno dei vari organi dello stampo sono realizzati da cilindri pneumatici o da molle, si può affermare che i movimenti dei vari organi dello stampo possono essere considerati desmodronici, data la bassa velocità di movimento che garantisce la continua aderenza delle leve alle camme, ciò che assicura la massima riproducibilità e affidabilità del processo di pressatura.

Solo con le moderne presse idrauliche a controllo numerico è ora possibile governare i movimenti delle diverse parti dello stampo in modo completamente controllato durante l'intero processo di pressatura, ciò che è sempre stato fatto dalle presse a doppia matrice. Il tonnellaggio delle presse disponibili va da 15 a 120 tonnellate.

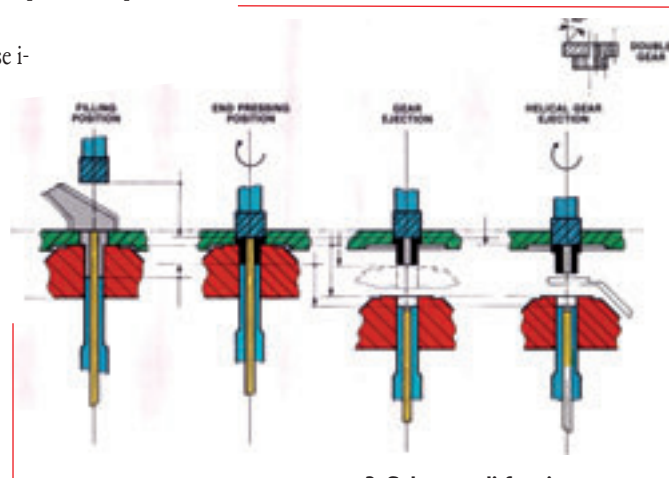
Prestazioni superiori

Ciò che appare subito evidente dagli schemi degli stampi a doppia matrice è la possibilità di produrre particolari che presentano dei sottosquadri, cioè delle geometrie la cui estrazione sarebbe impossibile con uno stampo monomatrice: infatti questo è lo scopo per cui è stata inventata questa tecnica.

Le applicazioni sono state innumerevoli e ancora oggi sono in produzione numerosi particolari recentemente progettati e nuovi particolari vengono continuamente ingegnerizzati per questa tecnica.

Le "prestazioni" della pressatura a doppia matrice non si fermano alla possibilità di realizzare forme che presentano dei sottosquadri, ma riguardano anche altre geometrie particolarmente interessanti per le applicazioni cui danno luogo. In dettaglio si tratta delle seguenti possibilità:

- ingranaggi elicoidali con mozzo sia concentrico che eccentrico,
- particolari con profili tangenti tra mozzo e flangia,



3. Schema di funzionamento della doppia matrice, versione a matrice mobile inferiore.

- particolari con più mozzi distanti fra loro. Inoltre, come abbiamo già avuto modo di dire, in molti casi le presse a doppia matrice semplificano e irrobustiscono lo stampo nel caso di particolari producibili con le presse monomatrice, rendendo anche più semplice e affidabile il ciclo di pressatura.

Esempi di applicazione

I particolari che presentano sottosquadri possono essere prodotti utilizzando indifferentemente i due schemi di matrice mobile, sia superiore che inferiore. La scelta di uno dei due schemi dipenderà eventualmente da altri dettagli del particolare o dalla convenienza economica. Nelle figure 4 e 5 sono riportati alcuni esempi signifi-

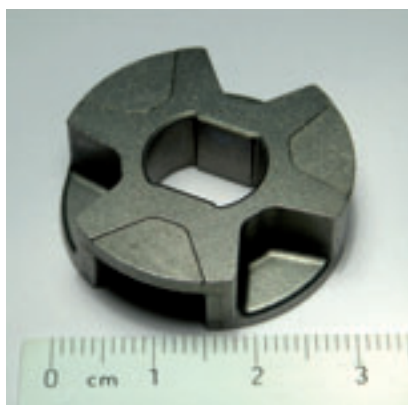


4. Eccentrico tendicinghia del sistema di distribuzione di un motore.

cativi di particolari caratterizzati da uno sottosquadro costituito da una sottile flangia posta tra due mozzi. La prima delle due figure mostra un eccentrico tendicinghia del sistema di distribuzione di un motore; mentre la seconda illustra un doppio ingranaggio per sollevavetri per automobile. Nella figura 6 è riportato un particolare, visto dal lato pressato dai punzoni inferiori, la cui



5. Doppio ingranaggio per sollevavetri per automobile.



6. Guidacatena per motosega.

flangia è divisa in sei parti di cui tre pressate tra punzoni superiori e inferiori e tre pressate in sottosquadro tra matrice superiore e punzoni inferiori: si tratta di un guidacatena per motosega. Le figura 7 illustra un particolare dotato di due dentature tra loro sfasate in modo che i denti dell'una corrispondano ai vani dell'altra. Si tratta di un doppio ingranaggio per sollevavetri per automobile. La figura 8 mostra un ingranaggio elicoidale a doppia dentatura con eliche contrapposte, utilizzato in una trasmissione a cinghia dentata: questa soluzione permette di diminuire



7. Doppio ingranaggio per sollevavetri per automobile.

in modo drastico la rumorosità della trasmissione. Questi ultimi due esempi dimostrano, per la loro estrema complessità di forma, che il sistema di pressatura a doppia matrice è ancora oggi insuperato, anche dai più sofisticati sistemi di pressatura realizzati con presse a controllo numerico (CNC).

Gli ingranaggi elicoidali con mozzo sia concentrico che eccentrico rispetto all'asse dell'ingra-

naggio stesso vengono prodotti utilizzando lo schema di funzionamento riportato in figura 3, cioè la matrice mobile è quella inferiore. In questo modo si ha la possibilità di estrarre per primo il mozzo che può avere qualsiasi tipo di profilo, anche quello di un ingranaggio a denti diritti. Una volta liberato il mozzo, l'estrazione della par-



8. Ingranaggio elicoidale a doppia dentatura per trasmissione a cinghia.

te con dentatura elicoidale avviene dall'alto verso il basso con il pezzo libero di ruotare. Una "manina" meccanica raccoglie e allontana il pezzo estratto tra le due matrici: anche questo automatismo è comandato da una camma della pressa, che ruota in sincronia con le altre. Le figure 9 e 10 riportano degli ingranaggi elicoidali con mozzo dentato a denti diritti. Il primo dei due ingranaggi è utilizzato nella trasmissione in una motosega, mentre il secondo trova applicazione nel dispositivo alzatendine del lunotto posteriore per automobile. La figura 11 riporta un ingranaggio



9. Doppio ingranaggio, elicoidale e a denti diritti, per motosega.

elicoidale con un mozzo sagomato che in due zone è quasi tangente al diametro interno dell'ingranaggio. Questo particolare, utilizzato nel meccanismo sollevavetri per automobile, ha sostituito un gruppo precedentemente prodotto da tre particolari diversi: uno sinterizzato, uno tornito e uno in plastica, tra di loro assemblati. La figura 12 mostra un ingranaggio elicoidale con mozzo eccentrico, utilizzato in un apparecchio tosasiepe.



10. Doppio ingranaggio, elicoidale e a denti dritti, per alzatidine del lunotto posteriore.

I particolari con profili tangenti tra mozzo e flangia possono essere prodotti utilizzando indifferentemente i due schemi di matrice mobile, sia superiore che inferiore. La scelta di uno dei due schemi dipenderà eventualmente da altri dettagli del particolare o dalla convenienza economi-



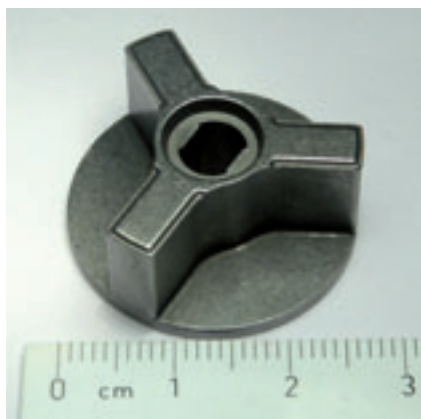
11. Ingranaggio con mozzo per sollevavetri per automobile.



12. Ingranaggio con mozzo eccentrico per tosasiepe.

ca. La possibilità di realizzare questo tipo di geometrie è data semplicemente dal fatto che lo stampo è costruito con un solo punzone inferiore, mentre nel sistema tradizionale monomatrice ne occorrono due. La funzione che nello stampo monomatrice è svolta dal punzone inferiore esterno, che nella zona di tangenza dei profili dovrebbe azzerare il suo spessore, nel sistema a doppia matrice è svolta dalla matrice inferiore eliminando alla radice il problema.

Le figure da 13 a 16 riportano degli esempi clas-



13. Componente per sollevavetri per automobile.

sici che presentano profili tra mozzo e flangia perfettamente tangenti in alcuni punti. La figura 13 mostra un componente per sollevavetri per automobile, la successiva un ingranaggio per tergifari per automobile. In figura 15 è raffigurato un ingranaggio guidacatena per motosega; mentre la figura 16 raffigura un altro ingranaggio per sollevavetri per automobile.

I particolari con più mozzi distanti fra loro, se prodotti con il sistema monomatrice, vanno incontro alla possibile rottura dei mozzi durante la fase di estrazione. Questo fenomeno è dovuto al fatto che in questo sistema è sempre la flangia a essere estratta per prima dallo stampo; in questa fase di estrazione i mozzi sono ancora contenuti nello stampo, bloccati nella posizione impartita



14. Ingranaggio per tergifari per automobili.

dallo stampo stesso, mentre la flangia, libera da vincoli, compie la sua dilatazione elastica, generando delle forze di taglio a livello della congiunzione flangia/mozzi, che possono compromettere l'integrità del pezzo. Utilizzando invece il sistema a doppia matrice, nella versione a matrice mobile inferiore, i primi a essere estratti dallo stampo sono proprio i mozzi, mentre la flangia è ancora contenuta nella matrice superiore. Quando nella fase successiva verrà estratta la flangia, la sua dilatazione elastica troverà i mozzi già liberi che quindi non subiranno alcuno stress.



15. Ingranaggio guidacatena per motosega.



16. Ingranaggio
per sollevavetri per automobile.

I componenti di figura 17 e 18 sono alcuni esempi tipici: nella prima delle due figure è mostrato un portasatelliti per riduttore epicicloidale; mentre nell'ultima è riportato un braccio per l'azionamento del tettuccio apribile di un'automobile. È da notare la notevole distanza tra i mozzetti del componente di figura 18, la quale determina un sensibile spostamento fra i mozzetti in fase di estrazione della flangia, essendo tale spostamento costituito dal ritorno elastico che è proporzionale alla distanza tra i mozzetti stessi.

In figura 19 sono raffigurati diversi particolari "storici", utilizzati molto tempo fa nelle macchine per uffi-

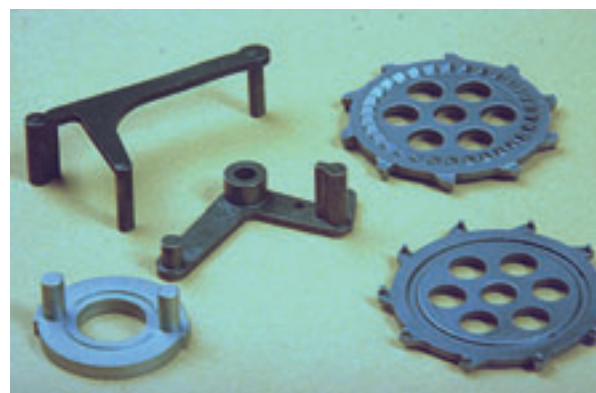


18. Braccio
per tettuccio
apribile
per automobile.

cio Olivetti. Anche se le applicazioni non sono attuali, tuttavia essi ci mostrano le potenzialità delle presse a doppia matrice. Infatti troviamo mozzi anche molto piccoli, quindi delicati, a distanze notevoli fra loro e in concomitanza di flange molto sottili. Nella figura 20 è riportata una selezione di pezzi, anch'essi datati, ma che mostrano chiaramente quale grande varietà di forme sia possibile ottenere con le presse a doppia matrice.

Conclusioni

Per quanto si tratti di una tecnica di pressatura matura, inventata circa 40 anni fa, essa si rivela ancora oggi ricca di potenzialità, soprattutto per particolari di taglia medio-piccola che richiedano elevate complessità di for-



19. Particolari con flangia
sottile e mozzi piccoli e distanti.

stampo e di utilizzare una pressa molto costosa. La cosa diventa ancora più sconveniente se si tratta di particolari di medio-piccole dimensioni. Ed ecco che, in molti casi dove le moderne tecnologie sono in grado di risolvere il problema sul pia-



20. Particolari vari con diverse
caratteristiche di difficoltà.

ma. Anzi, sarebbe opportuno e conveniente tenere conto delle specificità di questa tecnica nel momento della progettazione dei particolari, al fine di trarne il massimo vantaggio, a esempio realizzando in un sol pezzo ciò che con la tecnica tradizionale si farebbe in due o più pezzi; oppure aggiungendo dei dettagli al particolare che possono aumentare considerevolmente il suo valore aggiunto. In molti casi, in cui il particolare allo studio sia fattibile con la tecnica tradizionale, sovente si scopre che è economicamente più conveniente la pressatura a doppia matrice per la semplificazione dello stampo e per la sua maggior robustezza. Va detto che le moderne presse a controllo numerico sono in grado di fare molte delle cose che si fanno con la doppia matrice, a esempio un ingranaggio elicoidale con mozzo dentato, ma a costo di complicare enormemente lo

no tecnico, la doppia matrice può risultare ancora una volta vincente sul lato economico.

Ringraziamenti

L'autore desidera ringraziare la GM Sinter Group di Ivrea (TO) (ex TecSinter) per le informazioni e i materiali forniti.

Fonte

Relazione tecnica presentata in occasione della Giornata di studio "Forme complicate a prezzi competitivi? C'è la metallurgia delle polveri", organizzata da Associazione Italiana di Metallurgia, Bergamo, 20 novembre 2007.

O. Morandi, Assinter, Ivrea (TO).

readerservice.it n. 74



17. Portasatelliti
per riduttore epicicloidale.