

## 6 Formatura su pressa

Ci sono molti processi non facilmente classificabili ma che condividono alcune caratteristiche con i processi già discussi.

Specifici processi di imbutitura sono stati progettati per offrire una maggiore profondità, oppure per realizzare forme più complesse, per ridurre i costi di produzione o una combinazione di queste caratteristiche.

### 1. Formatura con stampo in gomma

Si sostituisce uno stampo con un cuscino in gomma e la lamiera si conforma al punzone (spesso realizzato in resina o in lega di zinco). Non c'è bisogno di costose coppie di stampi in acciaio e la presenza di tensioni di compressione e attrito sulla superficie del punzone contribuiscono a ottenere imbutiture più profonde e forme altrimenti difficili da realizzare (ad esempio parti coniche).

In figura un esempio di formatura con cuscino di poliuretano senza stampo specifico e con possibilità di realizzare sottosquadri.

### 2. Idroformatura

Si sostituisce il cuscino in gomma con un fluido contenuto con un diaframma di gomma. La pressione idraulica viene programmata per tutta la corsa, spesso con CNC, per spingere la lamiera sul punzone e quindi ottenere parti di grande profondità e complessità.

In alternativa, la cavità della matrice è sigillata con guarnizioni e la lamiera è deformata direttamente dal fluido, quindi l'attrito viene annullato e il materiale si incrudisce uniformemente. La lamiera precurvata può quindi essere formata intorno alla matrice.

### Flangiatura, aggraffatura e formatura di colli

Alcuni esempi di piegatura complessa, combinata con compressione e/o stretching, si incontrano nella lavorazione di bordi di semilavorati, di fori, tubi e parti imbutite.

1. La flangiatura di un semilavorato, mostrata in figura a (e la flangiatura per contrazione di una lamiera, mostrata in b) mette il bordo esterno in compressione. È simile a un'imbutitura poco profonda e non è richiesta grande duttilità, ma possono verificarsi pieghe.

2. La flangiatura di un foro e la flangiatura per allungamento di una lamiera impongono forti deformazioni di trazione sul bordo.

Se sono presenti bave sul bordo tagliato o se il materiale della lamiera contiene inclusioni o altri difetti, la rottura si verifica con una deformazione molto più bassa di quanto ci si sarebbe aspettati dall'allungamento a trazione misurato in assenza di bave.

Nei casi critici, per aumentare la duttilità del materiale può diventare necessaria la sbavatura, la rasatura o anche l'alesatura del foro.

3. Forti deformazioni di trazione sono imposte anche nell'espansione o nella flangiatura delle estremità di un tubo (figura c) o di un recipiente imbutito.

Al contrario, formare il collo di un tubo o di un contenitore (figura d) impone pressioni di compressione; la riduzione che può essere effettuata in un'unica operazione è limitata solo dal collasso assiale del tubo o dalla formazione di pieghe interne.

La formatura del collo è un passo importante nella realizzazione di cartucce e cilindri soggetti a pressione.

4. L'aggraffatura è un importante processo di assemblaggio. Una parte in precedenza flangiata è unita ad un'altra parte mediante deformazione continua, come nell'unione del coperchio interno ed esterno del portabagagli, del cofano o degli sportelli delle automobili.

Esempi di flangiatura di lamiere e di estremità di un tubo si incontrano nella formazione di doppie cuciture per sigillare scatolette per alimenti e lattine di bevande., come mostrato nella sequenza in basso. In alto invece si vede l'esecuzione di un'arricciatura, usata per motivi estetici e per evitare che bordi taglienti di lamiere possano ferire.

#### Bulging o espansione idraulica

La deformazione a trazione è tipica del rigonfiamento di tubi, contenitori e prodotti simili, utilizzando spine in schiuma poliuretanica o pressione idraulica.

La tecnica rappresenta anche il primo passo nella fabbricazione di soffietti metallici; il tubo pregonfiato forma il soffietto quando è compresso assialmente. La compressione di un soffietto metallico è mostrato nel passaggio dalla figura alla b

#### Espansione idraulica

In un gruppo sempre più importante di processi, tubi senza saldatura o saldati vengono ulteriormente deformati da fluido ad alta pressione. I processi si basano sulla constatazione che deformazioni molto grandi sono possibili se le sollecitazioni assiali di compressione vengono applicate simultaneamente alla pressione di espansione, come si vede in figura c. Il tubo, vincolato in una matrice apribile, è compresso tra due punzoni mentre un fluido pressurizzato viene inserito all'interno. La compressione alle estremità permette di ottenere espansioni maggiori.

Originariamente il processo è stato applicato a parti come giunzioni in rame a T.

Recentemente la tecnica è divenuta processo di produzione di massa, principalmente nel settore automobilistico, sostituendo la saldatura nella realizzazione di assemblaggi.

Il tubo, piegato per avere la forma generale del prodotto finale, viene collocato in una matrice apribile ed è espanso nella cavità della matrice. L'assottigliamento viene arrestato nel momento del contatto con la parete della cavità mentre l'ulteriore sviluppo della forma avviene a scapito della riduzione localizzata dello spessore.

Una migliore distribuzione dello spessore viene ottenuta se l'espansione viene condotta inizialmente a bassa pressione mentre i tappi terminali vengono premuti in modo da rendere il flusso di materiale in uno stato combinato di tensione di tensocompressione. La pressione

viene quindi aumentata per riempire i dettagli. Se necessario, a questo punto possono anche essere punzonati dei fori.

Formatura ad alta energia (HERF). Questi processi usano un singolo stampo (maschio o femmina).

Non si usano presse; l'energia necessaria per la deformazione è derivata da varie fonti. Nella formatura esplosiva è collocato dell'esplosivo al di sopra della lamiera.

Nella formatura elettromagnetica, un campo magnetico viene applicato scaricando un banco di condensatori attraverso una bobina che circonda il componente.

Nella formatura elettroidraulica uno shock di pressione viene creato in acqua scaricando un banco di condensatori attraverso una scintilla o attraverso un filo che evapora. L'applicazione della pressione è improvvisa, ma la velocità alla quale il materiale si deforma non è di solito molto più alta che in una pressa meccanica veloce.

Tra le tante possibili applicazioni, la formatura di colli e l'espansione interna di parti a forma di tubo o di contenitori sono frequenti.

Quest'ultima serve come alternativa all'espansione con una spina di gomma o un fluido idraulico e può essere utilizzata per la riparazione di condensatori e simili strutture con tubi e testate.

#### Pallinatura

Le tensioni non equilibrate provocano distorsioni sui componenti. Il principio è sfruttato nella pallinatura colpendo in modo opportuno una delle superfici.

Con palline in acciaio aventi diametro da 2 a 6 mm che colpiscono a velocità di 60 m/s, si formano superfici leggermente curve come le superfici delle ali dei velivoli e si correggono difetti di forma in prodotti come i rivestimenti dei razzi.