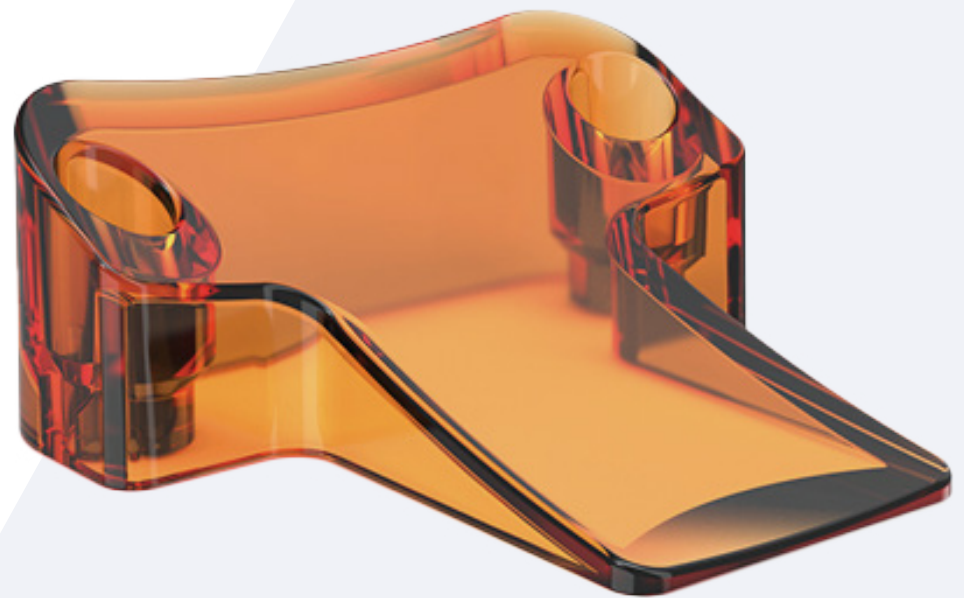


Materiali alternativi per lo stampaggio a iniezione in plastica

In caso di carenza di materiale, utilizzare questi sostituti per ABS, PC, PP e altre termoplastiche comunemente stampate.



I problemi legati alla supply chain sono sempre difficili da affrontare, soprattutto quando i materiali scarseggiano. Per questo motivo, abbiamo preso in considerazione le resine di uso più comune e compilato una lista di opzioni alternative per poterle sostituire correttamente. La scelta di quali usare dipenderà dalle proprietà del materiale e dalle applicazioni previste per i pezzi. Ogni sezione ne descrive nel dettaglio le caratteristiche e le ragioni per cui suggeriamo determinate resine in alternativa.

Tenendo in considerazione queste opzioni, questa guida elenca materiali alternativi ai comuni materiali termoplastici per stampaggio a iniezione. Tenete presente che alcuni dei materiali riportati nell'elenco potrebbero non essere disponibili in stock. Ma teniamo sempre sotto controllo la nostra base di approvvigionamento, pertanto non esitate a contattarci per verificarne la disponibilità.

Inoltre, i materiali di stampa 3D possono essere un'opzione, ma non necessariamente una soluzione universale: per ottenere risultati soddisfacenti, devono essere adatti all'applicazione prevista.

Per maggiori informazioni sui materiali in generale, comprese le schede tecniche dettagliate, vi invitiamo a consultare la Guida comparativa dei materiali.

COMUNI MATERIALI TERMOPLASTICI E LE LORO ALTERNATIVE

Plastic: ABS

(Acrylonitrile Butadiene Styrene)

Trade Names: Lustran, Cycolac, Polyloc, RTP

Alternatives: PSU, ASA, COC, PPO

3DP Alternatives: ABS-Like stereolithography

CNC Alternatives: ABS

Plastic: ABS/PC

(Acrylonitrile Butadiene Styrene/Polycarbonate)

Trade Names: Bayblend, Cycoloy

Alternatives: PSU, ASA, PPO

3DP Alternatives: ABS-Like and PC-Like stereolithography

CNC Alternatives: ABS or PC (Tecanat)

Plastic: HDPE (High-Density Polyethylene)

Trade Names: Marlex, Hostalen, Petrothene

Alternatives: PP, PPO

3DP Alternatives: PP selective laser sintering

CNC Alternatives: HDPE (Tecafine)

Plastic: HIPS (High-Impact Polystyrene)

Alternatives: PMMA, ASA, PPO

CNC Alternative: PMMA (Tecacryl)

Plastic: LCP (Liquid Crystal Polymer)

Trade Name: Vectra

Alternatives: PEEK, PEI, PCT, PPA, PPS, PESU, PPSU

CNC Alternatives: PEEK (Tecapeek), PSU, PPSU (Radel-R5500)

Plastic: PA Nylon (Polyamide)

Trade Names: Hylon, Minion, RTP, Stanyl, Vydyne, Zytel

Alternatives: SPS, PSU, PESU, PPSU, PPA, PPO

3DP Alternatives: PA Nylon selective laser sintering and Multi Jet Fusion

CNC Alternatives: PA6, PA66, PPSU

Plastic: PBT (Polybutylene Terephthalate)

Trade Names: Valox, Crastin

Alternatives: SPS, PCT, PSU, PPO

CNC Alternatives: PBT (Teadur), PSU

Plastic: PC (Polycarbonate)

Trade Names: Hylex, Lexan, Makrolon, RTP

Alternatives: PSU, COC, PMMA

3DP Alternatives: PC-Like stereolithography

CNC Alternatives: PC (tecanat), PMMA (Tecacryl), PSU

Plastic: PET (Polyethylene Terephthalate)

Trade Name: Rynite

Alternatives: SPS, PCT, PSU, PPO

CNC Alternatives: PET (Tecapet), PSU

Plastic: PP (Polypropylene)

Trade Names: Thermylene, Polyfort, Pro-fax, Hostacom

Alternatives: PE, PPO

3DP Alternatives: PP selective laser sintering

CNC Alternatives: PP (Tecafine), PE-UHMW

Plastic: PPA (Polyphthalamide)

Trade Names: Amodel, Zytel, HTN

Alternatives: PPS, PEEK, PEI, PSU, PESU, PPSU

CNC Alternatives: PEEK (Tecapeek), PEI, PSU, PPSU

Plastic: POM (Acetal)

Trade Names: RTP, Celcon, Delrin

Alternatives: PP

3DP Alternatives: PP selective laser sintering

CNC Alternatives: POM (Copolymer, Homopolymer), PP

PLASTICA ALTERNATIVA: ASA (acrilonitrile stirene acrilato) NOMI COMMERCIALI DELL'ASA: GELOV, LURAN

I copolimeri di ASA presentano un'eccellente resistenza ai raggi UV, all'umidità, al calore e alla fessurazione: tra tutti gli elastomeri di acrilonitrile sono probabilmente i più resistenti agli agenti atmosferici. Le loro proprietà meccaniche sono simili a quelle degli elastomeri di acrilonitrile butadiene stirene (ABS).

Così come l'ABS, ad esempio, l'ASA ha una buona resistenza chimica e un'eccellente resilienza agli urti. Per via delle loro proprietà meccaniche simili, i copolimeri di ASA sono utilizzati per applicazioni analoghe a quelle dell'ABS.

Tuttavia, l'ASA presenta una resistenza superiore agli agenti atmosferici che lo rende più adatto ad applicazioni esterne rispetto all'ABS. Uno dei mercati più importanti per gli ASA è quello dei componenti della carrozzeria delle automobili, come le calotte degli specchietti e le griglie del radiatore.

Le termoplastiche ASA sono ampiamente utilizzate anche in altri settori, compresi segmenti dell'edilizia e delle costruzioni, elettrodomestici, apparecchiature elettriche ed elettroniche o articoli sportivi.

PLASTICA ALTERNATIVA: COC (copolimero di cicloolefina) NOMI COMMERCIALI DEL COC: TOPAS, APPEL

Per via della loro resistenza agli urti, questi copolimeri sono sempre più utilizzati come sostituti infrangibili del vetro su pellicole e lenti ottiche, in particolare per applicazioni mediche ed elettroniche come provette diagnostiche, touch screen (pellicola ITO), guide luminose e pellicole riflettenti.

Le loro eccellenti prestazioni in termini di biocompatibilità, resistenza chimica e proprietà di barriera al vapore acqueo ne fanno un'ottima soluzione per il packaging primario di prodotti farmaceutici e medici diagnostici monouso.

Inoltre, questi copolimeri presentano una combinazione unica di proprietà tra cui elevata trasmissività della luce, bassa birifrangenza, alto indice di rifrazione, assorbimento d'acqua estremamente basso, eccellente biocompatibilità, buona resistenza chimica, permeabilità al vapore acqueo molto bassa, nonché rigidità, resistenza e durezza elevate.

Queste proprietà possono essere modificate all'interno di un ampio intervallo variando le proporzioni di norbornene ed etilene nella catena principale e nella struttura generale del copolimero.

PLASTICA ALTERNATIVA: PCT (policicloesilendimetilentereftalato)

NOMI COMMERCIALI DEL PCT: THERMX, EASTAR

Il PCT è un poliestere termoplastico semicristallino ad alte prestazioni prodotto dalla policondensazione di cicloesandimetano (CHDM) e acido tereftalico (TPA).

Le sue proprietà meccaniche, tra cui la resistenza alla flessione, agli urti e alla trazione (30% di fibra di vetro), sono simili a quelle del polietilene tereftalato (PET, 30% di fibra di vetro), ma con una resistenza superiore all'idrolisi e al calore.

Anche il punto di fusione è notevolmente più alto rispetto al PET: circa 285 °C contro 245 °C.

Tra altre proprietà importanti si segnalano un basso assorbimento dell'umidità, eccellenti proprietà elettriche, una buona resistenza chimica (paragonabile al PET e al PBT), così come una buona stabilità termica e alla luce a lungo termine.

Grazie a queste proprietà, il PCT trova impiego nell'industria elettronica e automobilistica per la fabbricazione di prodotti e pezzi come connettori, relè, interruttori e scatole di distribuzione. Inoltre, in molti casi, può essere usato come sostituto del PBT nei casi in cui è richiesta una maggiore resistenza alla temperatura.

PLASTICA ALTERNATIVA: PEEK (polietere etere chetone) E PAEK (poliarileterchetone) NOMI COMMERCIALI DEL PEEK: VICTREX, KETASPIRE, THERMOCOMP

I poliarileterchetoni (PAEK) sono tecnopolimeri semicristallini ad alte prestazioni che offrono una combinazione unica di stabilità termica, resistenza chimica ed eccellenti proprietà meccaniche in un ampio intervallo di temperature.

Questa classe di polimeri presenta anche una buona resistenza alla combustione e buone prestazioni elettriche. L'eccellente stabilità termica del polimero è assicurata dai gruppi di difenilenchetone, che conferiscono un'elevata robustezza e resistenza all'ossidazione, sebbene lo rendano rigido. La flessibilità della catena principale è determinata da legami eterei che ne migliorano anche la stabilità termica.

Alcuni tipi, come il PEEK1, sono estremamente robusti e presentano una resistenza agli urti molto elevata. Grazie alla loro natura semicristallina, questi polimeri riescono a mantenere un livello elevato di proprietà meccaniche anche in prossimità della loro temperatura di fusione. Inoltre presentano una bassissima tendenza al creep, insieme a buone proprietà di scorrevolezza e resistenza all'usura. Queste caratteristiche vengono mantenute in un ampio range di temperature.

I polieterechetoni sono noti per l'eccellente resistenza a molti prodotti chimici organici e inorganici e per la straordinaria resistenza all'idrolisi in acqua calda. Hanno una scarsa o moderata resistenza agli agenti atmosferici dovuta alla loro sensibilità ai raggi UV2, a fronte tuttavia di una buona resistenza ai raggi beta, gamma e X. Alcuni tipi di PAEK hanno una buona resistenza alla combustione e quando bruciano emettono meno gas tossici e corrosivi di molti altri polimeri ad alte prestazioni.

I PAEK e i polietersolfoni vengono spesso utilizzati in applicazioni simili. Tuttavia, i PAEK hanno una migliore resistenza ai solventi perché sono semi-cristallini, a differenza dei polietersolfoni che sono polimeri amorfi e quindi più esposti all'attacco dei solventi. L'eccellente resistenza ai solventi può essere un fattore critico in molte applicazioni complesse.

La carenza di container, il blocco del Canale di Suez e la pandemia in corso hanno interrotto le catene di approvvigionamento in tutto il mondo e provocato una carenza di materiali. Tenendo conto di questa carenza, questa guida raccoglie un elenco di materiali alternativi da utilizzare per i pezzi stampati.



Come i polietersolfoni, i polieterechetoni di solito non sono sensibili all'esposizione prolungata all'acqua del mare (salata) o al vapore, il che ne fa i materiali di applicazione ideale per componenti medicali, apparecchiature sottomarine e parti di valvole. Grazie alla loro buona resistenza all'usura e alle proprietà meccaniche, tra cui l'elevata rigidità e le caratteristiche di creep e usura a lungo termine, le parti meccaniche in PAEK possono sostituire quelle in acciaio in molte applicazioni. Alcuni esempi sono i rotori ad alta velocità, gusci di cuscinetti complessi, coperture di carrelli di atterraggio per aerei e morsetti a P per il settore aerospaziale. Grazie alla loro natura semicristallina, i PAEK riescono a mantenere un livello elevato di proprietà meccaniche anche in prossimità della loro temperatura di fusione. Alcuni PAEK hanno una temperatura nominale d'esercizio continuo di oltre 250 °C.

Alcuni tipi, come il PEEK1, sono estremamente robusti e presentano una resistenza agli urti molto elevata. Grazie alla loro natura semicristallina, questi polimeri riescono a mantenere un livello elevato di proprietà meccaniche anche in prossimità della loro temperatura di fusione. Inoltre presentano una bassissima tendenza al creep, insieme a buone proprietà di scorrevolezza e resistenza all'usura. Queste caratteristiche vengono mantenute in un ampio range di temperature.

I polieterechetoni sono noti per l'eccellente resistenza a molti prodotti chimici organici e inorganici e per la straordinaria resistenza all'idrolisi in acqua calda. Hanno una scarsa o moderata resistenza agli agenti atmosferici dovuta alla loro sensibilità ai raggi UV2, a fronte tuttavia di una buona resistenza ai raggi beta, gamma e X. Alcuni tipi di PAEK hanno una buona resistenza alla combustione e quando bruciano emettono meno gas tossici e corrosivi di molti altri polimeri ad alte prestazioni.

I PAEK e i polietersolfoni vengono spesso utilizzati in applicazioni simili. Tuttavia, i PAEK hanno una migliore resistenza ai solventi perché sono semi-cristallini, a differenza dei polietersolfoni che sono polimeri amorfi e quindi più esposti all'attacco dei solventi. L'eccellente resistenza ai solventi può essere un fattore critico in molte applicazioni complesse.

Come i polietersolfoni, i polieterechetoni di solito non sono sensibili all'esposizione prolungata all'acqua del mare (salata) o al vapore, il che ne fa i materiali di applicazione ideale per componenti medicali, apparecchiature sottomarine e parti di valvole. Grazie alla loro buona resistenza all'usura e alle proprietà meccaniche, tra cui l'elevata rigidità e le caratteristiche di creep e usura a lungo termine, le parti meccaniche in PAEK possono sostituire quelle in acciaio in molte applicazioni. Alcuni esempi sono i rotori ad alta velocità, gusci di cuscinetti complessi, coperture di carrelli di atterraggio per aerei e morsetti a P per il settore aerospaziale. Grazie alla loro natura semicristallina, i PAEK riescono a mantenere un livello elevato di proprietà meccaniche anche in prossimità della loro temperatura di fusione. Alcuni PAEK hanno una temperatura nominale d'esercizio continuo di oltre 250 °C.

PLASTICHE ALTERNATIVE: PEI (polietereimmide) NOMI COMMERCIALI DELL'PEI: ULTEM, EXTEM, THERMOCOMP

I poli(eter)immidi (PI, PEI) sono termoplastiche tecniche ad alte prestazioni con una colorazione che va dall'ambra al trasparente. Dotati di proprietà termiche, meccaniche e chimiche eccezionali, spesso rappresentano la scelta migliore per le applicazioni più complesse, che richiedono un'elevata robustezza meccanica e resistenza alle alte temperature, alla corrosione e all'usura.

Alcuni tipi, ad esempio, possono resistere a temperature fino a 371 °C in esercizio continuo e fino a 538 °C in esposizione a breve termine, con una degradazione termica e una perdita delle proprietà meccaniche minime. PEI e PI sono resistenti alla maggior parte delle sostanze chimiche inclusi idrocarburi, alcoli e solventi alogenati e presentano un'eccellente resistenza al creep a lungo termine. In molti casi possono sostituire i metalli e altri materiali ad alte prestazioni nelle applicazioni strutturali. Le proprietà elettriche sono di eccellente stabilità in condizioni di temperatura, umidità e frequenza variabili.

Altre importanti proprietà dal punto di vista delle prestazioni includono:

- ▶ Elevata resistenza alla trazione in un ampio intervallo di temperature, da circa -270 gradi C a + 300 gradi C.
- ▶ Grande resistenza alla compressione, alla pressione elevata e al creep
- ▶ Eccellente resistenza all'usura in condizioni di alta pressione e velocità di scorrimento
- ▶ Eccellente resistenza alle fessurazioni da stress
- ▶ Buone proprietà a basse temperature
- ▶ Elevata temperatura di transizione vetrosa fino a 400 °C (resine amorfe)
- ▶ Alta temperatura di fusione (resine semicristalline)
- ▶ Eccellente stabilità termica e ossidativa a lungo termine
- ▶ Proprietà intrinsecamente ritardanti di fiamma
- ▶ Dilatazione termica minima
- ▶ Elevata resistenza alle radiazioni
- ▶ Alta purezza e basso degassamento sotto vuoto
- ▶ Buona resistenza chimica ad acidi, alcoli, combustibili, oli e solventi alogenati
- ▶ Eccellenti proprietà di isolamento elettrico
- ▶ Bassa conduttività termica
- ▶ Buona lavorabilità (possono essere estrusi, termoformati, stampati, ecc.)

Tuttavia, i poli(eter)immidi presentano anche alcuni limiti e carenze. Per esempio, sono costosi e richiedono alte temperature di lavorazione. D'altra parte, non possono essere utilizzati al di sopra della loro temperatura di transizione vetrosa, a meno che non vengano successivamente ricotti.

I poli(eter)immidi rappresentano spesso una scelta eccellente per applicazioni particolarmente impegnative nel settore aerospaziale e dei trasporti. Trovano anche grande applicazione nell'ambito dei circuiti elettronici e integrati perché soddisfano le specifiche di materiale più rigorose ed esigenti. Altre importanti applicazioni includono sedi delle sonde, telai delle stampanti di schede digitali, molle elicoidali e protezioni per cavi. A causa del loro costo elevato, le poliimmidi e i polieterimmidi vengono solitamente utilizzati solo quando sono richieste proprietà di livello superiore.

L'intervallo di temperature di esercizio tipico dei polieterimmidi va da circa -270 °C a +300 °C.

I problemi legati alla supply chain sono sempre difficili da affrontare, soprattutto quando i materiali scarseggiano. Alla luce di ciò, questa guida intende fornire una lista di soluzioni alternative per i termoplastici abitualmente usati nello stampaggio a iniezione: ASA, COC, PCT, PEEK/PAEK, PEI, PESU, PMMA, PPA, PPO, PPS, PSU, SPS.



È disponibile un'ampia varietà di termoplastiche tecniche ad alte prestazioni alternative quando i materiali di uso più comune scarseggiano.

PLASTICA ALTERNATIVA: PESU (POLIETERSULFONE) NOMI COMMERCIALI DEL PESU: ULTRASON, VERADEL

Il PESU Veradel offre maggiore robustezza, resistenza e stabilità idrolitica rispetto ad altre tecnoplastiche trasparenti. Resiste all'esposizione prolungata ad acqua, sostanze chimiche e temperature, gestendo una gamma di temperature di utilizzo finale da -40 °C a 204 °C. Il PESU Veradel è consigliato in applicazioni in cui sono richieste maggiore capacità termica, resistenza intrinseca alla fiamma, maggiore resistenza chimica e migliori proprietà meccaniche.

Tra le proprietà più importanti dal punto di vista delle prestazioni si segnalano:

- ▶ Temperatura di inflessione per calore di 204 °C
- ▶ Proprietà intrinsecamente ritardanti di fiamma
- ▶ Buona resistenza chimica
- ▶ Eccellenti proprietà elettriche
- ▶ Trasparenza
- ▶ Stabilità dimensionale

Il PESU Veradel è comunemente usato per applicazioni elettriche ed elettroniche, membrane, applicazioni sanitarie, industria automobilistica, nonché rivestimenti e applicazioni a contatto con gli alimenti.

Fra tutti i poliarilsolfoni (PSU, PESU, PPSU), il PESU ha i più alti valori di resistenza alla temperatura e modulo di trazione in elasticità. Le proprietà del PESU sono simili a quelle del PSU, sebbene dimostri una maggiore resistenza agli urti e una migliore resistenza chimica. La rigidità e la stabilità sono elevate, mentre la sensibilità all'intaglio è bassa. Altri elementi da valutare per l'impiego del PESU:

- ▶ Costo elevato, utilizzabile per applicazioni dai requisiti molto rigorosi
- ▶ Lavorazione a temperatura e pressione elevate
- ▶ È soggetto all'aggressione di solventi polari come chetoni, solventi clorurati e idrocarburi aromatici
- ▶ Bassa resistenza alla luce UV

Essendo di natura amorfa, presenta inoltre una bassa resistenza alle fessurazioni da sforzo, soprattutto durante l'esposizione a solventi organici. Come indicato in precedenza, il prezzo di vendita molto elevato rappresenta uno dei maggiori inconvenienti rispetto a termoplastiche tecniche come poliammidi, poliesteri e policarbonati.

PLASTIC ALTERNATIVE: PMMA (polymethyl methacrylate) PMMA TRADE NAMES: PLEXIGLAS, DELPET, ACRYLITE, SUMIPEX, ACRYPET

I polimetacrilati sono materiali termoplastici amorfi di alta trasparenza che possono essere facilmente lavorati e convertiti in molti prodotti semilavorati come pellicole, barre, tubi e fogli. Il polimero di metacrilato più importante dal punto di vista commerciale è il poli(metilmetacrilato) (PMMA), noto anche come Plexiglas, Lucite, Acrylite e Altuglas. È una termoplastica amorfa ad alto volume con elevata Tg (398 K), buone proprietà meccaniche ed eccellente resistenza agli agenti atmosferici. Resiste a oli, alcani e acidi (diluiti), ma non a molti solventi (polari) come alcoli, acidi organici e chetoni. È anche piuttosto fragile e presenta una bassa resistenza agli urti e all'usura. Per aumentarne la robustezza, il PMMA viene spesso modificato con gomme con struttura a nucleo/guscio o altri modificatori di impatto. Queste resine offrono fino a 10 volte la resistenza agli urti del PMMA standard pur mantenendo un'elevata trasparenza. Per la loro elevata trasparenza (trasmissione del 92%), gli acrilici temprati vengono spesso usati come sostituti leggeri e infrangibili del normale vetro. Queste resine hanno una resistenza agli urti sufficiente da poter essere lavorate.

Il PMMA è un'alternativa economica al policarbonato (PC) quando non sono richieste elevate robustezza e resistenza agli urti. È disponibile in un'ampia varietà di forme, come fogli, barre e tubi, viene utilizzato per insegne, fibre ottiche per la trasmissione della luce, strutture architettoniche, luci posteriori delle auto, vasche da bagno e sanitari, solo per citare alcuni prodotti.



PLASTICA ALTERNATIVA: PPA (poliftalamide) NOMI COMMERCIALI DEL PPA: AMODEL, ZYTEL, HT

Un'altra importante classe di poliammidi è rappresentata dalle poliammidi semi-aromatiche, note anche come poliftalamidi (PPA). Sono resine termoplastiche semi-cristalline lavorabili per fusione, ottenute dalla condensazione di una diammina alifatica come l'esametildiammina con acido tereftalico e/o acido isoftalico. La porzione aromatica comprende tipicamente almeno il 55% molare delle unità ripetute nella catena polimerica. La combinazione di gruppi aromatici e alifatici riduce notevolmente l'assorbimento di umidità, il che si traduce in cambiamenti dimensionali ridotti e proprietà molto più stabili. Pertanto, le PPA colmano il divario di prestazioni tra i nylon alifatici come PA6.6 e PA6 e le molto più costose poliaramidi. Sono per lo più cristalline e offrono alta resistenza e rigidità a temperature elevate. Tuttavia, queste resine sono più costose delle ammidi alifatiche e sono più difficili da lavorare a causa del loro punto di fusione più alto. Per migliorare la lavorabilità e ridurre i costi, vengono talvolta mescolate con poliammidi alifatiche come il Nylon 66. Le due ammidi semiaromatiche più comuni sono la poli(esametilene teraftalamide) (PA 6T) e la poli(esametilene isoftalamide) (6I). Queste resine hanno un punto di fusione (6T: Tm ≈ 595 K) e una temperatura di transizione vetrosa (6T: Tg ≈ 410 K) molto elevati. Sono note per la loro eccellente stabilità dimensionale, il basso scorrimento a temperature elevate e la buona resistenza chimica, paragonabile a quella di molti tecnopolimeri ad alte prestazioni.

Le poliammidi semi-aromatiche sono spesso un'alternativa economica alle più costose aramidi completamente aromatiche. Colmano il divario di prestazioni tra i nylon alifatici e le molto più costose poliaramidi. Rappresentano spesso una buona scelta quando i prodotti devono resistere a un'esposizione prolungata a sostanze chimiche più aggressive e/o a temperature più elevate. Le applicazioni più comuni includono parti del motore, connettori della linea del carburante, pompe di raffreddamento, boccole, cuscinetti nei motori degli aerei, scambiatori di calore ad aria, risonatori, componenti e scudi termici del carter del motore, valvole di intercettazione del carburante e del collettore del riscaldatore dell'acqua, connettori, boccole ad alta tensione, alloggiamenti motore e componenti dei fari.

PLASTICA ALTERNATIVA: PPO (polifenilenossido) NOMI COMMERCIALI DEL PPO: NORYL, TECANYL

Il PPO presenta un'elevata resistenza alla trazione e agli urti, come pure a molti prodotti chimici tra cui vapore e acqua calda, nonché ad acidi minerali e organici, ma è sensibile alle fessurazioni da stress. Nonostante le sue numerose e interessanti proprietà, il PPO e i suoi derivati hanno trovato un impiego commerciale limitato.

La suscettibilità del PPO all'ossidazione termica in relazione alla sua elevata temperatura di transizione vetrosa pone un problema significativo per la lavorazione in fusione. Per questo motivo le resine commerciali vengono spesso miscelate con polistirene antiurto (HIPS), con cui sono pienamente compatibili, o con poliammide (PA). Alcuni tipi di PPO rinforzati trovano impiego nell'industria automobilistica ed elettronica. Alcuni esempi sono parti di pompe, impulsori di ventilatori, supporti per catalizzatori, spine, isolanti e articoli per la casa. Tipi commerciali di eteri di polifenilene (modificati) sono disponibili presso Ensinger Ltd. (Tecanyl) e SABIC (Noryl).

Oltre al PPO puro, sono disponibili anche miscele di PPO e polistirene e poliolefine (PP) che offrono un'ampia varietà di flessibilità, robustezza e proprietà ignifughe. Queste resine sono disponibili in qualità stampabili a iniezione, estrudibili ed espandibili.



Alcuni materiali per lo stampaggio potrebbero scarseggiare. In Protolabs, abbiamo in stock più di 100 resine termoplastiche diverse, tuttavia, in certi momenti, potremmo non avere in magazzino tutti i materiali di questo elenco. Non esitate a contattarci per informazioni aggiornate sulla disponibilità di materiale. Accettiamo anche materiali forniti dal cliente.

PLASTICA ALTERNATIVA: PPS (poliparafenilensolfuro) NOMI COMMERCIALI DEL PPS: FORTRON, RYTON, TORELINA

Il polifeniltioetere più utilizzato è il poli(parafenilensolfuro) (PPS), chiamato anche polifenilensolfuro (PPS). È una termoplastica tecnica semicristallina con un punto di fusione relativamente alto di circa 560 K. A causa del suo alto punto di fusione e della sua scarsa solubilità, per fabbricare prodotti con questa resina è necessario ricorrere a metodi di lavorazione speciali. Per esempio, il PPS può essere modellato a compressione a temperature comprese tra 550 e 650 K, alle quali il PPS si ammorbidisce e subisce reazioni di reticolazione per ottenere una plastica totalmente insolubile. Il PPS presenta un'eccezionale resistenza termica e chimica, una buona stabilità dimensionale e un'elevata resistenza alla trazione e alla flessione grazie alla struttura ad anello aromatico della catena principale del polimero. Sebbene le proprietà meccaniche diminuiscano leggermente con l'aumento della temperatura, si stabilizzano a circa 395 K ed è possibile aspettarsi proprietà meccaniche moderatamente elevate fino a 530 K. Il PPS viene tipicamente rinforzato con fibre di vetro o cariche minerali. Questi tipi di PPS presentano una maggiore resistenza meccanica, sono notevolmente più rigidi (modulo più alto) e mostrano una migliore capacità di conservare la resistenza a temperature elevate (temperatura di deflessione termica più elevata, HDT). Possiedono inoltre capacità ignifughe migliorate e proprietà elettriche ed elettroniche eccezionali, tra cui una straordinaria rigidità dielettrica, che è notevolmente stabile su un'ampia gamma di temperature e frequenze. Il poli(fenilensolfuro) è il politioetere di suo più comune. Questa termoplastica tecnica semicristallina possiede molte interessanti proprietà meccaniche ed elettriche. Ad esempio, offre elevata stabilità termica e una straordinaria rigidità dielettrica, che è notevolmente stabile su un'ampia gamma di temperature e frequenze. Grazie a queste proprietà, trova largo impiego nella produzione di componenti elettrici ed elettronici come spine, connettori, relè, interruttori e incapsulamento di componenti elettronici. Altre applicazioni includono parti meccaniche di automobili e ingegneria di precisione come sistemi di aspirazione dell'aria, parti di pompe, guarnizioni, valvole, bocche e cuscinetti, in particolare applicazioni in ambienti corrosivi.

PLASTICA ALTERNATIVA: PPSU (polifenilensolfone) NOMI COMMERCIALI DEL PPSU: ULTRASON, RADEL

Il PPSU è il polisolfone più performante. È noto per la sua elevata robustezza, l'elevata resistenza alla flessione e alla trazione, l'eccellente stabilità idrolitica e la buona resistenza agli agenti chimici e al calore. Rispetto agli altri due polietersolfoni PSU e PES, ha proprietà meccaniche superiori, ma è anche più costoso e quindi meno utilizzato. Presenta anche la migliore resistenza chimica di tutti i polietersolfoni. Ad esempio, è altamente resistente agli acidi minerali acquosi, alle basi e agli agenti ossidanti, oltre che alla maggior parte dei solventi. Tuttavia, solventi aromatici e solventi ossigenati, come chetoni e eteri, potrebbero causare fessurazioni da stress. Il PPSU rappresenta spesso una scelta eccellente per i componenti esposti ad alte temperature e ambienti corrosivi grazie alla sua straordinaria resistenza chimica. Tra gli esempi di applicazione: raccordi per tubi, contenitori per batterie, parti di dispositivi medici e prodotti sterilizzabili per l'assistenza sanitaria e infermieristica. Il polifenilsolfone viene utilizzato anche nel settore automobilistico e in quello aerospaziale per applicazioni in cui sono richieste proprietà termiche e meccaniche superiori rispetto a quelle delle resine convenzionali. Tuttavia, la maggior parte dei tipi (non rinforzati) non è adatta per usi esterni a causa della scarsa resistenza agli agenti atmosferici, all'ozono e ai raggi UV.



È disponibile una serie di materiali plastici alternativi, che qui appaiono sotto forma di resina grezza. La scelta di quali usare dipenderà dalle proprietà del materiale e dalle applicazioni previste per i pezzi.

PLASTICA ALTERNATIVA: PSU (polisolfone) NOMI COMMERCIALI DEL PSU: ULTRASON, UDEL

Il polisolfone (PSF, PSU) è una termoplastica ad alte prestazioni amorfa, trasparente e di colore ambrato chiaro, prodotta mediante sostituzione nucleofila aromatica tra diclorodifenile solfone e sale disodico di bisfenolo A con eliminazione del cloruro di sodio. La resina risultante presenta una buona stabilità in fusione che consente la fabbricazione mediante metodi convenzionali di lavorazione della termoplastica, tra cui lo stampaggio a iniezione, l'estrusione e la termoformatura. Grazie al suo ridotto restringimento all'interno dello stampo, può essere formato in pezzi di piccole dimensioni con grande precisione dimensionale.

Il PSU presenta eccezionali proprietà meccaniche, elettriche e termofisiche. Molti tipi di PSU commerciali sono in grado di tollerare alte temperature per un lungo periodo di tempo e hanno una resistenza alla trazione e agli urti molto elevata, paragonabile a quella del policarbonato. Il polisolfone dimostra anche un'eccellente stabilità chimica e idrolitica. Ad esempio, è altamente resistente agli acidi minerali acquosi, alle basi e agli agenti ossidanti ed è abbastanza resistente a molti solventi. Tuttavia, non resiste ai solventi aromatici e a diversi solventi moderatamente polari come benzene, toluene, metiletilchetone e idrocarburi clorurati.

Il polisolfone rappresenta spesso una scelta eccellente per realizzare componenti esposti a vapore e acqua calda. Tra gli esempi di applicazione figurano componenti di rubinetti, parti interne di macchine da caffè, pezzi in plastica sterilizzabili come dispositivi medici, raccordi per l'acqua calda e collettori idraulici, nonché membrane per il trattamento dell'acqua, la separazione dei gas, l'emodialisi, il cibo e le bevande. Il polisolfone (non protetto) è tuttavia sconsigliato per usi esterni, perché la maggior parte dei tipi (non rinforzati) presenta scarsa resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi UV.

PLASTICA ALTERNATIVA: SPS (polistirene sindiotattico) NOME COMMERCIALE DELL'SPS: XAREC

Lo XAREC è la prima resina di polistirene sindiotattico (SPS) al mondo. Idemitsu ha creato questo prodotto SPS unico nei suoi laboratori centrali di ricerca combinando un catalizzatore metallocenico con un monomero di stirene. Il catalizzatore metallocenico conferisce flessibilità alla struttura del polistirene cristallizzato SPS, consentendo un'ampia varietà di disposizioni degli anelli benzenici. Inoltre, i ricercatori hanno applicato la tecnologia avanzata delle leghe e dei compositi per estendere notevolmente il potenziale commerciale dell'SPS come plastica di livello ingegneristico.

Punti di forza di SPS:

- ▶ **Resistenza all'idrolisi:** rispetto alle resine a base di poliestere e poliammide, l'SPS offre una superiore resistenza all'idrolisi, paragonabile al solfuro di polifenilene.
- ▶ **Resistenza chimica:** l'SPS è altamente resistente alla corrosione da parte di vari acidi e alcali e può resistere agli oli per le automobili e all'antigelo.
- ▶ **Basso peso specifico:** con uno dei pesi specifici più bassi di tutti i tecnopolimeri disponibili sul mercato, l'SPS permette di ridurre il peso e il costo dei pezzi.
- ▶ **Resistenza al calore:** con una resistenza al calore a lungo termine di 130 °C, una temperatura di dilatazione termica di 250 °C e un punto di fusione di 270 °C, l'SPS può essere usato per la saldatura a onda e a rifusione. L'SPS è anche resistente all'umidità e utile per parti di chip e connettori a montaggio superficiale.
- ▶ **Proprietà elettriche:** le proprietà elettriche dell'SPS, compreso il fattore di dissipazione e la costante dielettrica, sono simili a quelle delle fluororesine. Essendo elettricamente stabile su un'ampia gamma di frequenze e temperature, è adatto per la fabbricazione di componenti ad alta frequenza.

- ▶ **Stabilità dimensionale:** poiché il flusso e la direzione trasversale della resina fusa cambiano poco durante il restringimento dello stampo, l'SPS offre buone prestazioni dimensionali rispetto ad altre resine cristalline rinforzate con fibra di vetro.
- ▶ **Lavorabilità:** l'SPS può essere facilmente trattato su qualsiasi macchina per stampaggio a iniezione con specifiche standard. Possiede proprietà di alta fluidità, vicine a quelle della plastica a cristalli liquidi, e una degradazione al riscaldamento minima. Può anche essere facilmente molato, semplificandone il riciclaggio.

Grazie alla sua notevole resistenza al calore, alle proprietà elettriche, alla resistenza chimica e al basso peso specifico, l'SPS è adatto alla fabbricazione di componenti elettronici per vari veicoli elettrici ibridi. L'SPS rappresenta anche una valida scelta ambientale ed è compatibile con i processi di saldatura senza piombo.

Date le ottime prestazioni anche in caso di sbalzi di temperatura o di esposizione alle sostanze chimiche dell'acqua e al contatto elettrico, è diventato un componente essenziale di molti elettrodomestici di uso quotidiano. Le proprietà dielettriche dell'SPS, compreso il basso fattore di dissipazione e la costante dielettrica, sono simili a quelle note delle fluororesine, il che rende l'SPS ideale per l'uso in componenti ad alta frequenza.

Infine, come già indicato all'inizio di questa guida, i problemi legati alla supply chain restano sempre difficili da affrontare, soprattutto quando i materiali scarseggiano. Ecco perché è utile disporre di un elenco di materiali alternativi ai comuni materiali termoplastici stampati a iniezione.

Protolabs è il fornitore più rapido al mondo di prototipi su misura e pezzi di produzione in volumi ridotti.

Questa azienda altamente informatizzata impiega processi avanzati di stampa 3D, lavorazione con macchine CNC e stampaggio a iniezione rapida per fabbricare i pezzi in pochi giorni. Il risultato è una rapidità di immissione sul mercato eccezionale a disposizione dei progettisti e degli ingegneri di tutto il mondo. Il processo di Protolabs è relativamente semplice. I progettisti caricano il loro modello CAD3D nel sistema di preventivazione online e ricevono una analisi di realizzabilità e informazioni sui prezzi in poche ore. Quando il progetto è pronto, i servizi di produzione di Protolabs possono realizzare da uno a oltre 10.000 pezzi finiti in pochi giorni.



Protolabs offre tre importanti servizi di produzione:

Stampa 3D

- ▶ Stereolitografia
- ▶ Sinterizzazione laser selettiva
- ▶ Sinterizzazione laser diretta dei metalli
- ▶ Multi Jet Fusion

Lavorazione a macchine CNC

- ▶ Fresatura a tre assi
- ▶ Tornitura combinata

Stampaggio a iniezione

- ▶ Stampaggio a iniezione della plastica
- ▶ Stampaggio della gomma silconica liquida
- ▶ Sovrastampaggio e costampaggio

