Perché la viscoelasticità è importante: previsione della deformazione di omopolimeri e polimeri rinforzati con fibre corte

Il Cliente:

JOHANNES KEPLER UNIVERSITÄT LINZ

Profilo del cliente

- Azienda: JKU / Institut für Polymer Product Engineering (IPPE)
- Paese: Austria
- Settore: Accademia
- Soluzioni: pacchetto avanzato Moldex3D; Flow, Pack, Cool, Warp, Fiber, Designer BLM

La JKU opera da 50 anni. Oggi, oltre 20.000 studenti sono attualmente iscritti a un programma di studi accademici presso la JKU.

Essendo la più grande istituzione di ricerca e istruzione dell'Alta Austria, l'università ha molto da offrire: un'eccezionale selezione di programmi di laurea accademici da un lato e dall'altro, è un luogo dove poter sviluppare nel modo migliore le proprie capacità. (Fonte: https://www.jku.at/en/)

Sommario

La previsione della deformazione è essenziale per garantire la qualità del prodotto e il rispetto delle specifiche dei componenti polimerici stampati a iniezione e rinforzati con fibre corte.

Pertanto, è necessario considerare il comportamento viscoelastico dei polimeri termoplastici al fine di ottenere risultati di simulazione precisi in termine di ritiri e deformazione.

In questo progetto, Moldex3D è stato utilizzato per studiare l'effetto della viscoelasticità sull'analisi della deformazione.

È stata sviluppata una metodologia per la modellazione e la simulazione del comportamento della deformazione, oltre alla sua validazione.

La validazione è stata eseguita su un componente di test, seguita da scansioni 3D sperimentali.

Il risultato ha mostrato che avere una corretta caratterizzazione e descrizione del comportamento viscoelastico è vitale per ottenere un comportamento di deformazione accurato.

Le sfide

- Sviluppare una metodologia per simulare e validare la deformazione delle parti
- Comprendere l'importanza della viscoelasticità nell'analisi della deformazione
- Ridurre la deformazione e mantenere la stabilità dimensionale nella produzione del manufatto

Moldex3D è stato utilizzato per eseguire le analisi transitorie complete (Ct-F-P-Ct-W) utilizzando la deformazione standard e il risolutore di deformazione avanzato per prevedere il corretto comportamento. Infine, le scansioni 3D che utilizzano un dispositivo ATOS Triple Scan III di GOM GmbH sono state utilizzate per convalidare i risultati della simulazione.

Benefici

I risultati della deformazione con il massimo spostamento assoluto potrebbero essere migliorati di circa il 520% per l'omopolimero e di circa il 78% per il polimero rinforzato con fibre corte tenuto conto del comportamento viscoelastico rispetto all'uso del solutore di deformazione standard con modelli elastici.

Identificati i fattori chiave che influenzano la deformazione, attraverso la similazione con Moldex3D, si è evitato il costoso processo di prova ed errore nella progettazione di stampi tramite prototipazione virtuale.

Argomento di studio

La ricerca, effettuata dal Dott. Philipp Siegfried Stelzer, è stata condotta durante un programma di tirocinio presso la sede Moldex3D di Linz in collaborazione con il Professor Major dell'Institute of Polymer Product Engineering (JKU Linz, Austria) e la società Polyplastics Europe GmbH (Francoforte sul Meno, Germania). Una previsione della deformazione corretta è essenziale per garantire la qualità del prodotto.

Al fine di prevedere con precisione la tendenza e il valore della deformazione, le proprietà del materiale e la corretta caratterizzazione svolgono un ruolo importante nella simulazione.

Questo progetto ha lo scopo di convalidare l'importanza della viscoelasticità per una previsione accurata della deformazione.
Nel test di riferimento sono stati utilizzati due materiali, un polimero termoplastico PBT puro e un PBT con fibra di vetro corta al 30%.

Il progetto prevedeva una caratterizzazione completa delle materie prime per ottenere le proprietà termo-reologiche e meccaniche necessarie per la simulazione Moldex3D.

Sono state effettuate analisi termiche meccaniche dinamiche (DMA) per generare curve master per la calibrazione dei modelli viscoelastici montando la serie Prony.

Il componente di riferimento era una scatola con nervature stampata ad iniezione di plastica e le scansioni 3D sono state eseguite utilizzando un dispositivo ATOS Triple Scan III per convalidare i risultati della simulazione.

La mesh Moldex3D BLM è stata utilizzata nella preparazione del modello. Tutti i canali del sistema di raffreddamento sono stati costruiti sulla base di un progetto reale.

Sono stati posizionati 21 nodi di misura per la validazione quantitativa dello spostamento di Z (Fig. 1).

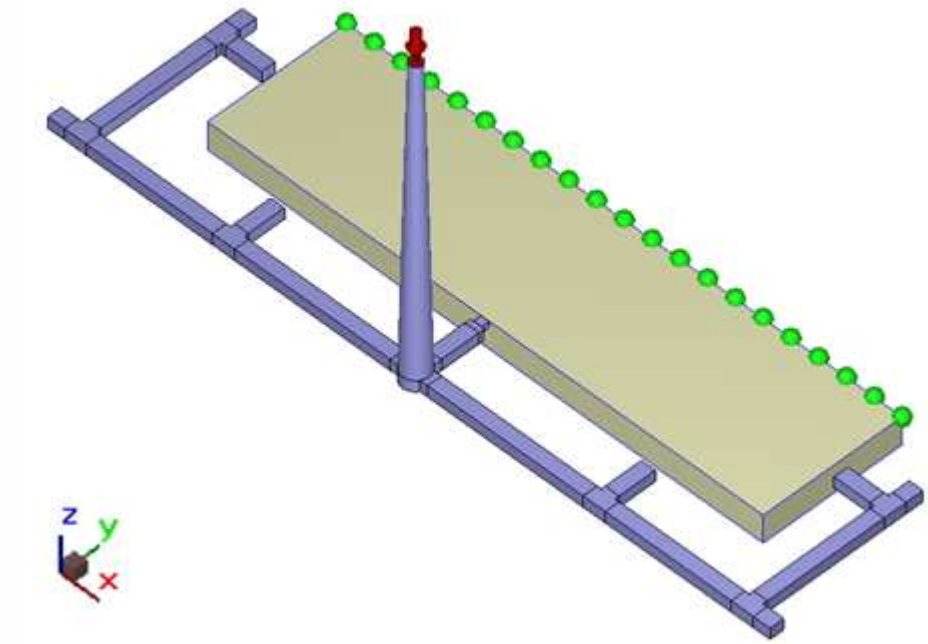
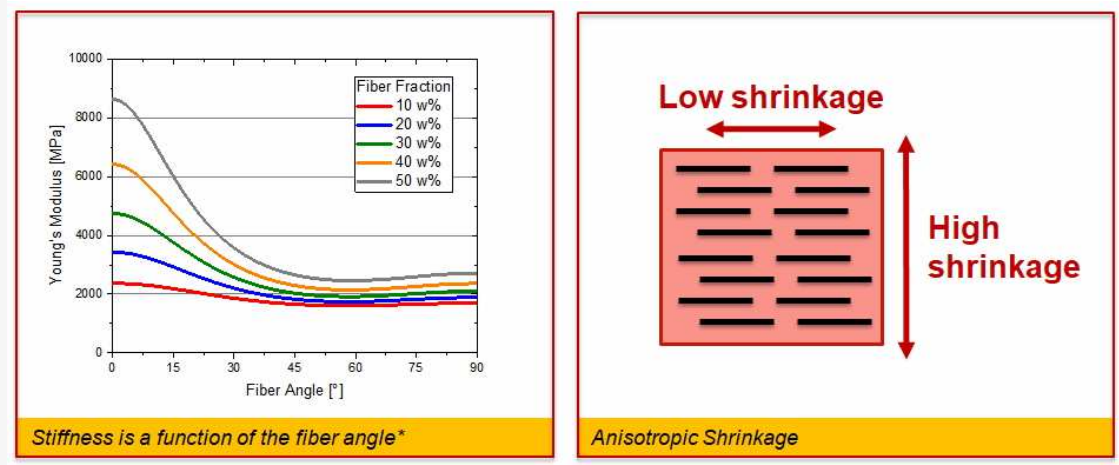


Fig. 1 Modello di simulazione del componente di riferimento.

Sono state eseguite analisi transitorie complete di Moldex3D (Ct-F-P-Ct-W) con Standard Warpage, così come il solutore Enhanced Warpage, per prevedere la deformazione. Per un polimero PBT “pulito”, l'uso di un solutore standard senza considerare la viscoelasticità non è riuscito a prevedere correttamente la tendenza alla deformazione.

Durante l'utilizzo del solutore avanzato, che considera i comportamenti viscoelastici, la tendenza alla deformazione è stata catturata con successo con un valore abbastanza molto vicino al reale (tendenza e dimensione). Per il PBT rinforzato con fibre, d'altra parte, sia i solutori Standard che Enhanced sono stati in grado di predire la corretta tendenza alla deformazione poiché l'orientamento della fibra indotta dal flusso dominerà il comportamento della deformazione a causa della sua proprietà anisotropica (Fig. 2).

Tuttavia, considerando la viscoelasticità si potrebbe migliorare ulteriormente e significativamente il valore assoluto dello spostamento di Z. (Fig. 3)



*P. S. Stelzer, M. Reiter and Z.Major, *Simulation of the Tensile Modulus and Tensile Strength of Short Fibre Reinforced Polymers (SFRP), Proceedings of 11th Youth Symposium on Experimental Solid Mechanics*, 2012, pp. 259-264.

Fig. 2 Proprietà anisotrope del materiale rinforzato con fibre

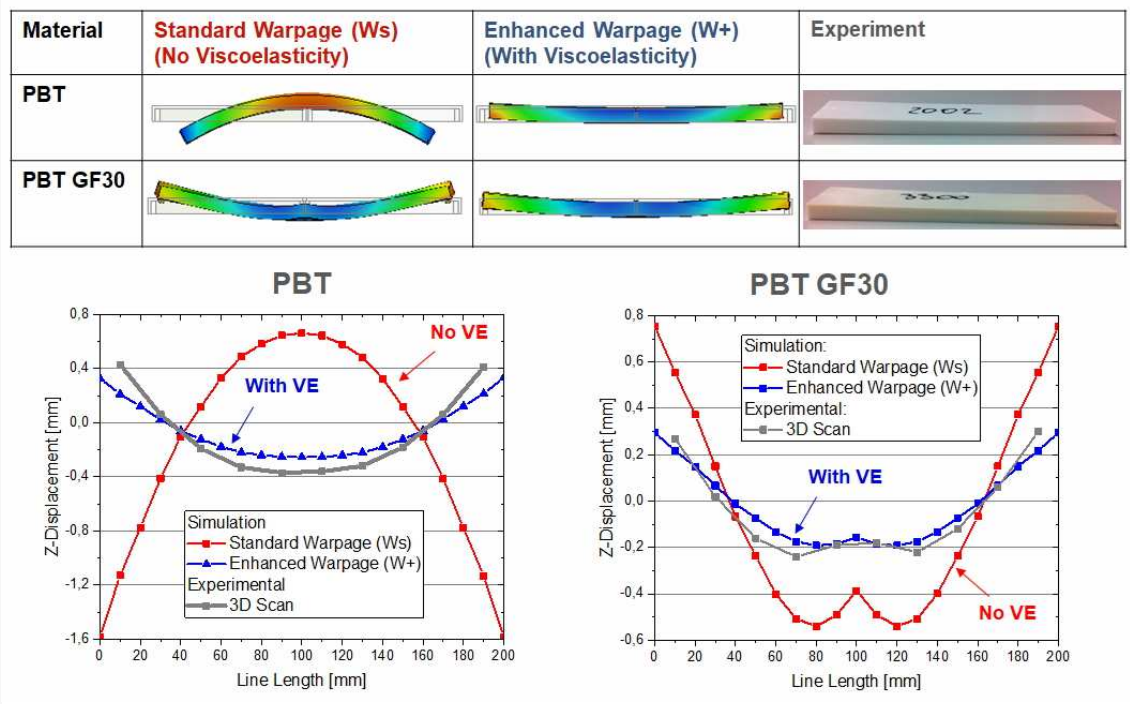


Fig. 3 Risultati della convalida della previsione della deformazione per entrambi i materiali PBT.

Risultati

In conclusione, la proprietà viscoelastica del materiale si è rivelata fondamentale per una simulazione precisa. Considerando la viscoelasticità, Moldex3D può migliorare l'accuratezza delle previsioni di deformazione dopo aver considerato l'effetto viscoelastico, indipendentemente dal fatto che si tratti di plastica pura o rinforzata con fibre.

A cura di Alvin Hsu, Account Manager di Moldex3D Europe. MDXITA_2019_PRT0085