

Abstract

La presente tesi si concentra sullo studio e sulla modellizzazione dei comportamenti che si verificano nei processi di pultrusione ad iniezione per produrre polimeri termoindurenti rinforzati con fibre. Il forte richiamo sul mercato dei profili pultrusi e l'economicità del processo hanno portato la produzione di pultrusione a una crescita costante negli ultimi vent'anni. I fattori chiave che determinano il successo di questa tecnica sono la continuità del processo, la flessibilità nella scelta dei materiali e l'elevata personalizzazione dell'architettura fibrosa di rinforzo.

La tecnica di pultrusione ad iniezione è l'evoluzione del processo di pultrusione convenzionale. La principale differenza tra le due tecniche sta nel modo di impregnare il rinforzo fibroso con la resina. Infatti, nella pultrusione ad iniezione, la resina pressurizzata viene forzata attraverso le fibre all'interno di una camera di iniezione chiusa. Il vantaggio principale di questa tecnica rispetto a quella convenzionale consiste in un riempimento meglio controllabile del rinforzo. Inoltre, questa versione del processo riduce notevolmente il contatto diretto tra la resina e l'ambiente di lavoro, a vantaggio degli operatori.

Nonostante l'ampia diffusione della tecnica di pultrusione, in molti casi l'insieme dei parametri operativi è definito dall'approccio di prova ed errore, sulla base dell'esperienza del progettista del processo. Il motivo principale di ciò è l'elevato numero di parametri di processo e la presenza di variabili non facilmente definibili e controllabili, ad es. il grado di indurimento del sistema di resina o il calore esotermico rilasciato.

La presente tesi propone un approccio di modellizzazione per prevedere i principali comportamenti materiali nella pultrusione. La metodologia di modellizzazione è stata strutturata in quattro fasi, vale a dire la caratterizzazione del sistema di rinforzo della matrice, la modellizzazione del flusso impregnante, la modellizzazione dell'evoluzione termochimica lungo la matrice di pultrusione e la modellizzazione meccanica dei campi di deformazione da sforzo e della forza di trazione. I modelli numerici sono validati da risultati sperimentali.