

Introduzione alla saldatura a vibrazione

Una tecnologia di giunzione delle materie plastiche di Telsonic

SALDATURA PLASTICA

SALDATURA METALLI

TAGLIO

PULIZIA

VAGLIATURA



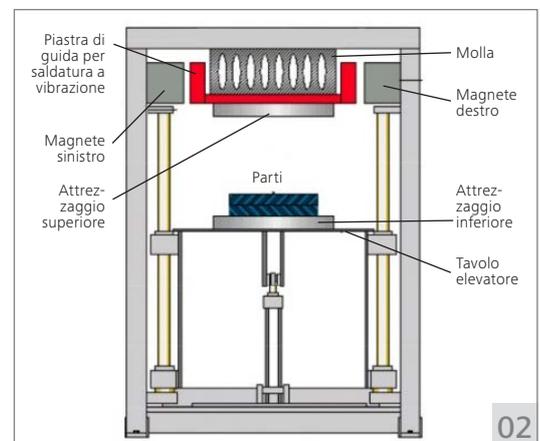
Shelby Twp., MI 48315, USA, 10/2022

La scelta della tecnologia di giunzione in qualsiasi applicazione è influenzata da una serie di fattori, tra cui le combinazioni di materiali, le dimensioni del componente, la sua geometria, i volumi di produzione e, naturalmente, i requisiti funzionali.

In qualità di leader tecnologico nella giunzione di materie plastiche, Telsonic ha sviluppato una gamma di sistemi e moduli di saldatura a ultrasuoni che vengono ampiamente utilizzati su molti materiali termoplastici diversi, soprattutto su componenti di piccole e medie dimensioni, dove il processo opera ad alta velocità. La saldatura a vibrazione, invece, è ideale per una gamma di materiali termoplastici, ma è anche in grado di unire componenti di grandi dimensioni o con un profilo tridimensionale, discontinuo o continuo. Questo articolo informativo di Jochen Bacher, Presidente di TELSONIC Ultrasonics Inc. spiega i principi e i vantaggi della saldatura a vibrazione.

Saldatura a ultrasuoni e a vibrazione – Confronto tra i processi

La saldatura a vibrazione è di fatto un processo di saldatura per attrito che genera calore sulla superficie di giunzione di due parti, attraverso il movimento relativo delle superfici. Quest'ultimo differisce dal processo di saldatura a ultrasuoni, in cui il calore è generato da una combinazione di attrito tra le superfici e di movimento intramolecolare a frequenze da 15 kHz a 70 kHz e movimento misurato in micron. In confronto, la saldatura a vibrazione è definita da frequenze comprese tra 100 Hz e 300 Hz e da ampiezze associate comprese tra 0,75 mm e 2 mm (da 0,030 a 0,080 pollici). A seconda della pressione applicata durante il ciclo di saldatura, i tempi di saldatura variano da 2 a 10 secondi.



01 Preriscaldamento a infrarossi

02 Principi della saldatura a vibrazione

Il processo di saldatura a vibrazione è definito in quattro fasi separate

Fase uno	La vibrazione delle parti rigide crea attrito che genera calore verso l'interfaccia del giunto, mentre il materiale è ancora allo stato solido
Fase due	La temperatura di transizione vetrosa viene raggiunta e viene generato un flusso viscoso. Il calore viene generato dallo spostamento del polimero fuso. Inizia il movimento delle parti l'una verso l'altra (fusione)
Fase tre	La transizione di fusione raggiunge una fase stabile in cui si raggiunge la temperatura di fusione del materiale e le parti iniziano a legarsi con la plastica stampata. La fusione fluisce lateralmente e la penetrazione della saldatura aumenta in maniera lineare con il tempo
Fase quattro	La vibrazione si interrompe e viene introdotto un tempo di attesa sufficiente per raffreddare la saldatura sotto pressione. La penetrazione della saldatura continua in quanto la pressione di serraggio fa fluire il polimero fuso fino alla sua solidificazione

È anche importante capire la relazione tra lo spostamento della massa fusa e la temperatura della stessa attraverso le diverse fasi della saldatura a vibrazione. Per ottenere una buona resistenza della saldatura, il tempo di saldatura a vibrazione deve essere sufficientemente lungo da rientrare nella fase tre, dove si verifica uno spostamento lineare della massa fusa. Inoltre, il tempo di attesa deve essere sufficientemente lungo da consentire qualsiasi spostamento del materiale una volta che la vibrazione si interrompe.

Materiali – Plastiche amorphe a confronto con quelle cristalline

Le plastiche amorphe e semicristalline sono entrambe polimeri ad alta temperatura. La differenza tra i due sta nella loro struttura molecolare. Le termoplastiche amorphe comprendono soprattutto plastiche traslucide come: polimetilmetacrilato (PMMA/acrilico), polistirene (PS), policarbonato (PC), polisolfuro (PSU), cloruro di polivinile (PVC), acrilonitrile butadiene stirene (ABS) e polietereimmide (PEI). Questi polimeri hanno una struttura molecolare ordinata in modo casuale e non hanno un punto di fusione rapido. Il risultato è che i materiali amorfi si ammorbidiscono gradualmente con l'aumento della temperatura.

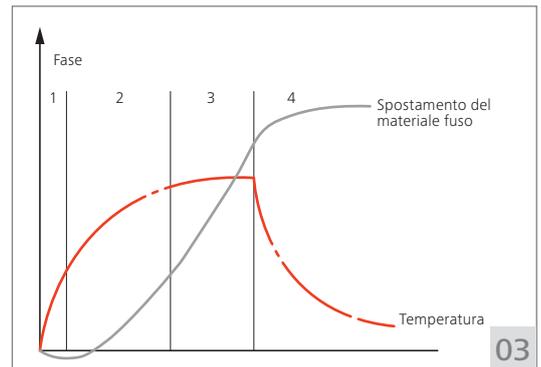
A differenza delle termoplastiche amorphe, le plastiche semicristalline hanno una struttura molecolare altamente ordinata con punti di fusione definiti. I materiali semicristallini più comuni sono il polietilene (PE), il polipropilene (PP), il polibutilene tereftalato (PBT), il polietilene tereftalato (PET) e il polietereeterchetone (PEEK).

Mentre i materiali amorfi si ammorbidiscono gradualmente all'aumentare della temperatura, con le plastiche semicristalline ciò non si verifica. Al contrario, rimangono solide fino a quando non viene assorbita una quantità specifica di calore. I materiali si trasformano quindi rapidamente in un liquido a bassa viscosità. Questo punto di fusione è generalmente superiore all'intervallo massimo delle termoplastiche amorphe.

Saldatura di materiali dissimili

La saldatura a vibrazione è in grado di unire materiali dissimili fondendo la termoplastica e creando un blocco meccanico tra materiali dissimili. In genere, i tempi di saldatura vanno da 1 a 3 secondi per le plastiche amorphe e da 3 a 10 secondi per quelle semicristalline.

La pressione di saldatura necessaria dipende dal materiale specifico, dal design della parte e dal modo in cui la stessa viene fissata. Di solito, per il materiale amorfo è necessaria una pressione minore. Alcuni materiali passano rapidamente dallo stato solido alla condizione di fusione, il che indica la necessità di abbassare la pressione. La maggior parte delle macchine all'avanguardia consente di eseguire la profilatura della pressione per ottenere una migliore qualità della saldatura, regolando la pressione durante il ciclo di saldatura.



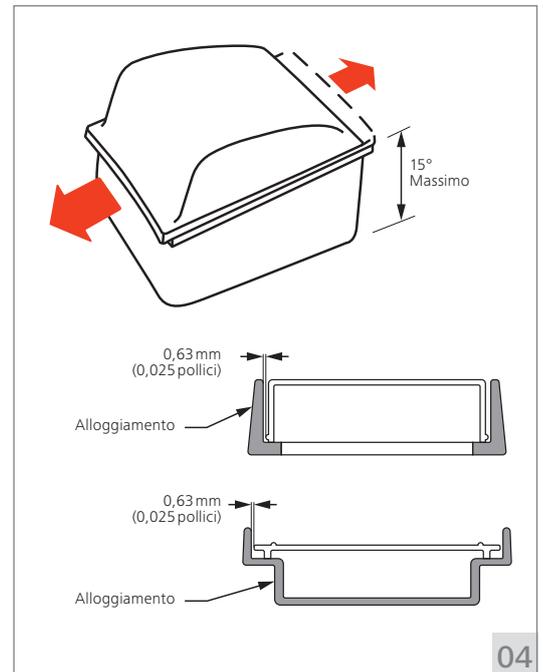
03 Relazione tra lo spostamento e la temperatura della massa fusa attraverso le diverse fasi di saldatura a vibrazione

Progettazione per il successo

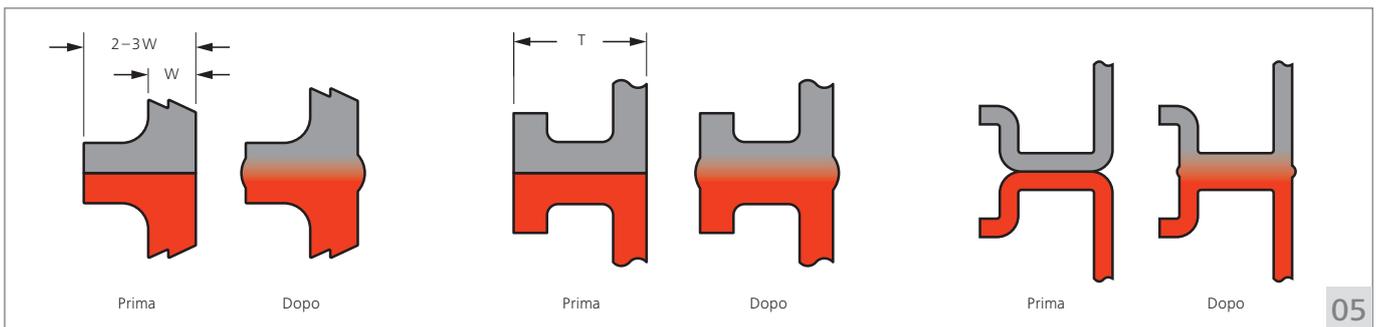
Affinché la saldatura a vibrazione abbia successo, le seguenti regole di base devono essere implementate nella progettazione delle parti. La flangia di saldatura deve essere dimensionata in modo da consentire lo spazio per un'ampiezza di 0,8mm (0,030 pollici) utilizzando le alte frequenze tra 250 e 300Hz, e fino a 2 mm (0,080 pollici) sulle basse frequenze tra 100 e 150Hz. La superficie di saldatura nella direzione di vibrazione deve essere piatta, tuttavia è possibile ottenere buoni risultati di saldatura con un'angolazione massima di 15 gradi.

Gli schizzi seguenti illustrano il design di un giunto di testa per la saldatura a vibrazione con un giunto di testa a flangia, un giunto di testa a flangia nervata e un giunto di testa termoformato con una flangia di ritorno.

Lo spostamento del materiale fuso determina la presenza di sbavature all'esterno del giunto di saldatura. L'aspetto fisico della sbavatura è molto diverso a seconda del materiale. Alcuni materiali tendono a produrre sbavature dall'aspetto lungo e "sfocato", mentre altri producono sbavature sotto forma di detriti. Per far fronte alle sbavature, la maggior parte dei design dei componenti include una "trappola per sbavature". Spesso saranno necessari dei prototipi di saldatura per determinare il design ottimale che eliminerà la presenza di sbavature. La dimensione della "trappola per sbavature" deve essere superiore di almeno il 30% rispetto allo sposta-



04

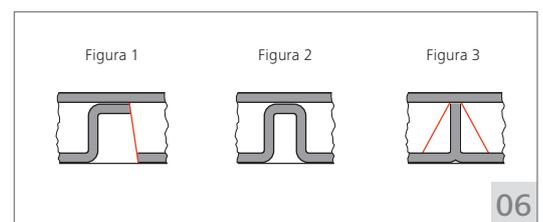


05

mento calcolato della saldatura. L'integrazione del preriscaldamento IR nel processo di saldatura a vibrazione ha mostrato importanti miglioramenti nell'aspetto delle sbavature, soprattutto con le termoplastiche amorphe chiare.

Requisiti di progettazione aggiuntivi

Quando si saldano le nervature interne, sarà necessario un supporto per le flange, soprattutto se non sono allineate con la direzione delle vibrazioni. Il modo più efficiente è quello di supportare le nervature come questa utilizzando l'utensile a vibrazione, come mostrato nelle figure 1 e 2 sotto. Se, tuttavia, il progetto non consente queste caratteristiche, è necessario incorporare delle nervature di supporto nella parte stampata per stabilizzare la parete, come mostrato nella figura 3. Per progettare con successo le parti per implementare tali caratteristiche di design, è necessario studiare tutti i parametri, come il materiale, il potenziale di fissaggio della parte e il design della stessa.



06

- 04 Affinché la saldatura a vibrazione abbia successo, devono essere seguite e implementate le regole di base nella progettazione delle parti
- 05 Un design di giunto di testa per la saldatura a vibrazione con un giunto di testa a flangia, un giunto di testa a flangia nervata e un giunto di testa termoformato con una flangia di ritorno
- 06 Se si saldano le nervature interne, è necessario un supporto per le flange, soprattutto se non sono allineate con la direzione delle vibrazioni

Settori di applicazione versatili

La versatilità del processo di saldatura a vibrazione è testimoniata dall'ampia gamma di applicazioni e settori di mercato che hanno adottato questa tecnologia. Molti componenti automobilistici, come i quadri strumenti, gli spoiler, i coperchi dei motori, le prese d'aria e i gruppi ottici, sono tutti uniti utilizzando la saldatura a vibrazione. Altri settori che utilizzano la saldatura a vibrazione includono gli elettrodomestici e i prodotti per il giardino, dove parti come i tamburi delle lavatrici, gli alloggiamenti delle motoseghe e persino i pallet logistici in plastica si affidano a questa tecnologia per la loro produzione.

Riepilogo

I numerosi vantaggi e benefici della saldatura a vibrazione sono illustrati nella tabella seguente. Come per ogni tecnologia, ci sono alcune aree di limitazione e, per quanto riguarda la saldatura a vibrazione, queste sono generalmente limitate alla forma della superficie di saldatura; le sezioni a parete sottile e le nervature interne possono a volte essere difficili da saldare, mentre il livello sonoro implica la necessità di protezioni acustiche. La tecnologia richiede anche un investimento più elevato.

Vantaggi della saldatura a vibrazione

- Capacità di saldare forme complesse e irregolari
- Saldatura di parti di grandi dimensioni
- Saldature ad alta resistenza e guarnizioni ermetiche
- Permette di saldare più parti alla volta
- Non è necessario alcun materiale aggiuntivo
- È necessaria una preparazione minima della superficie
- Può essere utilizzata per incapsulare altre parti
- Le parti possono essere maneggiate subito dopo la saldatura
- Alta affidabilità del processo
- Alto tasso di produzione
- Sostituzione rapida degli attrezzi

Telsonic offre una gamma completa di sistemi di saldatura a vibrazione, disponibili con funzionamento idraulico o elettrico. Le modalità di saldatura includono profondità e tempo ed è possibile salvare e analizzare i risultati della saldatura. I sistemi, dotati di circuiti di sicurezza e di alloggiamenti insonorizzati, offrono una tecnologia di preriscaldamento a infrarossi opzionale e sono anche in grado di effettuare saldature in più fasi.



07



08

07 La saldatura a vibrazione è un processo versatile, in grado di essere utilizzato per un'ampia gamma di applicazioni. L'integrazione del preriscaldamento IR nel processo di saldatura a vibrazione consente di migliorare notevolmente l'aspetto delle sbavature, soprattutto con le termoplastiche amorphe chiare come le lenti automobilistiche nell'esempio

08 Telsonic ha collaborato con Daeyoung per offrire il meglio di entrambi i mondi nell'unione delle materie plastiche



09

09 Jochen Bacher,
Presidente, TELSONIC
Ultrasonics Inc.