

Ottimizzare la velocità del pistone in pressofusione

Le fusioni in alta pressione sono spesso uno dei processi più complessi nel mondo della fonderia per via degli innumerevoli aspetti fisici coinvolti e della loro strettissima rete di relazioni.

È difficile toccare un solo particolare del processo di fusione senza che questo faccia scattare immediatamente una fitta serie di implicazioni e di retroazioni che si riversano sul prodotto finito, a volte anche in modo decisivo.

Un esempio geometricamente molto semplice su cui si è voluta puntare l'attenzione in questo studio è una delle prime fasi del processo di fusione: la rincorsa assunta dal pistone dentro la camera di iniezione al fine di spingere il metallo dentro lo stampo con velocità più o meno elevate.

Oggigiorno le macchine da pressofusione sono diventate quasi dei veri e propri computer, e l'operatore di fonderia si trova libero di definire a proprio piacere ogni più piccolo comportamento della macchina e di avere su questo un controllo molto preciso. Dalla temperatura della camera fino, come in questo caso, a come muovere il pistone in diversi istanti temporali del processo.

Questa libertà da parte dell'utente di definire ogni singolo dettaglio della propria fusione pone però spesso anche nuovi problemi non del tutto banali, ritrovandosi a dover definire la combinazione migliore di parametri al fine di produrre un prodotto eccellente.

L'esperienza sicuramente è la prima fonte di aiuto nel scegliere qualcuno di questi valori, ma individuare la combinazione esatta per creare rapidamente ed economicamente il risultato perfetto può non essere così intuitivo.

Una sfida particolarmente avvincente è proprio legata alla definizione della velocità da imprimere al pistone durante la fase di iniezione del metallo: se si accelera il pistone il più rapidamente possibile per minimizzare il raffreddamento del metallo e al tempo stesso l'ossidazione e il tempo di processo, il fronte d'onda frange e sviluppa turbolenza che portano ad inglobare aria e bolle dentro lo stampo. Al contrario, un movimento lento manterrebbe la superficie del metallo calma, ma il processo risulterebbe più lento, richiedendo una temperatura più elevata e aggravando i costi di produzione.

In passato, a risolvere queste problematiche, sono state studiate soluzioni più o meno semplificatrici che mirano a valutare il moto delle onde all'interno del cilindro e la loro condizione limite di frangimento.

La maggior parte sono principalmente orientate a modellare il problema in una o due dimensioni. XC Engineering ha provato ad affrontare il quesito con un approccio estremamente reale, utilizzando il software FLOW-3D che risolve la dinamica del metallo in moto pienamente 3D e turbolento, e IOSO NM, un software di ottimizzazione non-lineare auto-adattativo della Sigma Technology.

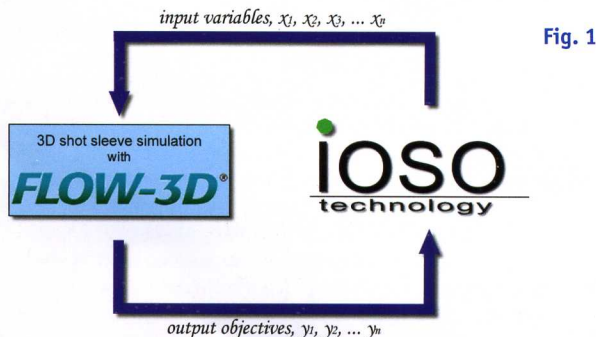
Il caso di studio

L'obiettivo, a fronte del problema presentato, è quello di definire il movimento del pistone più rapido possibile (in quella che viene chiamata "prima fase" del processo di iniezione) minimizzando al tempo stesso la rottura della superficie del metallo e l'inglobamento di aria nello stampo.

Per valutare e ottimizzare tale profilo di velocità è stato definito un ciclo di lavoro basato su 3 passaggi fondamentali: IOSO sceglie il profilo di velocità da applicare al pistone, FLOW-3D simula il comportamento del metallo tenendo conto di ogni multi-fisica e valutando la "qualità" del movimento, IOSO interpreta i risultati e ri-simula l'evento cercando di individuare il profilo migliore per conseguire tutti gli obiettivi dati col minor numero possibile di prove (figura 1).

Studio 3D di ottimizzazione del profilo di velocità del pistone in prima fase

A cura di **Stefano Mascetti**,
XC Engineering srl



Setup dell'ottimizzazione

Grazie alla preziosa collaborazione dell'Ing. Alberto Forcolin di Buhler Group – società svizzera leader mondiale nella progettazione e fabbricazione di impianti di produzione alimentare, così come di presse per leghe leggere – si è scelta una macchina di pressofusione di riferimento reale, riempita con una quantità di metallo media per quella macchina e definendo come istante di fine analisi la corsa del pistone corrispondente alla transizione tra prima e seconda fase.

La pressa in questione ha la possibilità di essere programmata impostando fino a 20 punti di corsa e velocità del pistone anche se mediamente per la sola prima fase ne vengono utilizzati circa 4.

Per garantire comunque una buona flessibilità dei risultati e una condizione di lavoro complessa si è deciso di fare lavorare IOSO su 6 punti di corsa, e altrettanti valori di velocità, per un totale di 10 variabili totalmente indipendenti tra loro (la corsa iniziale e quella finale infatti sono date)(figura 2).

Il team di analisi ha ritenuto che la scelta degli obiettivi da impostare nel software doveva chiaramente essere qualcosa di minimo, e al tempo stesso comunque sufficiente a descrivere adeguatamente tutte le possibili fonti di "qualità" o di "difettosità" del problema; la decisione è stata quella di adottare

Velocity Profile Fig. 2

