

## Műanyagok és éghetőség a 2010-es évek első felében

A műanyagok számos területen csak akkor alkalmazhatók, ha éghetőségük kielégíti a szabványos követelményeket. Ezt a legtöbb esetben csak megfelelő adalékok bekeverésével lehet elérni. A legjobb hatásfokú brómos égésgátlók használatát egészségügyi és környezetvédelmi megfontolásokról fokozatosan visszaszorítják, ezért egyre több halogénmentes égésgátló és halogénmentes csökkentett éghetőségű műanyag jelenik meg a piacon.

*Tárgyszavak: műanyagok éghetősége; adalékanyagok; előírások; halogénmentes égésgátlók; gyártók; gyártmányok.*

A műanyagokra vonatkozó tűzvédelmi szabályok és követelmények alkalmazási területeiktől függően erősen eltérőek. Az építőiparnak, a villamos és az elektronikai iparnak, a közlekedési eszközök gyártóinak szánt műanyagok kifejlesztésekor nagyon sokféle előírást és vizsgálati módszert kell figyelembe venni. *Az éghetőségi vizsgálatok többé-kevésbé nemzetközies, a kisebb országok saját módszerei fokozatosan visszaszorulnak.* Az Európai Unióban kb. 10 évvel ezelőtt harmonizálták az építőipari tűzvédelmi szabványokat és besorolásokat. A sínjárművekre vonatkozó, 1998-ban először megfogalmazott EN 45545 szabvány fejlesztését is lezárták 2013-ban, ezzel sikerült az itt alkalmazott anyagok vizsgálatát és besorolását az EU-ban egységessé tenni. Az előírások egyértelműen szigorodtak. A klasszikus éghetőségi jellemzők (gyúlékonyság, lángterjedés, hőfejlesztés) mellett az ún. kísérő jelenségek (égő ömlédcseppek képződése, füstképződés, égésgázok toxicitása) nagyobb hangsúlyt kaptak. A közlekedési eszközökben (vasúti kocsikban, hajókban, repülőgépekben) ezeket fokozottabban veszik figyelembe a menekülés korlátozottsága miatt.

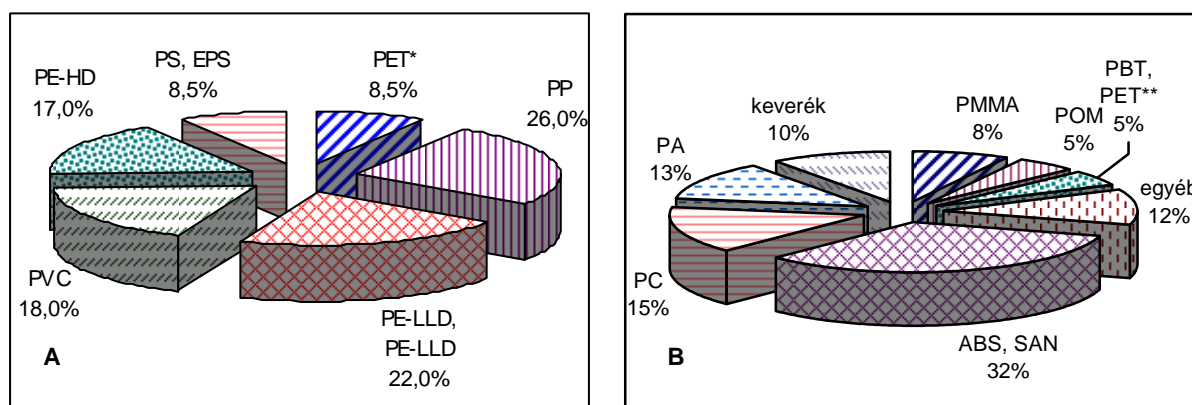
Ennek megfelelően némileg változtak a műanyagok égésgátló rendszereire vonatkozó elvárások is. Fontossá vált, hogy az égésgátlót tartalmazó műanyagok tűz esetén kevés füstöt termeljenek, és hogy égésgázaikban minél kevesebb mérgezőnek tartott gáz (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl, HBr, HF, HCN) legyen. Emiatt csökkent a piacvezető brómos égésgátlók iránti kereslet, ezzel párhuzamosan növekszik a halogénmentes (szervetlen komponenseken, foszforon, nitrogéneken alapuló) égésgátlók alkalmazása.

A villamos és elektronikai iparban már kezdettől fogva nemzetközi szabványok írták elő az ott alkalmazott műanyagok éghetőségi vizsgálatát és besorolását. A követelmények nem olyan szigorúak, mint pl. az építőiparban, mert a villamos berendezésben kisebb gyújtóforrás (túlhevült alkatrész, rövidzárlat, ívfény) ellen kell védekezni.

A (némileg) megváltozott szemlélethez az égésgátlóipar és a csökkentett éghetőségű műanyagokat gyártók is igyekeznek alkalmazkodni.

## Rohamosan nő az égésgátlók iránti igény

A műanyagok iránti igény a világon a 2010-es évek első felében is rohamosan nő, és ezzel párhuzamosan egyre több égésgátlóra van szükség. Egy 2012-es frankfurti sajtótájékoztatón jelentették be, hogy a világ műanyag-felhasználása 1990-2010 között 83,6 millió tonnáról 2010-re 225 millió tonára nőtt, és 2016-ban a várakozások szerint eléri a 292 millió tonnát. A 2011-es adatok részleteit az 1. táblázat és az 1. ábra tartalmazza. (Az ábrában PET\* a palackok anyagát, a PET\*\* a fröccsöntött típust jelzi.)



A kép: tömegműanyagok (összesen 200 M t) B kép: műszaki műanyagok, összesen 21,5 M t

1. ábra A világon 2011-ben felhasznált műanyagok fajta szerinti részaránya

1. táblázat

A világ műanyag-felhasználása fajtánként 1990-2011 között

Műanyagfajta	1990, M t	2010, M t	2016, M t*	Évi növekedés, % 2010-2016 között*
PE-LD, PE-LLD	18,8	39,2	49,2	3,9
PE-HD	11,9	34,9	45,4	4,5
PP	12,9	50,9	68,3	5,0
PVC	17,7	35,1	44,2	3,9
PS	7,2	10,8	13,7	4,0
EPS	1,7	5,2	7,0	5,1
ABS, ASA, SAN	2,8	7,3	9,1	3,7
PA	1,0	2,6	3,5	5,1
PC	0,5	3,4	4,5	5,2
PET	1,7	15,5	20,8	5,0
PUR	4,6	11,9	15,1	4,0
Más hőre lágyuló	2,8	8,3	10,9	4,6
Összesen	83,6	~225	~292	4,4

\* becslést érték.

A legtöbb égésgátlót a villamos és elektronikai ipar használja fel, elsősorban nyomtatott áramköri lapok gyártásához. A világon 2011-ben becslések szerint 58,8 Mrd USD, 2012-ben 62,7 Mrd USD értékű áramköri lapot állítottak elő (6,6%-os növekedés), ebből 38 Mrd-nyit az ázsiai/óceáni térségben (8,8%-os növekedés) (2. táblázat).

2. ábra

A felhasznált áramköri lapok értékének megoszlása a világon  
2010-2012 között térségek szerint

Térség	2010		2011		2012
	M USD	változás, %	M USD	változás, %	M USD
Ázsia/Óceánia	32000	+10,0	35200	+8,0	38015
Japán	10260	+2,0	10465	+6,0	11093
Európa	6262	+7,0	6698	+4,0	6966
Amerika	5674	+4,0	5901	+3,0	6078
Afrika/Közel-Kelet	578	-4,8	550	+4,0	572
Összesen	54772	+7,4	58814	+6,6	62775

Különböző piacfelmerések szerint a világon műanyagokba 2012-ben kb. 2 millió t égésgátlót dolgoztak be, 5 Mrd USD értékben. 2011-ben az égésgátlók 40,4%-a alumínium-hidroxid, 19,7%-a brómvegyület, 14,6%-a szerves foszforvegyület, 11,3%-a klórtartalmú készítmény, 8,4%-a antimon-trioxid, 5,6%-a egyéb volt. A következő öt évben az éves felhasználás 5–7%-os, óvatosabb előrejelzések szerint legalább 4–5%-os növekedésére számítanak. *A legnagyobb igény változatlanul az alumínium-hidroxid, utána változatlanul a brómos égésgátlók, majd a foszfortartalmúak iránt várható.*

2011-ben az összes égésgátló 48%-át az ázsiai/óceáni térségben használták fel; ebből 400 ezer tonnát Kínában. A következő években Indiában is évi 10%-os igénynövekedést jósolnak. Az égésgátlók gyártóinak tehát biztos piacuk és biztató jövőjük van. Ezért számos cég növeli termelését és választékát.

### Az EU ENFIRO projectje és a Clariant közreműködése

Az égésgátlók fejlesztésében ma a legfontosabb törekvés a halogénos égésgátlók visszaszorítása, az ún. halogénmentes égésgátlók alkalmazásának minél szélesebb körű kiterjesztése lehetőleg valamennyi iparágban. A halogéntartalmú – mindenekelőtt a brómtartalmú vegyületek – ugyan mindmáig a legjobb hatásfokúak ezen a területen, korrozív és toxikus égésgázaik, az ilyen vegyületekkel égésgátolt műanyagok erőteljes füstképzése, továbbá a brómnak az élelmiszerláncban vélhető akkumulálódása miatt azonban több típusuk felhasználását megtiltották, a többit igyekeznek korlátozni. Ma már számos halogénmentes égésgátló van piaci forgalomban, de teljes egészében még nem tudják a brómos égésgátlókat helyettesíteni. Az Európai Unió 2009-ben indította

meg *ENFIRO* projektjét, amelynek célkitűzése a halogénmentes égésgátlók további fejlesztése.

Ilyen helyettesítő kifejlesztése nem egyszerű feladat. Alapkövetelmény természetesen az, hogy ugyanolyan jól gátolja az égést, mint a brómvegyületek. Emellett nem ronthatja az alappolimer mechanikai, termikus és optikai tulajdonságait, feldolgozhatóságát, és nem lehet túl drága.

A **Clariant International Ltd.** (Pratteln, Svájc) 12 más résztvevővel együtt csatlakozott az *ENFIRO* projekthez, amelyet az Amsterdami Egyetem Környezetkutató Intézete (**Universitát Amsterdam, Institut for Environmental Studies**) fog össze. Három év alatt 12 kereskedelmi forgalomban kapható halogénmentes égésgátlót vetettek alapos vizsgálat alá. Összetételük, felhasználásuk mellett teljes élettartamukra vetítve vizsgálták az egészségre és a természetre gyakorolt hatásukat, feldolgozhatóságukat és azt, hogy hogyan befolyásolják a műanyagok tulajdonságait. Az égésgátlókat számos műanyagba (PA6, PBT, PET, PS-HI, epoxigyanta) keverték be, a keverékekből formadarabokat is készítettek. Vizsgálataik alapján megállapították, hogy

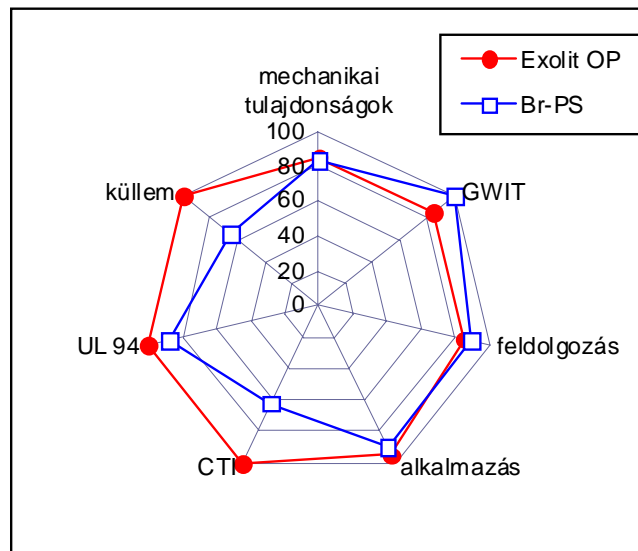
- ma valamennyi polimerrendszerhez forgalmaznak a szokásos brómtartalmú égésgátlók helyettesítésére alkalmas halogénmentes égésgátlót,
- a halogénmentes égésgátlót tartalmazó műanyagok ugyanúgy (vagy könnyebben) fröccsönthetők, mint a brómos adalékot tartalmazók,
- halogénmentes égésgátlókkal kielégíthetők a műanyagokkal szemben támasztott műszaki és törvényi előírások; a halogénmentes égésgátlót tartalmazó műanyagok pedig égés közben jellemzően sokkal kevesebb füstöt és egészségre káros gázt képeznek,
- szakszerűtlen hulladékkezelés közben a brómvegyületet tartalmazó műanyagokból mérgező gázok szabadulhatnak fel; lerakókban az ilyen hulladékból savas csurgalék keletkezhet.

A projekt keretében végzett vizsgálatok mellett a Clariant a brómos égésgátlók helyettesítésére szánt fémfoszfinalapú *Exolit OP* égésgátlóit is fejlesztette, amelyeket elsősorban műszaki műanyagok éghetőségének csökkentésére ajánl. A kereslet növekedésének kielégítésére új gyártóüzemet épített Hürt-Knapsackban, amelyben 2012 második felében indult meg a termelés, és amellyel megduplázta gyártókapacitását.

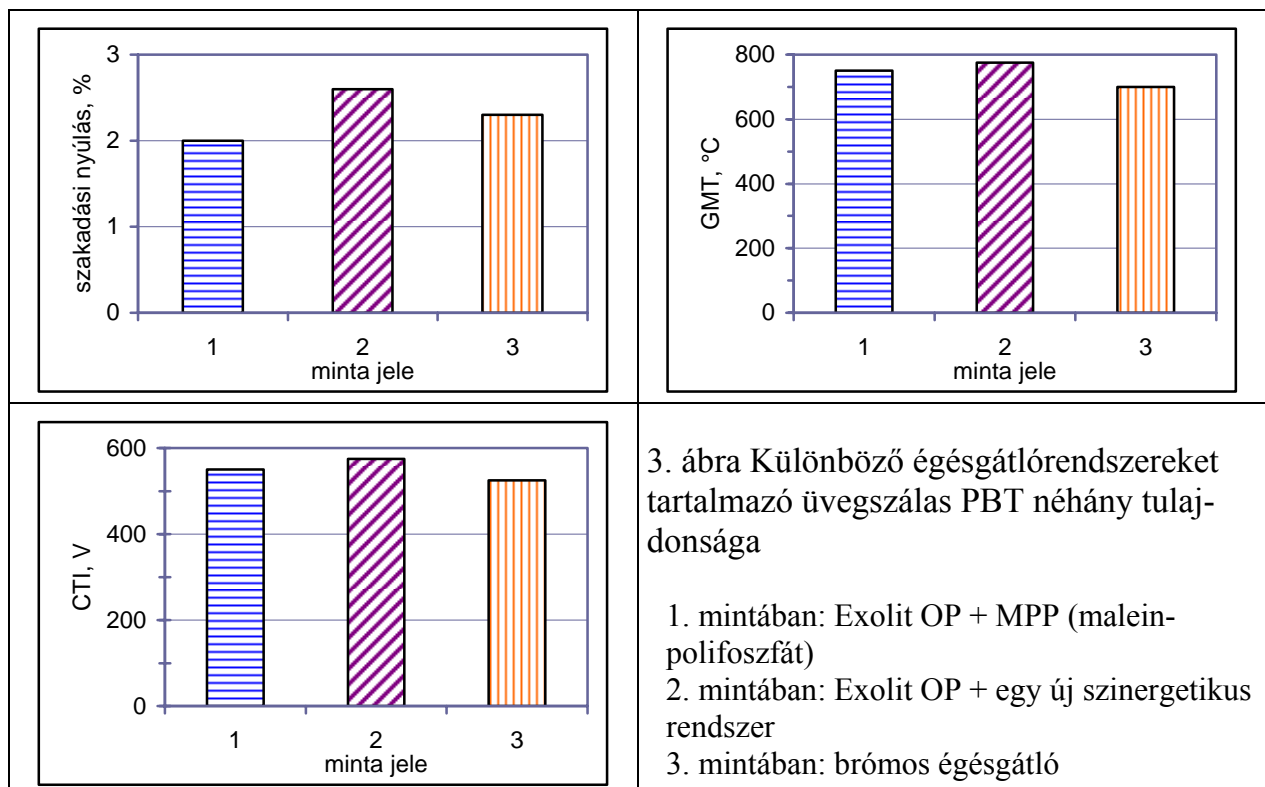
A foszfinátok a foszfinsav vagy más néven hipofoszforsav [ $H_2P(O)OH$ ] származékai, az *Exolit OP* készítmények alapvegyületei a dietil-foszfinsav alumíniumsói (DEPAL). A cég 2004 óta forgalmazza őket. A 2. ábrán látható, hogy gyakorlatilag egyenértékűek a brómos égésgátlókkal, az *Exolit*ot tartalmazó polimerek néhány tulajdonsága pedig még jobb is. Az *ENFIRO* program keretében üvegszálalás PBT-be *Exolit OP-t* és két különböző kiegészítő adalékot, ill. brómos égésgátlót keverték. A keverékek szakadási nyúlását, GWIT értékét és kúszóáram-szilárdságát (GTI) a 3. ábra mutatja.

Németországban az *Exolit OP-t* már nagy mennyiségben használják, elsősorban a kommunikációs technika és a fogyasztási elektronika eszközeiben, az elektrotechnikában és a kábelgyártásban. Viszonylag csekély mennyiség bekeverésével elérhető a műanyagok *UL 94* szabvány szerinti nagyon szigorú, V-0 éghetőségi fokozata akár 0,4

mm-es vastagságban, vagy a GWIT (izzóhuzalos éghetőségi index) akár 960 °C-os huzallal vizsgálva, emellett a környezeti elvárásokat is kielégíti. Az utóbbiakat a vilamos- és elektronikai iparban alkalmazott veszélyes anyagok korlátozására vonatkozó 2011/65/EU irányelvek (RoHS) és az elhasználandó elektromos és elektronikus berendezésekre vonatkozó 2012/19/EU irányelvek (WEEE) fogalmazzák meg.



2. ábra Az Exolit OP és egy brómos égésgátló tulajdonságainak összehasonlítása százalékosan



3. ábra Különböző égésgátlórendszereket tartalmazó üvegszálás PBT néhány tulajdonsága

- 1. mintában: Exolit OP + MPP (malein-polifoszfát)
- 2. mintában: Exolit OP + egy új szinergetikus rendszer
- 3. mintában: brómos égésgátló

Számos felhasználó számára az a vonzó az *Exolit OP-ben*, hogy elviseli a hőre lágyuló műszaki műanyagok magas – néha akár 300 °C feletti – feldolgozási hőmérsékletét. Az *ENFIRO* programban végzett vizsgálatok igazolták, hogy ez az égésgátló nemcsak poliamidokban és poliészterekben, hanem hőre lágyuló elasztomerekben (TPE-kben) és hőre keményedő műanyagokban is alkalmazható.

Kifejezetten hőre keményedő műanyagokhoz fejlesztette ki a Clariant két foszforalapú reaktív égésgátlóját, az *Exolit 150*-et és az *Exolit 200*-at, amelyeket elsősorban áramköri lapok éghetőségének csökkentésére ajánlanak. Foszfortartalmuk 25, ill. 29%, ezért már (a brómos égésgátlók 50%-ának megfelelő) nagyon kis mennyiségben is elérhető velük a V-0 éghetőségi fokozat. Reaktív jellegük miatt ezek a készítmények beépülnek a gyantába, ezért nem képesek migrációra és a polimerek tulajdonságaira is csekély hatást fejtenek ki.

A Clariant *Exolit AP* márkanévvel ammónium-polifoszfátot is forgalmaz, amelyet elsősorban a villamos és elektronikai eszközök műanyagaihoz ajánl. Az *ENFIRO* vizsgálatok tanúsága szerint ezek se nem mérgezőek és a környezetre sem hatnak.

Az *Exolittal* kevert műanyagok tűz esetén felhabosodnak, és a habréteg nagyon rövid idő alatt elkokszosodva védőréteget alkot a felületen, amely maga nem ég, de elzárja a hő és az oxigén útját a mélyebben fekvő éghető anyagtól, ezért megakadályozza annak égését. Az égésgátló egy része olyan vegyület, amely kémiai reakcióval a lángot oltja ki (megszünteti az azt fenntartó láncreakciót). Mindkét mechanizmus azt szolgálja, hogy ne legyen a tűzforrás közelében olyan anyag, amely az égést táplálni tudja.

Az *ENFIRO* programban a halogénmentes égésgátlók gazdaságosságát is elemezték. Mivel ezekből legtöbbször ugyanakkora, néha kisebb mennyiséget kell adagolni a polimerhez, az égésgátlás ár/teljesítmény viszonya versenyképes a brómos égésgátlásával. A különböző iparágak (a szórakoztató elektronika, a kommunikációs technika, a villamos berendezések, a napelemek, a háztartási eszközök gyártói) keresik a műszakilag és gazdaságilag optimális megoldást. Mivel a halogénmentes égésgátlók nem tartalmazzák a RoHS irányelvek szerint veszélyes anyagokat, ezek alkalmazásakor a termékek jogot nyerhetnek a környezetbarát gyártmányoknak odaítélhető olyan címkék felragasztására, mint a *Kék Angyal*, a *TCO* vagy az *EU környezetbarát címkéje*.

A Clariant további kutatásai is elsősorban a PA, a poliészterek és a bioműanyagok égésgátlásának fokozását célozzák.

## Egyéb újdonságok

A **Lanxess Deutschland GmbH** 2011-ben magába olvasztotta a polimeradalékokat gyártó amerikai **Unitex** céget, ennek következtében termékválasztékában megjelent néhány új égésgátló. Az *Uniplex FRP 45* kemény poliuretánhabok hőálló adaléka, amely foszfátokkal kombinálható. Az *Uniplex FRX 44945* [etiléndiamin–orto-foszfát (EDAP) és melamin keveréke] poliolefinokba keverhető, az *Uniplex FRP-64* brómtartalmú égésgátló [poli(2-6-dibróm-fenilén-oxid)], amelyet

PBT, PA6, PA66 éghetőségének csökkentésére ajánlanak. A Lanxess hagyományos foszfátészterekre alapozott *Disflammol* családjának is van új tagja: a *Disflammol TP LXS*-t kifejezetten műbőrökhöz fejlesztették ki. A *Levagard* márkanévű sorozat a kemény poliuretánhabok égésgátlója, legújabb tagja, a *Levagard DMPP* (dimetil-propánfoszfónát) magas foszfortartalma és alacsony viszkozitása miatt telítetlen poliésztergyantákban is alkalmazható. A cég új termékei közé tartozik a *Bayfomox-Coating*, amelyet poliuretán hőszigetelő táblákra lehet felvinni. Ez a védőréteg jelentősen megnöveli a táblák hőszigetelő képességét és 45–60 perces (F45-F60 fokozatú) tűzállóságot ad a lemezeknek. Emellett kielégíti az *ISO 10534-2* szabvány hangszigetelésre vonatkozó követelményeit. Felvitelét padlóakra, falakra, ferde és lapostetőkre ajánlják.

A **Thor GmbH** (Speyer) foszfor/nitrogénre alapozott és poliolefinfóliákhoz ajánlott *Aflammit PCO 700* és *800* márkanévű égésgátlója mellett egy új, felhabosodást kiváltó sorozat gyártásába fogott, amelynek „családi neve” *Aflammit PPN*. Ezek egy részében ammónium-polifoszfát (APP) van, néhányukban más foszforvegyületet alkalmaznak. Ilyen az *Aflammit PPN 903*, amely emiatt 270 °C-ig hőálló, kevéssé oldódik és jobb a savállósága. Ha PP homopolimerbe 30% *PPN 903-at* kevernek, a keverék kielégíti az *UL 94 V-0* éghetőségi fokozat követelményeit. Az egyelőre kísérleti terméknek tekintett *Aflammit TL 136*-ból már 20–22% V-0 éghetőségi fokozatú PP-t eredményez. Az égésgátló 270–280 °C-ig hőálló és nagyon jó a folyóképessége. A két utóbbi termék hőre lágyuló elasztomerekbe, pl. TPS-S-be (PP/SEBS blokk-kopolimerbe) is bekeverhető.

A 2007-ben alapított **FRX Polymers Inc.** (Chelmsford, USA) a Bayer cég egy korábbi antwerpeni telephelyén épít üzemet polifoszfónátalapú égésgátlói gyártására. Az üzemben 2013 végén kezdik meg a termelést. A fő termék polifoszfónát homopolimer lesz, amellyel poliészterszálak éghetőségét fogják csökkenteni, polikarbonáttal alkotott átlátszó kopolimerjeit pedig a villamos- és elektronikai ipar figyelmébe ajánlják. Reaktív oligomerek is lesznek gyártmányaik között, amelyeket epoxigyantákban és laminátumokban lehet felhasználni.

A **Great Lakes Solution** (West Lafayette, USA) és időközben az **ICL-Industrial Products** (ICL-IP, Beer Sheva, Izrael), az **Albemarle Corporation** (Baton Rouge, USA) is megvásárolta a **Dow Global Technologies LLC**-től (Midland, USA) egy új polimer égésgátló gyártási licencét, amelyet a valószínűleg kötelezően kiváltandó hexabrom-ciklododekán (HBCD) helyett alkalmazni lehet szigetelőhabokban és extrudált PS-habokban. A HBCD az európai vegyipari törvény, a REACH engedélyezési eljárása során ugyanis az ún. XIV függelékbe került, ahol azokat az anyagokat sorolják fel, amelyek alkalmazása, mint környezetre káros anyag „megfontolandó”. Ha ez a brómos égésgátló 2014. februárig nem kapja meg az alkalmazási engedélyt az **Európai Vegyipari Ügynökségtől (ECHA)** (ami valószínűsíthető), 2015 augusztusa után alkalmazása tilos lesz.

Az új égésgátlót az első licencvásárló, a Great Lakes *Emerald 3000* márkanéven már forgalmazza. Az ICL-IP új, 10000 t/év kapacitású üzemet épít a gyártáshoz, ebben 2014-ben indul meg a termelés, az égésgátló *FR122P* néven lesz megvásárolható.

Mintamennyiségek a cégtől már beszerezhetők. Az Albemarle ugyancsak 2014-ben kíván vele a piacra lépni.

A ICL-IP saját fejlesztésében két halogénmentes égésgátlót kezdett gyártani. A *Fyrol P26* magas (26%) foszfortartalmú additív égésgátló, poliolefinkehez (EVA, PP) ajánlják; 2–6%-ban adagolva 3,2 mm-es vastagságban UL V-2 éghetőségi fokozatot lehet vele elérni. Átlátszó polimerhez is alkalmazható. Üvegszálás PBT-ben brómos égésgátlóval keverve (antimon-trioxid helyett) 0,8 mm-es vastagságban V-0 éghetőségi fokozatot ad. Az *FR-1120* (szilikáthordozóra felvitt borát/kalcium) szinergetikus adalék, amellyel cink-oxidot és részben antimon-trioxidot lehet helyettesíteni. Brómos égésgátlórendszerekben az antimon-trioxid 50%-a váltható ki *FR-1120-szal*, ha azt poliolefinkebe szánják; 90%-a, ha PBT-be vagy PA-ba kerül.

## Vannak a kínálatban új csökkentett éghetőségű műanyagok is

A mesterkeverék-gyártók és a kompaundálók üzemeiben nem született ugyan a közelmúltban világraszóló újdonság, ezekben az üzemekben szorgalmasan dolgoznak, és csökkentett éghetőségű műanyagaikban egyre többször alkalmaznak halogénmentes hatóanyagot.

A **BASF Polyurethanes GmbH** (Lemförde) halogénmentes égésgátlót (alumínium-hidroxidot vagy magnézium-hidroxidot) tartalmazó új hőre lágyuló poliuretánt kínál kábelköpenyekhez *Elastollan 1185 A 10 HFFR* márkanéven. Ennek jó mechanikai tulajdonságai mellett magas oxigénindexe (LOI értéke) van, kónuszos kaloriméterben mért hőfejlődése csekély, füst- és gázfejlesztése is gyenge. Elsősorban sínjárművekbe épített kábelek gyártásához ajánlják, mert ezek kielégítik az ilyen járművekre vonatkozó *EN 45545-2* szabvány követelményeit, de hajókban, repülőgépekben is hasznosak lehetnek.

A **DSM Engineering Plastics Europe** (Sittard, Hollandia) *Stanyl PA46* típusú poliamidjainak két halogénmentes csökkentett éghetőségű változatát, a *Stanyl HFX* és a *Stanyl CR* családot fejlesztette ki a villamos- és elektronikai ipar számára. A *Stanyl CR* típusok jellemzője a magas hőállóság, a jó folyóképesség és a nagyon csekély korrozív hatás. A belőle fröccsöntött formadarabokon végzendő izzóhuzalos próba (GWT) követelményeit (az izzóhuzallal érintkező darab felületén kialakuló lángnak 2 s-on belül ki kell aludnia) 850 °C-os izzóhuzallal is kielégíti. Pozitív eredményt ad a Franciaországban hatályos *NFF 16-102* szabvány sínjárművekre előírt vizsgálatában és az *EN 45545-2* szerinti vizsgálatban is.

A **Lanxess** erősítés nélküli poliamidot kínál halogénmentes égésgátlóval. A *Durethan B30SF30* jelzésű PA6 felületén 750 °C-os izzóhuzallal érintkezve egyáltalán nem képződik láng; 0,4 mm-es vastagságban eléri a V-0 éghetőségi fokozatot; kúszóáram-szilárdsága (CTI) 300 V; emellett a polimer könnyen feldolgozható. A cég másik új terméke a *BFN4231* jelzésű halogénmentes, P/N-alapú égésgátlót tartalmazó üvegszálás PBT. Ennek éghetőségi fokozata V-0 0,4 mm-es vastagságban, nagyon jók a mechanikai tulajdonságai és kitűnő szín- és UV-állósága van.



A **DuPont Performance Polymers** (Wilmington, USA) *Zytel FR95G25V0NH* jelzéssel kínál halogénmentes PA66-ot az elektrotechnika számára. Javasolt felhasználás: mágneskapcsolók, teljesítménykapcsolók, készülékházak gyártása. A műanyag jellemzője a jó hőállóság, a belőle készített próbatestek 200 °C-on több mint 1000 h hosszát öregítve megőrizték eredeti húzószilárdságuk 80%-át. (A hagyományos anyagok húzószilárdsága ilyen körülmények között kb. 50%-kal csökken.) Az új *Zytel* típusban egy égésgátolt kopolimer és egy stabilizátor szabadalommal védett kombinálása révén érték el a nagyon jó ömledékstabilitást, folyóképességet és szép felületet, továbbá ezáltal sikerül elkerülni a szerszámban a lerakódásokat. A belőle készített darabokon mért kúszóáram-szilárdság 600 V, ami megfelel az *IEC 112*, ill. az *UL 746C* szabvány előírásainak.

A **Mitsubishi International GmbH** (Düsseldorf) műszaki műanyagok részlegében (**Engineering-Plastics Sparte, MEP**) a villamos- és elektronikai ipar számára, vékony falú termékek fröccsöntésére fejlesztettek ki halogénmentes égésgátlóval adagolt két átlátszó polikarbonátot. A *Lupilon EMT3100* (V-0 1,0 mm vastagságban) és a *Lupilon EMT3120* (V-0 1,2 mm vastagságban) sem brómot, sem foszfort nem tartalmaz. LED-ek és lencsék gyártására ajánlják őket. Fényáteresztésük 3 mm-es vastagságban 88%, homályosságuk <1%.

A **Sabic Innovative Plastics** (Bergen-op-Zoom, Hollandia) szintén az elektrotechnikát célozta meg új égésgátolt polikarbonátjaival. A *Lexan CFR-kopolimer* család (CFR = clear flame retardant; átlátszó, csökkentett éghetőségű) tagjai a szórakoztató elektronika, a háztartási gépek, a napelemek alapanyagai lehetnek. Ez az anyag típus 1 mm-es vastagságban eléri az *UL 94 V-0*, 3 mm-es vastagságban az *UL 94 5VA* éghetőségi fokozatot. Nem tartalmaz sem foszfort, sem fluortartalmú csepegésgátló adalékot. Alkalmas lehet irodai cikkek (pl. átlátszó dossziék), villamos járművek töltőállomásainak gyártására is. A *Lexan LUX* sorozat fejlesztésekor az autógyártás igényeit tartották szem előtt. LED-ek, fényvezetők, a belső vagy az általános megvilágítás eszközei készülhetnek belőle. A sorozat tagjai 0,8 mm-es vastagságban *UL 94 V2* éghetőségi fokozatot érnek el, GWFI indexük 1 mm-es vastagságban 850 °C.

## Kilátások

A következő években várható, hogy az égésgátlók piaca tovább szélesedik, mert a fejlődő térségekben – Ázsiában, Dél-Amerikában és Afrikában – növekszik az élet-színvonal, ennek következtében erősen emelkedik a műanyag-felhasználás. Ezzel párhuzamosan az ottani országokban is fokozatosan átveszik a tűzvédelemre vonatkozó nemzetközi előírásokat, emiatt ugyancsak erősen növekszik az égésgátlók iránti igény.

Az égésgátlók fejlesztésében a jó hatásfok és a polimerekkel való összeférhetőség mellett egyre fontosabbá válik a környezetre és az emberi egészségre gyakorolt hatásuk. Ezért egyre kevesebb kis molekulájú vegyületet alkalmaznak majd az éghetőség mérséklésére, *inkább a nagy molekulatömegű égésgátló hatású polimereket részesítik előnyben, mert ezek nem akkumulálódnak az élő szervezetben, nem illékonyak és nem mérgezőek.*

A fejlesztések során újabb szinergetikus hatású anyagokat próbálnak felfedezni (mint amilyen a brómos rendszerekben az antimon-trioxid), amelyekkel fokozható a foszfor, a nitrogén, a szervetlen és szerves sók vagy fém-hidroxidok égéscsökkentő hatása.

Összeállította: Pál Károlyné

Troitsch, J.: Anforderungen und Innovationen = Kunststoffe, 102. k. 11. sz. 2012. p. 84–88.  
Beard, A.; Hörold, S.: Geht es ohne Halogen? = Kunststoffe, 103. k. 2. sz. 2013. p. 42–44.  
Wärmealterung verbessert = Kunststoffe, 102. k. 11. sz. 2012. p. 88.

---

---

## Röviden...

### Erős és vékony csomagolófólia

25%-kal vékonyabb és nagyobb szilárdságú fólia gyártható *LumiceneSupertough 32ST05* metallocén polietilénből (gyártó: **Total Refining & Chemicals**, Brüsszel). A fólia alkalmas élelmiszerek, testápoló- és higiéniai szerek, valamint ipari termékek elasztikus csomagolására. Az mPE jól kombinálja a szilárdságot és a szívósságot még alacsony hőmérsékleteken is. Ez teszi lehetővé, hogy igen erős fóliát lehet kevesebb anyagból gyártani, anélkül, hogy a PE-LD kedvező feldolgozási tulajdonságairól le kellene mondani. Az mPE többrétegű fóliák esetében is biztosítja a szupervékony kivittelt és ugyanakkor a nagy szilárdságot.

O. S.

Kunststoffe, 103. k. 6. sz. p. 10.

### Ivóvíztisztítás poliamid membránokkal

A **Lanxess AG** (Bitterfeld) által gyártott *Lewabrane* fordított ozmózissal tisztító membránjai megszerezték az *NSF/ANSI 61* szabvány szerinti minősítést, amely alapján alkalmasak ivóvízzel érintkező komponensek gyártására.

Az USA-beli **National Sanitation Foundation – NSF** minősítése elengedhetetlen egy ivóvízzel érintkező alapanyag vagy termék piacra lépésének az országban, és más országokban is elfogadják.

A *Lewabranemembránok* spirálalakú poliamid kompozit elemekből épülnek fel és az ivóvíz ipari előkészítése, tisztítása során alkalmazzák őket. A tiszta ivóvíz iránt megnövekedett igények a *Lewabrane* membránokhoz hasonló innovatív megoldásokat igényelnek.

O. S.

Kunststoffe, 103. k. 6. sz. p. 10.