

LINEE DI STAMPAGGIO con presse transfer



LO STAMPAGGIO DELLA LAMIERA COSTITUISCE UNA DELLE OPERAZIONI FONDAMENTALI DELL'INDUSTRIA AUTOMOBILISTICA E DI QUELLA DELL'ELETTRODOMESTICO. NELL'ARTICOLO VENGONO RIPERCORSI I SUCCESSIVI SVILUPPI DELLE LINEE DI STAMPAGGIO NEL TEMPO, FINO ALLE ATTUALI SOLUZIONI. SONO PRESENTATE LE PROBLEMATICHE TIPICHE DI QUESTA LAVORAZIONE, CHE COMPORTA LA NECESSITÀ DI SPOSTARE IN MODO ACCURATO E SENZA TEMPI PASSIVI I PEZZI DI LAMIERA DA UNO STAMPO AL SUCCESSIVO. OTTIME SOLUZIONI SONO OFFERTE DAI SISTEMI PNEUMATICI ABBINATI A BRACCETTI MODULARI COMPONENTI.

La lavorazione della lamiera è stata e resta una lavorazione determinante in tutti i settori industriali in cui la lamiera costituisce una parte integrante del prodotto finale. L'industria dell'auto e quella dell'elettrodomestico sono due esempi di applicazioni nelle quali la perfezione della lavorazione della lamiera costituisce un fattore essenziale di successo. L'aspetto estetico è, infatti, assolutamente indispensabile e il minimo difetto deve essere evitato. La perfezione dello stampaggio richiede un perfetto coordinamento tra le movimentazioni che sono necessarie

per spostare i pezzi in lavorazione da uno stampo a quello successivo. Nel passato il passaggio avveniva con sistemi di manipolazione di diversa natura, spesso manuali, e con la presenza di stazioni di magazzino intermedio. Le soluzioni odierne si basano su complessi sistemi meccanico/pneumatici modulari e flessibili, che consentono di affrontare senza particolari problemi le complesse situazioni che possono nascere da una lavorazione difficile. Sono anche in grado di compensare eventuali errori di predisposizione della posizione degli stampi, errori che potrebbero compromettere l'efficacia dell'intera linea di produzione. Nell'articolo, dopo un'analisi generale del problema, vengono presentate soluzioni modulari con at-

Guido Belforte

tuazione pneumatica che possono essere facilmente implementate e che sono di uso assolutamente generale. Attraverso gli esempi si vede come l'integrazione tra sistemi pneumatici di manipolazione, sistemi di spostamento transfer elettromeccanici e presse di stampaggio consente una soluzione ottimale per l'implementazione e la gestione di complesse linee di stampaggio della lamiera.

L'evoluzione delle linee di stampaggio

Lo stampaggio di pezzi di lamiera richiede una serie di lavorazioni di tranciatura, imbutitura e piegatura che vengono effettuate utilizzando stampi in cui la lamiera viene tagliata per definire esattamente il contorno del pezzo, viene piegata, ove necessario, e viene progressivamente imbutita per realizzare parti in rilievo e carenature.

Il tipo e la successione delle lavorazioni è definita dallo specialista che progetta gli stampi. Possono così nascere linee in lavorazioni di natura differente, che si susseguono secondo sequenze che possono essere di volta in volta variate. Il numero degli stampi e la loro distribuzione su diverse presse deve essere fatto in base alle dimensioni degli stampi, alla dimensione utile per collocare gli stampi sul banco di lavoro delle presse e alle esigenze di movimentazione per spostare i pezzi in lavorazione da uno stampo a quello successivo. La chiusura degli stampi avviene poi con un'unica operazione di chiusura della pressa. Se, come capita normalmente, più presse devono essere utilizzate in serie, occorre prevedere dei mezzi di trasferimento dei pezzi semilavorati da una pressa alla successiva. Le prime linee di stampaggio furono organizzate in modo molto semplice, ma poco efficace. Tra una pressa e l'altra vi erano delle stazioni di deposito intermedie. L'utilizzo di muletti per la movimentazione di pallet e di container era una



soluzione facilmente implementabile per spostare i pezzi di lamiera. Queste soluzioni lasciavano libera la frequenza di stampaggio nelle varie presse, ma richiedevano grandi spazi per i magazzini intermedi, largo uso di manodopera, ma soprattutto creavano inefficienze e colli di bottiglia, dovuti alla mancata sincronizzazione delle presse.

Le soluzioni successive, nate in relazione ai significativi sviluppi della robotica industriale, hanno visto l'uso di manipolatori automatici e di robot per lo spostamento dei pezzi da stampi a magazzini temporanei lungo le linee di lavorazione e da magazzini a stampi. Questo tipo di soluzione ha risolto solo in parte il problema. Si è infatti ridotto l'impiego di manodopera, ma tutti i problemi connessi con la presenza di magazzini intermedi e con la mancanza di coordinamento delle presse, dovuto a tempi ciclo diversi, permangono. Le soluzioni attuali partono dalla opportunità di eliminare qualsiasi magazzino e polmone intermedio, risparmiando gli spazi e riducendo il materiale in lavorazione, a fronte di una perfetta sincronizzazione di movimento da una pressa all'altra. I vantaggi che si ottengono giustificano ampiamente una progettazione più rigorosa delle linee e uno sforzo

indispensabile alla temporizzazione simultanea dei cicli di tutte le presse che devono operare in linea.

Problematiche dei sistemi transfer e soluzioni

La sincronizzazione della chiusura di tutti gli stampi, ossia la definizione di un unico momento in cui viene effettuata la fase di lavoro, è il criterio ispiratore della progettazione di una linea efficiente. Questo comporta che la fase di lavorazione inizi contemporaneamente per tutti gli stampi di tutte le presse. La durata della fase di lavoro sarà poi condizionata dalla durata del tempo di stampaggio più lungo. A ogni fase di lavoro segue una fase di spostamento dei pezzi di lamiera in lavorazione, che avviene simultaneamente su tutti i pezzi.

La soluzione applicata per la movimentazione di ogni pezzo allo stampo successivo, si basa su sistemi di movimentazione costituiti da dispositivi di manipolazione cartesiani, con tre assi di movimento: X, Y e Z (dispositi-

Fig. 1 – Braccetti di manipolazione simultanea dei cicli di tutte le presse che devono operare in linea. inizio anni 2000.



Fig. 2 – Pinza di presa lamiera ad azionamento pneumatico.



Fig. 3 – Montaggio di sistemi di manipolazione lamiera.



Fig. 4 – Esempio di montaggio di componenti di un braccetto.

vi “Transfer”). Questi manipolatori cartesiani, completati da braccetti e pinze di afferraggio ad azionamento pneumatico, consentono di soddisfare le esigenze più complesse. Dei tre assi, l’asse X è l’asse di avanzamento lungo la linea degli stampi, l’asse Y è un asse di movimento di apertura/chiusura sul piano degli stampi (moto perpendicolare all’avanzamento) e l’asse Z è l’asse di sollevamento/abbassamento rispetto al piano di lavoro degli stampi.

Una serie di braccetti collegati a questi manipolatori e completati da pinze ad azionamento pneumatico consentono la presa dei pezzi di lamiera e il loro trasferimento alla stazione di lavoro successiva. Inizialmente la realizzazione di questi braccetti veniva effettuata con elementi costruiti appositamente, applicazione per applicazione, con un certo costo di progettazione e di fabbricazione e con scarse possi-

bilità di recupero in caso di modifica della linea. In figura 1 è visibile un tipo di realizzazione usato a cavallo degli anni 2000. L’efficacia delle soluzioni con braccetti è provata dall’elevata frequenza di lavoro. Su linee di presse transfer moderne, usando quando è necessario degli elementi per la realizzazione di movimenti aggiuntivi, si arriva fino a oltre 20 cicli di stampaggio al minuto (o come si indica nella terminologia specifica: 20 colpi/min); queste frequenze tengono conto dell’intero ciclo, completo di discesa e salita dello stampo e spostamento dei pezzi. In soluzioni precedenti, di tipo automatizzato con robot usati per la movimentazione, si arrivava mediamente a 4-5 colpi/min.

Contributo dei sistemi pneumatici alla movimentazione delle lamiera

Il contributo della pneumatica alla realizzazione di linee di stampaggio con presse transfer efficienti si colloca nella parte del sistema che è direttamen-

te in contatto con i pezzi di lamiera. Pinze di presa e dispositivi per movimentazioni ausiliarie sono gli elementi utilizzati allo scopo. I motivi che giustificano questo tipo di scelta sono i seguenti:

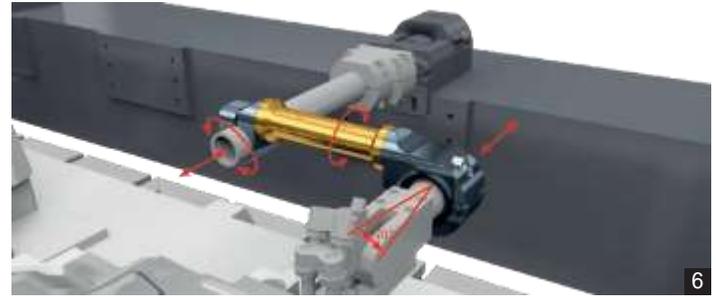
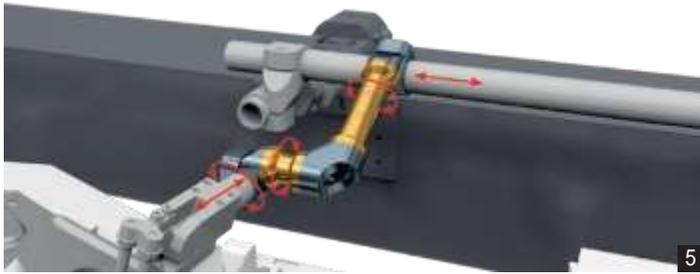
- Possibilità di utilizzo di pinze di presa con regolazione della forza e con elevata forza di serraggio e massa ridotta;
- Facilità di realizzazione di movimenti ausiliari di traslazione o di rotazione di tipo digitale;
- Disponibilità di integrazione di dispositivi pneumatici in sistemi modulari componibili che facilitano la progettazione e la realizzazione di braccetti ausiliari;
- Semplicità di gestione con PLC o con altri sistemi elettronici.

In figura 2 è visibile una pinza di presa ad azionamento pneumatico, del tipo a chiusura angolare, con angoli di apertura/chiusura di 14°; con alesaggio 20 mm e 6 bar di pressione di alimentazione, la forza di chiusura è di circa 100 daN, ottenuta grazie a un particolare sistema di blocco.

La presa pneumatica consente un perfetto afferraggio della lamiera, impedisce che azioni prodotte dalle forti accelerazioni dovute a movimenti rapidi e le vibrazioni che nascono a causa dei colpi prodotti dalle presse, possano portare a spostamenti nel posizionamento dei pezzi in lavorazione magari piccoli, ma che non possono assolutamente essere accettati per la perfetta esecuzione dello stampaggio. Nelle applicazioni degli anni passati venivano usate delle palette di appoggio per la lamiera. Queste soluzioni vengono ancora usate dove l’appoggio su palette può essere perfetto e dove non nascono i problemi di spostamento precedentemente ricordati. Negli altri casi è bene usare pinze pneumatiche.

Soluzioni modulari componibili

Nell’organizzazione generale delle linee di presse transfer intervengono quattro gruppi di dispositivi: le presse,



i gruppi transfer, gli stampi, i braccetti di presa e di movimentazione. Presse e gruppi transfer sono la base dell'allestimento delle linee e hanno funzione generale. La finalizzazione della linea nasce nel momento in cui vengono decise le fasi di lavorazione e sono progettati gli stampi. Contemporaneamente inizia la personalizzazione dei gruppi transfer con i braccetti e gli organi di presa. È in quest'ultima fase che sono coinvolti i dispositivi pneumatici. La costruzione e la messa a punto dei bracci per lo spostamento dei pezzi di lamiera viene effettuata partendo dagli elementi guida dei gruppi transfer. In figura 3 è riportata una fase di montaggio degli elementi di una linea, in cui avviene l'assemblaggio dell'impiantistica elettrica e pneumatica, il testing e l'inserimento della sequenza per la manipolazione dei pezzi. Sono visibili le lunghe traverse del sistema transfer, i braccetti di sostegno delle pinze pneumatiche e le pinze stesse, alcuni semilavora-

ti di lamiera che simulano la presenza dei pezzi lungo le linee. Per la realizzazione di soluzioni funzionalmente efficienti è possibile utilizzare soluzioni di tipo modulare, nelle quali la presenza di morsetti di vario tipo, prolunghe, giunti ed elementi di regolazione consente una progettazione facile, un assemblaggio veloce e una rapida messa a punto. Per le giunzioni si possono utilizzare due soluzioni: la prima basata su morsetti ad attrito con anelli aperti che vengono stretti da opportune viti; la seconda usa dei morsetti dentati che vengono collegati con un contatto dente su cava di appoggio. Nel primo caso il morsetto può essere spostato facilmente lungo un albero, con possibilità di regolare la posizione sia lungo l'asse dell'albero, sia angularmente. Nel caso dei morsetti dentati riportati nelle figure seguenti i morsetti hanno 36 denti, con profilo "maschio" o "femmina", che vengono incastrati tra loro e che permettono

una regolazione accurata con posizionamento angolare relativo con passo di 10°. Per facilitare il montaggio i componenti con dentatura maschio sono anodizzati con colore canna di fucile, i componenti femmina con colore oro. In una sequenza di diversi elementi dentati ci sarà pertanto una successione con alternanza di colori. La disponibilità di morsetti con configurazioni differenti e la possibilità di collegare alberi di tre diversi diametri (25, 30, 40 mm) consente un elevatissimo numero di combinazioni di bracci. Il collegamento con le pinze avviene con morsetti di diametro 28 mm, corrispondente alla dimensione del codolo delle pinze stesse. In figura 4 è riportato un esploso, che mostra un esempio di soluzione di un braccetto. Per la realizzazione sono utilizzati due morsetti dentati di estremità per il collegamento a due alberi di diverso diametro, una prolunga dentata femmina e un rinvio a 90° maschio. Un secondo esempio

Fig. 5 – Braccetto con tre rotazioni e due rotazioni.

Fig. 6 – Braccetto con morsetto orientabile.

Fig. 7 – Sistema con compensazione lungo l'asse x.

Fig. 8 – Sistema con compensazione lungo l'asse z.



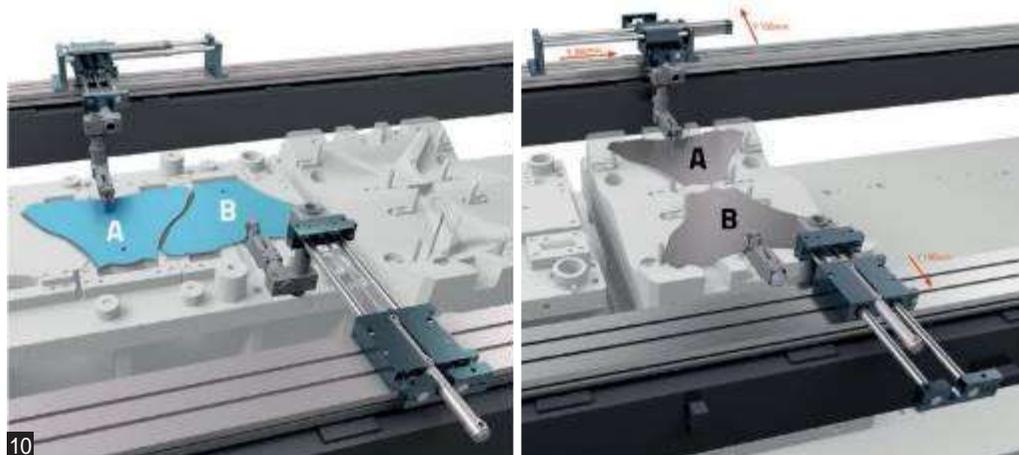


Fig. 9 – Sistema con attuatori per la rotazione angolare.

Fig. 10 – Applicazione speciale.

di braccetto è visibile in figura 5. In questo caso il montaggio è stato fatto usando componenti che permettono tre rotazioni angolari e due traslazioni di regolazione.

La combinazione dei diversi elementi permette di posizionare le pinze di presa per i pezzi di lamiera esattamente nel punto in cui devono essere utilizzate, partendo da un punto di appoggio del dispositivo transfer.

Una ulteriore soluzione per la realizzazione di un braccetto di posizionamento di pinza pneumatica è riportato in figura 6. La particolarità della soluzione è nell'utilizzo di un componente che comprende un elemento ro-

stante, tipo giunto sferico. La disponibilità di questo morsetto rotante permette di facilitare la realizzazione delle piccole correzioni che spesso occorre fare per correggere gli errori di posizionamento tipici delle costruzioni meccaniche di grossa dimensione. Spesso, infatti, a causa di tolleranze grossolane di lavorazione e di errori inevitabili di montaggio, risulta difficile garantire un posizionamento relativo preciso di più pezzi. Nella soluzione mostrata in figura, è possibile regolare due traslazioni, due rotazioni con passo di 10° con morsetti dentati e una ulteriore rotazione con un giunto rotante fino a un massimo di 20°.

Applicazioni

L'uso di dispositivi pneumatici per una presa sicura di pezzi di lamiera in linee di stampaggio con presse transfer porta ad interessanti applicazioni. Il posizionamento corretto richiede di collocare in maniera precisa le pinze rispetto agli elementi di trasferimento dei pezzi da uno stampo a quello successivo. Ciò è facilitato dall'uso braccetti di collegamento modulari del tipo precedentemente indicato. L'aggiunta di sistemi di azionamento pneumatico di traslazione e di rotazione permette di aggiungere dei gradi di movimento supplementari per compensare eventuali disallineamenti di stampi posti in linea. In figura 7 è riportato un primo esempio di questo tipo. Il braccio che porta l'unità pneumatica di presa, visibile sulla destra della foto assieme al semilavorato in lamiera, è fornita di una slitta di compensazione su pattini a ricircolo di sfere, che ne permette lo spostamento lungo l'asse X, per ovviare ad una variazione di passo transfer tra stampi successivi. L'azionamento è pneumatico e può essere ottenuto in modo semplice ed economico con un cilindro a doppio effetto. In figura 8 vi è una situazione analoga, in cui la compensazione viene fatta rispetto all'asse Z di sollevamento rispetto al piano degli stampi. In questo caso è stata introdotta una slitta di compensazione rispetto all'asse Z, a causa di una differenza di altezza tra due stampi consecutivi.

Gli spostamenti lungo gli assi X e Z permettono di collegare senza problemi gruppi di stampi non allineati come sarebbe richiesto da un uso efficace del sistema transfer. In alternativa a queste soluzioni in passato sarebbe stato necessario inserire due dispositivi di manipolazione con un magazzino intermedio.

In figura 9 si può vedere l'uso di attuatori pneumatici rotativi nella lavorazione di stampaggio. L'uso di questi dispositivi nasce dalla necessità di ruotare in determinate fasi del ciclo di lavorazione i pezzi di lamiera per effettuare azioni di stampaggio o tranciatu-

ra su piani diversi. Come si vede nella fotografia, il semilavorato in lamiera è afferrato da pinze pneumatiche in prossimità dei quattro angoli. Dovendo realizzare la rotazione del pezzo, le due coppie di pinze alla destra e le due coppie di pinze alla sinistra del pezzo sono montate su un braccetto di manipolazione portato da un attuatore rotativo presente per ogni coppia di pinze. Ogni volta che è necessario ruotare il pezzo di lamiera, si azionano i due attuatori angolari, che ruotano i braccetti con gli organi di presa pneumatici e il semilavorato. Per facilitare l'inserimento sulle linee di stampaggio gli attuatori pneumatici hanno la possibilità di utilizzare due arresti meccanici per regolare in modo appropriato l'angolo di rotazione. In figura 10 è illustrata una applicazione speciale dei bracci modulari azionati da attuatori pneumatici. Il problema che viene affrontato e risolto è quello dell'ottimizzazione dell'utilizzo di nastri di lamiera, massimizzando l'utilizzo della lamiera impiegata e riducendo gli sfidi. Nella figura 10, sulla sinistra, è riportata la configurazione dei due pezzi A e B, che devono essere imbutiti, come si presentano dopo il taglio del nastro, al centro della linea di lavorazione. Per il miglior utilizzo si usa un nastro di lamiera stretto e i due pezzi sono tranciati con le due sagome affiancate longitudinalmente, alternate tra loro. Per ridurre la lunghezza della linea degli stampi, l'imbutitura viene fatta trasversalmente anziché longitudinalmente, affiancando i due pezzi A e B, mantenendo l'orientamento che i due pezzi hanno dopo la tranciatura (fig. 10, a destra).

Per cambiare la posizione dei due pezzi si utilizzano tre traslazioni. Una traslazione Y di 150 mm sposta il pezzo B da centro

linea alla corretta posizione laterale. Una traslazione X di 350 mm, associata a una seconda traslazione Y di 150 mm verso l'esterno della linea, sposta il pezzo A dal centro a una posizione laterale simmetrica rispetto a quella del pezzo B e lo affianca a questo ultimo.

È così resa possibile una lavorazione simultanea dei due pezzi su stazioni di stampi affiancate. Un problema di ottimizzazione di materiali e di impianti è pertanto ben risolto con dispositivi semplici, affidabili e di costo contenuto.

Conclusioni

Le linee di stampaggio con prese transfer rappresentano un settore molto importante per l'industria dell'auto e per quella dell'elettrodomestico. L'ottimizzazione di queste linee di lavorazione richiede una perfetta sincronizzazione dei movimenti di trasferimento dei pezzi semilavorati da una stazione di stampaggio alla successiva, con braccetti che portano gli organi di presa. L'uso di braccetti realizzati con tecniche modulari componibili e di pinze ad azionamento pneumatico rende facilmente progettabile e realizzabile la soluzione del problema. Per tutti i casi in cui bisogna introdurre spostamenti supplementari per compensare differenze di posizionamento di stampi, o introdurre rotazioni per lavorazioni su piani diversi, o ancora inserire movimenti supplementari per ottimizzare la lavorazione, l'utilizzo di attuatori pneumatici risulta molto vantaggiosa. [^]

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Ringraziamenti

Si ringrazia la società SAMEC per la collaborazione e per la fornitura di materiale fotografico.

Bibliografia

<http://www.samec srl.com>

NUOVA GAMMA BLADE

Blade

1 ÷ 3

4 ÷ 11

15 ÷ 22

Efficienza,
versatilità,
silenziosità,
compattezza.



www.matteigroup.com

