

Abstract

La sempre maggior richiesta di materie plastiche nei più svariati campi di utilizzo ha attirato l'attenzione di gruppi multinazionali ed istituti di ricerca.

La progettazione di nuovi materiali, l'utilizzo di additivi e nuove e sempre più raffinate metodologie di produzione hanno portato ad uno sviluppo enorme delle caratteristiche e delle proprietà di questa classe di sostanze, tanto che in molti campi, hanno sostituito materiali metallici e ceramici, anche di uso comune (come componenti automobilistici e motociclistici, elettrodomestici, giocattoli ecc...) grazie alle buone proprietà meccaniche rapportate ad un minor peso e costi di produzione inferiori.

I nanocompositi, in tal senso, sono una classe di polimeri innovativa che ha suscitato enorme interesse in particolare nel settore dell'ingegneria dei materiali avanzati.

La peculiarità di queste materie plastiche risiede in un'intima miscelazione (su scala nanometrica) di polimeri e particelle inorganiche che porta all'ottenimento di prestazioni eccezionali e del tutto fuori dal comune. In particolare, il materiale all'interfaccia tra la fase organica ed inorganica acquisisce proprietà nuove, intermedie tra le due fasi, tanto da poter parlare di una vera e propria "*interfase*" dello spessore di alcuni nanometri. Quando le dimensioni della fase inorganica dispersa sono su scala nanometrica, il materiale all'interfase può rappresentare fino al 40-50% del volume

dell'intero campione. Le proprietà dell'interfase giocano, quindi, un ruolo determinante sulle proprietà finali del manufatto composito.

Sono quindi evidenti, da un lato il vantaggio di sviluppare e disporre di tali materiali, visto il largo uso e la grandissima diffusione dei polimeri (poliolefine, polivinilcloruro, resine epossidiche, fenoliche e poliestere ecc...), dall'altro il tentativo di aumentare le prestazioni per estenderne i settori applicativi.

Altro spunto per questo lavoro di ricerca è arrivato dal fatto che negli ultimi anni, la protezione dell'ambiente è divenuta un obiettivo comune; ciò ha dato impulso allo sviluppo di materiali polimerici a basso impatto.

Nei paesi ad economia avanzata circa un quarto dei rifiuti solidi è costituito da polimeri. Diverse strategie sono percorribili per ridurre il volume dei rifiuti in plastica: oltre al riciclo, sta assumendo crescente importanza la biodegradazione. La produzione di materiali polimerici a limitato impatto ambientale a fine vita, cioè biodegradabili, rappresenta un'interessante alternativa alla soluzione dello smaltimento dei rifiuti in plastica.

Lo scenario italiano pone attualmente in evidenza dati relativi all'utilizzo di polimeri biodegradabili quali il Mater Bi[®], una plastica che deriva da amido di mais complessato con altre materie plastiche (ad esempio a base poliestere).

Ulteriore campo di indagine è stato dedicato ad una famiglia di polimeri, i fluorurati, che vanta prestazioni particolarmente elevate e, per tale motivo, rientra fra i *tecnopolimeri*.

Più in particolare è stata messa a punto una tecnologia che andasse ad ottimizzarne le proprietà di superficie.

La borsa di studio di questo dottorato di ricerca è stata finanziata dalla ditta P.A.T.I. S.p.A. di San Zenone degli Ezzelini, TV.

L'azienda, fondata nel 1962, è specializzata nella produzione di film con la tecnologia dell'estrusione in bolla a partire da un'ampia gamma di materiali termoplastici. Nella sede sono installate varie linee capaci di coprire tutte le esigenze, dall'impianto pilota fino alla produzione di film di 14 metri di larghezza, sia monostrato che coestrusi, principalmente commercializzati come film da esterno per ricoprire serre agricole.

Tutto il lavoro da me affrontato in questo dottorato di ricerca mira a migliorare ed ottimizzare alcuni dei materiali polimerici che questa ditta produce e commercializza.

Il lavoro svolto in questi tre anni ruota principalmente attorno a tre polimeri: il copolimero polietilene–vinilacetato (EVA), il Mater Bi® ed il copolimero etilene–tetrafluoroetilene (ETFE).

In particolare, per i primi due tipi di polimeri ci si è posti l'obiettivo di migliorarne le proprietà meccaniche, termiche e di superficie utilizzando diversi compatibilizzanti e vari filler inorganici (cariche a base silicatica organomodificate ed idrossidi di alluminio).

Dato che tali cariche sono costituite da lamelle di spessore micrometrico aggregate in pacchetti, sempre di tali dimensioni, si è cercato, tramite il processo di Melt-Blending (intercalazione da fuso), di separarle per ottenere così dei nanocompositi aventi migliori proprietà rispetto a quelle dei microcompositi. In aggiunta, per poter avere un riscontro più veritiero sull'eventuale miglioramento delle caratteristiche meccaniche e di superficie, è stato utilizzato il processo di estrusione in bolla (Film Blowing), ossia un

processo ampiamente utilizzato in ambito industriale per la produzione di film. Lo studio è mirato, quindi, a migliorare le prestazioni di film utilizzati come ricoperture da esterno o per la produzione di shoppers.

Per quanto riguarda la ricerca svolta sul polimero fluorurato (ETFE) è stata centrata sulla modifica ed ottimizzazione delle proprietà superficiali dei film polimerici mediante deposizione al plasma sotto vuoto di uno strato idrofilico, senza l'aggiunta alla miscela di filler o additivi di qualunque sorta. Questa parte del lavoro scientifico è stata condotta presso i laboratori del Fraunhofer Institut IFAM di Brema sotto la supervisione del Dr. Matthias Ott.

A completamento di tutto lo studio sperimentale è stato svolto, inoltre, anche uno studio modellistico su come prevedere alcune proprietà superficiali dei vari materiali additivati e/o modificati che fosse di interesse anche per l'azienda.

Lo schema seguito in questa trattazione prevede inizialmente un'introduzione sui campi di utilizzo dei materiali studiati con tutte le problematiche a ciò connesse (capitolo 1); successivamente ci sarà la presentazione delle materie prime polimeriche utilizzate (capitolo 2); seguirà la descrizione dei polimeri compositi e delle loro proprietà (capitolo 3); si introdurrà, quindi, la problematica della sostenibilità e dell'importanza di dar sempre maggior spazio a materiali biodegradabili quali il Mater Bi® (capitolo 4); si presenteranno, poi, tutte le caratteristiche e le proprietà per definire una superficie, con particolare riguardo alla tensione superficiale, ed a tutte le tecnologie che si possono adottare per variarne le caratteristiche (capitolo

5); seguirà una presentazione sulle tecniche di produzione dei vari materiali e su tutte le metodologie utilizzate per la loro caratterizzazione (rispettivamente capitoli 6 e 7).

A questa prima parte, più che altro teorica, segue la descrizione del lavoro sperimentale che è stato effettuato dapprima sfruttando come matrice polimerica l'EVA (capitolo 8), successivamente il Mater Bi® (capitolo 9) ed, infine, il polimero fluorurato, ETFE (capitolo 10).

L'ultima parte di questa tesi descrive un modello matematico, ed i risultati da me ottenuti, una volta applicato ad alcuni dei sistemi realizzati in fase sperimentale, per la previsione di alcune proprietà di superficie dei materiali, base di questo lavoro di ricerca (capitolo 11).

Inoltre su questo lavoro di ricerca sono già stati depositati (a nome dell'azienda) due brevetti:

uno che riguarda la preparazione di film polimerici compositi (con le scelte ottimizzate durante questi tre anni), ed uno che riguarda la deposizione di strati idrofilici in silice su film fluorurati, quest'ultimo in collaborazione con l'istituto Fraunhofer di Brema.

