

MŰSZAKI MŰANYAG FÉLKÉSZ TERMÉKEK

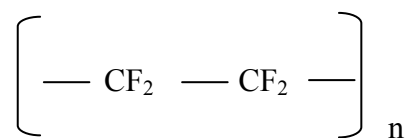
Ismertető sorozat 10. rész

Poli(tetrafluor-etilén) – PTFE

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

1. Szerkezet

A fluoropolimerek közül az egyik legrégebbi és legismertebb anyag a poli(tetrafluor-etilén) rövidítve PTFE. Részben kristályos szerkezetű, sok vonatkozásban különleges anyag. A PTFE molekulaszervezetét a következő ábra mutatja:



Az anyag elméletileg hőre lágyuló, nagymértékben kristályos szerkezetű, amelynek kristályos olvadáspontja 327 °C, de ezen a hőmérsékleten még az anyag viszkozitása olyan nagy, hogy nem ömlik meg. Zselészerű, bizonyos szilárdsággal rendelkező anyag. A tényleges megömlés környéki hőmérsékleten – 400 °C – viszont elbomlik a polimerlánc. Ez a viselkedés nagymértékben meghatározza a PTFE feldolgozhatóságát, utólagos technológiáit és későbbi alkalmazhatóságát is. A műszaki gyakorlatban használt PTFE féltermék formák: rudak, vastag és vékony falú csövek, táblák, lemezek natúr és adalékolt (kompozit) formában egyaránt. A féltermékek előállítása is különleges az anyag viselkedése miatt. Szinterezés, nyomásos szinterezés, sajtolás, extrúzió (RAM, paszta).

Általános jellemzők:

- rendkívül jó vegyszerállóság
- kitűnő hőállóság és hidegállóság
- kiváló elektromos szigetelő és dielektromos tulajdonságok (hőmérséklet és frekvenciafüggetlen)
- kis felületi energia, jó siklási tulajdonságok
- fiziológiailag semleges (élelmiszeripar, gyógyászat),
- legkevésbé éghető natúr polimer (oxigénindex 95% körüli)
- jó szívósság és kifáradási ellenállás
- jól forgácsolható,
- elhanyagolhatóan kicsi vízfelvétel.

Hátrányok:

- nem mérettartó (nagy kúszási, hidegfolyási hajlam),
- rossz kopás- és karcállóság,
- ionizáló sugárzás roncsolja,
- a műszaki műanyagok között kirívóan gyenge mechanikai jellemzők,
- nagy hőtágulás,
- viszonylag drága anyag, amelyhez nagy sűrűség is társul (2,1–2,2 kg/dm³).

A hátrányokat kompozitokkal, adalékolással lehet csökkenteni. Jellemzően használatos adalékanyagok: üvegszál, kokszpor, grafit, MoS₂, bronzpor.

2. Főbb tulajdonságok

Az 1. táblázat bemutatja a PTFE félkész termékek néhány jellemző tulajdonságát.

1. táblázat

PTFE műszaki műanyag félkész termékek tulajdonságai

Szakító szilárdság: 16–25 MPa	Keménység (Rockwell): D 50–D 75
Szakadási nyúlás: 270–400%	Rugalmassági modulus (E): 400–700 MPa
Jó formaleválasztó képesség	Alacsony súrlódási tényező $\mu = 0,01–0,1$
Jól megmunkálható	Fiziológiailag semleges, élelmiszerrel és gyógyszerrel érintkezhet
Felület ellenállás (Ω): $10^{11}–10^{16}$	Éghetőség (UL 94). V-0
Térfogati ellenállás (Ω): $10^{13}–10^{17}$	Hővezető képesség (W/m·K): 0,25–0,5
Széles alkalmazási hőmérséklet-tartomány: –200 °C-tól +260–300 °C-ig	Jó elektromos szigetelőképeség nedves közegben is

3. Fő alkalmazási területek

A gépiparban kis fajlagos terhelésnek kitett siklóelemek, csúszócspagyak, tömítések, az építőipari szerkezeteknél dilatációs támaszfelületek készülhetnek PTFE-ből.

A vegyipari alkalmazásoknál általában a rendkívül jó vegyszerállóságot és hőállóságot használják ki pl. adagolóberendezések, dugattyúk, tömítések, csövek, kompenzátorok, kádbevonatok, laboratóriumi eszközök, keverők gyártásánál. Élelmiszeripari berendezéseknél, gépeknél szintén elterjedten használatos a jó felületi leválasztóképessége és hőállósága miatt: dagasztóberendezések, sütőformák stb. előállításánál. A PTFE a villamosiparban pl. motorok, transzformátorok szigetelése, generátorok horonyszigetelése előállítására alkalmas. A járműiparban a hajótechnikától az űrrepülésig mindenhol előfordulnak PTFE dilatációs és tömítőelemek.

4. Megmunkálási technológia

Hegesztés:

Alapvetően nem hegeszthető anyag a PTFE, mivel hő hatására nem képződik igazi ömledék. Azonban a fűtőelemes hegesztési módszerrel, átlapolásos technikával 2 mm lemezvastagságig, kellő nyomás alkalmazása mellett „hegeszthető” az anyag.

Ragasztás:

A PTFE a nehezen ragasztható féltermékek közé tartozik. A rendkívüli vegyszerállóság és antiadhéziós felület különleges felületelőkészítést igényel. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy meg kell változtatni a felület kémiai összetételét, aktiválni kell a felületet. Ez történhet pl. égetéssel, maratással vagy erre a célra forgalmazott felületi aktivátorral. Csak ezután lehet az egyes ragasztókat alkalmazni a gyártói előírások szerint. A PTFE anyagok ragasztásáról több információ elérhető a www.quattroplast.hu honlapon.

Hőformázás:

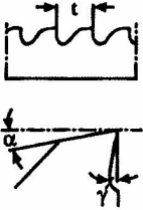



A PTFE lemezek 325–340 °C között nyomással jól hajlíthatók, mélyhúzhatók. Újra visszamelegített, korábban hőformázott PTFE anyagok visszanyerik eredeti alakjukat, „emlékező” anyagok.

Forgácsolás (esztergálás, marás, fúrás, fűrészelés):

A PTFE forgácsolása részben hasonlít az extrudált poliamid 6 és a PE-UHMW-HD 1000 forgácsolásához. Mivel viszonylag lágy, rossz hővezető képességű anyagokról van szó, lényeges az éles szerszám, a forgácsolás közbeni hűtés és az óvatos munkadarab-megfogás. A méretellenőrzések problémája, hogy az érintkezéssel mérőeszközök sok esetben olyan mikrogeometriai deformációt okoznak, amely meghamisítja a mérést. A mérő különös odafigyelést igényel.

A hagyományos fém, bizonyos esetekben famegmunkáló szerszámok - szénacél, gyorsacél, keményfém, gyémánt - használhatóak csak éles kivitelben. Hűtés mindenképp javasolt (de nem emulzió), amellyel nagyobb forgácsolási sebességek is alkalmazhatóak, pl. $v = 200\text{--}400$ m/min esztergálásra és marásra, $v = 50\text{--}100$ m/min fúrásra. További javasolt forgácsolási paraméterek találhatóak a 2. táblázatban.

A PTFE forgácsolási jellemzői

Eljárás	Technológiai jellemzők	Értékek	Általános megmunkálási pontosság
Fűrészelés 	α – hátszög [°] γ – homlokszög [°] v – vágósebesség [m/min] t – fogosztás [mm]	α : 25–40 γ : 0–8 v : 50–500 t : 8–45	IT 12–14
Esztergálás 	α – hátszög [°] γ – homlokszög [°] v – vágósebesség [m/min] s – előtolás [mm/ford.] χ – elhelyezési szög [°]	α : 6–10 γ : 0–5 v : 250–500 s : 0,1–0,5 χ : 45–60	IT 9–12
Fúrás 	α – hátszög [°] γ – homlokszög [°] v – vágósebesség [m/min] s – előtolás [mm/ford.] ϕ – csúcsház [°]	α : 10–15 γ : 3–5 v : 50–100 s : 0,1–0,3 ϕ : 90–120	IT 10–13
Marás 	α – hátszög [°] γ – homlokszög [°] v – vágósebesség [m/min]	α : 5–15 γ : 0–15 v : 200–500	IT 9–11

Az anyagok felhasználásával, kereskedelmével kapcsolatban további részletek állnak rendelkezésre a **Quattroplast Kft**-nél és a www.quattroplast.hu honlapon.