

Speciális poliamidok fejlesztése

A poliamidok nagy családjában egyre nő a speciális típusok jelentősége. Ezeket legnagyobb mennyiségben az autóipar használja fel, de pl. szemüvegkeretek gyártására is kiválóan megfelelnek, sőt az átlátszó típusokból lencsék készülhetnek.

Tárgyszavak: poliamid; üvegszál-erősítés; hőállóság; átlátszóság; fröccsöntés; autóipar; orvostechika; fejlesztés.

Átlátszó poliamidok

A poliamidokon belül léteznek amorf típusok is, amelyek átlátszóak. Ehhez persze *különleges szerkezetű monomerekre van szükség*, olyanokra, amelyek aszimmetrikus szerkezetük miatt akadályozzák a kristályosodást. *Az amorf poliamidok között vannak homo- és kopolimerek is.* A használt diaminoak, dikarbonsavak, ill. laktámok szerkezetének megfelelő megválasztásával „hangolni” lehet a kapott polimer jellemzőit. Ilyen átlátszó speciális poliamid pl. az **Ems Chemie** által gyártott *Grilamid TR 55 és TR 90*, vagy az üvegszál-erősítésű *TRV-4X9*. Ezek az anyagok a részben kristályos PA 12 tulajdonságait ötvözik az amorf hőre lágyuló műanyagokéval. A kitűnő tulajdonságok között említhető a *fáradásállóság hajlító igénybevétellel szemben* és a *kis sűrűség*. Az újonnan kifejlesztett *TR 60* és *TR 70* típusok tovább bővítik a választékot. Az eddig kifejlesztett típusokhoz képest javulást jelent, hogy az aromás és cikloalifás monomerek segítségével növelték az üvegesedési hőmérsékletet, a termékek hőállósága megközelíti a polikarbonátét vagy a poliszulfonokét. Ennek a poliamid típusnak a vízfelvétele is jóval kisebb, mint a hagyományos, rövid alifás láncokat tartalmazó poliamidoké (PA 6, PA 66) (*1. táblázat*), és jelentősen javult az ultraibolya sugárzással szembeni stabilitás és az időjárás-állóság is.

Orvostechikai alkalmazások

Az új, hőálló poliamidok a komoly sterilitási igényeket támaztó élelmiszeriparban és az orvostechikában is alkalmazhatók. A *Grilamid 60 TR* különösen nagy *hidrolitikus stabilitást* mutat. A normál poliamidok 300 hősterilizálási ciklus után (134 °C, 2 bar) ridegebbé válnak, és előbb-utóbb használhatatlanok lesznek. A *Grilamid TR 60* gőzzel, etilén-oxiddal vagy száraz hővel végzett sterilizálás után is gyakorlatilag változatlan tulajdonságokat mutat. Gamma-sterilizáció esetén az alifás poliamidokra megállapított 2,5 Mrad-os dózishatár nyugodtan túlléphető.

1. táblázat

Különleges és szokványos poliamid típusok vízfelvétele és sűrűsége más műszaki műanyagokkal összehasonlítva

Termék	Sűrűség, g/cm ³	Vízfelvétel, % (50% légnedvesség)	Vízfelvétel, % (egyensúlyi)
Grilamid TR 60	1,06	1,8	3,7
Grilamid TR 70	1,07	2,0	4,0
PA 6	1,13	3,0	9,5
PA 66	1,14	2,8	8,5
PC (hőálló)	1,15	0,2	0,4
Poliszulfon	1,24	0,3	0,8

Megfelelő módosítás esetén olyan mikrokristályosság alakítható ki, amely nem zavarja az átlátszóságot, mégis jelentősen javítja a vegyszerállóságot (2. táblázat), tehát ezek az anyagok használhatók analitikai berendezések, edények, tálcák stb. gyártására is. A hőálló polikarbonáttal és a poliszulfonnal szemben az új *Grilamid*-típusok nagy előnye az ütésállóság, amely gyakorlatilag még –60 °C-on is változatlan marad (1. ábra). Ez azt jelenti, hogy az átlátszó poliamid tartályokba zárt minták nyugodtan mélyhűthetők a tartalom veszélyeztetése nélkül.

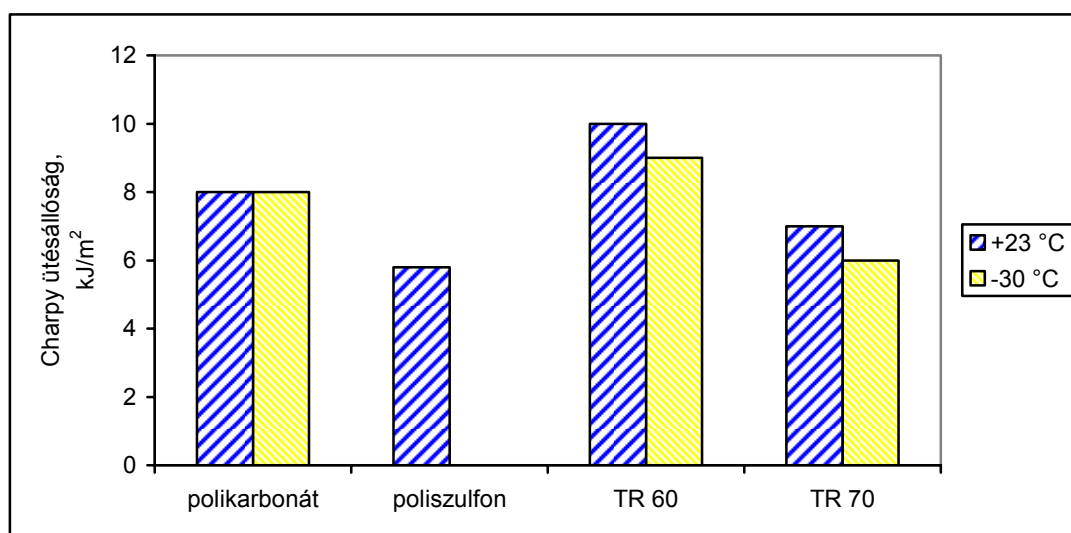
2. táblázat

A hőálló és átlátszó poliamidok vegyszerállósága más műszaki műanyagokkal összehasonlítva

Közeg/Minta	Grilamid TR	Hőálló PC	Poliszulfon
Apoláris oldószer	+++	–	– (aromás)
Poláris oldószer	++	–	++
Alkoholok	+	+	++
Benzin	++	++	++
Ásványi olajok	+++	+++	+++
Lúgok	+++	–	+++
Savak	–	–	++

+++ ellenálló; – nem ellenálló.

A vizsgált poliamid típusok jól bírják a mikrohullámú melegítést is, ezért gyárthatók belőlük cumisüvegek vagy egyéb melegíthető tartályok is akár nyújtva-fűvéssel, akár egyszerű fűvéssel.



1. ábra A hőálló polikarbonát és a poliszulfon hornyolt próbatesten mért ütésállósága két hőmérsékleten a *Grilamid* TR60 és TR70 értékeivel összehasonlítva

Az egyéb hőálló anyagokról a *Grilamid*-típusokra való áttérést az is megkönnyíti, hogy szilárdságuk, merevségük összevethető a versenytársanyagokéval, nevezetesen a polikarbonatéval és a poliszulfonéval, vagyis a terméket nem kell áttervezni. A poliamid hossz- és keresztirányú zsugorodása közti eltérés jóval kisebb, mint a poliszulfon esetében. Cumisüvegeknél például igen sikeres volt az átállás, mert az alacsonyabb feldolgozási hőmérséklet lényegesen rövidebb feldolgozási ciklusokat tett lehetővé, a termék tömege is kisebb volt, és a választott poliamid átlátszósága is jobb a poliszulfonénál (3. táblázat). Ha valaki átállást tervez, az **Ems Chemie** tanácsadással, számításokkal és feldolgozási próbákkal segíti a sikeres és gyors cserét. Az átlátszó poliamidokból jól készíthetők igényes optikai elemek is, pl. kémlelőablakok vagy kijelző képernyők.

3. táblázat

A *Grilamid* TR 60 és 70 optikai jellemzői alternatív anyagokkal összehasonlítva

Termék	Fényáteresztés % 560 nm, 2 mm	Törésmutató ISO 489 A
Grilamid TR 60	92	1,54
Grilamid TR 70	91	1,54
PC (hőálló)	89	1,57
Poliszulfon	85	1,63

A hőálló átlátszó poliamidok jól feldolgozhatók elasztomerekkel együtt *kétkomponensű fröccsöntésben*. Ez azt jelenti, hogy pl. védőmaszkokon a tömítések egyetlen

műveletben, gazdaságosan elhelyezhetők, ami növeli a tömítés biztonságát. Védősiskoknál nagy előny az átlátszó poliamidok keménysége, stabilitása és a feszültségkorrózióval szembeni stabilitás.

A *lézeres jelölés* megkönnyítésére olyan adalékkal ellátott típusok is rendelkezésre állnak, amelyek a gyakran használt Nd:YAG-lézerek 1064 nm-s sugárzásával szemben érzékenyítenek, és így kontrasztos jelölések készíthetők. Ezért az átlátszó termékeket (az átlátszóság veszélyeztetése nélkül) finom mintázatú, éles feliratokkal lehet ellátni. Fekete *Grilamid*-típusoknál olyan kontrasztanyagok is rendelkezésre állnak, amelyek lézer hatására színes kontrasztot képeznek. A lézeres felületjelölés elég mély ahhoz, hogy kopásállósága megfelelő legyen a használat során.

Szemüvegkeretek gyártására alkalmas poliamidok

Az egyre divatosabbá váló szemüvegek és napszemüvegek komoly kihívást jelentenek a műanyag alapanyaggyártók és feldolgozók számára is – akár a lencsére, akár a keretekre gondolunk. Az anyaggal szemben sokféle követelményt támasztanak: legyen könnyű, törhetetlen, karcálló, könnyen feldolgozható, nem allergén, álljon ellen a vegyszereknek, mechanikai feszültségeknek stb. A napszemüvegek esetében ehhez jön még a színezhetőség, esetleg a fokozatos színezhetőség követelménye. A **Degussa** cég *Trogamid CX* márkanévű poliamidjai ennek a komplex követelményrendszernek próbálnak megfelelni.

Az amorf poliamidok az amorf hőre lágyuló műanyagok átlátszóságát és jó feldolgozhatóságát kombinálják a poliamidokra jellemző olyan sajátságokkal, mint a szivósság, merevség, kopásállóság, vegyszerállóság és feszültségrepedéssel szembeni stabilitás. Megfelelő monomerekkel javítható az UV-állóság (*CX9704*) vagy visszahozható a részleges kristályosság – az átlátszóság megtartása mellett (*CX7323*).

A részben kristályos poliamidok jó folyóképessége nagy tervezési szabadságot biztosít a szemüvegkeretek tervezőinek. A jó merevségi, ütésállósági (dinamikus terhelhetőségi) jellemzők lehetővé teszik, hogy a vékony keretek is elég szilárdak és ellenállóak legyenek. A keretet a lencsével össze lehet ragasztani, vagy akár műanyagcsavarral is rögzíteni lehet. Ez azért fontos, mert a szemüveget hordók elég nagy része (az optikusok szerint közel 40%-a) allergiás reakciót mutat fémekkel és műanyagoknál használt bizonyos adalékokkal szemben. Az említett *Trogamid*-típusokat az **USP** (amerikai gyógyszerkönyv) legszigorúbb, VI. fokozata szerint vizsgálták be, amely szerint azok nem váltanak ki allergiás reakciókat.

Átlátszó poliamid szemüveglencsék

A *Trogamid CX7323* kis sűrűsége ($1,02 \text{ g/cm}^3$) miatt lencsék gyártására is alkalmas. 4 mm-es vastagságnál a fényáteresztő képesség meghaladja a 85%-ot, 2 mm-nél a 92%-ot. 589 nm-es hullámhosszú fénynél a törésmutató 1,516, az Abbe-szám 52. Mechanikai és vegyszerállósági jellemzői olyanok, hogy az ún. keret nélküli szemüvegek esetében sem a csavaros, sem a ragasztásos rögzítés alkalmazásakor nem lép fel káros

feszültség vagy repedezés. A különböző adalékok és tisztítószeres nem okoznak feszültségrepedezést, a lencse színezhető és elviseli a bevonatkészítést is.

A műanyag lencsákat különböző festőfürdők segítségével színezhetik. A festék olyan jól tapad, hogy még utólagos mechanikus megmunkálás során sem válik le. A színezés mellett más felületkezelésekre is szükség lehet: pl. karcálló, szűrő vagy antireflex bevonat felvitelére. A jénai **Alkalmazott Optikai Fraunhofer Intézet** kidolgozott olyan *kisnyomású plazmaeljárásokat*, amelyekkel jól tapadó bevonatok készíthetők a poliamidlencsére. A bevonatok -10 és $+70$ °C között ellenállnak a környezeti behatásoknak.

A speciális poliamidokat (annak ellenére, hogy hermetikusan lezárt csomagokban szállítják őket) a homogenitás javítása érdekében feldolgozás előtt légcirkulációs szárítószekrényben 90 °C-on 4 órán át szárítani kell. A színezéshez legcélszerűbb a saját anyagból készült színező koncentrátumokat használni.

A feldolgozáshoz a szokásos, háromzónás csigákat tartalmazó fröccsgépeket lehet alkalmazni. Ha gyakori a színváltás, célszerű bevonatos csigát használni. Az ajánlott hőmérsékleti profilt a *4. táblázat* mutatja. Ahol a darab geometriája lehetővé teszi, célszerű nagy befroccsöntési sebességgel dolgozni. Az utónyomást úgy célszerű megválasztani, hogy sem beszívódások, sem helyi feszültségcsúcsok ne alakuljanak ki. A hűlés 60 °C körüli szerszámhőmérsékletek mellett a legkedvezőbb. A minőségi követelményektől és az alkalmazott feldolgozási módszerektől függően akár 40% beömlőcsoncokból vagy selejtből származó regranolátumot is használhatnak anélkül, hogy a mechanikai vagy az optikai jellemzőket veszélyeztetnék. Ha különböző színű regranolátumok állnak rendelkezésre, akkor a gyártó által kínált, jó fedőképességű színező koncentrátumok segítségével egységes sötét színű kereteket készíthetnek belőlük.

4. táblázat

Az átlátszó, Trogamid típusú speciális poliamidok fröccsöntéséhez ajánlott hőmérsékleti program

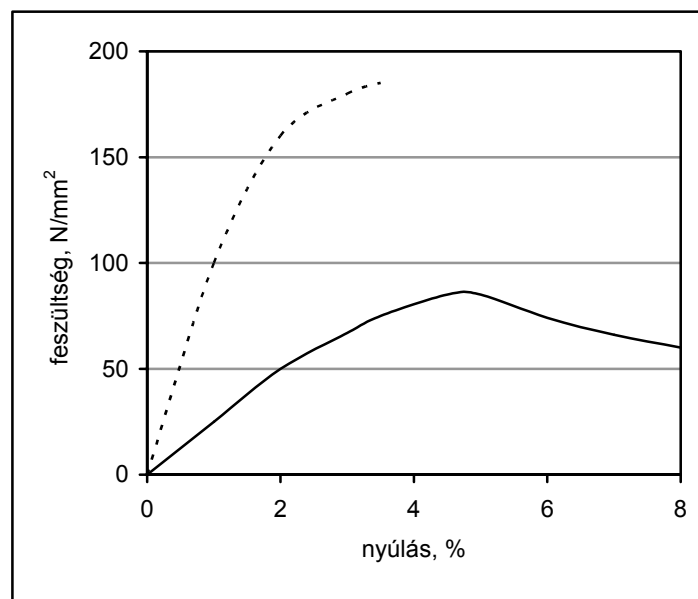
Zóna	Hőmérsékleti tartomány (°C)
T1 (behúzó zóna)	240–260
T2	250–270
T3	260–280
T4	270–290
T5	280–300
T6	290–300

Anyaghelyettesítés töltött és erősített műanyagokkal

A hőre lágyuló műanyagok tulajdonságait töltő- és erősítőanyagokkal széles határok között lehet változtatni. Habár éles határvonal nem húzható a két anyagcsoport közé, a töltőanyagok leginkább a termék olcsóbbá (és merevebbé) tételét szolgálják,

míg az erősítőanyagoktól – a merevség mellett – a szilárdság jelentős mértékű javítása is várható. A töltőanyagok rendszerint ásványi anyagok, amelyek az E-modulus növelése mellett javítják a hőállóságot is, csökkentik a zsugorodást, a hőtágulási együtthatót, és a hővezető képesség javításával csökkentik a ciklusidőt. A töltőanyagok rendszerint szemcsések, közel gömb, szabálytalan vagy lemez alakúak, tipikus méretük 5–10 μm . A szokásos töltőanyag-tartalom 20–40%. Az alsó határnál a gazdaságossági hatás csekély, a felső határnál viszont az anyag nem egyszer túl rideggé válik.

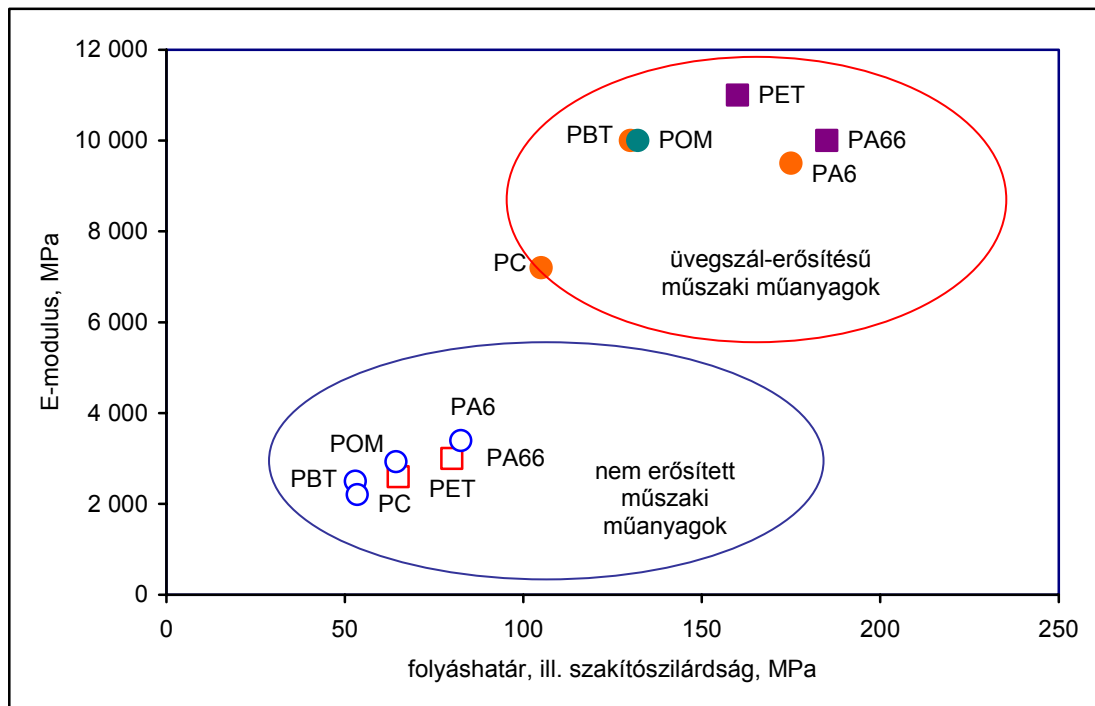
A műanyagokban használt töltőanyagok közül talán a *legnagyobb jelentősége a krétának (kalcium-karbonátnak) van*. Ha jó minőségű töltőanyagot használnak, megmarad a színezhetőség, nő a merevség és jó marad a felületminőség is. Gyakran használják a *talkumot* és hasonló *szilikátokat* is. Ezek viszonylag lágy ásványok, nem koptatják annyira a feldolgozógépeket, ugyanakkor növelik a merevséget, a keménységet, a hajlító- és a nyírómodulust, de rendszerint csökkentik az ütésállóságot.



2. ábra Egy tipikus nem erősített (folytonos vonal) és egy erősített műanyag (szaggatott vonal) feszültség–nyúlás görbéi közti különbség

Az erősítőanyagok rendszerint szál alakúak, és a modulus mellett növelik a szilárdságot és a hőállóságot is. A hőre lágyuló műanyagokhoz leggyakrabban alkalmazott erősítőanyag a rövid üvegszál, ahol a tipikus átmérőtartomány 5–25 μm , a szálhossz 0,1–0,3 mm. Az erősítőanyag mennyisége 15–60% közötti. Az üvegszálak növelik a húzó- és hajlítómodulust és a szilárdságot, gyakran az ütésállóságot is, és csökkentik a kúszásra való hajlamot. *25–40% üvegszáltartalomnál a húzószilárdság közel megduplázódik, ugyanakkor a szakadási nyúlás töredékére csökken*. Az erősített műanyagok rendszerint rideg módon törnek, nincs folyáshatár. Ezért a műszaki műanyagok 60–90 MPa folyáshatárát kell összevetni az erősített műanyagok 120–200 MPa szakítószilárdságával (2. és 3. ábra). A műszaki műanyagok merevségét jellemző

E-modulus a műszaki műanyagokra nézve szobahőmérsékleten jellemző 1500–3000 MPa értékről 12–20 000 MPa-ra nő (az erősítőanyag mennyiségétől függően). A felhasználó számára az is fontos, hogy a hőmérséklet emelkedésével a mechanikai jellemzők jóval lassabban csökkennek, mint a nem erősített műanyagoknál.



3. ábra Néhány nem erősített és erősített műszaki műanyag modulusának és szakítószilárdságának ill. folyási feszültségének összehasonlítása

Az üvegszálakhoz hasonló javulást lehet elérni *aramidszálak* (pl. Kevlar szálak) bekeverésével. *Az aramidszálak előnye a kisebb koptató hatás és a kisebb vetemedés.* A környezetvédelmi szempontok erősödésével rohamosan nő a *természetes szálak* szerepe. Bizonyos alkalmazási területeken (pl. a repülőgépiparban vagy a sportszergyártásban) üvegszálak helyett szénszálakat használnak, amivel a merevség és a szilárdság még tovább növelhető.

Az ún. *hosszú szálak kompozitok*, amelyekben a kiindulási szálhossz akár 10 mm, a száltartalom pedig akár 60% fölötti is lehet, további lehetőséget jelentenek a modulus és a szilárdság növelésében, annak ellenére, hogy a fröccsöntés során itt is fellép egy jelentős száltördelődés. Ezekkel az anyagokkal sokszor már fémekre jellemző mechanikai tulajdonságokat lehet elérni. Jelentősen javul az eddig említett tulajdonságok mellett a fáradással szembeni ellenállás is.

Autóipari alkalmazás: poliamid kapcsolódoboz

A gépkocsikba elhelyezett *biztonsági- és kapcsolódobozoknak* külső behatásokkal szemben ellenállóknak és biztonságosoknak kell lenniük. A **Tyco Electronics** cég

ezért a BASF egyik PA 6 polimerjét, az *Ultramid B3 GK24-et* használja a gyártáshoz. Ebben üvegszálat és üveggyöngyöt egyaránt használnak az erősítéshez, amivel elérik, hogy az adott merevség/szilárdság viszony mellett kitűnő marad a folyóképesség, minimális a vetemedés. A termék két dobozból tevődik össze, amelyből az egyik a motortérben, a másik az utastérben helyezkedik el. A berendezés az áramellátás és a rövidzár elleni védelem ellátása mellett vezérli az üzemanyag-szivattyút, a világítást és a szervokormányt. A áramellátás és a -vezérlés kombinációjával csökkenthető az alkalmazandó vezetékek és csatlakozások száma, valamint csökken a szerelési idő is. Az igen gondosan megtervezett vázszerkezet annak ellenére, hogy egyetlen csavarral felerősíthető a gépkocsira, igen ellenálló a mechanikai hatásokkal szemben. A bepattanó rögzítések lehetővé teszik, hogy a felső, áramelosztó részt már csavarozás nélkül lehessen rögzíteni. A szerkezettől nem csak megfelelő merevséget és ütésállóságot, hanem (tekintettel a motortérbeli elhelyezkedésre) vegyszerállóságot is elvárnak. Alapkövetelmény még a hőállóság és a mérettartás. A gépkocsigyártás biztonsági és minőségi előírásai nagy követelményeket támasztanak az alkalmazott nyersanyagokkal szemben. A választott *Ultramid* nem csak az alkalmazási körülményeknek felel meg, de lehetővé teszi a gazdaságos gyártást is. A műanyag alkatrészek a gépkocsikban könnyítik a szerkezetet és növelik a tervezés szabadságát. Az *Ultramid* számos más területen is alkalmazható a gépkocsigyártásban: pl. a motorblokk és a kenőrendszer alkatrészeiben, hűtő- és szellőzőegységekben, különféle tartályok és vezetékek gyártására, meghajtások, villamosrendszerek alkatrészeiként stb.

Nagy folyóképességű poliamidok

A **Lanxess AG** *Durethan Easy Flow* és *Durethan Xtreme Flow* márkanéven forgalmazza nagy folyóképességű PA 6-típusait, amelyek üvegszáltartalma 30 és 60% között változik. Az *Easy Flow*-típusok folyási úthossza kb. 50%-kal hosszabb, mint a standard típusoké, az *Xtreme Flow*-típusoknál pedig még ezt is további 10–20%-kal növelik.

A nagy folyóképesség mindenekelőtt gazdasági előnyöket hordoz: pl. alacsonyabb ömledék-hőmérsékletre, rövidebb hűtési időre van szükség, tehát csökken a ciklusidő. Egy konkrét esetben, ahol pl. *elosztócsatornákat fröccsöntöttek, a feldolgozási hőmérsékletet 30 °C-kal lehetett csökkenteni, a ciklusidőt pedig 15%-kal*. Ha a feldolgozási hőmérsékletet nem csökkentik, akkor viszont csökkenthető a fröccsnyomás – ehhez pedig elegendő egy kisebb záróerejű gép. Ezáltal nő a gépválaszték és könnyebbé válik a gyártás programozása. A fröccsnyomás csökkentésének más, technológiai értelme is lehet, pl. vékony falú, vagy szűk gáttal tervezett darabok kíméletes gyártásánál. Ha tovább fennáll a hatékony utónyomási fázis, a darab vetemedése is csökken. A nagyobb folyóképesség egyszerűbb szerszámokat is jelent, és csökkenthető a falvastagság is. Ez különösen fontos az üvegszálas típusoknál. Különösen jelentős a folyóképesség javítása olyan erősen töltött típusok esetében, mint a 60% üvegszálat tartalmazó *Durethan BKV 60 H 2.0 EF*, amelynek szobahőmérsékleten mért nyújtási modulusa 19 GPa, duplája a hagyományos, 30% üvegszállal töltött PA 6-típusának, ütésállósága is jóval nagyobb, folyóképességük mégis összemérhető. A modulus még

170 °C-on is 6,7 GPa. Összehasonlításképpen érdemes megjegyezni, hogy a hosszú üvegszállal erősített PP (amelyet az erősített PA-dal versenyző anyagként tartanak számon), már 80 °C-on hasonló értéket ér el. A nagy folyóképességű, 60% üvegszálat tartalmazó PA 6-típus felületminősége összevethető a standard, 30-35% üvegszálat tartalmazó típusával. A nagy száltartalom miatt a nedvességfelvétel is kisebb, ami kisebb vetemedést és nagyobb méretpontosságot jelent.

A nagy merevség különösen előnyös a fém/műanyag (hibrid) szerkezetekben, ahol ugyancsak jelentős falvastagság-csökkentést lehet elérni azonos szilárdság és merevség mellett. Változatlan falvastagság esetén a 30% üvegszáltartalmú anyaghoz képest dupla merevség érhető el, vagy azonos darabsúly esetén kb. 80%-kal nagyobb a merevség. A nagy szilárdságnak és merevségnek jelentősége van olyan tisztán műanyagból készült termékeknél is, ahol a műanyag fémet helyettesít, pl. motortérbeli alkalmazásoknál. Az erősített PA 6-ból olyan motorolaj-gyűjtőkádákat lehetett készíteni, amelyek integrált funkciókat tartalmaznak és mechanikailag is terhelhetők. Ilyenkor magasabb hőmérsékleteken is fontos a dinamikus terhelhetőség, de a kúszással (állandó terhelés alatti megnyúlással) szembeni ellenállás is. Ez utóbbi jellemző különösen akkor számít, ha karmantyús kötések és tömítések vannak a rendszerben, amelyek kúszás esetén kilazulnának.

A műanyag-fém hibridekből könnyű és nagy szilárdságú karosszériaelemek is készíthetők. A számítások szerint a gyártási költségek akár 30–40%-kal is csökkenthetők.

Anyaghelyettesítés aromás PA 6 keverékekkel

A fémöntvények műanyagokkal történő helyettesítése régóta megfigyelhető tendencia számos ipari területen, többek között a gépkocsigyártásban, az orvostechikában és a gépgyártásban. A fémek helyettesítésére használt PA 66-nak van egy jellegzetes tulajdonsága, a nedvességfelvétel, amely jelentősen befolyásolja a termék mechanikai jellemzőit. Ez növeli a szakadási nyúlást és a szívósságot, ugyanakkor csökkenti a merevséget, a szilárdságot és az ütésállóságot. A nedvesség hatására a méretpontosság is csökken, hiszen duzzadás lép fel. Ezek a hátrányos változások még erősen töltött (50–60% üvegszálat tartalmazó) PA 6 és PA 66 rendszerekben is megfigyelhetők. *Ha viszont a PA 66-ot részben aromás kopoliamiddal (CoPA, PA6I/6T) keverik (blendelés), a nedvesség hatása csökkenthető.* Míg egy 50% üvegszállal erősített PA 66 esetében a szilárdság kb. 25%-kal csökken a nedvességfelvétel hatására, addig a részben aromás poliamiddal készített blend esetében a csökkenés alig 10%, az ütésállóság pedig gyakorlatilag nem változik. Ebből következően a duzzadási hajlam és a méretváltozás is jóval kisebb, mint a PA 66 esetében. A részletes összehasonlítás azt mutatja, hogy a könnyűfém öntvények, különösen a cinköntvények helyettesítése jöhet szóba a részben aromás poliamid keverékekkel. A keverék aromás komponensének magasabb üvegesedési hőmérséklete a hőállóságot is javítja. A fémöntvényhez képest tömegcsökkenés, nagyobb működési biztonság érhető el a legkülönbözőbb klimatikus feltételek között is. Figyelembe véve a hidegben történő ridegedést és a kúszási hajlamot, igaznak látszik a mondás, hogy aki ismeri a cink fröccsöntésének nehézségeit, inkább a műanyagot választja. Még az alumínium esetében is, amely kitűnő, viszony-

lag kis sűrűségű szerkezeti anyag öntvényekhez, elegendő ok van a műanyaggal történő helyettesítésre.

Elmarad az utómegmunkálás, nincsenek járulékos költségek

Mindenki, aki már foglalkozott fémöntéssel, tudja, hogy az öntött terméket még számos utólagos műveletnek kell alávetni, mielőtt felhasználásra alkalmassá válik: sorjamentesítés, fúrás, marás, korrózióvédelem stb. Az ezzel járó költségek olyan nagyok, hogy a *megfelelő műanyaggal történő helyettesítés esetén a megtakarítás akár 50% is lehet*. Megtakarítás érhető el a szerszámok állásidejénél is. A fémeket fröccsöntő szerszámok drágábbak és hosszabb az állásidő is. Annak ellenére, hogy a fémek fröccsöntése területén is komoly előrelépés történt az utóbbi években, az erősen töltött műanyagokkal szemben az összes költség akár a duplája is lehet.

A költségekben nem elhanyagolható elemet képvisel a feldolgozás. A jelenlegi, részben aromás poliamidblendek e tekintetben is előnyösek. Például az **Akro-Plastik GmbH Akroloy** új termékcsaládjának feldolgozási hőmérsékletét az alternatív anyagokhoz képest 30 °C-kal sikerült csökkenteni – azonos vagy jobb felületi minőség mellett. Ez jelentősen csökkenti a hűtési és a ciklusidőket. A BMW-hez pl. ebből gyártnak olyan *3K fröccsöntéssel készülő gépkocsi-ablaktörlőket*, amelyeket eddig külön műveletben több darabból kellett összerakni. A gépkocsialkatrészek szimulált öregítéskor 3000-6000 órás, 125–140 °C-os hőmérsékleti terhelést alkalmaznak, időnként 200 °C-os csúcsokkal. A részben kristályos PA különféle közegekkel szembeni ellenállása még 140 °C-on is kielégítő. Nehezebb ügy a *magas hőmérsékletű oxidációval szembeni ellenállás*, de a részben aromás poliamidok alkalmazásával ezt is sikerült megoldani. Az oxidatív ellenállást 2500 órás tesztekben vizsgálták 50% üvegszáltartalom mellett. Az öregedést a legkritikusabb paraméterekkel: a szakadási nyúlással és az ütésállósággal követték. Egy jelenleg piacon levő termékkel szemben 2500 óra után az *Akroloy* termék 35%-kal nagyobb szakadási nyúlást és 90%-kal nagyobb ütésállóságot produkált. Ebben persze benne volt nem csak a komponensek jó megválasztása, hanem a kitűnő kompaundálási technológia is. Ezzel a stabilitással olyan termékek is gyárthatók, amelyek eddig csak PPA-ból (poliftalamidból) készülhettek, és ez új lendületet adhat a fémek műanyaggal történő helyettesítésének.

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

Hala, R.: Transparenz für alle Fälle. = Kunststoffe, 96. k. 8. sz. 2006. p. 88–90.

Heinrich, D.; Hülsmann, K.: Für multifunktionelle Optik. = Plasverarbeiter, 57. k. 8. sz. 2006. p. 50–51.

Class, H.; Schmidt, H.; Winnemann, D.: Besser mit Verstärkung. = Plastverarbeiter, 57. k. 5. sz. 2006. p. 54–55.

Boxen für die Schaltzentrale. = Konstruktions Praxis, 17. k. 1. sz. 2006. p. 26–27.

Thoma, F.: Konstruieren mit neuen Freiheiten. = Plastverarbeiter, 57. k. 10. sz. 2006. p. 144, 146.

Wutke, T.: Schwung für Materialersatz. = Plastverarbeiter, 57. k. 10. sz. 2006. p. 135.