

UN ASSEMBLAGGIO PERFETTO CON LA SIMULAZIONE

AutoForm racconta come la sua soluzione software per la simulazione dei processi di stampaggio, formatura a freddo e a caldo, e il roll forming porti dei grossi vantaggi ai clienti del settore automotive per l'assemblaggio dei componenti.

di **Battista Panizon, AutoForm**

visita il sito



AUTOFORM

Per decenni, la simulazione di processi come lo stampaggio, la formatura a freddo e a caldo e il roll forming ha portato grandi benefici all'industria automobilistica. I software di oggi sono in grado di replicare con notevole precisione interi flussi di processo, compresa la simulazione dell'assemblaggio. Il caso che stiamo per presentarvi evidenzia come uno dei nostri clienti, un fornitore Tier 1 di OEM europei, ha ottenuto un assemblaggio perfetto nonostante i singoli elementi di cui era composto fossero significativamen-



te fuori tolleranza. L'intero assemblaggio era composto da un totale di 30 elementi. Sebbene il nostro cliente abbia deciso di mantenere il proprio nome riservato, ci ha dato il permesso di raccontare la sua esperienza per condividere il modo innovativo in cui ha utilizzato la simulazione di assemblaggio.

L'elemento evidenzia un ritorno elastico insolitamente elevato

Il nostro cliente, che collabora con un importante OEM, ha affrontato una sfida significativa con un pavimento sottile 0,65 mm realizzato in acciaio dolce (simile a quello mostrato nella Figura 1).

L'operazione di stampaggio è stata simulata per un componente del pavimento e ha rivelato che era decisamente fuori specifica. Mentre la tolleranza di ritorno elastico consentita era di $\pm 0,5$ mm, l'elemento presentava un ritorno elastico di 6-7 mm (11 mm sul lato opposto), oltre 10 volte il limite consentito. Questa deviazione era critica ed è stata poi confermata durante le prime prove. Inizialmente, sembrava che le uniche soluzioni fossero la reingegnerizzazione dell'elemento o la modifica dello stampo. Tuttavia, questo ritorno elastico insolitamente elevato presentava diverse sfide.

Tempistica incerta e limitazioni alla fresatura degli stampi

I valori di ritorno elastico più piccoli possono di solito essere corretti in tempi prevedibili. In questo caso, tuttavia, l'elevato ritorno elastico non consentiva di stimare quanto tempo sarebbe stato necessario per correggere l'elemento. La fresatura dello stampo poteva richiedere da pochi giorni a oltre un mese, senza alcuna garanzia di successo. La fresatura dello stampo per ridurre il ritorno elastico ha rappresentato un'ulteriore sfida. Le bugne presenti nel pavimento erano più piccole del ritorno elastico di 7 mm; quindi, si sarebbe dovuto riprogettare l'utensile o rischiare di vanificare quanto ottenuto durante la fresatura.

Requisiti dell'utensile compensato

Per compensare il ritorno elastico di 7 mm, si sarebbero dovute modificare le superfici dello stampo, trasformando le superfici piane in superfici curve. Sebbe-

ne gli stampi compensati possano tecnicamente creare superfici piane, questo approccio non è convenzionale e non è affidabile. Inoltre, c'era il rischio di invertire la direzione del ritorno elastico, con conseguenze disastrose.

Il passaggio a un utensile compensato e la fresatura più profonda del solito avrebbero potuto causare danni irreversibili allo stampo. Se il ritorno elastico si fosse spostato nella direzione opposta, lo stampo avrebbe dovuto essere rottamato, con costi di circa 150.000 dollari e ritardi di tre o quattro mesi.

Soluzione: simulazione dell'assemblaggio

Gli esperti del settore sanno che gli elementi realizzati entro le tolleranze non garantiscono necessariamente un assemblaggio accurato. Gli elementi entro le tolleranze possono comunque portare a un assemblaggio fuori dalle tolleranze. Prima di apportare qualsiasi modifica, il team di ingegneri del nostro cliente ha voluto provare una simulazione di assemblaggio con l'elemento fuori specifica per vedere se poteva generare un assemblaggio entro le tolleranze.

Qualche anno fa, la simulazione dell'assemblaggio non era possibile. Oggi invece i software moderni consentono di creare assieme virtuali a partire da più elementi, anche se realizzati con processi diversi, come lo stampaggio a caldo/freddo e il roll forming. Sorprendentemente, la simulazione dell'assemblaggio ha rivelato che, nonostante l'elemento del pavimento fosse fuori tolleranza, l'assemblaggio complessivo avrebbe comunque soddisfatto le specifiche richieste. Il cliente ha seguito tre fasi per garantire risultati accurati.

Le tre fasi

Nella prima fase, il team di ingegneri ha simulato la linea di assemblaggio reale utilizzando le geometrie nominali. Questo approccio preliminare è utile per verificare i piloti, le chiusure, i punti di saldatura e gli altri componenti della linea di assemblaggio. Si sono assicurati che tutte le fasi fossero rappresentate con precisione e che non si verificassero collisioni.

Nella seconda fase, per aumentare la precisione complessiva, il team ha sostituito i dati CAD-0 con i dati reali del-

la simulazione di formatura. I singoli elementi dell'assemblato sono stati realizzati con processi diversi, ovvero stampaggio a caldo e a freddo e roll forming. La simulazione è stata eseguita per determinare il ritorno elastico residuo dopo l'assemblaggio. I risultati hanno indicato che l'assemblaggio finale avrebbe rispettato le tolleranze specificate dal cliente.

Infine, la terza fase: per convalidare i risultati della fase due, il team di ingegneri ha utilizzato le geometrie reali degli elementi ottenuti tramite scansione 3D. L'uso di dati STL ha garantito che nessun dettaglio sarebbe stato tralasciato nella simulazione. I risultati hanno confermato che l'assemblato sarebbe stato conforme alle specifiche richieste, anche se i singoli elementi non lo erano. I risultati della simulazione mostrano che la deviazione massima dell'assemblato del pavimento è inferiore a ± 1 mm.

I vantaggi

Il successo della simulazione è stato seguito dal successo nella realtà, poiché la simulazione dell'assemblaggio ha previsto con precisione i risultati. La simulazione ha eliminato la necessità di correggere il ritorno elastico dei singoli elementi per ottenere un assemblaggio di successo. Le misurazioni effettuate sull'assemblaggio reale del pavimento hanno confermato una stretta correlazione con i risultati della simulazione. L'utilizzo della simulazione di assemblaggio in questo caso ha portato i seguenti vantaggi. Il team di ingegneri del nostro cliente ha inizialmente cercato una soluzione per risolvere il problema del ritorno elastico. Tuttavia, la simulazione dell'assemblaggio ha dimostrato che gli elementi sarebbero rientrati in tolleranza durante l'assemblaggio. I risultati hanno evitato al team di dover compensare i singoli elementi. Il cliente ha evitato un flusso di lavoro di compensazione, fresatura e i relativi cicli di prova, con un risparmio di tempo di oltre un mese. Con la digitalizzazione al 100%, è possibile simulare qualsiasi scenario senza preoccuparsi dei costi. In questo caso, il team ha assemblato una serie di elementi provenienti da diversi processi produttivi. I dati degli elementi stampati con la simulazione di formatura hanno



Figura 1: Pavimento assemblato.

migliorato l'accuratezza della simulazione di assemblaggio. La libertà creativa ha portato a scoprire che non tutti gli elementi devono essere portati in tolleranza per un assemblaggio di successo, risolvendo un problema precedentemente irrisolvibile con una soluzione innovativa. Gli elementi dell'assemblato sono stati importati dal software AutoForm Forming, compresi gli elementi di roll forming. Se sono disponibili gli elementi reali, questi possono essere scansionati in 3D e i file STL risultanti, che descrivono la geometria della superficie, possono essere importati nel software AutoForm Assembly.

Le congetture sulla compensazione della fresatura e il passaggio a un utensile compensato avrebbero potuto rendere lo stampo inutilizzabile, senza possibilità di riparazione tramite saldatura. Ciò avrebbe richiesto la creazione di un nuovo stampo, il cui prezzo, secondo stime prudenti, sarebbe stato di 150.000 dollari. L'eliminazione della necessità di compensazione ha evitato tempo, sforzi e il costo per ottenere un nuovo stampo.

Rafforzamento della relazione con l'OEM

La consegna degli elementi entro le specifiche di tolleranza dell'OEM, nonostante le difficoltà iniziali, ha rafforzato la fiducia tra il fornitore e l'OEM. Ha dimostrato la competenza e l'affidabilità del fornitore, attirando potenzialmente altre commesse da questo e da altri OEM.

In conclusione, l'uso innovativo della simulazione di assemblaggio da parte del nostro cliente Tier 1 si è rivelato significativo, consentendogli di costruire assemblaggi perfetti a partire da elementi che erano significativamente fuori tolleranza. Simulando l'intero processo di assemblaggio, ha evitato la necessità di una costosa e lunga reingegnerizzazione degli elementi, oltre a potenziali ritardi e costi. Questo approccio non solo ha consentito all'azienda di risparmiare risorse sostanziali, ma ha anche rafforzato il rapporto con l'OEM, rispettando le sue aspettative. Questo caso dimostra il valore delle tecnologie di simulazione nel superare le sfide della produzione e sottolinea il loro potenziale nel rivoluzionare i processi di produzione tradizionali.