

MŰSZAKI MŰANYAG FÉLKÉSZ TERMÉKEK

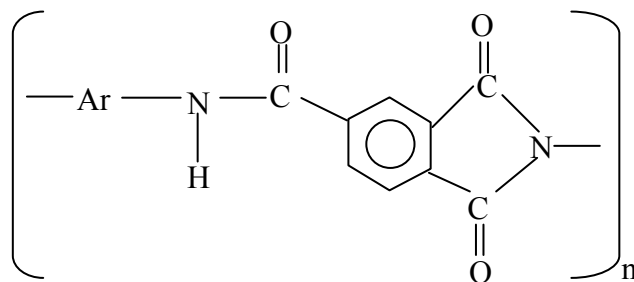
Ismertető sorozat 13. rész

Anyagcsoport: – Poli(amid-imid) – PAI

Dr. habil. Kalácska Gábor, egyetemi docens, Szent István Egyetem, Gödöllő

1. Szerkezet

Az Amoco (USA) cég által 1964-ben bemutatott anyag a TORLON családnév alatt vonult be a mérnöki gyakorlatba. A poli(amid-imid) kémiai szerkezetét az 1. ábra szemlélteti, ahol „Ar” valamilyen aromás gyűrű.



1. ábra. Poli(amid-imid) (PAI)

A TORLON PAI anyagcsalád megoldási lehetőséget kínál magas hőmérsékleti körülmények esetére, ahol a mechanikai terhelhetőség és a mérettartás egyaránt fontos. A PAI ára kedvezőbb, mint a polibenzimidazol (PBI) ára, ennek megfelelően alkalmazása is jobban elterjedt a fejlett ipari technológiákban.

2. Általános jellemzők

- Kiváló hőállóság (250 °C-ig) levegőn,
- jó mechanikai terhelhetőség rendkívül széles hőmérséklet-tartományban,
- jó tribológiai tulajdonságok egyes kompozitváltozatoknál,
- kiváló mérettartás 250 °C-ig,
- kiemelkedő ellenállás gamma- és röntgensugárzással szemben,
- nehezen éghető,
- jó UV-állóság.

3. Fő alkalmazási területek

A natúr TORLON PAI 4203 rendelkezik a legnagyobb szívóssággal és ütőmun-ka értékkel a PAI változatok között. Ennek megfelelően a félvezető és mikroelektroni-

kai iparban elterjedt a széles hőmérséklet-tartományban használatos készülékelemek és szigetelő alkatrészek gyártására. Sűrűlódó helyeken a PTFE és grafit adalékolású kompozitváltozatot használják (*TORLON PAI 4301*). Elterjedten használják önkendő siklócsapágy anyagának magas hőmérsékleten, javított siklási és kopásállósági jellemzőkkel. Fokozott mérettartási követelmények (pl. magas hőmérsékleten, tartós statikus terhelés elviselése minimális deformációval) esetén használható az üvegszál-erősítésű kompozitváltozat (*PAI 5530*).

Az 1. táblázat bemutatja a PAI féltermékek néhány jellemző tulajdonságát.

1. táblázat

PAI műszaki műanyag féltermékek és kompozitok tulajdonságai

Szakítószilárdság: 80–120 MPa	Keménység (Rockwell): E 104
Szakadási nyúlás: 3–10%	Rugalmassági modulus (E): 4500–6000 MPa
Nyomószilárdság (1%-os deformációhoz) 27–31 MPa	Felületi ellenállás (Ω): 10^{17} – 10^{18}
Éghetőség (UL 94). V-0	Jó tribológiai viselkedés (kompozitváltozat)
Térfogati ellenállás (Ω): 10^{15} – 10^{17}	Hővezető képesség (w/m·K): 0,26–0,54
Széles alkalmazási hőmérséklet-tartomány: +250 °C-ig	Lineáris hőtágulás 150 °C alatt és felett 25 – $30 \cdot 10^{-6}$ m/(m·K)

4. Megmunkálási technológia

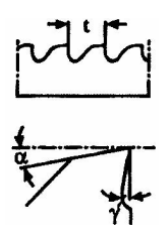



Ragasztás

A PAI a ragasztható műanyagok közé sorolható. A ragasztóanyag-gyártók által forgalmazott „műanyag ragasztó” kategória termékei használhatók. Emelt hőmérsékletű üzemmódban a hőállóságokat egyeztetni kell. Minden esetben fontos a precíz felületelőkészítés és az adott ragasztóra érvényes gyártói technológiai leírás betartása.

Forgácsolás (esztergálás, marás, fúrás, fűrészelés)

A PAI forgácsolása körültekintést igényel, száraz állapotban ridegebb a forgácsleválás, nedves állapotban szívósabban viselkedik. Főleg a kompozit változatoknál javasolt a keményfémlapkás szerszámok használata, de éles kivitelben. A forgácsolási paraméterek hasonlítanak az erősített PEEK forgácsolásához. A javasolt forgácsolási paraméterek a 2. táblázatban találhatók.

A PAI forgácsolási jellemzői

Eljárás	Technológiai jellemzők	Értékek	Általános megmunkálási pontosság
Fűrészelés 	α – hátszög [°] γ – homlokszög [°] v – vágósebesség [m/min] t – fogosztás [mm]	α : 15–30 γ : 0–5 v : 30–100 t : 3–5	IT 12–14
Esztergálás 	α – hátszög [°] γ – homlokszög [°] v – vágósebesség [m/min] s – előtolás [mm/ford.] χ – elhelyezési szög [°]	α : 6–8 γ : 0–5 v : 250–500 s : 0,1–0,5 χ : 45–60	IT 8–11
Fúrás (csigafúró, egyélű kés) 	α – hátszög [°] γ – homlokszög [°] v – vágósebesség [m/min] s – előtolás [mm/ford.] φ – csúcsház [°]	α : 5–10 γ : 10–30 v : 50–200 s : 0,1–0,3 φ : 90	IT 9–11
Marás 	α – hátszög [°] γ – homlokszög [°] v – vágósebesség [m/min]	α : 5–15 γ : 6–10 v : 250–500	IT 8–11

5. Különleges tulajdonság

Forgácsolás utáni hőkezeléssel a PAI alkatrészek kopásállósága és vegyszerállósága javítható, ami az anyagban lejátszódó utólagos polimerizációs folyamatoknak tulajdonítható. A hőkezelés történhet levegőben vagy nitrogéngázban. Az ideális hőkezelési folyamat minden alkatrésze számára más és más, amely függ az anyagvastagságtól és az alkatrész alakjától is. 12 mm-es anyagvastagságig, a *TORLON*[®] PAI mindkét célú hőkezelésére – tapasztalat alapján – 10–20 °C/óra fűtési sebességgel az első nap 150 °C-ig, a második napon 215 °C-ig, a következő 2 nap alatt 245 °C-ig, végül 6 nap alatt 260 °C-ig való felmelegítés, majd szobahőmérsékletre lassú lehűtés javasolható.

A *TORLON*[®] PAI 4203 anyag levegőn történő hőkezelése során a felület sötétbarnára színeződik az oxidáció miatt, de ez nem befolyásolja az anyag tulajdonságait. Ez az elszíneződés nem jelentkezik, ha a hőkezelés nitrogéngázban történik.