

## Principali categorie

La varietà delle plastiche è in continua crescita. Una caratteristica saliente delle plastiche è la relativa facilità con cui possono essere lavorate, x cui le plastiche comuni sono spesso usate x il loro basso costo quando le esigenze non sono elevate

Sono spesso usate anche in applicazioni + delicate, soprattutto se rinforzate con riempitivi x aumentare la resistenza meccanica nei componenti soggetti a carichi

Il termine plastica ingegneristica è applicato x descrivere polimeri che sono troppo costosi x applicazioni generiche, ma offrono resistenza elevata, modulo elastico, tenacità, resistenza alla temperatura e chimica, proprietà elettriche interessanti e buona finitura superficiale, in modo tale che possono essere spesso usate in applicazioni strutturali al posto dei metalli

Molte di loro possono essere rinforzate con fibre, perciò sono usate x alloggiamenti di macchine, connettori elettrici, ingranaggi, camme, eliche, valvole e altri componenti strutturali

### TERMOPLASTICI

Il numero di polimeri termoplastici è molto elevato. Li classifichiamo in base alla struttura

1. poliolefine. Sono basati su una catena diritta di alcheni (idrocarburi con legame doppio tra gli atomi di C, come l'etilene)

a. polietilene (PE). Sono plastiche molto versatili con buone proprietà chimiche ed elettriche, ma richiedono antiossidanti e stabilizzanti UV.

Gli LDPE, con le catene + corte e ramificate (densità:  $0.91-0.925 \text{ g/cm}^3$ ) sono usate per contenitori, ma vengono sostituiti progressivamente da LDPE lineare

La HDPE lineare ( $0.941-0.965 \text{ g/cm}^3$ ) è adatta x contenitori e tubazioni

L'UHMWPE (con un peso molecolare di almeno 3 milioni) è un vero termoplastico ingegneristico

Ha un'alta resistenza all'abrasione e tenacità all'impatto, perciò è molto usato x superfici antiabrasione

b. polipropilene (PP) è usato in forma isotattica. Ha una buona rigidità e resistenza alla frattura sotto tensione e una maggiore resistenza alla temperatura del PE. I tipici usi sono parti di apparecchiature e contenitori

Grandi quantità sono riciclate dallo smaltimento delle batterie al piombo

c. Gli ionomeri contengono composti inorganici che costituiscono legami ionici tra catene e nel contempo mantengono la capacità di essere stampati ad alta temperatura. Sono trasparenti, molto tenaci e vengono usati spesso per rivestire palle da golf, martelli ed altri prodotti soggetti ad impatto

2. I vinili sono basati su monomeri di etilene in cui un H viene sostituito

a. policloruro di vinile (PVC) è economico, facilmente lavorabile, con buona resistenza all'acqua e un buon rapporto resistenza/peso. Stabilizzatori sono necessari x evitare la decomposizione alle alte temperature di trattamento e alla luce del sole

Il PVC rigido è duro e relativamente fragile, ma viene usato estesamente x i telai delle finestre, grondaie, tubi, isolamento dei fili e bottiglie

Il PVC flessibile, ottenuto aggiungendo 30-80% di plasticizzante, viene molto usato x attrezzi da giardinaggio, scarponi, tubi, contenitori ed impermeabili. Se viene bruciato, il PVC genera HCl ed è autoestinguente

b. il cloruro di vinilidene contiene 2 atomi sostitutivi di Cl in ogni monomero. È chimicamente inerte, ha bassa permeabilità ai liquidi e ai gas ed è relativamente resistente alla combustione.

Si usa per rivestire sedili, tubi e valvole. Il copolimero con cloruro di vinile è adatto per produrre film

3. fluorocarburanti. Sostituendo H con F si creano polimeri chimicamente inerti. Il PTFE completamente sostituito è cristallino ed ha grande resistenza al calore, grande inerzia chimica e basso attrito. Non è infiammabile, ma rilascia gas tossici quando viene decomposto x surriscaldamento

Non fonde e deve essere prodotto usando tecniche x i metalli (sinterizzazione)

Le billette sono assottigliate x produrre film

Il copolimero col fluorinated ethylene propylene (FEP) copolymer è stampabile

4. stirene. Sono ottenuti sostituendo H con cicli di benzene

a. polistirene. Sono amorfi, trasparenti, economici ma fragili. Si possono aggiungere elastomeri x migliorare la resistenza all'impatto

A parte i solidi, il polistirene è usato sotto forma di gocce espandibili. È usato spesso nell'imballaggio, x fare vasche e utensili da cucina

b. anche il copolimero random di stirene e acrilonitrile (SAN) è trasparente ma ha una migliore rigidità. È usato negli elettrodomestici e per vetrate.

c. ABS. Copolimero della gomma butadiene cui si aggiunge SAN. Le regioni gombose finemente distribuite (diametro d di 0.1-10 micron) impartisce duttilità a bassa temperatura e tenacità, mantenendo alta durezza e rigidità dello stirene vetroso. È usato in applicazioni strutturali e le proprietà possono essere controllate variando i rapporti tra monomeri e la modalità produttiva

Richiede stabilizzazione UV. È molto usato nelle macchine da ufficio, rivestimenti x apparecchi elettrici manuali, tetti x camper e tubi

5. poliesteri. Gli esteri sono prodotti della reazione tra un acido organico e un alcool, perciò i gruppi esteri fanno parte della catena principale

a. poliesteri termoplastici. Il polietilene tereftalato (PET, Fig. 13-15b) è un polimero chiaro, tenace e orientabile, capace di resistere alle alte temperature. È usato x contenitori x liquidi frizzanti e liquori e spesso viene riciclato

Il polibutadiene tereftalato (PBT) è semicristallino. Se rinforzato, ha buona resistenza al creep ed è adatto x corpi di strumenti e di auto e componenti elettrici

b. l'estero aromatico polyarylate è una plastica strutturale con grande resistenza al creep

6. gli acrilici hanno gruppi di esteri a formare catene laterali. Il PMMA (Fig. 13-15c) è trasparente, fragile e sensibile all'intaglio

Le varianti con grande resistenza all'impatto contengono un plasticizzatore o un copolimero. Viene polimerizzato realizzando fogli da una soluzione di monomero e prepolimero, oppure il polimero viene trattato con tecniche termoplastiche (?)

È molto usato x vetrate, lucernai, elementi di fissaggio, lenti (incluse lenti di Fresnel)

7. cellulosici. la cellulosa è il polimero naturale ottenibile dalla fibra del cotone o dalla polpa del legno (avendo tolto la lignina). Non fonde

Modificato chimicamente (con acetato, ecc) diventa un termoplastico tenace x contenitori, utensili manuali, recipienti

8. poliuretani. Sono formati dalla reazione di un alcool con almeno 2 gruppi -OH e un isocianato con almeno 2 gruppi -NCO e sono molto versatili

Possono essere termoplastici lineari usati in rivestimenti di fili, cruscotti e altri componenti

9. poliammidi. Sono formati dalla condensazione di un'ammina e di un acido carbossilico

- a. nylon. I primi polimeri strutturali, sono tenaci e cristallini. Le versioni modificate sono amorfe e trasparenti. Assorbono l'umidità, che li plasticizza, provocando rigonfiamento e perdita di resistenza e delle proprietà elettriche. Devono essere trattati secchi (umidità inferiore al 2%)

I nylon sono autolubrificanti. I riempitivi a base di vetro e fibre minerali migliorano molto le proprietà ad alta temperatura. I tipici prodotti sono ingranaggi, supporti, parti di carrozzeria auto, coperchi, ruote e ventilatori

b. poliammidi aromatici (aramids, nylon aromatici) hanno una migliore stabilità termica, grazie all'ossatura aromatica. Non fondono. I legami che estendono la catena sono tutti paralleli e, dopo un trattamento speciale, conferiscono alta resistenza a trazione e modulo elastico

Sono usati soprattutto come fibre di rinforzo x pneumatici radiali e in materiali compositi x il settore aerospaziale, ma anche da soli in giubbotti anti proiettile, cavi, guanti da lavoro pesanti

10 termoplastici aromatici. Molte plastiche strutturali condividono una catena aromatica che conferisce maggiore resistenza ad alta temperatura

- a. policarbonato. È amorfo, trasparente, resistente all'impatto e viene usato nei fari automobilistici, pannelli x strumentazione, applicazioni ottiche ed elettriche (CD) e bottiglie del latte con vuoto a rendere

b. Polyimide. Ha una struttura a semiscala, che conferisce alta resistenza alle alte temperature e tenacità

Tra i copolimeri, il polyamide-imide è amorfo, tenace e opaco con  $T_g > 275^\circ\text{C}$ , ed è molto usato con funzione strutturale

Il polyether-imide è trasparente e resistente agli UV. È molto trasparente alle microonde, perciò è usato x contenitori da forno

c. Sulfones include polysulfone, polyarylsulfone (Fig. 13-16), e polyether sulfone

d. le resine a base di fenilene, come l'ossido di polifenilene (PPO) sono usate in applicazioni ad alta temperatura

e. Polyaryletherketones hanno proprietà simili. Polyetheretherketone (PEEK)

11. poliacetati. Sono ottenuti dalla polimerizzazione di formaldeide, perciò sono basati su una struttura  $\text{CH}_2\text{O}$  (Fig. 13-17)

sono altamente cristallini, opachi, con capacità strutturali, spesso riempiti con vetro. I copolimeri contengono legami C-C distribuiti in modo casuale e sono molto resistenti al creep

Sono usati x tubi idraulici, lavandini, guarnizioni, recipienti e componenti strutturali

12. i siliconi hanno un legame silossano (Si-O-Si) nella catena che li rende utilizzabili in una vasta gamma di temperature

Sono idrorepellenti, resistono agli attacchi atmosferici e hanno eccellenti proprietà elettriche. Molti sono usati come gomme, mentre le resine rigide sono usate x contenitori e stampi

13. i copolimeri e le leghe consentono di produrre plastiche con proprietà specifiche senza bisogno di sviluppare nuovi polimeri (esempi: ABS e polybutene-styrene)

Molte leghe migliorano le proprietà della matrice; p. es., una fase secondaria di particelle di ABS con  $D = 1-10$  micron può essere aggiunta a PVC, PS e PC x migliorare la resistenza all'intaglio, l'ossido di polyphenylene nel nylon migliora la resistenza ad alta temperatura

Anche i cristalli liquidi son miscele

14. polimeri biodegradabili. Sono usati in applicazioni di nicchia, come nelle suture assorbite dal corpo umano

Non hanno applicazioni strutturali e al momento non ne esistono esenti da problemi

I termoindurenti offrono in generale, maggiore stabilità dimensionale dei termoplastici, ma sono + fragili. Queste proprietà possono essere modificate e spesso termoindurenti e termoplastici sono in competizione Phenol-formaldehyde (Fig. 13-10) è la resina sintetica + vecchia ed è ancora molto usata col nome bakelite È scura, quasi sempre riempita con farina di legno o, x migliorare la resistenza all'impatto, con vetro, amianto o fibre di cotone. Le caratteristiche migliorano ulteriormente aggiungendo il copolimero gommoso butadiene-acrilonitrile alla resina allo stadio A

I composti stampati sono usati negli impianti elettrici delle auto, parti di interruttori, parti dell'accensione, maniglie

La buona adesione dei fenolici ad altri materiali li rende adatti x le sabbie da fonderia, trucioli, mole x rettifica

2. resine amino. Così chiamate perché contengono gruppi amminici ( $-NH_2$ ). In senso stretto, solo melamineformaldehyde rientra, ma ureaformaldehyde, che contiene gruppi amide ( $-ONH_2$ ), spesso sono inclusi in questa classe

Sono traslucidi e possono essere colorati. Il riempitivo di solito è cellulosa-a (cellulosa ad alto peso molecolare), ottenuta da pasta di legno o fibra di cotone

Sono usati x controsoffitti, pannelli x pareti, strumenti da cucina. La farina di legno è usata come riempitivo x scopi elettrici

3. poliesteri. In forma lineare sono termoplastici; se trattati con prepolimeri a cui aggiungere coloranti, riempitivi (come calcare) o agenti rinforzanti (soprattutto fibra di vetro) x formare una premiscela che viene poi stampata e trattata termicamente

Il termine resina alchidica (alcol + acido) accomuna tutti i poliesteri aventi un doppio legame C-C, ma è anche usata x tipi specifici

I poliesteri insaturi sono trattati con catalizzatori che sono scelti x favorire i legami secondari con stirene a temperatura ambiente o ad alta temperatura

Le principali applicazioni sono tubi, barche, serbatoi, pareti di gabinetti, cofani, pannelli x scrivanie, aste strutturali, elmetti e tubi di aspirazione x pozzi petroliferi

Non c'è materiale di scarto, perciò si usano spesso nei composti in produzioni massive e di lamiera. Gli esteri di vinile sono + tenaci e un po' + costosi

4. resine epossidiche. I sistemi bicomponente (una resina intermedia e un reagente) induriscono anche a temperatura ambiente, i sistemi monocomponente induriscono ad alta temperatura

I legami secondari si formano con ritiro limitato, perciò si usano x rivestire componenti elettrici, x rinforzare strutture o, mescolate con sabbia, vetro o marmo, come cemento. Si usano anche in prepregs

5. Polyimides. Si usano fino a  $315^\circ\text{C}$

6. poliuretani. Con la reticolazione si possono produrre molti componenti. Sono adatti x reaction-injection molding

7. Siliconi. Reticolando danno luogo a plastiche rigide x applicazioni in cui sono necessarie la resistenza all'acqua o elettrica.