

Sim link

Più efficienza con l'ottimizzazione digitale

Engel sim link permette lo scambio di dati in closed loop tra il software di simulazione CAE e la pressa a iniezione, riducendo i tempi di sviluppo prodotto fino a dimezzarli

di Alfred Angerer e Nicoletta Boniardi

Si può costruire una fantastica auto da corsa, con il miglior motore e la migliore aerodinamica, ma senza un ottimo pilota è difficile vincere una gara. E questo perché il successo nasce dalla perfetta alchimia di molti elementi. È così anche per un progetto di stampaggio, dove la progettazione del pezzo, la progettazione dello stampo e i parametri della macchina a iniezione si combinano per determinare la qualità e il costo.

Eppure, alcune aziende affrontano questi aspetti in maniera sequenziale, come tre fasi

separate, talvolta accorgendosi solo durante la prova stampo che seguendo un approccio diverso si sarebbero potute evitare numerose modifiche delle cavità per arrivare alla qualità desiderata. Anche in ottimi progetti, molti dei risultati ottenuti durante la simulazione fluidodinamica computazionale non vengono trasferiti né all'attrezzatura né al reparto di stampaggio, come del resto il feedback dell'officina raramente arriva alla progettazione, perdendo informazioni strategiche con un impatto negativo sul time-to-market del nuovo prodotto.

I VANTAGGI DI SIM LINK

- attiva un processo closed loop tra la simulazione CAE e la produzione per lo sviluppo di un digital twin
- permette il continuo miglioramento della qualità della simulazione
- riduce il numero di cicli di ottimizzazione nella progettazione dello stampo
- riduce il time-to-market
- è compatibile con le macchine a iniezione Engel che utilizzano le unità di controllo CC200 e CC300
- funziona con Moldflow di Autodesk e Cadmould di Simcon

Ma perché questo accade? Le ragioni sono diverse, ma il problema principale è che non è semplice interpretare tutti i risultati della simulazione e che quest'ultima non riesce a tener conto esattamente delle prestazioni e dei limiti della pressa a iniezione. La soluzione proposta da Engel è sim link, un'interfaccia dati che consente di trasferire i risultati della simulazione fluidodinamica direttamente all'unità di controllo CC300 della pressa a iniezione, che può adattarli e ottimizzarli in un set di impostazioni iniziali del processo di stampaggio. Analogamente, i dati del processo reale possono essere reimmessi nella simulazione per essere utilizzati nel retuning del modello. In questo modo, i tecnici impegnati nello sviluppo del prodotto e quelli del reparto di stampaggio possono utilizzare le rispettive competenze, imparando gli uni dagli altri, e ridurre il time-to-market.

Uno strumento per rendere le simulazioni più fedeli

L'accuratezza della simulazione dipende in gran parte dalla modellazione e dalla qualità dei dati rela-

tivi alle proprietà del polimero e dei parametri che definiscono lo stampo. Ovviamente, più la simulazione è fedele, migliori saranno i risultati. Sim link facilita questo processo svolgendo la funzione sia di post-processore, esportando le impostazioni iniziali per la pressa a iniezione, sia di pre-processore, importando i dati del processo di stampaggio reale.

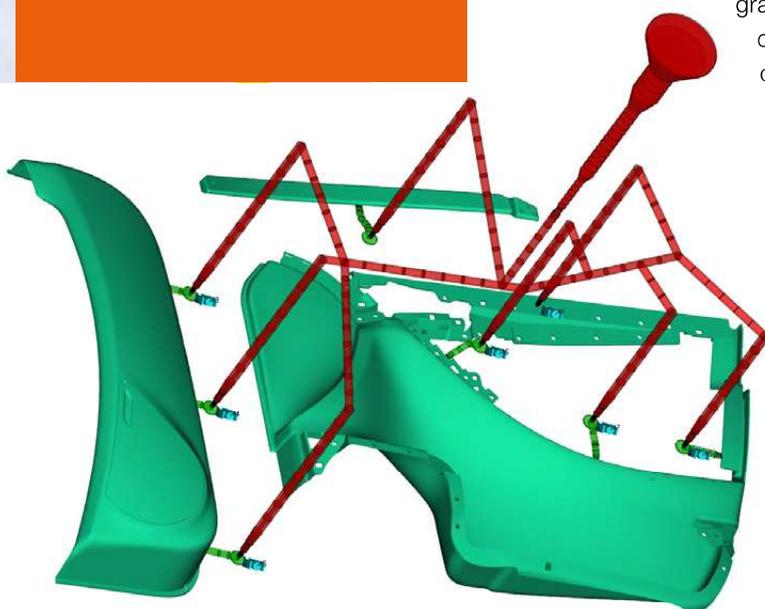
L'obiettivo di sim link è adattare la simulazione al processo reale di stampaggio, migliorandone la qualità attraverso un dialogo costante tra produzione e area CAE.

Attualmente l'interfaccia dati sviluppata da Engel dispone di tre funzioni: "modifica", "esporta" e "importa". La funzione "modifica" adatta il profilo della simulazione alla dinamica fisica della pressa a iniezione selezionata, migliorando sensibilmente la qualità della simulazione CAE perché tiene conto della dinamica e dei limiti della macchina già durante la simulazione. Grazie a questa funzione è possibile valutare se un prodotto può essere effettivamente stampato con una data pressa.

La funzione "esporta" estrae dalla simulazione un set di dati relativi al pezzo da stampare e li trasferisce alla macchina Engel selezionata, convertendoli in modo da poter essere correttamente interpretati dall'unità di controllo. Con un semplice clic sul pannello di controllo, il processore trasferisce le impostazioni alla macchina, che può così iniziare la produzione in modo più efficiente. La funzione "importa" converte automaticamente i parametri reali della macchina adattandoli al programma di simulazione al quale vengono successivamente trasferiti.

Grazie a questo feedback i progettisti dell'area CAE possono verificare la qualità del modello di simulazione sviluppato, confrontare le curve di pressione, acquisire maggiori informazioni e costruire ulteriori competenze applicabili in futuro.

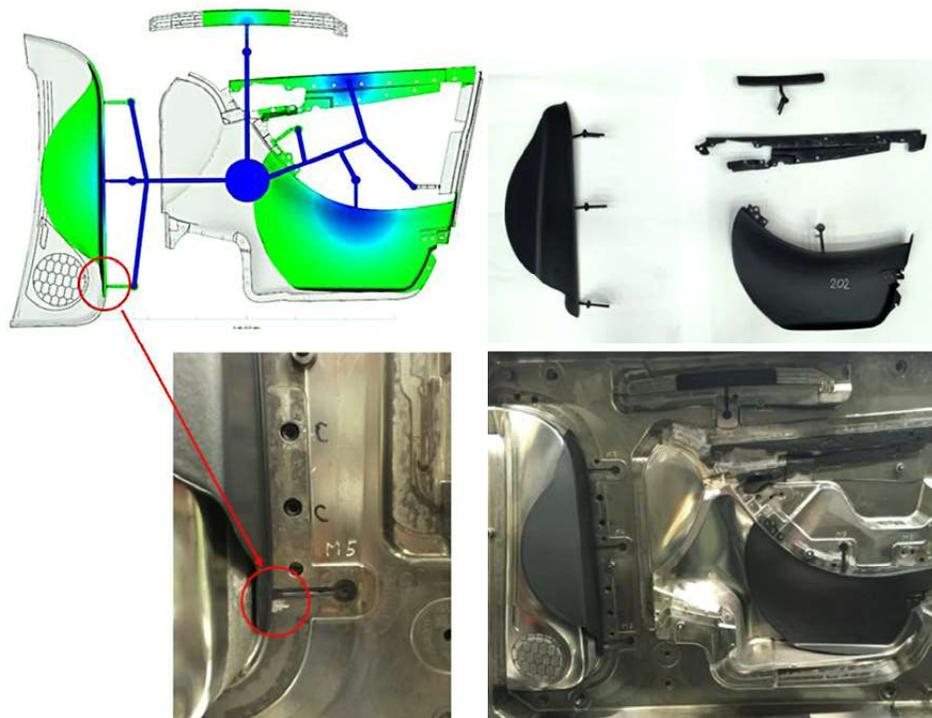
1. Il modello di simulazione dello stampo famiglia è stato sviluppato con Moldflow di Autodesk



La sicurezza dei dati è stata una delle principali preoccupazioni durante lo sviluppo di sim link. I dati sensibili, come i file CAD o le informazioni sui progetti di simulazione, rimangono nei sistemi locali dell'utente e non vengono trasferiti ai sistemi Engel.

Simulazione di uno stampo famiglia per l'automotive

Engel ha verificato l'affidabilità di sim link con diverse prove sul campo. In collaborazione con Oerlikon HRSflow e Borealis, ad esempio, ha condotto un'interessante sperimentazione con uno stampo famiglia per il settore automotive dotato di canale caldo a otturazione sequenziale e otto ugelli servo controllati. Lo stampo è dedicato alla produzione del pannello di rivestimento interno di una portiera, della tasca portadocumenti e di un elemento di rinforzo in polipropilene additivato con il 7% di carica minerale (Daplen™ EE001AI di Borealis). I parametri per il set-up della pressa sono stati determinati e ottimizzati mediante simulazione. L'obiettivo del progetto era ottenere una velocità del fronte di flusso costante nelle tre cavità e ottimizzare i punti di commutazione degli ugelli del canale caldo. La sfida più ardua da affrontare, per questo stampo famiglia con tre cavità di dimensioni molto diverse tra loro (la differenza di peso tra il componente più piccolo e il più grande è di 1:11, nda), era riuscire a sincronizzare l'apertura degli ugelli al fronte di flusso. Il modello di simulazione, sviluppato con Moldflow di Autodesk, teneva conto delle cavità dello stampo, del volume totale del canale caldo, degli ugelli servo elettrici con chiusura a spillo, dell'ugello della pressa a iniezione e di parte dello spazio di testa della vite (figura 1). È stato inoltre modellato e simulato il raffreddamento dello stampo.



2. Per evitare linee di giunzione, le aperture degli ugelli con otturatore a spillo sono state sincronizzate con il fronte di flusso

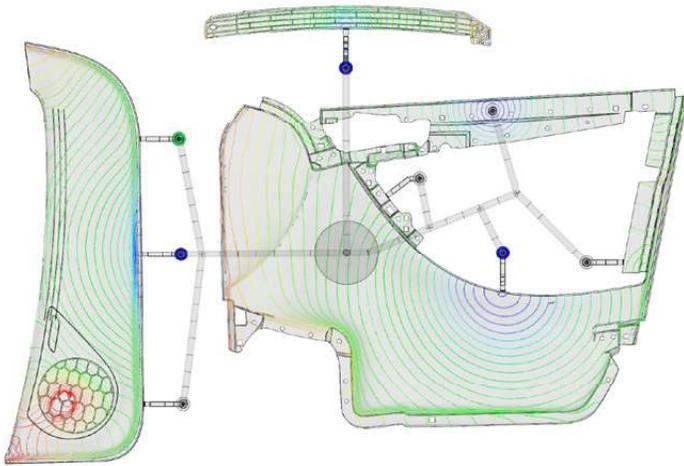
Nella prima fase del progetto è stata effettuata una simulazione indipendente dalla macchina. La velocità di iniezione è stata definita come flusso volumetrico percentuale rispetto al livello di riempimento della cavità. In queste condizioni, la velocità del fronte di flusso in qualsiasi punto della cavità è indipendente dalla compressione della massa fusa nel sistema. Come già accennato, l'obiettivo per l'impostazione del processo era mantenere costante la velocità del fronte di flusso durante l'intero processo di riempimento. I punti di commutazione dei singoli ugelli del canale caldo sono stati definiti in base alla posizione del fronte di flusso nel processo di riempimento. La specifica era che il fronte di flusso nella cavità, dagli ugelli ai gate, avrebbe dovuto essere sincronizzato.

La simulazione indipendente dalla macchina ha reso tutto più semplice. I tempi di apertura dei singoli ugelli sono completamente disaccoppiati l'uno dall'altro e anche dalla compressione del sistema; ciò significa che, scegliendo la simulazione indipendente dalla macchina, anche un sistema complesso può essere ottimizzato molto rapidamente e con poche iterazioni nella simulazione.

Ottimizzazione continua dei processi attraverso la simulazione

Nella simulazione indipendente dalla macchina, tutte le impostazioni iniziali del processo di stampaggio sono state determinate e adattate alla pressa selezionata – una Engel duo 12060/1700 con forza di chiusura di 1.700 tonnellate – utilizzando la funzione “modifica” di sim link. Le impostazioni dipendenti dalla macchina così ottenute sono state simulate nuovamente per poter ottimizzare ulteriormente il processo sulla base della pressa. Poiché il risultato con i parametri dipendenti dalla macchina, e quindi molto realistici, si è rivelato soddisfacente, è stato registrato un primo set di parametri di impostazione. I dati sono stati generati con la funzione “esporta” e trasferiti automaticamente al controllo CC300 della pressa.

Le impostazioni di apertura dello spillo dell'otturatore sono state configurate manualmente in base ai valori ottenuti dalla simulazione. All'avvio della pressa a iniezione, il punto di commutazione effettivo è stato impostato retroattivamente, inserendo il valore ottenuto dalla simulazione. sim link esporta un valore di sicurezza in modo che, nel caso di inesat-



3. Il modello di simulazione predice correttamente la velocità del fronte di flusso

tezze nei dati relativi alle caratteristiche del polimero o alle temperature del cilindro, non si verifichi un sovrastampaggio delle cavità. Fin dall'inizio sono stati prodotti pezzi buoni e quindi non è stata necessaria un'ulteriore ottimizzazione.

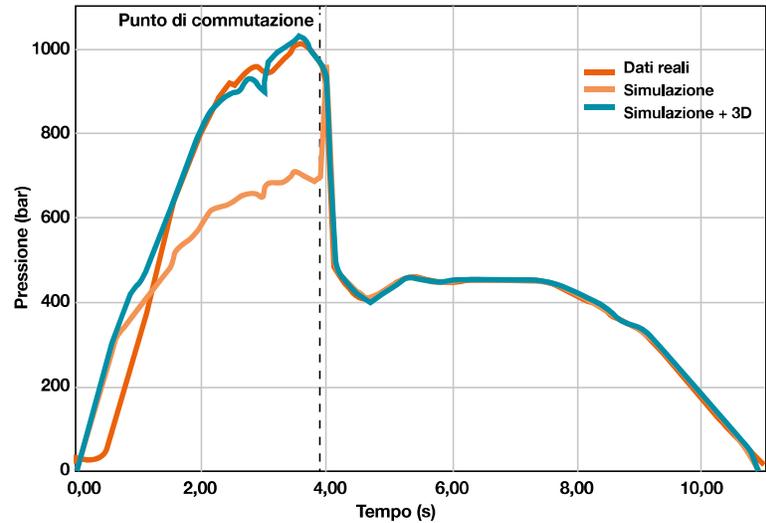
Nella modellazione, le aperture degli ugelli sono state sincronizzate con il fronte di flusso per evitare linee di giunzione. I risultati ottenuti dimostrano che il modello sviluppato simulava il processo reale in modo accurato (figura 2). In modo analogo, passando dalla fase di iniezione a velocità controllata alla fase di mantenimento a pressione controllata, si è osservata un'ottima corrispondenza tra la simulazione e la produzione reale.

Imparare dal feedback

Per fornire ai tecnici della progettazione un feedback sulla fedeltà del modello di simulazione, i dati reali relativi al pezzo stampato e ai parametri di stampaggio sono stati trasferiti a Moldflow tramite la funzione "importa" di sim link. Poiché sim link prepara e importa

automaticamente i dati reali dalla produzione, l'operatore CAE, con un semplice clic, può avviare immediatamente la post-simulazione e confrontarla con i valori sperimentali. Non sono quindi più necessarie noiose operazioni manuali di immissione di valori e profili, evitando così ogni possibile fonte di errore. Un aspetto particolarmente rilevante è che il comportamento effettivo della presa a iniezione viene trasferito al programma di simulazione con i profili reali, comprese le variazioni della pressione di iniezione durante la commutazione fino al raggiungimento della pressione di mantenimento richiesta.

Analizzando dati e previsioni, si è osservato che il modello simulava correttamente la velocità del fronte di flusso (figura 3). Confrontando i profili della pressione di iniezione è emerso invece che, nonostante i parametri di processo fossero realistici, il modello prediceva un valore di picco molto più basso rispetto alle misure reali (figura 4). Un'attenta valutazione dei parametri relativi al polimero ha mostrato che non era stata misurata la di-



4. Confrontando i profili della pressione di iniezione emerge che, nonostante i parametri di processo siano realistici, il modello predice un valore di picco molto più basso rispetto alle misure reali

pendenza della pressione dalla viscosità. Nel modello cross-WLF, generalmente utilizzato, la dipendenza dalla pressione è descritta dal parametro D3. In questo caso D3 è uguale a zero. Una migliore congruenza tra i profili di pressione misurati e quelli simulati è stata rapidamente ottenuta regolando il parametro con valori empirici.

In questo progetto, il feedback del reparto di stampaggio ha aiutato i tecnici dell'area CAE a sviluppare un modello di simulazione più fedele, che ha permesso di ridurre notevolmente i tempi di set-up del processo di stampaggio. Non solo. Grazie allo scambio di informazioni, i progettisti hanno acquisito una maggiore conoscenza delle proprietà dei polimeri utilizzati e una maggiore sensibilità verso i parametri di processo per trasformarli, particolarmente utili in futuro per ottenere simulazioni più accurate, ad esempio dei profili di pressione. È ben noto infatti che la pressione della cavità dello stampo fornisce informazioni puntuali sulla qualità del pezzo stampato. ■