

## Különleges poliamidok tulajdonságai

A következőkben bemutatunk egy olyan poliamidot, amelynek alappolimerje a jól ismert PA6, de 65% erősítő- és töltőanyagot, továbbá halogén-, foszfor- és antimonmentes égésgátlót tartalmaz. Éghetőségét ezáltal sikerült annyira csökkenteni, hogy sínjárművek legmagasabb tűzveszélyességi szintbe sorolt részeiben is alkalmazható. Bemutatunk továbbá egy amorf poliamidcsaládot, amely rendkívül jó átlátszósága és emellett kitűnő tulajdonságai révén más átlátszó polimereket válthat ki.

*Tárgyszavak: járműgyártás; poliamid; tűzveszélyesség; égésgátlás; szabályozás; amorf polimer; átlátszóság.*

## Rendkívül kedvező tűzveszélyességi szintű poliamid sínjárművekhez

A **Lanxess Deutschland GmbH** (Leverkursen) többféle csökkentett éghetőségű poliamidot forgalmaz *Durethan*, és csökkentett éghetőségű poli(butilén-tereftalát)-ot *Pocan* márkajelzéssel. Ezek közül a PA6-alapú *Durethan DP BM 65 X FM30* kiemelkedik a választékból, mert tűzveszélyessége eléri a ma még csak „előszabvány” rangú *CEN/TS 45545* szerinti, legmagasabb szintű *HL3* tűzveszélyességi fokozat követelményeit, ami a hőre lágyuló polimerek között példátlan.

### *Új szabályok és besorolások az európai tűzvédelemben*

Az Európai Bizottság új *CEN/TS 45545* jelű műszaki specifikációja a világ legösszetettebb tűzvédelmi szabályzata, amely azt célozza, hogy a sínjárműveken utazó közönséget és személyzetet megóvja a tüztől. A több éves előkészítés ellenére sem sikerült még ezt az előírást európai szabványként elfogadtatni, amely ebben az esetben felváltaná a tagországok jelenlegi nemzeti előírásait. Néhány hónapon belül azonban ez várhatóan megtörténik.

Az új szabvány bevezetése lényegesen meg fogja növelni az utasok biztonságát. A követelmények elsősorban az alkalmazott anyagok és építőelemek éghetőségét jellemző tulajdonságokra – gyúlékonyság, lángterjedés, hőfelszabadulás sebessége, füst-sűrűség, égésgázok mérgező hatása – terjednek ki. A követelményeket szabványos vizsgálati módszerekkel kapott vizsgálati eredményekhez kötik, és az építőelemeket vagy termékeket üzemeltetés és felépítésmód szerinti osztályokba sorolják. Az üzemeltetés szerint négy osztályt állítottak fel, amelyek attól függnek, hogy a járművet távolsági, regionális, városi közlekedésre szánják-e, és hogy a jármű pályáján csekély

vagy hosszú alagútszakaszok vannak, ill. hogy az alagútban van-e közvetlen menekülésre lehetőség. A négy osztályon belül megkülönböztetik az automatikusan üzemeltetett, a kétszintű, a hálókocsival rendelkező járműveket a többi szokásos járműtől. Ez a megkülönböztetés azt veszi figyelembe, hogy a felszínen közlekedő villamosból tűz esetén a kifelé nyíló ajtókon és az ablakokon keresztül könnyebb elmenekülni, mint egy földalatti kocsiból az alagútban. Még nehezebb a menekülés egy állványzaton robogó mágneses légpárnás járműből.

Az üzemeltetés szerinti osztályon belül az építésmódtól függően határozzák meg a *veszélyeztetési szintet* (németül: Gefährdungsstufe, angol nevén Hazard Level), amelynek három fokozata van, jelzése *HL1*, *HL2*, *HL3*. A *HL3* a veszélyeztetettség legmagasabb szintje, itt a legszigorúbbak a követelmények. A beépített építőelemeket (termékeket) is megkülönböztetik aszerint, hogy azok „mobilak”, az „elektrotechnika részei” vagy a „belső szerkezet részei”. Az egyes termékekkel kapcsolatos követelményeket egy R-értékkel jellemzik, amely *R1-től R25-ig* terjed. Ezt az értéket egy vagy több éghetőségi vizsgálat eredményei alapján határozzák meg. A *HL3* fokozat eléréséhez *R23*, *R24* vagy *R25* érték szükséges, amelyet a hőre lágyuló műanyagok és a hőre keményedő műanyagok többsége nem tud teljesíteni.

#### *A Lanxess cég Durethan DP BM 65 X FM30 típusú poliamidjának éghetőségi tulajdonságai*

A Lanxess Deutschland GmbH csökkentett éghetőségű polimerjeit a **Currenta GmbH & Co. OHG** (Leverkursen) laboratóriumában, a hamarosan hatályba lépő *CEN/TS 45545* szabvány előírásai szerint vizsgáltatta be. Ezt az intézményt a *DIN EN ISO/IEC 17025* szabvány szerint akkreditálták, hatósági felügyelet alatt áll és vizsgálati eredményeit mindenütt hitelesnek tekintik. A laboratórium nemcsak a hamarosan kötelezővé váló szabvány valamennyi előírt vizsgálatára van felkészülve, de legalább száz más szabványos és egyedi vizsgálatot tud elvégezni, az európai eljárásokon kívül különböző ázsiai országokban és az USA-ban rendszeresített módszerekkel is.

A járművek elektrotechnikai rendszerébe beépített elemeknek (fojtótekercesek, kapcsolók, kapcsolóvédők, feszültségtranszformátorok) a veszélyeztetési szintje a legmagasabb, *HL3*, ezért az ezekhez tartozó anyagoknak is ki kell elégíteniük az ehhez a szinthez rendelt követelményeket.

A Lanxess új *Durethan* gyártmánya nem tartalmaz sem halogént, sem foszfort, sem antimon-trioxidot, de van benne egy speciális égésgátló csomag, ezenkívül üvegszálból és ásványi töltőanyagból álló 65% keverék. A magas töltőanyag-tartalom ellenére könnyen dolgozható fel, mert ömledéke az *EasyFlow* technológia alkalmazása révén jól folyik, és vékony falú, finom részleteket tartalmazó formadarabok előállítására is alkalmas. A cég tisztában volt azzal, hogy az anyag éghetőségi tulajdonságai kivételesen kedvezőek. Korábban a sínjárművekre vonatkozó francia *NF 16-101* szabvány szerinti vizsgálatban a legkedvezőbb, *F1* besorolást kapta. Ennek alapján az Európa-alagútban a mellékfolyosók kábelcsatornáinak tartószerkezetét ebből a műanyagból készítették.

A *CEN/TS 45545* szabványban a követelmények közül az *R23* a füstgázok mérgező hatására, az *R24* a füstűrűsre, az *R25* az oxigénindexre vonatkozik. A füstűrűsre az *EN ISO 5659-2*, a gázok mérgező hatását az *NF X70-100-1* szabvány szerint mérik. Ennek a két jellemzőnek mérésekor egy 3 mm vastag próbatestet 25 kW/m<sup>2</sup> intenzitású konstans sugárzó hőnek tesznek ki. A füstűrűsre a fűstrétegen áthaladó fénysugár fényerejének csökkenéséből kiszámított *optikai sűrűséggel* jellemzik, a füstgázok szén-dioxid-, szén-monoxid-, fluor-, klór-, bróm- és ciántartalmát infravörös (FTIR) spektroszkóppal mérik, az eredményt ebből számított *toxicitási indexszel* (CIT, conventional index of toxicity) adják meg. A teljes 20 perces vizsgálati időtartam alatt a *Durethan DP BM 65 X FM30* legnagyobb fajlagos optikai sűrűsége ( $D_{s, \max}$ ) 7 volt, belső térben alkalmazott anyagokra a *HL3* veszélyességi szint eléréséhez előírt érték  $\leq 150$ , a jármű külső oldalán alkalmazott anyagokra  $\leq 300$ . A mért CIT érték 0,26 volt, a *HL3* szint követelménye a jármű belsejében  $\leq 0,75$ , a külső oldalon  $\leq 1,5$ .

Az *oxigénindexet* az *ISO 4589-2* szabvány szerint mérték. Itt egy függőleges pálca felső végét gyújtják meg, amely körül egy üvegcsőben oxigén/nitrogénelegy áramlik alulról fölfelé. Meghatározzák az oxigénnek azt a legkisebb koncentrációját, amely mellett a pálca égése nem szűnik meg. Az új *Durethan* oxigénindexe 52,6%, ami ugyancsak magasan felette van a *HL3* szint 32%-os követelményének.

A vizsgálati eredmények alapján a *Durethan DP BM 65 X FM30* zöld utat kapott az ipari elektronika felé, és alkalmasnak minősítették pl. kisfeszültségű szigetelőelemek, védőkapcsolók, dugaszolóaljzatok elemeinek és házainak gyártására. Nagyon eredményes volt a hőre keményedő karbamid- és poliésztergyantából készített nagy áramerősségű vezetékvédő kapcsolók helyettesítése az új poliamiddal.

## Üvegszerűen átlátszó amorf poliamidok

Az *amorf poliamidokra jellemző az átlátszóság és a méretstabilitás*. Átlátszóságukat a molekulába beépített „terjedelmes” monomereknek köszönhetik, amelyek meggátolják a kristályszerkezet kialakulását. Emiatt az amorf poliamidok a részben kristályos PA6-hoz és PA66-hoz képest üvegszerűen átlátszóak. Vannak közöttük homo- és kopolimerek, alkotóik – diaminek, dikarbonsavak és amino-karbonsavak – típusával és arányával tulajdonságaik széles tartományban variálhatók.

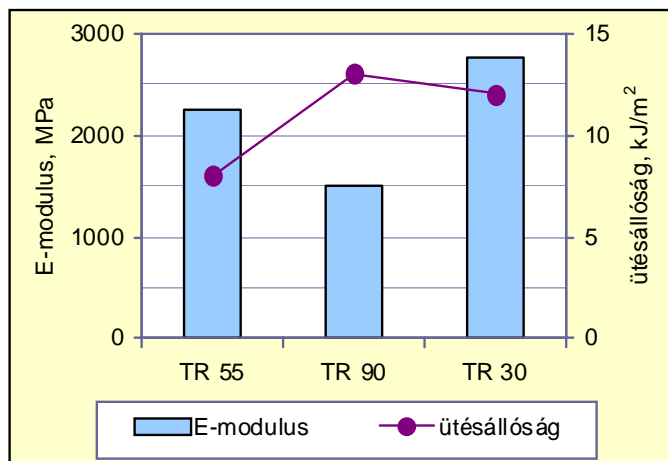
A svájci **Ems-Grivory** cég (Domat/Ems) *Grilamid TR* márkanéven fogalmazza amorf poliamidjait, amelyek főlánca tartalmazhat alifás, cikloalifás vagy részben aromás szakaszokat. A már említett tulajdonságaikon kívül vegyszerállóságuk, dinamikus terhelhetőségük hasonló a kristályos poliamidokéhoz. Más hőre lágyuló műanyagokhoz képest nagyon jól ellenállnak a feszültségrepedezésnek.

A *Grilamid TR 55* az elmúlt évek során jól bevált ott, ahol fontos az átlátszóság, a csekély vízfelvétel, a nagy szilárdság és a szívósság. A *Grilamid TR 90* ezeken felül időjárásálló, jól tűri a dinamikus hajlítást, feszültségrepedéssel szembeni ellenállása pedig kiemelkedő. Alkalmazását különösen erőteljes dinamikus igénybevételnek kitett eszközök – szűrőcsészék (*1. ábra*), készülékházak, szemüvegkeretek – gyártására ajánlják. Ennek a típusnak a mikrokristályos változatát is kifejlesztették, amely erősen ellenáll az alkohol vegyi hatásának.



1. ábra Átlátszó szűrőcsésze  
*Grilamid TR 90-ből*

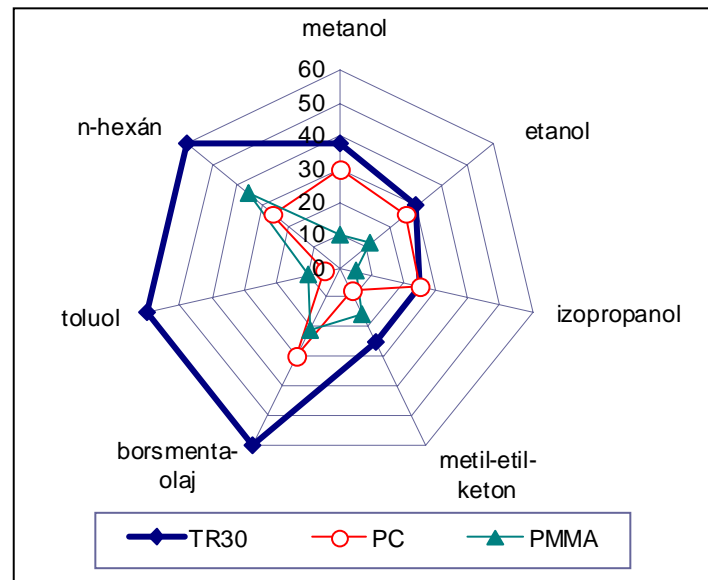
Az élelmiszerekkel, ivóvízzel vagy gyógyszerekkel közvetlenül érintkező anyagok alkalmazását speciális engedélyekhez kötik. A *Grilamid TR 55* és a *Grilamid TR 90* megfelel az ilyen anyagokra vonatkozó európai irányelveknek és az **FDA** (USA) *CFR 21* előírásainak. Ezért számos háztartási eszközt is gyártanak belőlük, amelyek kielégítik a vásárlók biszfenol-A-tól mentes műanyagok iránti igényét. A *Grilamid TR-ből* gyártott cumisüvegeket a háztartásokban előforduló elektromos vagy gőzzel sterilizáló berendezésbe is be lehet tenni. A *Grilamid TR* teljesen íztelen és szagtalan, sem a beletöltött étel vagy ital ízét, aromáját nem befolyásolja, se maga nem vesz fel idegen ízeket vagy szagokat. Kielégíti az orvosi alkalmazást szabályozó *USP (United States Pharmacopoeia) VI. osztályának* követelményeit is.



2. ábra Három *Grilamid TR* húzómodulusa és hornyolt próbatesten mért ütésállósága

A folyamatos kutató/fejlesztő munka eredménye egy újabb típus, a *Grilamid TR 30*, amelyben a nagy szilárdság és a jó ütésállóság kombinációjára törekedtek. Az új polimer rugalmassági modulusa 30%-kal, hornyolt próbatesten mért ütésállósága 50%-kal nagyobb, mint a *Grilamid 55-é* (2. ábra). Nagy merevsége mellett felületi keménysége is kiemelkedő, ami jobb karc- és kopásállósággal jár.

A többi *Grilamid TR* típushoz hasonlóan a *TR 30* különböző közegekben nagyon jó feszültségrepedezés-állóságot mutat. Különösen kiemelkedő ez a tulajdonsága apoláros közegekkel szemben (n-hexán, üzemanyagok, olajok, zsírok), ahol más átlátszó műanyagok kudarcot vallanak (3. ábra).



3. ábra A *Grilamid TR 30* ISO 4599 szabvány szerint mért feszültségrepedezés-állósága (MPa-ban) a polikarbonátéval és a poli(metil-metakrilát)-éval összehasonlítva különböző közegekben

Tulajdonságai révén a *Grilamid TR 30* különösen ajánlható olyan alkalmazásokra (szűrőházak, áramlásmérők, megfigyelőablakok), ahol a polimer gépkocsikban használt vagy ipari folyadékokkal érintkezik. További alkalmazási területei lehetnek az iparban, a villamos- és elektronikai ágazatban, a gépkocsigyártásban, a háztartásban az olyan termékek gyártására, amelyeknél fontos a karcállóság, az átlátszóság, a magas felületi fény. Nem elhanyagolható előnye továbbá, hogy összeférhető a *Grilamid TS* és *Grivory GV* típusú polimerekkel, ami lehetőséget ad többkomponensű, ezáltal költség-takarékos gyártmányok készítésére.

A részlegesen kristályos polimerekből fröccsöntött darabokra jellemző a vetemedés vagy a beszívódás. A *Grilamid TR* poliamidok molekuláris szerkezete ezt szinte teljesen kizárja. Különösen jól áll ellen ennek a *Grilamid TRV*, amelynek a kúszása is elhanyagolható. Egy kísérletben háromféle *Grilamid* próbatestet 23 °C-on 50% relatív nedvességű térben 40 MPa-lal terheltek. A *Grilamid LV-5H* 6 perc után 0,38% nyúlást mutatott, ez 10000 óra után (100 óra után gyorsuló sebességgel) 0,55%-ra nőtt. A *Grilamid GV-5H* a 6. pecben mért 0,22%-ról 10000 óra után egyenesen nyúlva 0,42%-kal lett hosszabb. A *Grilamid TRV-4X9* a 6. pecben 0,47%-os nyúlást mutatott, és ez az érték a további 10000 óra alatt nem változott.

Az Ems Grivory cég „zöldvonalas” programja keretében kifejlesztette *Grilamid BTR* típusú polimerjeit is, amelyek magas arányban tartalmaznak megújuló növényi forrásból származó alapanyagokat, elsősorban ricinusolajat és annak származékait. A *BTR* polimerek tulajdonságai semmiben nem maradnak el a kőolajalapú polimerekéétől.

Valamennyi *Grilamid-TR* a vevő kívánságának megfelelő színben szállítható és lézerrel feliratozható változata is megrendelhető.

Összeállította: Pál Károlyné

Schäfer, M.; Halfmann, M.: Brandschutz im Schienenverkehr = Kunststoffe, 101. k. 8. sz. 2011. p. 47–49.

Wick, S.: Hohe Transparenz für Anspruchsvolles = Kunststoffe, 101. k. 8. sz. 2011. p. 44–46.