

## Poliamidok a motortérben

A műszaki műanyagok között a poliamidoknak jutott az „igásló” szerepe, ugyanis a kémiai felépítésükből adódó széles típusválasztékot más anyagokkal való társítással, erősítéssel még tovább lehet növelni a kívánt tulajdonságegyüttes elérése érdekében. Az autóiipar szívesen alkalmazza a poliamidokat és egyben serkenti a fejlesztéseket.

*Tárgyszavak: poliamidgyártás; különleges típusok; európai gyártás; üvegszál; autóiipar; motortér; alkatrész; szimuláció.*

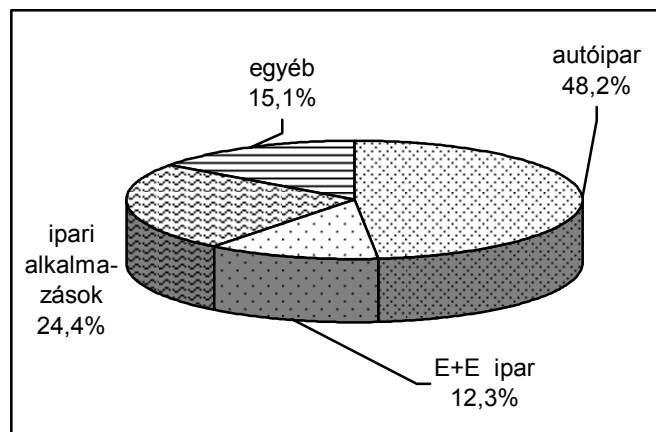
### A különleges poliamidok piaca Európában

A Frost & Sullivan tanácsadó cég szerint a különleges poliamidok (HPPA) európai piaca 2004-ben megközelítette a 400 millió EUR-t. Európában a különleges poliamidok közel 50%-át az autóiiparban használták fel (*1. ábra*). Az európai végfelhasználók termelési kapacitásainak áttelepülése Ázsiába komoly kihívást jelent többek között a különleges poliamidokat gyártó európai üzemek számára is, és arra készíti őket, hogy erősítsék jelenlétüket ebben a leggyorsabban fejlődő térségben. A földrajzi térségek közötti eltérő ütemű fejlődést is figyelembe véve a Frost & Sullivan szerint a különleges poliamidok európai értékesítése 2010-re 548 millió EUR-ra fog nőni. A növekedés másik eleme az állandó termékfejlesztés az originális készülékgyártók (Original Equipment Manufacturing — OEM) igényeinek kielégítésére. Az **Arkema** cég olyan új PA 12 típus bevezetésén dolgozik, amely autóiipari, üzemanyag-továbbító csövek gyártására alkalmas, a **Degussa**, az **EMS-Grivory** és az **Ube** csoport gázszállító rendszerekben alkalmazható PA 12 bevizsgálását folytatja, a **DSM Engineering** pedig *Stanyl* családját egészítette ki olyan típusokkal, amelyeknek nagyobb a folyóképessége vagy jobban bírják az ipari festés körülményeit. *Nagy lehetőségeket adhat az európai poliamidgyártóknak a különleges poliamidok autóiipari felhasználása elsősorban a motortéri alkatrészek gyártásában, amelyekkel szemben különösen nagyok a követelmények.*

### Poliamid az autóiiparban

A műszaki műanyagok fokozatosan hódították meg a gépkocsik motorterét, hiszen a műanyagok bevezetése az egyes alkatrészek gyártásába általában nem könnyű feladat. Különösen nehéz az olyan csere, ahol egy műanyagot először próbálnak ki, és ahol az már bevált szerkezeti anyagot, pl. fémet helyettesít. *A közös cél mindig a tö-*

megcsökkentés, a funkciók integrációja és a modulszerkezet hármas feladatának megoldása – bár esetenként ezek eltérő arányban szerepelnek. A műszaki műanyagok között is az „igásló”, a mindenféle irányban módosítható poliamid játssza a főszerepet. A **BASF** jelentős részt vállal a poliamidok autóiipari fejlesztésében. Egy üvegszálal poliamidból (*Ultramid A3HG7*, PA 66, 35% üvegszál) tervezett *motorolajteknő* elkészítésekor a követelmények között volt a forró olajjal szembeni ellenállás, a hangszigetelés, a jó folyóképesség. Az új alkatrész legalább egy decibellel csendesebb, mint fémből gyártott elődje, 30%-kal növelni lehetett az olajtartalmát, és tömege csak kb. fele az öntött alumíniumdarabénak. A kb. hatkilós alkatrész, amelyet számítógépes szimulációval terveztek, kiállta a gyakorlat próbáját. A szimulációs vizsgálatok kiterjedtek a zajelemzésre és a vetemedésre is.



1. ábra Különleges poliamidok felhasználási területei Európában 2004-ben

A *szívócsövek* vagy teljes levegőszívó modulok már régen poliamidból készülnek a legtöbb gépkocsiban, de a fejlesztők mindent megtesznek, hogy a szükséges prototípusok számát csökkentsék. A számítógépes szimuláció itt is kulcsszerepet játszik, amellyel olyan egyedi tényezőket is ki lehet számolni, mint a hegedési varratok helyi szilárdságváltozása, a belső feszültségek, a szálerősítésből származó anizotrópia. A szakemberek olyan számítási módszert kerestek, amellyel a szívócsövek nyomásállósága (repsztsési nyomása) 90%-os pontossággal megjósolható – a hagyományos technikák esetében ez általában nem jobb 50%-nál.

A *karmantyús kötés* olyan illesztési módszer, amellyel fémeket és műanyagokat kötnek össze, és amelyet a fröccsöntés után alakítanak ki. Ennek a megoldásnak más módszerekkel szemben vannak bizonyos előnyei: egyszerűbb szerszámokat lehet használni, rövidebb a ciklusidő, kisebb a vetemedési hajlam, a műanyag alkatrészt célszerűen és nagyobb szabadsággal lehet megtervezni. A módszer lényege egyszerűen megfogalmazható: a karmantyút első lépésben mélyhúzással alakítják ki egy lemezből, majd azt egy második lépésben belepréselik a külön előállított műanyag alkatrészbe. Az első prototípus a **Visteon** cég egy gyártmánya volt, amelyben négy karmantyús

kötés is szerepelt. A műanyag részt *Ultramid B3WG6*-ból készítették (PA 6, 30% üvegszállal), amely biztosítja a szükséges merevséget és szilárdságot. A számításokhoz itt is egy kereskedelmileg elérhető végeselemes szoftverből indultak ki, de figyelembe vették ez egyes kapcsolati pontok szilárdságát is.

## **A poliamid nem csak fémeket helyettesíthet**

A műanyagok természetesen egymással is versenyeznek. A **Renault** számára kifejlesztett hűtőben a poliamid egyszerre két anyagot helyettesít, és egyben funkcióikat is integrálja. A régebbi konstrukcióban a *léghűtőnél* alumínium zárósapkát használtak, a hordozószerkezetet pedig hosszú szállal erősített polipropilénből készítették – most az egész szerkezet 30% üvegszállal erősített PA 66-ból készül.

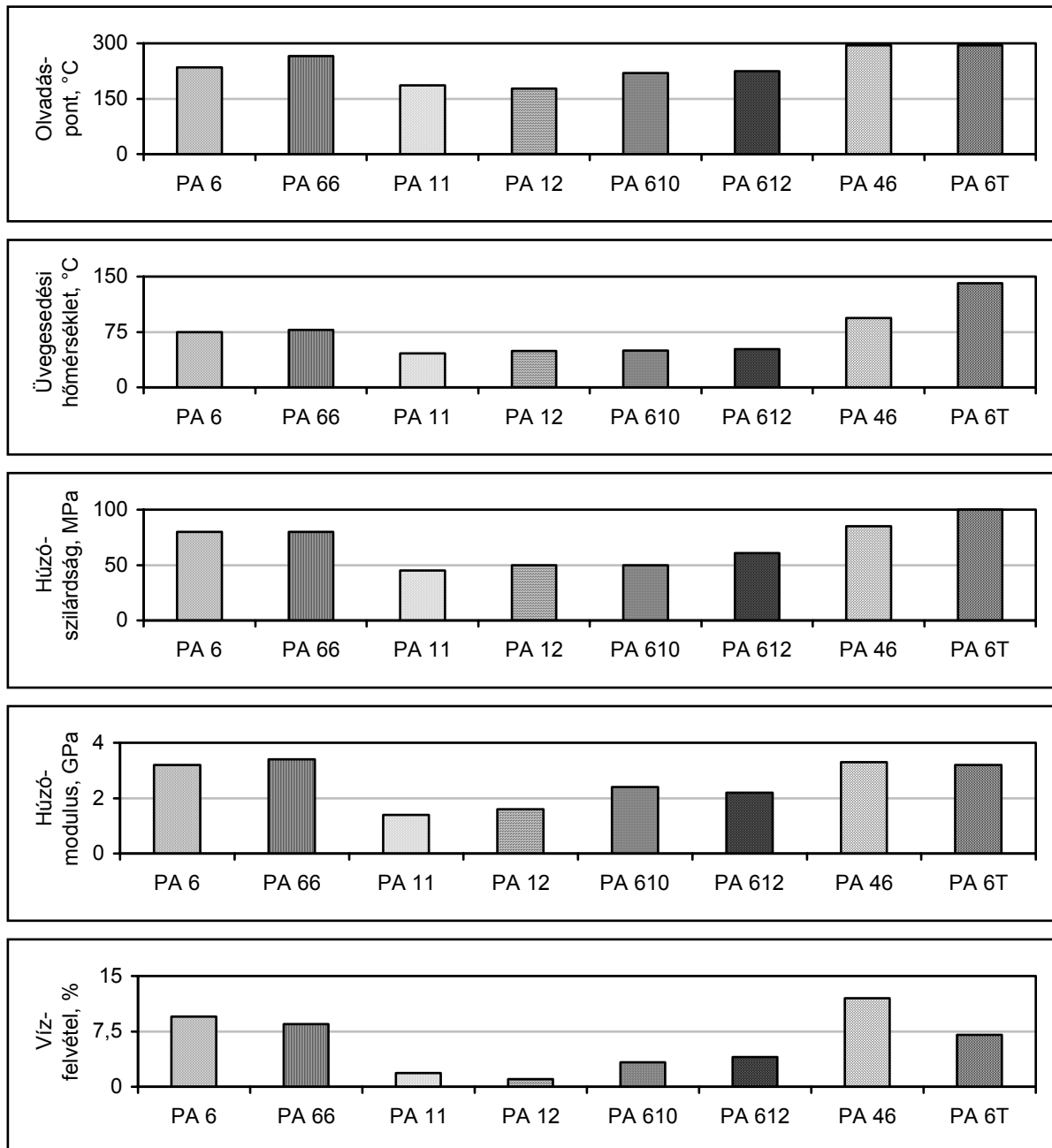
A tengelyek közelében nagy erők ébrednek, különösen a *teherautók felfüggesztéseiben*. Egy cég, amely *légrugókhoz* gyárt hengereket, poliamid 6-ot használ, amelynek extrém esetekben 14 tonnás terhelést is ki kell bírnia. Itt egy dugattyú és egy tömlő kombinációját alkalmazzák a terhelés felvételére. A befröccsöntés menetét és a darab bordázott szerkezetét itt is számítógépes szimulációval optimalizálták. *A műanyag egyik legnagyobb előnye a fémekekkel szemben ebben az alkalmazásban a korrózióállóság, de hasznos a tartós és pillanatszerű hatásokkal szembeni ellenálló képesség is, és kiegészítőkkal a darab hozzáigazítható a különféle gépkocsitípusokhoz.* Másik autóiipari alkalmazás a *légszákok* egy modulja, ahol két milliszekundum alatt a nyomás 200 bar-ra emelkedik. Ezt a robbanászerű nyomásemelkedést a felhasznált *Ultramid B3ZG6* széles hőmérséklet-tartományban (alacsony hőmérsékleten is) kibírja.

## **Széles típusválaszték különböző célokra**

Az autóiipari fejlesztők számára a poliamidok a maguk sokféleségével rengeteg előnyt kínálnak. *Az aromás poliamidokról például kimutatták, hogy 180 °C-ig tartósan terhelhetők* (ez jóval magasabb hőmérséklet, mint amelyet a normál poliamidok elviselnek). *Ha a dinamikus szilárdság a legfontosabb szempont, ennek vizsgálatakor az alifás poliamidok viselkednek jobban. A motorházban a poliamidok rendszerint jobban tűrik a komplex igénybevételt, mint más műanyagok. A poliamidok ugyanis sokféleképpen módosíthatók, és hozzáigazíthatók az egyéni igényekhez.* Annak ellenére, hogy a műanyagok választéka igen nagy, motoralkatrészeket viszonylag kevés típusból lehet előállítani. Itt az üveggyönggyel, ásványi anyagokkal és üvegszállal töltött poliamid típusok jönnek számításba. A PA 66, PA 6 vagy PA 6T típusú anyagok elfogadható ár/tulajdonság hányadost kínálnak az autóiipari műszaki alkalmazásokhoz. A különböző poliamid típusok néhány jellemzőjét a 2. *ábra* mutatja be.

Az anyag kiválasztásakor a tervezett munkadarabra ható terhelésekről (valamint a környezeti követelményekről) összeállított listát használják fel. Ezek tartalmazzák, hogy milyen követelményeknek kell a felhasznált anyagnak (és a belőle készült terméknek) egész élettartama folyamán megfelelnie. *Az anyagtulajdonságokat három csoportba lehet sorolni. Az elsők azok az alapvető jellemzők, amelyeket a kompaund*

polimerkomponense határoz meg (pl. kristályos olvadáspont, üvegesedési hőmérséklet, vegyszerállóság, nedvességfelvétel). A második az a tulajdonságeggyüttes, amelyet nagymértékben befolyásolni lehet adalékok hozzáadásával. Ide tartozik pl. a szilárdság, az alaktartás magas hőmérsékleten, az öregedésállóság magas hőmérsékleten is, a csekély éghetőség vagy a hangszigetelő képesség. A harmadik csoportba tartoznak a feldolgozhatóságot befolyásoló sajátságok, pl. az ömledékvizkozitás, a hegeszthetőség, a zsugorodás, a fajhő stb.



2. ábra Különböző poliamid típusok néhány fontosabb jellemzője a típusválaszték függvényében

## A hőállóság javítása

*A motortéri alkatrészek anyagával szemben támasztott követelményeknek számos poliamid megfelel, mert sem kémiai jellemzőik, sem alakjuk nem változik az erős hőterhelés hatására, azaz nem öregsznek és nem deformálódnak. A részben aromás poliamidok különösen a 40-160 °C közötti hőmérséklettartományban kínálnak előnyöket, pl. viszonylag magas a modulusuk. A magas hőmérsékleten is jó alaktartás tovább javítható pl. üvegszálak bekeverésével. A szokásos 30–35 % (m/m) üvegszálmennyiség jó kompromisszumot eredményez a mechanikai és a feldolgozási jellemzők között. További javulást hoz az ún. hosszú üvegszálak alkalmazása. Annak ellenére, hogy a hosszú üvegszálaktól erősebb koptató hatást várnának, a gyakorlat azt mutatja, hogy a hosszú üvegszálakat tartalmazó poliamidok kevésbé koptatják a gépet, mint a rövid üvegszálak típusok. Ez azzal magyarázható, hogy a hosszú szálak a szerszám töltésekor jobban orientálódnak, mint a rövidek, ezért a szerszám kevesebbszer érintkezik az erősen koptató szálvégekkel.*

A részben aromás poliamidok feldolgozásakor célszerű magas (legalább 150 °C-os) szerszámhőmérsékletet alkalmazni, különben a gyors kristályosodás miatt rossz mechanikai tulajdonságú, inhomogén felületi szerkezet alakul ki (akár még porozitás is megjelenhet). Ez ellen lehet védekezni aromás és alifás poliamid keverékének alkalmazásával – de ebben az esetben csökken a hőállóság.

## Többkomponensű motortéri alkatrészek

Az alkatrészek komplexitásának növekedése sokszor megköveteli, hogy különböző alkatrészeket pl. hegesztéssel rögzítsenek egymáshoz. Ilyenkor gyakran alkalmaznak dörzs- vagy ultrahangos hegesztést. *A poliamidok jól hegeszthetők és nagy varratszilárdságot adnak. A szálerősített típusok kedvezőtlen szálorientációja miatt azonban ezek hegesztési varratának szilárdsága sajnos csak a mátrixpolimer értékével mérhető össze, ami a szálerősített típus szilárdságának csak 40–50%-a.*

A motortérben gyakran alkalmaznak olyan *fedeleket*, amelyek csökkentik a zajkibocsátást. Ezek többnyire több egymással összekapcsolt elemből állnak, és a kötéseknek el kell viselniük a motortérben gyakran fellépő hőmérséklet- és nyomásingadozásokat. Ilyenkor különösen nagy terhelés éri a hegesztési varratokat. A vizsgálatok kimutatták, hogy ezek gyorsabban öregsznek, mint a műanyagtermékek egyéb részei. *A pulzáló nyomásnak kitett varratok a hagyományos poliamidokon jobbnak bizonyultak, mint a részben aromás típusokon. Az akusztikus védőfedelekekhez többnyire az üvegszállal és az ásványi anyagokkal töltött poliamid típusokat használják. Ezeknek az anyagoknak nagy a folyóképessége, ami lehetővé teszi komplex felületek előállítását is. A különleges formájú darabokhoz igen előnyösnek bizonyultak a 10% üvegszállal és 20% ásványi töltőanyaggal töltött típusok. Mivel az anyag zsugorodása majdnem teljesen izotróp, a vetemedés veszélye kicsi. Ha különleges folyóképességű típusokból nagy felületű darabokat állítanak elő, a fröccsnyomás akár 40%-kal is csökkenthető.*

A motortéri alkalmazás egy másik szélsőséges követelménye a forró motorolajokkal szembeni ellenálló-képesség. Jellemző ez a követelmény pl. a hengerfejfedélre, amelynek meg kell akadályoznia az olaj szivárgását. Itt szinte kizárólag üvegszállal vagy ásványi anyagokkal töltött poliamidokat (PA 66) használnak, mert ezeknek nem csak a mechanikai jellemzőik előnyösek, hanem ellenállnak a motorolajok hatásának is. Különös fontossága van itt a megfelelő adalékrendszernek, és a minősítéshez valóban hosszú idejű vizsgálatokra van szükség.

A *pedálok*nál nem annyira a hőállóság, inkább a mechanikai követelmények lépnek előtérbe. A dinamikus és statikus terhelési vizsgálatok szerint az üvegszál-erősítésű poliamidok teljes mértékben megfelelnek a követelményeknek.

Összeállította: Dr. Bánhegyi György  
[www.polygon-consulting.ini.hu](http://www.polygon-consulting.ini.hu)

European high performance polyamides. = Plastics Engineering Europe, Spring 2005. p. 39.  
Philipp, S.: Arbeitspferd und Alleskönner. = Plasverarbeiter, 56. k. 2. sz. 2005. p. 32, 34.  
Cvjeticanin, N.: Universelle Allrounder. = Plastverarbeiter, 56. k. 2. sz. 2005. p. 38–40.