

Nagy teljesítményű poliamidok tulajdonságai

A fémek kiváltása az autóiparban napjainkban is napirenden van. A műanyagok sokré-
tű alkalmazása miatt egyre inkább a magas hőmérsékletnek és korróziós hatásoknak
kitett alkatrészek gyártását kell megoldani, amihez különleges, nagy teljesítményű mű-
anyagokra van szükség. Ezek egyike a poliamid, amelynek egyes aromás, erősített típu-
sai alkalmasak motortéri alkalmazásokra is.

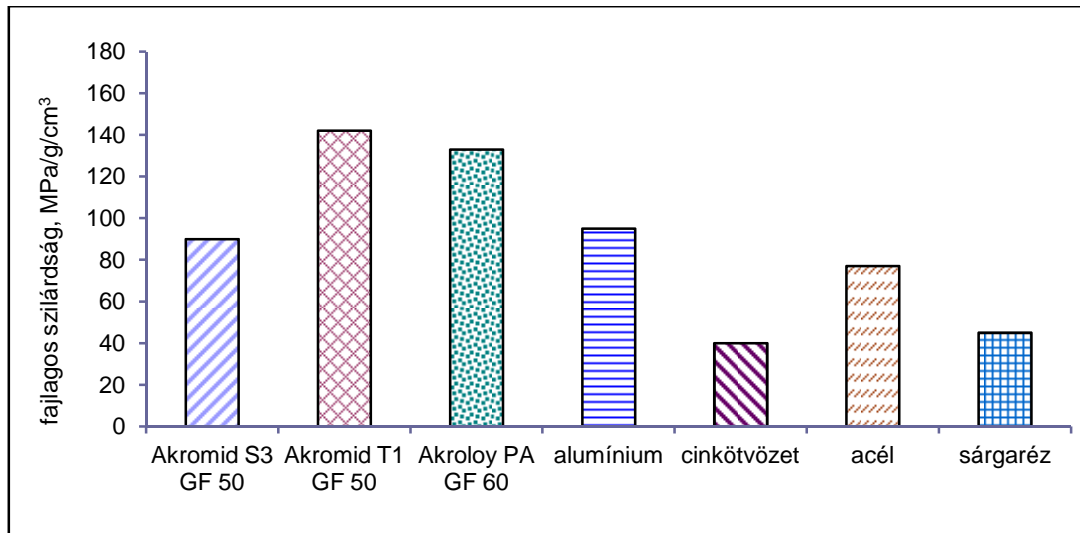
*Tárgyszavak: poliamid; nagy teljesítményű műanyagok; fémek kiváltása;
hőöregítés; mechanikai tulajdonságok; autóipar.*

Fémek kiváltása poliamidokkal

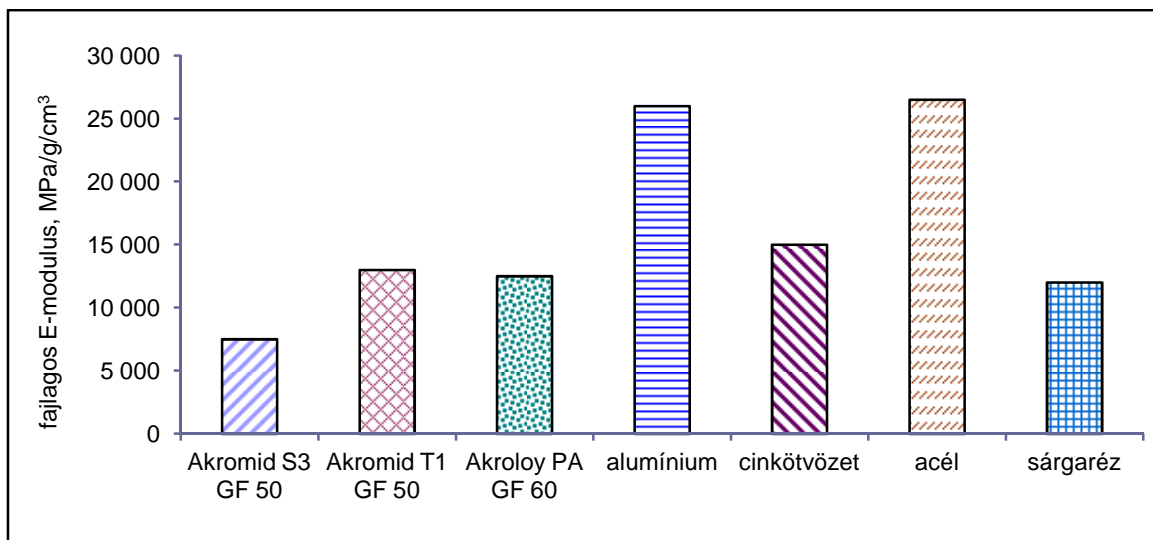
Az autóiparban a fémek műanyaggal való helyettesítése több évtizede zajlik, és
ma már a műanyagok alkalmazását nem lehet egyszerű helyettesítésnek felfogni a tö-
megcsökkentés érdekében. A modern műszaki műanyagok alkalmazásával ennél lé-
nyegesen több érhető el. *Nagyobb a formatervezői szabadság, kombinálhatók a funk-
ciók, munkafolyamatokat lehet megtakarítani, a műanyagfelületek színesek lehetnek és
a korrózió ellen is védettek.* A szerkezeti anyagok kiválasztásánál a következő fő té-
nyezőket kell figyelembe venni: az ökológiát és fenntarthatóságát, a forma és a konst-
rukció szempontjait, a hatékony sorozatgyártás lehetőségét és a költségeket.

Ökológia és fenntarthatóság

A fenntarthatóság szempontjából a nagy teljesítményű poliamidok előnye a velük
elérhető tömegcsökkenés és az ezáltal megtakarított energia. Ennek alapja, hogy a spe-
ciális poliamidoknak, így az *1. ábrán* is látható 50–60% üvegszálat tartalmazó
Akromid típusok sűrűséghez viszonyított szilárdsága felülmúlja a fémekét. Ugyanezen
típusok E-modulus értékei megközelítik a cinkötvözetek és a sárgaréz E-
modulusát, de az alumíniumhoz és az acélhoz viszonyítva még hátrányban vannak (*2. ábra*). Az
alkatrészek megfelelő tervezésével (falvastagság, bordák, megerősített helyek) el lehet
érni a korábban fémből készített alkatrészek teljesítményét, terhelhetőségét a fémeké-
nél jóval kisebb tömeg mellett. Ráadásul újabban a poliamidok gyártásához is használ-
nak már megújuló nyersanyagokat, ami a fenntarthatóságot szolgálja. Például az Akro-
Plastic *Akromid S* típusának (PA 610) egyik (70%-ot jelentő) alapanyaga a ricinus-
olajból nyerhető szebacinsav. Az üvegszállal erősített PA 610 szilárdsági értékei és
alacsony vízfelvétele miatt nagyobb terhelésnek kitett alkatrészek gyártására is al-
kalmas.



1. ábra Poliamidok és fémötvözetek sűrűsége vonatkoztatott szilárdsági értékei

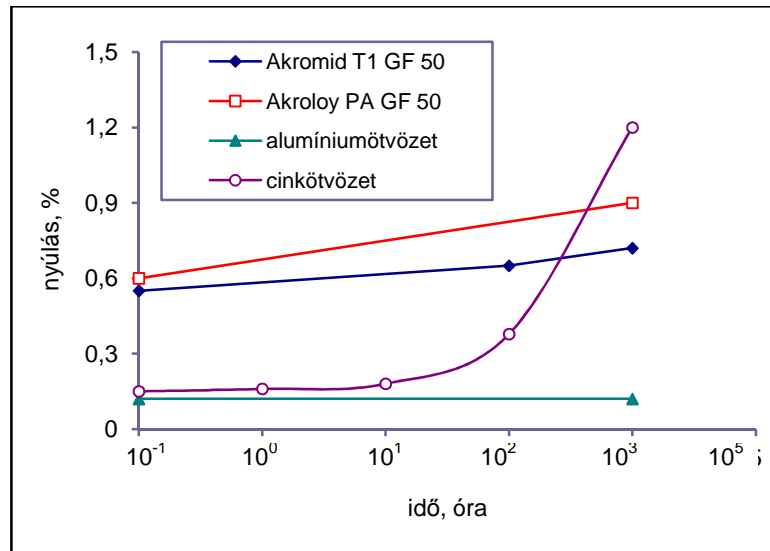


2. ábra Poliamidok és fémötvözetek sűrűsége vonatkoztatott E-modulus értékei

Formatervezés és konstrukció

Az ipari formatervezés (design) nem egyszerűen a külső forma kialakítása. A forma és a konstrukció tervezésénél az első lépés az alapanyag kiválasztása, amelyhez mind a szóba jöhető anyagok tulajdonságait, mind az igénybevétel során várható terhelés nagyságát, hőmérsékletét és időtartamát figyelembe kell venni. Az egyik legfontosabb tulajdonság a tartós terhelés hatására bekövetkező deformáció. A 3. ábra a nagy teljesítményű poliamidok kúszási viselkedését mutatja a korábban használt fémöntvé-

nyekkel összehasonlítva 100 MPa terhelés alatt, szobahőmérsékleten. Látható, hogy a cinkötvözet már 100 óránál erősen deformálódik, és 1000 óra után használhatatlanná válik. Az üvegszál-erősítésű poliamidok deformációja a terhelés időtartamával csak kevésbé változik. Magasabb hőmérsékleten, 80 °C-on azonban mind a poliamid, mind a cinkötvözet szilárdsága jelentősen csökken: a cinké kevesebb, mint harmadára, a poliamidé csak felére. Ilyen körülmények között egyedül az alumínium őrzi meg szilárdságát.



3. ábra Poliamidok és fémötvözetek kúszási viselkedése (tartós terhelés 100 MPa, 23 °C-on)

A gyártási folyamat és a gyártási minőség

A feldolgozási és a formázási folyamat paramétereit nyilvánvalóan az alapanyag tulajdonságai határozzák meg. A fémek öntése nagyon magas hőmérsékletet kíván: legalacsonyabb hőmérsékleten (390–450 °C) a cinkötvözetek dolgozhatóak fel, az alumíniumhoz 600–720 °C szükséges. A fémek nagyon gyors megszilárdulása miatt nagyon gyors befroccsmentési sebességet (0,4–6 m/s) kell alkalmazni, és ennek megfelelően a ciklusidő mindössze 5–60 másodperc. A műanyagok lényegesen alacsonyabb hőmérsékleteken dolgozhatóak fel, a megszilárdulás azonban lassabb. A fémek fröccsöntésénél szinte elkerülhetetlen az üregek, lunkerek keletkezése. A poliamidoknál viszont az utónyomás során kiegyenlítődés megy végbe, és ezzel elkerülhető ez a minőségrontó jelenség. Így, bár a műszaki műanyagok szilárdsága sok esetben elmarad a fémekétől, a hibák kisebb számának köszönhetően a minőség megbízhatóbb.

Költségoptimalizálás, a munkafolyamatok integrálása, energiamegtakarítás

A műanyagok különösen a nagy sorozatoknál előnyösek. Például 700 000 db/év esetén az aromás poliftálamidalapú *Acromid T1 GF 50* feldolgozásakor három szer-

számot meg lehet takarítani az alumíniumhoz képest a kisebb koptató hatásnak köszönhetően. Jelentős az alacsonyabb hőmérsékletek miatti energiamegtakarításból adódó költségcsökkenés is.

Jelentős megtakarítást eredményez mind a gyártási költségekben, mind a beruházási költségekben a munkafolyamatok összevonása vagy éppen elmaradása a műanyagok esetén, ahogy ez jól látható az *1. táblázatban*.

1. táblázat

A kívánt tulajdonságok eléréséhez szükséges pótlólagos munkafolyamatok műanyag és fém esetén

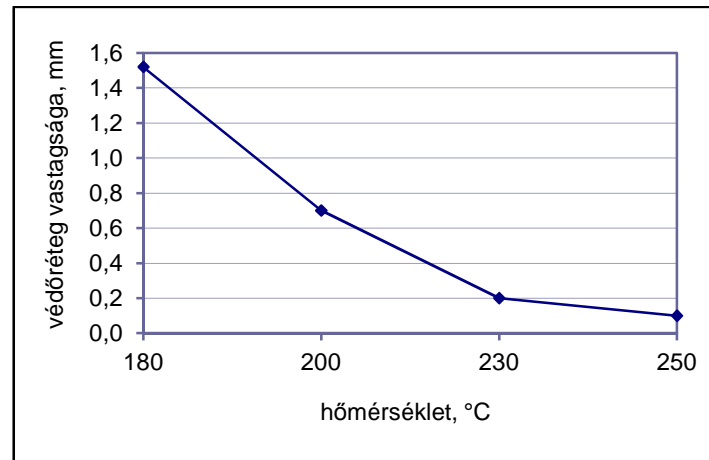
Kívánt tulajdonság	Műanyag fröccsöntése	Fémöntés
Korrózióvédelem	nem szükséges	korrózióálló védőbevonat felvitele szükséges
Színezés	közvetlenül a fröccsöntéssel	lakkozás szükséges
Utómunka, sorjázás	nem szükséges, legfeljebb kivételesen	sorjázás, a lyukakat marással kell megtisztítani
Csavarmentek kialakítása	közvetlenül a fröccsöntéssel, szükség esetén fémbetét körülfröccsöntésével	külön munkafolyamat
Felület strukturálása	közvetlenül a fröccsöntéssel	külön munkafolyamat, pl. homokszórás

Speciális poliamidok magas hőmérsékletű alkalmazásokhoz

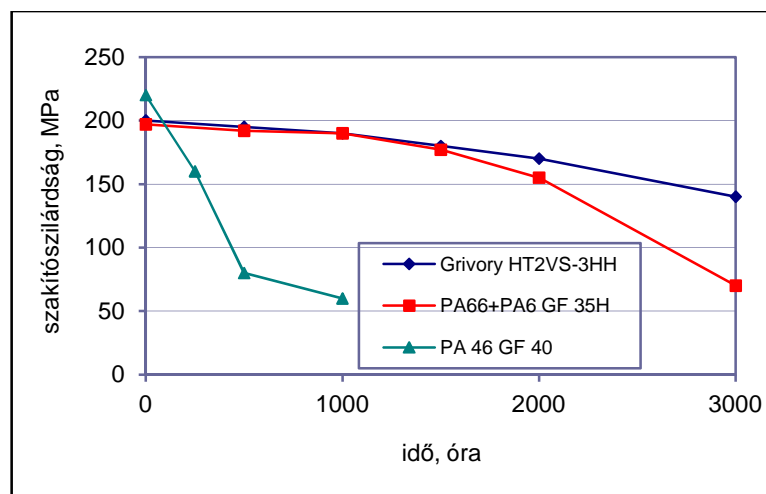
A kémiaileg módosított poliamidok nagy lehetőségeket nyújtanak a fémek kiváltására olyan területeken is, ahol tartósan magas az alkalmazási hőmérséklet. Egy ilyen fontos terület az autóban a *motorhoz vezető levegővezetékek gyártása*. A kompresszorok és a turbófeltöltők teljesítményének növekedése ahhoz vezetett, hogy a legújabb típusokban a motorhoz bevezetett levegő nyomása 1,5 barról 3 barra, hőmérséklete 230 °C-ra emelkedett. Ilyen üzemi körülmények között az alifás poliamidok már nem használhatók. A svájci Ems-Grivory cég erre a területre *Grivory HT High Heat* néven részben aromás, hőálló poliamidokat ajánl különböző erősítéssel.

A *Grivory HT* magas hőállóságát az optimalizált poliamidmátrix mellett *speciális hőstabilizálási technológiával* éri el. Ennek során hő hatására a műanyag felületén védőréteget képeznek, amely lassítja az öregedést. E nélkül ugyanis a hosszú ideig tartó magas hőmérséklet (230 °C) hatására kis repedések képződnének, és a bediffundáló oxigén hatására megindulna a polimer bomlása. A védőrétegnek köszönhetően a *Grivory HT* termékek felülete kompakt marad, nem repedezik. Ez a védőréteg mechanikai sérülés esetén hő hatására újra képződik. Mérések szerint a védőréteg képződési sebessége a hőkezelés hőmérsékletének emelésével nő, miközben a védőréteg vastagsága csökken, ahogy ezt a *4. ábra* mutatja. Ugyanakkor a 180–270 °C-on végzett hő-

kezelés kismértékben csökkenti a szakítószilárdságot. A vizsgálatok kimutatták, hogy a *Grivory HT* 250 °C-on még 6000 óra után is megőrzi szilárdságának 80%-át.



4. ábra A védőréteg vastagsága a tárolási hőmérséklet függvényében 2000 óra után (mérés 230 °C-on)

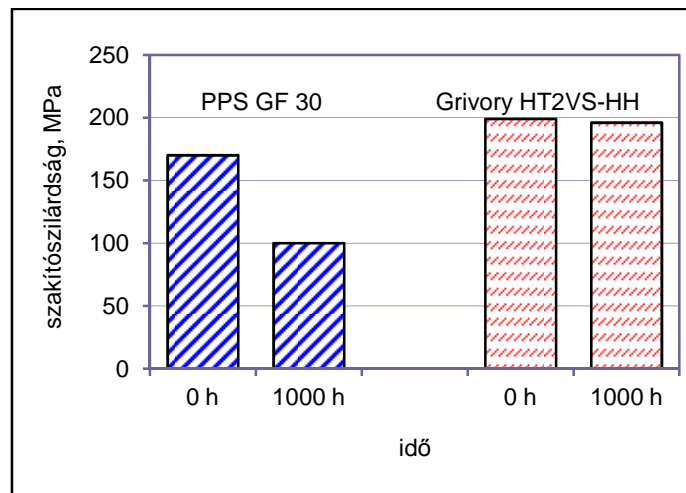


5. ábra Poliamidok szakítószilárdság-változása 230 °C-on az idő függvényében

A *Grivory HT High Heat* típust több autógyár és rendszerbeszállító – saját vizsgálatokat is végezve – rendkívül pozitívan értékelte. Így például a Volkswagen központi laboratóriuma a legjobb értékeléssel hagyta jóvá alkalmazását 230–250 °C között.

A *Grivory HT* egyértelműen felülmúlja a korábban kifejlesztett hőstabilizált poliamid típusokat, amint ezt a 230 °C-on végzett vizsgálat eredményei bizonyítják (5. ábra). Hasonlóan jobb eredményeket produkál a *Grivory HT* a nagy teljesítményű PPS-nél (polifenilénszulfid) is (6. ábra). Látható, hogy a *Grivory HT* szakítószilárdsága már a kiindulási állapotban mintegy 17%-kal nagyobb. 250 °C-on 1000 órás hőregítés

után a két anyag között még nagyobb a különbség: a *Grivory HT* eredeti szilárdságának 97%-át megőrzi, a PPS GF 30 csak 60%-át.



6. ábra A *Grivory HT2VS-3HH* és a *PPS GF 30* szakítószilárdságának változása 1000 órás 250 °C-os hőregítés hatására

A *Grivory HT*-vel kiváló felületi minőség érhető el, beleértve a kissé érdes felületeket, ezért a típus jól használható pl. gyorskuplungok vagy olyan termékek előállítására, ahol a jó tömítés vagy zárás az igény.

Nagyon fontos követelmény a vegyszerállóság is, mivel a motorhoz vezetett levegőhöz egyre nagyobb mértékben kevernek visszavezetett kipufogógázt, amelyből savas kondenzátum rakódhat le. Laboratóriumi vizsgálatok során a *Grivory HT* próbatesteket 2,3 pH-jú savas folyadékkal kezelték (bespriccelték), majd szárítószekrénybe helyezték 90 °C-ra. A kísérlet 1000 órája során rendszeres időközönként megismételték a savas kezelést. A vizsgálat során a próbatestek felülete nem károsodott, és mechanikai tulajdonságai sem romlottak.

A *Grivory HT*-t egyelőre fröccsöntésre fejlesztették ki, de a közeljövőben az extruderes feldolgozásra alkalmas típust is piacra kívánják hozni, hogy az extrúziós fűvási technológiáknál is növekvő hő- és vegyszerállósági követelményekre is kínáljanak megoldást.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Berneck, J.: Kunststoff statt Metall = Kunststoffe, 102. k. 9 sz. 2012. p. 109–111.

Flepp, A.; Kipperer, M.; Thomas, O.: Temperaturbelastbarkeit weiter erhöht = Kunststoffe, 104. k. 8. sz. 2014. p. 68–70.

www.akro-plastic.com