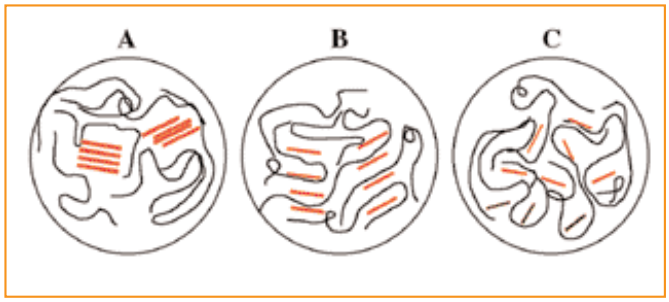
di Angela Carati, Federica Gagliardi, Caterina Rizzo - *EniTecnologie*

Nanocompositi: non è fantascienza! Particelle sempre più piccole… per polimeri con prestazioni sempre più grandi

Alla fine degli anni Ottanta, ricercatori della Toyota prepararono i primi nanocompositi polimerici, caricando il nylon-6 con un nanofiller lamellare (montmorillonite). L'utilizzo di nanofiller, ad elevata area superficiale, permette di aumentare la dispersione del filler nel polimero. Ciò porta ad un consistente miglioramento delle proprietà del composito con un caricamento notevolmente inferiore rispetto ai tradizionali additivi inorganici, minimizzando così gli effetti indesiderati (aumento della densità, diminuzione della processabilità, alterazione delle proprietà di resistenza all'urto e d'aspetto superficiale del polimero). La preparazione di un nanofiller prevede la "compatibilizzazione" di un nanomateriale, che va reso chimicamente affine al polimero.
I composti lamellari naturali (per esempio montmorillonite, hectorite, mica, vermiculite, saponite, sepiolite) sono stati finora i più studiati e sono commercialmente disponibili anche campioni già compatibilizzati. In alternativa è stato proposto l'uso di nanofiller ibridi organici/inorganici (POSS-polyhedral oligomeric silsesquioxanes) che non richiedono trattamenti di compatibilizzazione. La successiva preparazione del nanocomposito può essere realizzata secondo tre metodologie:



Confronto fra compositi tradizionali (A) e nanocompositi intercalati (B) ed esfoliati (C)

- polimerizzazione *in situ:* il monomero è introdotto tra gli strati di filler, con l'ausilio di un solvente, quindi si provoca la polimerizzazione.
- intercalazione del polimero in soluzione: la fase inorganica è intercalata con un solvente, per favorire l'ingresso del polimero; infine il solvente viene rimosso.
- intercalazione diretta del polimero fuso: il filler viene miscelato con il polimero a temperature superiori alla temperatura di transizione vetrosa. È il metodo di preparazione industrialmente più interessante perché non utilizza solventi e permette l'impiego delle apparecchiature tipicamente utilizzate per la miscelazione dei compositi.

In Figura vengono schematizzati compositi polimerici caricati con filler lamellari caratterizzati da un diverso grado di dispersione. Nei compositi tradizionali (A) le lamelle rimangono impaccate; nei nanocompositi intercalati (B) sono ancora presenti forze attrattive fra le lamelle stesse, che risultano distribuite in modo regolare nello spazio; nei nanocompositi esfoliati (C) non ci sono più attrazioni tra gli strati di silicati, che quindi si disperdono disordinatamente nella matrice organica.
Le potenzialità per applicazioni industriali dei nanocompositi, possono essere facilmente dedotte dal miglioramento delle loro proprietà rispetto ai compositi tradizionali, come esemplificato per nanocompositi a base di montmorillonite (MMT).

Proprietà meccaniche - Con il 3-5% di MMT si ottiene un incremento del modulo tensile paragonabile a quello che si ottiene con il 20-60% di filler. Il vantaggio implicito è che si ottengono materiali plastici più leggeri e trasparenti. Inoltre un aumento del modulo a flessione, ovvero della rigidità, può consentire la sostituzione di parti metalliche con compositi polimerici, assai più leggeri e facili da produrre industrialmente (quindi più economici).

Proprietà di barriera - Nei materiali plastici ottenuti con le MMT sono risultate migliorate le proprietà di barriera verso umidità, solventi, vapori chimici, gas e aromatizzanti. Ciò può permetterne l'utilizzo come film-barriera per alimenti o bottiglie per bibite gassate, in particolare per birra (che degrada anche per minime quantità di ossigeno), serbatoi di carburante, tubazioni rigide o flessibili per benzine e gasolio (che non devono far traspirare i vapori).

Riciclabilità - L'uso di MMT come alternativa all'uso di fibre di vetro favorisce la riciclabilità del materiale plastico. Le fibre vengono danneggiate infatti dai processi di riciclaggio.

Resistenza alla combustione - I nanofiller lamellari esplicano proprietà come ritardanti di fiamma, attribuite alla formazione di una barriera protettiva alla base della fiamma, formata dall'avvicinamento delle lamelle sulla superficie esterna del polimero. Ciò porta ad un ritardo di fiamma associato ad una diminuzione del fumo, con aumento di residuo carbonioso.

Proprietà reologiche - La natura colloidale, l'elevata area superficiale e la semplicità dei trattamenti di superficie della MMT la rendono ideale come sito su cui fissare i coloranti. Inoltre grazie alle piccole dimensioni delle particelle del filler, la superficie plastica risulta più liscia.
Le previsioni di sviluppo dei nanocompositi termoplastici, riportate nel PERP Report 00/01S11, "Termoplastic Nanocomposites", Chem. Systems, September 2001, prevedono per il 2005 una domanda pari a circa 30.000 t/a, contro le 1.000 t/a registrate nel 2000. La maggior crescita è prevista in America del Nord, Giappone ed Europa Occidentale.

Le informazioni riportate in questo articolo e le relative illustrazioni sono tratte dal n. 4/2002 di *TPoint,* notiziario di EniTecnologie.