

Különleges polimerek igényes alkalmazásokban

A poli(éter-éter-ke-ton) hőállósága mellett egy sor előnyös tulajdonsággal rendelkezik, amelyek alkalmassá teszik a földgáz- és kőolajiparban való alkalmazásra. Kopásállósága még tovább fokozható kompaundok esetében.

Tárgyszavak: műszaki műanyagok; poli(éter-éter-ke-ton), PEEK; tribológiai tulajdonságok; földgáz- és kőolajipar; csövek; kompaundok.

A PEEK a földgáz- és kőolajiparban

A világ energiafogyasztása még mindig nő, 2030-ra a becslések szerint kb. 50%-kal, és a növekedés kb. 80%-a szénhidrogénekből fog származni. Ez a szűkülő energiaforrások miatt biztosan árnyövekedést fog okozni, ezért ma az olajkitermelők feladata a meglevő források minél teljesebb kihasználása és az egyre nehezebben hozzáférhető források kitermelésére való felkészülés. A viszonylag sekély part menti források kezdenek kimerülni, a fúrásokkal kénytelenek a mélyebb vizekre „evezni”. Ez magasabb hőmérsékletet, nagyobb olaj- és víznyomást jelent. A fejlesztési költségek nőnek, és a megoldások gyakran speciális anyagokat kívánnak. A megfelelő anyagok megválasztása sokszor a kulcsot jelenti a sikerhez. Sok esetben a fejlett műszaki műanyagok a fémeknél is előnyösebb tulajdonságokat mutatnak ilyen körülmények között.

A PEEK előnyei

A **Victrex** cég azonos márkanevű PEEK [poli(éter-éter-ke-ton)] és PAEK [poli(aril-éter-ke-ton)] anyagai ilyen különleges műanyagok. Ezek az anyagok a kőolajkitermelés számos területén bizonyultak elengedhetetlennek az adatgyűjtéstől a kútépítésen keresztül a betétekig és csövekig; a korábbiaknál szélesebb paramétertartományokban működtethetők és csökkentik a meghibásodás veszélyét. A PEEK egyedülálló tulajdonságegyüttest mutat a vegyszerállóság, villamos, kopási, hidrolitikus és termikus jellemzők területén. Kitűnő a mérettartósága is, ezért egyre több területen specifikált nyersanyaggá vált.

A PEEK mint fémhelyettesítő anyag könnyű, tartós, gazdaságos, amely még magas hőmérsékleten is ellenáll a korrózióknak. Tekintsük át részletesebben ezeket a kiváló jellemzőket.

- *Hőállóság:* a tartós felhasználás hőmérsékleti határa 260 °C, de rövid ideig szinte a kristályos olvadáspontjáig (340 °C) használható. Az újabb PAEK polimerek között vannak még ennél hőállóbb típusok is.
- *Vegyszerállóság:* a PEEK magas hőmérsékleten is hatékony gátat jelent az agresszív H₂S és CO₂ gázokkal szemben és a kis áteresztőképesség miatt védi a fémszerkezeteket. Jobban ellenáll a metanol és a víz hatásának is, mint a fémek és más, jelenleg a kőolajiparban használt, kevésbé értékes műanyag. A PEEK 200 °C-ig agresszív vegyszerek sorának ellenáll, köztük a kutakban használt különböző vegyszereknek, fűrófolyadékoknak és iszapoknak, és rendkívül kis áteresztőképességet (permeabilitást) mutat vízzel és metanollal szemben.
- *Dekompresszióállóság:* a PEEK nagyon jól ellenáll a gyors gázdekompresszió rendkívül káros hatásainak.
- *Hidrolízisállóság:* a PEEK megtartja szerkezeti integritását és méreteit akkor is, ha sokáig vízben, tengervízben vagy gőz jelenlétében működik, magas hőmérsékleten és nagy nyomáson is.
- *Kopás- és erózióállóság, mechanikai jellemzők:* agresszív közegben is megtartja kiváló szilárdságát, átvágással szembeni ellenálló képességét és kis sűrűlési együtthatóját. Szilárdságát, merevségét, kúszással szembeni ellenállását széles hőmérséklet-tartományban, többféle közegben is megőrzi.
- *Villamos jellemzők:* kitűnő villamos átütési szilárdságát és szigetelőképességét megtartja széles hőmérséklet-tartományban és többféle környezetben is.

Felhasználási területek

Az *adatszolgáltatás* megbízhatósága szempontjából a kőolaj- és földgázkitermelő cégeknek fontos, hogy olyan anyagokat használjanak, amelyek a 4500 m-nél mélyebb kutakban is működnek. A PEEK sok esetben a drágább kerámia, üveg vagy fém alkatrészek helyettesítésére képes. A PEEK-et villamos szigetelőképesége alkalmassá teszi, hogy a *csatlakozásokban* megóvja a villamos jelek épségét szélsőséges körülmények között is. Ugyanezek az előnyös tulajdonságok mondhatók el az *adattároló berendezések* alkatrészeivel, a *kábelekkel* kapcsolatban is. A PEEK fontos a furatban elhelyezett *szenzorok* gyártásában is. A magas hőmérsékleten és nagy nyomáson mutatott csekély kúszás lényeges a *tömítések, gyűrűk, szelepalkatrészek, csapágyak, átvezetések, meghajtások* gyártásánál is, amelyek kulcsszerepet játszanak a nagy nyomású, agresszív közegek kezelésében. A kopó alkatrészeknél fontos a jó kopásállóság és a kis sűrűlés is. Nagyon fontos szerepet játszanak a PEEK alkatrészek a víz alatti szivattyúk működésében. Az új olajkitermelési technológiák, ahol a nagy mélység, nyomás és hőmérséklet nagy villamos energiafogyasztással párosul, gyakran kifognak az olyan tradicionális szerkezeti anyagokon, mint a poliamidok vagy a szuper duplex acél. Az új, PEEK csöveket tartalmazó mélytengeri vezetékek 2000 m-nél nagyobb mélységben is felhasználhatók, szemben a hagyományos nyersanyagból készütekkel. Ezek a csövek nagyrészt kiküszöbölik a metanolbehatolás káros hatásait és növelik a

termék élettartamát. A kitermelésnél alkalmazott csövek gyártásához sav- és korrózióálló acélötvözeteket írnak elő, de a szulfidok által kiváltott feszültségrepedezés itt is problémát okoz, amire a PEEK alkalmazása jelenthet megoldást az epoxigyanta bevonattal ellátott acél helyett. A PEEK alapú, hőre lágyuló csőbetétek csökkentik a kopást, kisebb a paraffinlerakódás veszélye, kisebb az áramlási ellenállás, ritkábban van szükség a csövek vegyszeres tisztítására.

1. táblázat

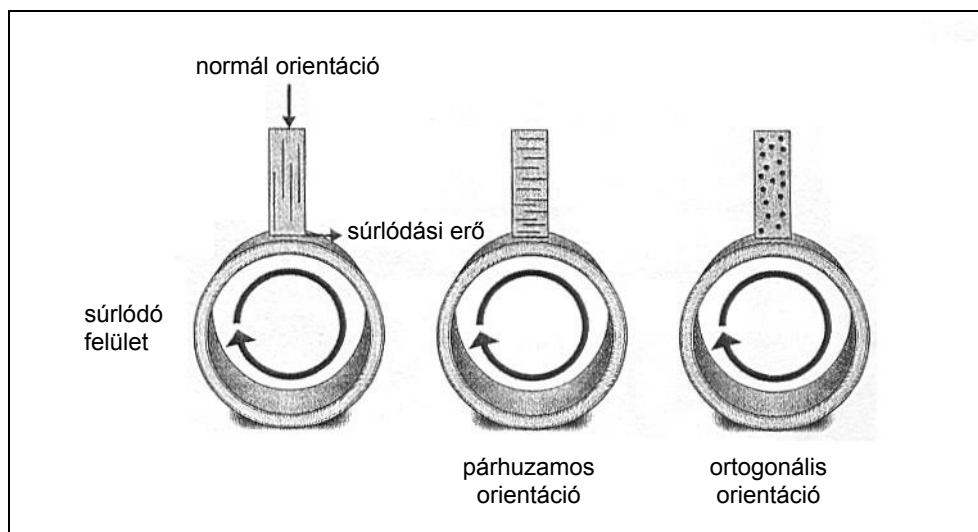
A kopási vizsgálat paraméterei

Paraméter	Érték
Felületi nyomás	5 MPa
Csúszási sebesség	1,0 m/s
Kopási út	21600 m
Kenőközeg	nincs
Kenőközeg felhordása	nem értelmezhető
Másik érintkező felület	100Cr6, 60HRc, Ra=0,15 µm
Temperálás	kényszerkonvekció
Kopás mérése	időfeloldással
Súrlódási erő mérése	időfeloldással
Dokumentált környezeti feltételek	hőmérséklet, légnedvesség

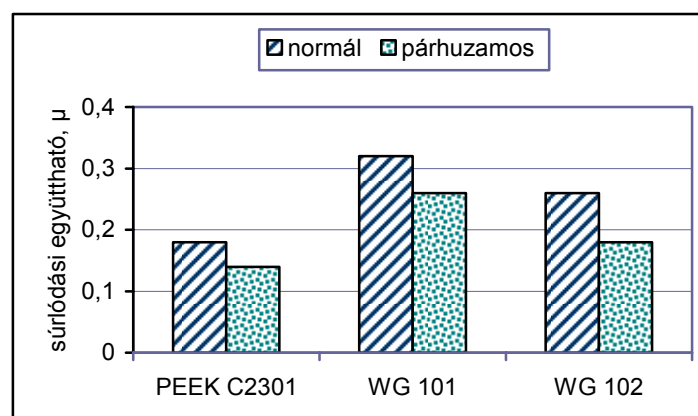
Kopásálló elemek PEEK kompaundból

Az **Evonik Industries AG** PEEK anyagából a **Leis Polytechnik polymere Werkstoffe GmbH** speciális kompaundot fejlesztett ki tribológiai alkalmazásokra. A *Triboforce PEEK C2301*-t a **Victrex GmbH** két kereskedelmi anyagával (*WG101* és *WG 102*) hasonlították össze laboratóriumi körülmények között, az *ASTM G 137* szabvány szerint. A terhelési viszonyokat úgy állították be, hogy már 21600 m kopási út után mérhető kopás jöjjön létre (1. táblázat). Az *Atlas TT* berendezésen egyszerre 4 próbatest vizsgálható, ezért a vizsgálat sokkal „termelékenyebb”, mint a valós alkatrészekon végzett mérések. A geometria olyan, hogy egy meghatározott erővel nyomott négyszög keresztmetszetű blokk siklik egy gyűrű geometrián. A blokk elmozdulását, a súrlódási erőt és az anyagvesztést mérni lehet, még hozzá nagy időfelbontással. A vizsgált próbatesteket húzópróbatétestből állítják elő. Szálerősített anyagoknál – akár extrudálással akár fröccsöntéssel dolgozzák fel azokat – szálorientáció alakulhat ki, jelentősége van a szálak és a kopó felület által bezárt szögnek. Tekintettel arra, hogy a fröccsöntött húzópróbatétek közepén nagyjából tengelyirányú (preferált) orientáció alakul ki, a szálak és a koptató felület közti háromféle orientáció könnyen megvalósítható (1. ábra). Mivel a legtöbb gyakorlati esetben párhuzamos szálorientáció van, a kopási és súrlódási méréseket a megfelelő próbatestekkel végezték, ezt egészítették ki a normál (merőleges) szálorientációval végzett kísérletek. Az *ASTM D 618* és a *DIN EN ISO 291* szerint a próbatesteteket 40 órán keresztül 23 °C-on, 50% relatív nedves-

ségtartalom mellett tárolták. Az egy menetben végzett négy párhuzamos mérés eredményeit statisztikailag értékelték (*DIN 55303* vagy *DIN 53804 1. rész* szerint). Az eltéréseket az átlagok és szórások figyelembevételével 90%-os megbízhatósági szinten vizsgálták. A kapott eredményeket a 2. táblázat foglalja össze. Az adatokból látható, hogy a kopási sebességben és súrlódási együtthatóban jelentős eltérések vannak a vizsgált minták között. A fajlagos kopási sebesség értékei normál orientációnál a *Triboforce C2301* és a *WG101* összehasonlíthatók, a *WG 102* valamivel jobb mindkettőnél. Jelentős eltérés a három anyag között párhuzamos szálorientáció esetében mutatkozik, amely elsősorban műszaki termékeknél jellemző. Itt a *Triboforce C2301* kompaund mutatja a legkisebb kopást, ezután jön a *WG 102* és a *WG 101* a leggyengébb. A súrlódási együtthatók tekintetében is a *Triboforce C2301* mutatkozik a legkedvezőbbnek (2. ábra). További előnye, hogy a súrlódási együttható viszonylag gyorsan beáll és állandó marad. A *Victrex* minták esetében hosszabb volt a beállási idő, és a súrlódási együttható ennek során nőtt.



1. ábra A kopási kísérletekben alkalmazott háromféle szálorientáció



2. ábra Különböző PEEK minták súrlódási együtthatói a szálorientáció függvényében

PEEK és PEEK kompaund tribológiai tulajdonságai

Anyag	Gyártó	Orientáció	Fajlagos kopási sebesség, $10^{-6} \text{ mm}^3/\text{Nm}$	Lineáris kopási sebesség $\mu\text{m/h}$	Csúszási súrlódási együttható, μ
Triboforce PEEK C2301	Leis Polytechnik GmbH	normál	$0,6 \pm 0,2$	11 ± 4	$0,18 \pm 0,02$
		párhuzamos	$0,26 \pm 0,05$	$4,6 \pm 0,9$	$0,14 \pm 0,03$
WG 101	Victrex plc	normál	$0,62 \pm 0,04$	$11,1 \pm 0,7$	$0,32 \pm 0,01$
		párhuzamos	$0,49 \pm 0,02$	$8,9 \pm 0,3$	$0,26 \pm 0,02$
WG 102	Victrex plc	normál	$0,45 \pm 0,01$	$8,2 \pm 0,2$	$0,26 \pm 0,04$
		párhuzamos	$0,35 \pm 0,06$	6 ± 1	$0,18 \pm 0,03$

Összeállította: Dr. Bánhegyi György

J. Reks: PEEK provides long-term reliability in the oil and gas industry = iapd magazine, 2011. április/május, pp. 20–21.

M. Guterl: Lläuft wie geschmiert = Kunststoffe, 101. k. 12. sz. 2011. p. 70–72.