

## Poliamidok széles választéka az autóiipari alkalmazásokhoz

A poliamidokat, elsősorban töltött, erősített változatait előszeretettel alkalmazza az autóiipar. Ma már a motortérben is bátran használják a hőálló típusokat, amelyek drágább műszaki műanyagokat helyettesítenek. A tulajdonságok közül a kisebb nedvességfelvétel és a lakkozhatóság javítása jelent előrelépést.

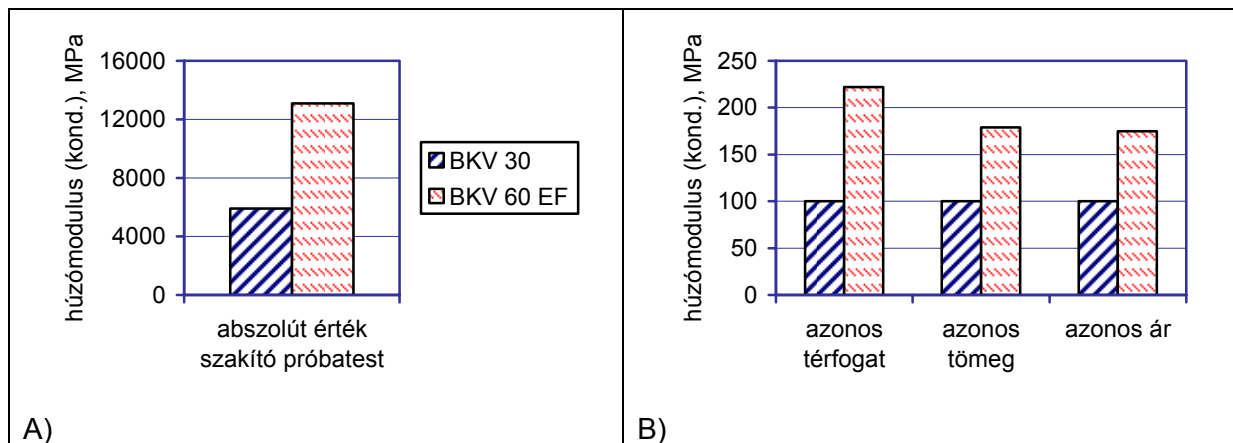
*Tárgyszavak: hibrid szerkezetek; PA kompozitok; tömegcsökkentés; autóiipar; műanyag-feldolgozás; hőállóság; lakkozás.*

### Az emissziócsökkentés az alapanyagtól is függ

A poliamid 6 és 66 típusokat az autóiipar elsősorban karosszériaelemek és a motortérben elhelyezett üreges testek gyártásához használja. Az autók tömegcsökkentésében jeleskedő műanyagok nemcsak a fémeknél kisebb sűrűségük, hanem az alakíthatóság és a tervezhetőség szabadsága miatt is előnyösek. Mégis csak akkor kerül szóba a fémek helyettesítése, ha a tömegcsökkentésen kívül a megoldás nem drágább, és lehetőleg további előnyöket is kínál (pl. különböző funkciók integrációja). A PA6 számára az erősen integrált ún. „frontend” szerkezetek (a gépkocsik orrában és a hátulján elhelyezkedő szerkezeti egységek) jelentik az egyik fő alkalmazást. Gyakoriak az ún. *hibrid alkalmazások*, ahol az acéllemezre ráöntik a poliamidmerevítéseket és egyéb erőbevezető szerkezeteket, amelyek megóvják a vékony lemezeket a deformációtól. A **Lanxess** cég *Durethan BKV 30 H2.0 PA6* típusából 40 autótípus alkatrészei készülnek kb. 20 milliós darabszámban. Hasonló technikával készülnek tetőkeretek és újabban fékpedálok is – az utóbbi esetben 40%-os tömegcsökkentést lehetett elérni.

### Erősen töltött, nagy folyóképességű poliamid típusok

Igen jó eredményeket lehetett elérni 60% üvegszállal erősített poliamiddal és poliészterrel, pl. a *Durethan DP BKK 60 EF H2.0*-vel, amelynek *húzómodulusa szárazon, szobahőmérsékleten a 19 GPa-t is eléri*. Ez duplája a 30% üvegszállal töltött standard típusénak (1. ábra). Tehát mód van a méret (és a tömeg) csökkentésére, vagy változatlan méret esetén a merevség jelentős növelésére. A nagy töltöttség ellenére az új típus folyóképessége megegyezik a hagyományos, 30% üvegszállal töltött típuséval, és azzal azonos hőmérsékleten dolgozható fel.



1. ábra A Durethan BKV 30 H2.0 és a DP BKV 60 EF H2.0 húzómodulusa abszolút értékben (A jelű ábra, bal oldalt) és viszonylagosan: azonos térfogat, tömeg és ár esetében (B jelű ábra, jobb oldalt)

## Tömegcsökkentés könnyűfém és műanyag merevítő lemezekkel

További tömegcsökkentést lehet elérni a hibrid szerkezetekkel, ha az acéllemez helyett alumíniumot vagy erősített műanyag lemezt használnak. Az *Audi TT* alumíniumlemez tartalmazó frontend eleme a hagyományos acélhoz képest 15%-kal könnyebb. A hőre lágyuló műanyag lemezeknél a merevséget végtelen üveg- vagy *Kevlar szálakkal* érik el. Az ilyen „organolemezt” mélyhúzással alakítják, majd megfelelő helyeken ráfröccsöntik a merevítő stb. elemeket. Az ilyen, teljes mértékben műanyagból készült elemek merevsége hasonló, szilárdsága pedig lényegesen nagyobb, mint a fémbetétet tartalmazóké, és a korrózióval szemben (külön védelem nélkül is) ellenállóbbak. Az erősített műanyag lemez alakításához használt mélyhúzó szerszám is lényegesen olcsóbb annál, amelyet fémek esetében kellene használni, ezért kis és közepes sorozatoknál lényeges megtakarítást lehet elérni. Ez a fajta műanyaglemez és a belőle készült hibridszerkezet használható már merevítő lemezek, pl. pótkerékburkolatok készítésére is. A teljesen szerves hibridszerkezetek gyártását a Lanxess egy külső partnerrel oldja meg, az alkatrészek darabszáma már eléri az évi 30–50 000-et.

## Hőálló alkatrészek a motortérben, különleges műszaki műanyagok kiváltása

A motortérben a poliamidot elsősorban a levegő, az olaj, az üzemanyag és a hűtőközeg szállítására használják. Mindegyik esetben hozzájárulnak a szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez. A kisebb, jól megtervezett levegőellátással és kipufogógázvisszavezetéssel ellátott motorok közelében magasabb a hőmérséklet, ezért nagy HDT (terhelés alatti behajlási hőmérséklet) értékű anyagra van szükség. A Lanxess számos olyan PA6 és PA66 típust dolgozott ki (köztük töltött és erősített típusokat is), amelyek extrúziós fűvással, szekvenciális extrúziós fűvással és vákuumos üregeztet-alakí-

tással is feldolgozhatók – robotok segítségével vagy anélkül. Ehhez szerkezeti viszkozitásra és kis nyírósebesség melletti nagy ömledékszilárdságra van szükség. Ezek az új, nagy ütésállóságú típusok kiválthatnak olyan speciális műszaki műanyagokat, mint a poli(fenilén-szulfid) vagy a speciális poliamidok. *A poliamidok egyik nagy előnye, hogy tartósan magas hőmérsékleten is stabilak.* Különösen a PA66 (amelynek magas az olvadáspontja) 200 °C-ig is terhelhető. *A Lanxess PA típusainak kondicionált állapotú modulustartománya 350 és 5300 MPa között van.* A lágyabb típusokat a gyalogosok védelmét szolgáló eszközökben alkalmazzák.

Nem erősített PA6-ból (*Durethan DP BC 600 HTS*) készül egy táplevegőt vezető cső, amelybe integrált hajlatokat építenek be. Ezeknek a csöveknek hajlékonyaknak kell lenniük, hogy elviseljék a motor rázkódását és kiegyenlítsék a kisebb szerelési távolságokat, ezért itt a legkisebb modulusú típusok közül kellett választani. Eddig ezt csak két különböző keménységű poliamid koextrúziójával lehetett megoldani, amihez képest a homogén anyagból készült termék takarékosabb megoldás.

## **Vízzel segített fröccsöntés a hűtőközeg- és olajvezetékek gyártásánál**

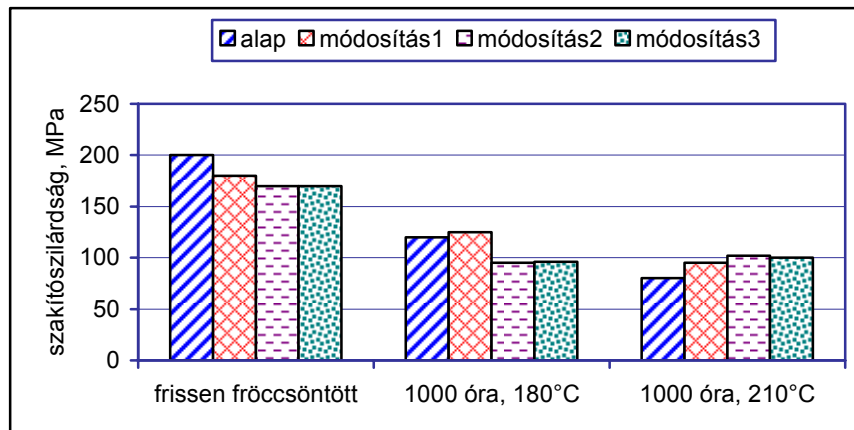
Ezekben az alkalmazásokban a poliamidok fém-műanyag kombinációkat váltanak ki, amivel tömegcsökkentés és a funkciók integrációja érhető el. Ilyen üreges testeket leggazdaságosabban a gázzal és vízzel segített fröccsöntés segítségével lehet előállítani. Külön erre a célra fejlesztették ki a nagy folyóképességű, hidrolízisálló *Durethan DP AKV 30 X HR EF* típust, amelyhez a Lanxess különleges üvegszál-erősítést hozott létre annak érdekében, hogy a cső belső falának felszíne sima maradjon, és ne növelje az áramlási ellenállást. Tekintettel arra, hogy a hűtőközegek hőmérséklete is folyamatosan növekszik, a tartós magas hőmérsékleten mutatott vegyszerállóságot is javítani kellett.

A közvetlen injektálású motorokban a benzinvezetékek a nagy nyomás következtében sztatikusan feltöltődhetnek, ami tűz- és robbanásveszélyt jelent. Ennek elkerülésére fejlesztette ki a Lanxess a *Durethan DP BCF 30 X H2.0* márkanevű PA6 típust, amely alkalmas a sztatikus töltések levezetésére. Az adalék jelenléte ellenére az anyag szívós és jól hegeszthető maradt.

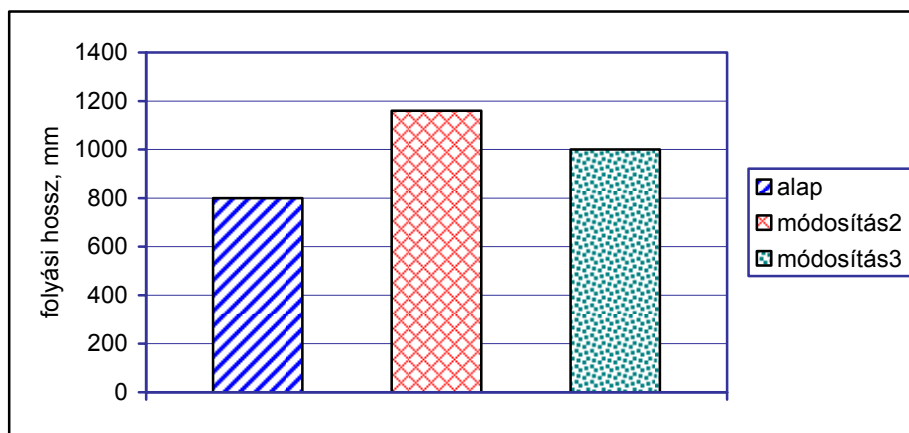
## **Javuló hőállóság a motortérbeli alkalmazásokban**

A motortér hőmérsékletének növekedése folyamatos kihívás elé állítja a poliamidkompaundok fejlesztőit. Ami korábban elegendő volt, az ma már sokszor nem elég, és ha a poliamidkompaundok nem tudják megtartani nehezen kiharcolt résziaci helyzetüket ezekben az alkalmazásokban, az autógyártók inkább visszatérnek a még nagyobb hőállóságú speciális műszaki műanyagokra. *Kérdés, hogy polimerfejlesztés nélkül, pusztán a kompaundálási know-how segítségével sikerül-e jelentős mértékben javítani a poliamidok tartós hőstabilitását, amelyet ma már egyre inkább 210 °C-ra kellene feltornászni.* Arra is szükség lenne, hogy a magas hőmérsékleten bekövetkező öregedés során ne romoljon jelentős mértékben a termékek felületminősége. Tekintet-

tel arra, hogy a termékek alakja meglehetősen bonyolult, a kompaund folyóképességének nem szabad lecsökkennie.



2. ábra Különböző poliamidkompaundok szakítószilárdsága a hőmérséklet és a tárolási idő függvényében



3. ábra Az alap és a módosított poliamidkompaundok folyóképessége spirál módszerrel összehasonlítva (anyag hőmérséklet: 320 °C; szerszám hőmérséklet: 100 °C; fröccsnyomás: 750 bar)

Az **Akro-Plastic GmbH** azt tűzte ki célul, hogy a 150 °C-ig hőálló *Akromid A3 GF 30 5* fekete jelű kompaundjának hőállóságát javítja jelentős mértékben úgy, hogy annak mechanikai és folyási tulajdonságai ne romljanak. Első lépésben három módosított összetételt állítottak elő, és mérték ezek szakítószilárdságának változását 1000 órás öregítés után, különböző hőmérsékleteken (2. ábra). Az eredeti változat szakítószilárdsága 1000 órás, 150 °C-os öregítés után alig változik ugyan, de 180 °C-os öregítés után eléri az 50%-os határértéket, 210 °C-on pedig alatta marad. Az 1. módosítás 180 °C-on ugyan kiemelkedő, de 210 °C-on alatta marad a 2. és 3. módosításnak. A

felület vizsgálatával kiderül, hogy a 2. és 3. verzióban a felület durvulását is sikerült megakadályozni az öregedés során. A 3. ábra tanúsága szerint a módosított változattal még javítani is lehetett a folyóképességet, ami nagy előnyt jelent a feldolgozás során, hiszen kisebb fröccsnyomásra és kisebb záróerőre (vagyis olcsóbb gépre) van szükség. Ezzel a fejlesztés iránya meg van szabva, most már csak „finomhangolásra” van szükség a stabil paraméterek és a felhasználók szempontjából legkedvezőbb változatok kiválasztásához. A kompuandfejlesztés utolsó fázisa a valós próbatetek elkészítése és bevizsgálása az alkalmazás körülményei között (amelyet természetesen itt is gyorsított öregedésvizsgálatokkal kombinálnak). A megcélzott fő alkalmazási terület a motortérbeli üreges testek, elsősorban a légvezetékek gyártása. Az ilyen berendezések tartósan 2 bar nyomásnak és 210 °C-os hőterhelésnek vannak kitéve. Ez a szélsőséges hőmérséklet a forró levegőnek kitett belső felületre vonatkozik, a külső fal tipikusan 120–150 °C-os, esetenként 180 °C-os csúcserővel.

### **Kisebb nedvességfelvételű poliamidkompaundok**

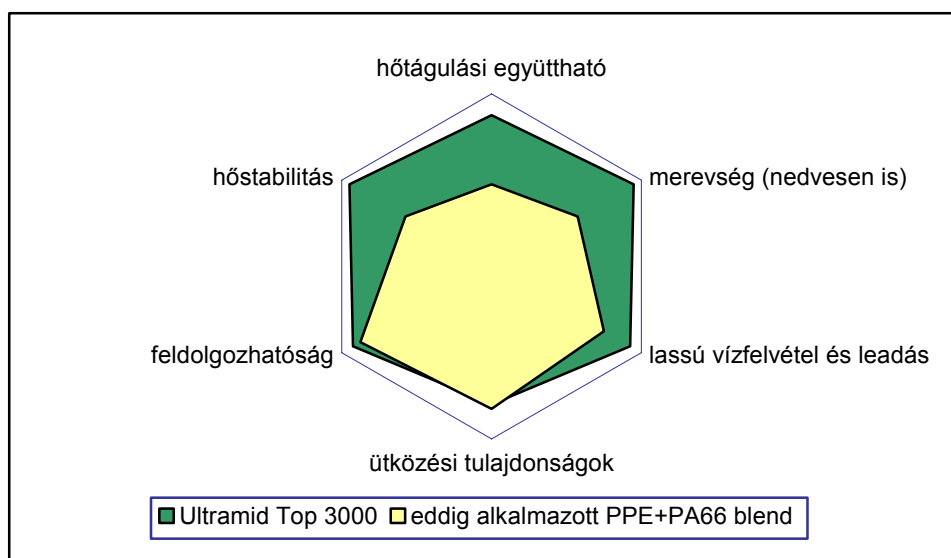
Amióta a poliamidokat (a PA6-ot és PA66-ot) műszaki célokra használják, a felhasználók részéről mindig erős volt az igény arra, hogy csökkentsék a nedvességfelvételt és a vele járó méretváltozásokat. Néhány kereskedelmileg elérhető PA kompaund mellett ezt a problémát a felhasználók inkább úgy oldották meg, hogy a nedvességérzékeny területeken inkább más polimerek használatára tértek át.

Az Akro-Plastic GmbH azt a célt tűzte ki, hogy *olyan PA kompaundokat fejleszt ki, amelyek mechanikai tulajdonságai hasonlók a frissen fröccsöntött poliamidokéhoz, de azok később sem csökkennek a nedvességfelvétel hatására.* Az ütésállóság esetében sikerült jó kompromisszumot elérni mind a fröccsszáraz, mind a kondicionált állapotra. Cél volt az is, hogy a PA6-nál megszokott könnyű feldolgozhatóság és jó felületminőség megmaradjon. Ezeket a célokat ötvözéssel sikerült elérni. A mátrixanyag optimalizálása után két, 30, ill. 50% üvegszállal erősített változatot dolgoztak ki, amelyek nedvességfelvétele mintegy 30%-kal alatta marad a hagyományos típusokénak. Elsősorban arra törekedtek, hogy a modulus és a szakadási nyúlás kevésbé változzék a nedvességfelvétel hatására, mint ahogyan az a PA-nál megszokott. Az *Akromid B3 GF 30 RM fekete (3016)* és az *Akromid B3 GF 50 RM fekete (3146)* típusok megfelelnek ezeknek a követelményeknek. Az ütésállóság nem változik lényegesen a fröccsszáraz állapothoz képest, és a szakadási nyúlás is kisebb mértékben nő. Az *Akromid B3 GF 30 RM fekete (3099)* és a *B3 GF 50 RM fekete (3147)* típusok valamivel még kevesebb nedvességet vesznek fel és lényegesen jobb a felületminőségük. A kisebb nedvességfelvétel kisebb deformációs és vetemedési hajlamot is jelent. Ezeknek a típusoknak különös jelentősége van a vízzel segített fröccsöntésnél, amelyek magas hőmérsékleten és nagy nyomáson érintkeznek vízzel. Felhasználásuk nem korlátozódik a gépkocsi gyártásra, hanem kiterjed pl. a villamosiparra is.

### **Online lakkozható karosszériaelemek**

Nagyot lendítene az autógyártási technológián, ha a műanyagból készült nagy felületű elemeket (ajtóborítást, sárhányólemezeket, csomagtartó- és motorházfedőt) a

karosszériával párhuzamosan lehetne lakkozni. Annak ellenére, hogy ilyen műanyagok ismertek, minden egyes új alkalmazás új kihívást jelent, mert a jelenleg rendelkezésre álló anyagok nem egyformán felelnek meg minden követelménynek. A **BASF** erre a célra fejlesztette ki *Ultramid Top 3000* nevű, ütésálló, ásványi anyaggal töltött, részben aromás poliamidját, amellyel az olcsóbb egyedi szériáknál is meg lehet oldani a fémhelyettesítést. Jelenleg ilyen célra gyakran használtak PA66+PPE [poli(fenilén-éter)] ötvözetet, amihez képest az új *Ultramid típus jelentős előrelépést mutat* (4. ábra). A jelentősen csökkentett hőtágulási együttható biztosítja magas hőmérsékleten az alaktartóságot. A jó hőstabilitás lehetővé teszi, hogy a jelenleg 200 °C körüli lakkozási és beégetési hőmérsékletet is kibírja. A (nedves állapotban is megmaradó) merevség szavatolja a rendszerek mechanikai stabilitását, ami sokkal lassúbb vízfelvétellel és -leadással jár együtt, megtartva az eredeti méreteket nedves környezetben is. A legfejlettebb nanotechnológia felhasználása lehetővé teszi, hogy a folyóképesség és a könnyű feldolgozhatóság az ásványianyag-tartalom ellenére megmaradjon. A próbák során bebizonyosodott, hogy az *Ultramid Top 3000* alkalmazásával különböző lakkozási berendezésekkel és különböző körülmények között is A-osztályú felületminőséget lehet elérni.



4. ábra Az online lakkozható Ultramid Top 3000 és az eddig használt PPE+PA keverék tulajdonságainak összehasonlítása

Összeállította: Dr. Bánhegyi György  
www.polygon-consulting.ini.hu

Zimnol, R.: CO<sub>2</sub>-Reduktion – auch eine Frage des Werkstoffs. = KunstStoff Trends, 8. k. 1. sz. 2008. p. 26–27.

Bergmann, L.; Wutke, T.: Energieeffizienz als Motor für Materialentwicklung. = Plastverarbeiter, 59. k. 11. sz. 2008. p. 82–84.

Neuer Schub für die Kunststoff-Karosserie. = Kunststoffe, 97. k. 10. sz. 2007. p. 300.