

ANGELO GENNARO,  
GIANLUCA CAPRA

# CRITERI DI SCELTA DEI POLIMERI

**Una delle prime e più importanti decisioni da prendere nella fase di studio e sviluppo di un manufatto riguarda la scelta del materiale che deve tenere conto delle specifiche situazioni di impiego e puntare a ottenere determinate aspettative prestazionali**

**S**econdo il valore corrente della parola, per manufatto si intende un qualsivoglia prodotto derivato da una lavorazione a mano o a macchina di un'opportuna materia prima.

È facile pensare quindi come una corretta scelta del materiale da impiegare, accanto alla relativa progettazione, sia essenziale per il buono e corretto funzionamento del manufatto.

La scelta del materiale per una ben specifica applicazione è una delle prime e più importanti decisioni da prendere nella fase di studio e sviluppo di un manufatto.

Le sue situazioni di impiego e le sue aspettative prestazionali condizionano le scelte limitando a ben individuati materiali le possibilità di risposta alle previste esigenze.

La scelta del materiale è comunque sempre condizionata da un adeguato bilancio tra proprietà e da un favorevole rapporto tra costo e prestazioni.

Il rapido sviluppo applicativo delle materie plastiche dal 1970 in poi è stato determinato in modo particolare dalle proprietà di base che esse possiedono:

- basso peso specifico,
- buone caratteristiche meccaniche (soprattutto se rapportate al peso specifico),
- bassa conducibilità elettrica e termica,
- resistenza alla corrosione,
- basso coefficiente di attrito,
- ottime caratteristiche estetiche,
- facile lavorabilità.

Limitazioni quali:

- caratteristiche meccaniche dipendenti dalla temperatura e dalle condizioni ambientali,
- infragilimenti alle basse temperature,
- scarsa stabilità dimensionale,
- fenomeni di scorrimento visco-elastici più marcati tali da ridurre l'impiego diffuso e generalizzato o, comunque, da far sì di ben ponderare la scelta del materiale da utilizzare.

La scelta del materiale plastico più adatto a una specifica applicazione è un processo alquanto complesso: non esiste infatti un'unica procedura per selezionare il materiale più idoneo.

## MOTIVAZIONI PRINCIPALI

Due sono le principali motivazioni alla base della scelta del materiale:

- a- selezionare un materiale, e il relativo processo di trasformazione, per un nuovo prodotto,
- b- selezionare un materiale alternativo, ed eventualmente anche il nuovo processo di trasformazione, per un prodotto già esistente.

Per entrambe le motivazioni possono venir presi in considerazione i seguenti approcci sistematici:

a- scelta del materiale per un nuovo prodotto:

- 1- definire la funzione del prodotto (manufatto) trasferendola in prestazioni richieste al materiale (resistenza, rigidità, fatica, proprietà elettriche, ottiche, ecc.),

- 2- definire le esigenze di produzione in termini di quantità prodotto, tolleranze ammissibili, aspetti superficiali, ecc.,
  - 3- cercare possibili combinazioni materiali/tecnologie di produzione, tenendo sempre in considerazione la relazione prestazione/costi,
  - 4- analizzare in dettaglio le caratteristiche dei materiali candidati,
  - 5- specificare il materiale migliore e la tecnologia produttiva;
- b-scelta di un materiale alternativo per un prodotto già esistente:
- 1- caratterizzare il materiale attualmente utilizzato in termini di prestazioni, produttività e costi,
  - 2- valutare quali caratteristiche sono necessarie per la buona funzionalità del prodotto,
  - 3- cercare il materiale alternativo ed, eventualmente, la tecnologia produttiva alternativa,
  - 4- compilare una lista di materiali e tecnologie produttive alternative e valutarne i costi,
  - 5- confrontare il materiale e le me-

**INFORMAZIONI GENERALI**

Funzione della parte, condizioni di esercizio, metodo di produzione previsto, durata

**ESISTENZA DI SPECIFICHE**

Specifiche da rispettare, approvazione da parte di enti ufficiali, normative alimentari

**AMBIENTE DI UTILIZZO**

Temperature di esercizio, presenza di agenti chimici e di umidità, utilizzo interno/esterno

**ESIGENZE STRUTTURALI**

Tipi ed ampiezza delle sollecitazioni, carichi applicati, fatica, rigidità, resistenza agli urti

**ESIGENZE ESTETICHE**

Colore, aspetto superficiale, verniciatura, forma e dimensioni

**METODI DI FABBRICAZIONE**

Tecnica di produzione ed assemblaggio, incollaggi, operazioni secondarie di finitura

**ASPETTI ECONOMICI**

Costo del manufatto, costo del materiale, possibilità di recuperi di sfridi, possibilità di riciclo

Tabella 1. Fattori di selezione del materiale.

**MECCANICHE**

Densità, resistenza, elasticità, rigidità, durezza, duttilità, creep.

**TERMICHE**

Punto di fusione, calore specifico, espansione termica, conduttività termica, invecchiamenti.

**ELETTRICHE**

Conduttività, rigidità dielettrica, costante dielettrica, resistenza all'arco e alle correnti striscianti.

**CHIMICHE**

Solubilità, ossidazione, corrosione, stress-cracking.

**OTTICHE**

Indice di rifrazione, trasparenza, assorbimento, colore.

**RESISTENZA AL FUOCO**

Fiamma, filo incandescente, arco, densità e tossicità fumi, temperatura autoaccensione.

**COSTO**

Facilità di lavorazione, tecnologie di lavorazione, recupero sfridi.

Tabella 2. Esigenze specifiche.

tecnologie produttive in uso con le possibili alternative.

Le motivazioni per la sostituzione del materiale usato per un manufatto già esistente sono molteplici:

- disponibilità di nuove tecnologie produttive,
- disponibilità di nuovi materiali,
- riduzione costi per il mantenimento del mercato,
- nuove legislazioni,
- carenza del materiale in uso,
- riduzione della dipendenza dall'importazione,
- miglioramento dell'immagine del prodotto e della società produttrice,
- ampliamento delle prestazioni per nuovi mercati.

Gli incrementi nelle prestazioni dei materiali e delle tecnologie produttive possono offrire nuove opportunità; nuove legislazioni sulla salute e sull'ambiente possono richiedere mutamenti nel prodotto. Una forte motivazione al cambiamento dell'esistente è la sopravvivenza economica basata anche sulla riduzione costi del prodotto finale, permet-

tendo anche l'apertura di nuovi mercati.

In ogni caso tutte le procedure di selezione del materiale dovrebbero essere basate sul comune principio di "definizione dei requisiti del manufatto".

Quali sono le prestazioni richieste al manufatto, le proprietà che il materiale deve possedere per quella specifica applicazione e il costo finale del manufatto stesso sono le considerazioni primarie da fare nella scelta del materiale; il primo passo è quindi definire nel miglior modo possibile quali dovranno essere le prestazioni del manufatto o dell'eventuale sistema di cui il manufatto farà parte.

È essenziale che queste prestazioni vengano ben identificate e discusse anche con il cliente finale.

In tabella 1 viene riportata una lista di controllo dei vari fattori di selezione da considerare nell'affrontare la progettazione di un manufatto in materia plastica.

Le situazioni di impiego del manufatto, le sue attese prestazioni e, ovviamente, il suo prezzo finale condizionano le scelte, limitando a ben individuati materiali le possibilità di risposta alle esigenze.

## ATTENZIONE ALLE ESIGENZE

Ai fini di una corretta scelta del materiale da impiegare per la produzione di un manufatto, soprattutto se questo è destinato a impieghi tecnici e strutturali, è importante valutare innanzitutto le esigenze della applicazione.

In tabella 2 sono riportate, ad esempio, alcune esigenze specifiche raggruppate nelle varie proprietà meccaniche, termiche, ottiche, ecc.

In tabella 3 viene riportato uno schema di base con i principali requisiti dell'applicazione e le esigenze specifiche richieste dal cliente finale, definite come "CTQs" (Critical To Quality). Questo schema permette una precisa e pressoché completa individuazione delle proprietà da prendere in considerazione per la scelta del materiale e la progettazione del manufatto; con una scala di valori (ad esempio da 1 a 5) si pos-

## FORMA IDONEA

Forma funzionale, fissaggio ed assemblaggio confacenti, dilatazioni

## MATERIALE IDONEO

Sollecitazioni meccaniche, usura, invecchiamento, resistenza alle intemperie, ad azioni elettriche, alla temperatura

## DIMENSIONI ADATTE

Tolleranze, tensionamenti interni, ritiri differenziali

## ASPETTO ESTETICO

Design, colori, aspetto superficiale, difetti superficiali, risucchi, deformazioni

## PRODUZIONE ECONOMICA

Ammortamento stampo, stampo più semplice possibile, cadenza produzione

Tabella 3. Requisiti del manufatto.

sono anche indicare le esigenze fondamentali ed inderogabili da quelle meno necessarie, in altre parole dare un peso alle varie esigenze. Da tale schema si può dedurre una scelta di massima del materiale più idoneo, guidata da considerazioni sia di carattere tecnico che economico.

Per soddisfare all'ipotizzato impiego un manufatto in materiale plastico deve soddisfare ai requisiti riportati in tabella 3.

Da tutte queste considerazioni è bene evidente, come già detto, l'influenza dovuta al materiale, al disegno del manufatto, cioè alla sua progettazione, e alle tecnologie di trasformazione e di lavorazione.

L'importanza connessa a un corretto disegno del manufatto è tale che può risultare possibile che due materiali diversi tra loro per proprietà siano in grado di dare origine a manufatti in grado di soddisfare alle esigenze applicative attese.

Nella prima fase della selezione del materiale si stende quindi una lista delle proprietà necessarie e desiderabili, pesate in ordine di importanza (CTQs), tenendo in considerazione che per proprietà necessarie si intendono quelle legate alle caratteristiche finali di funzionamento del manufatto non negoziabili (pro-

prietà meccaniche, temperature, ambiente di esercizio, target di costo) e per proprietà desiderabili quelle in grado di incrementare le prestazioni globali del manufatto (migliore aspetto estetico, ampliata resistenza alle condizioni ambientali, ecc.) fornendo così un "quid" in più.

Il compito principale della selezione preliminare del materiale è quello di ridurre il numero dei materiali selezionabili, eliminando quelli non idonei in modo da focalizzarsi su quelli aventi la miglior combinazione delle proprietà per la richiesta applicazione.

## LEGGERE LE CARTE

L'utilizzo delle cosiddette "carte di selezione dei materiali" facilita questo compito; in esse vengono riportate in ascissa e in ordinata le proprietà in esame e nel piano il "range" di valori per ogni proprietà per ogni materiale considerato. I valori limite delle proprietà necessarie (linee verticali ed orizzontali) limitano il campo: materiali i cui valori sono al di fuori dei limiti non sono quindi da prendere in considerazione.

Queste "carte" non permettono una scelta finale del materiale, ma consentono una rapida ed efficiente individuazione dei materiali candidati.

Possno essere raffigurate due "carte di selezione" rispettivamente per le proprietà Modulo di Young - densità e Fattore di intensificazione degli sforzi-densità.

Altre "carte" possono prendere in considerazione proprietà quali ad esempio espansione termica lineare - modulo di Young, rigidità dielettrica - temperatura, modulo di Young - costo relativo e così via.

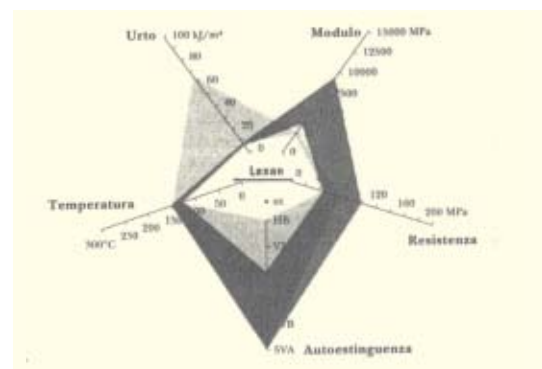
Un approfondimento nella scelta del materiale viene effettuato correlando le prestazioni richieste dal manufatto con le proprietà dei materiali candidati in modo da trovare una ragionevole concordanza.

Questo può essere effettuato molto semplicemente tabulando le principali proprietà richieste, con le relative tolleranze accettabili, con i va-

lori delle medesime proprietà dei materiali in esame. Guardando al numero delle proprietà in accordo con quanto richiesto risulta facilmente possibile decidere quale possa essere il materiale migliore da utilizzare.

Un altro approccio sistematico è basto sul "profilo grafico delle proprietà".

Un ulteriore passo in avanti nella decisione della scelta del materiale più soddisfacente, basata sulla combinazione delle diverse proprietà del materiale, è reso possibile dall'utilizzo di grafici "pentagonali", detti anche diagrammi polari, nei quali sono incluse cinque proprietà del materiale espresse come valori minimi e massimi; il miglior materiale sarà quello che mostrerà le migliori rispondenze per tutte le pro-



1. PC Lexan(r) Grafico polare.

prietà prese in considerazione.

La figura 1 mostra i valori minimi e massimi di cinque proprietà per la resina policarbonato rinforzato e non rinforzato (Lexan(r) - GE Plastics).

Ovviamente questi confronti sono possibili dopo aver verificato che le modalità con le quali sono state eseguite le prove e le metodiche e le condizioni ambientali di prova sono le stesse e che esiste una valida correlazione con i requisiti della applicazione.

A. Gennaro, Centro di cultura per l'ingegneria delle materie plastiche, Alessandria.

G. Capra, Politecnico di Torino sede di Alessandria.