

## 2.1 | Műanyagok égésgátlása az új évezred 2.3 | első évtizedében 2.4 | 5.2 |

*Tárgyszavak: EU; vizsgálati szabványok; követelmények; harmonizálás; égésgátlópiac; gyártáskoncentráció; új égésgátlók; új csökkentett éghetőségű műanyagok; kilátások.*

### **Az éghetőségi szabványok harmonizálása az EU-ban**

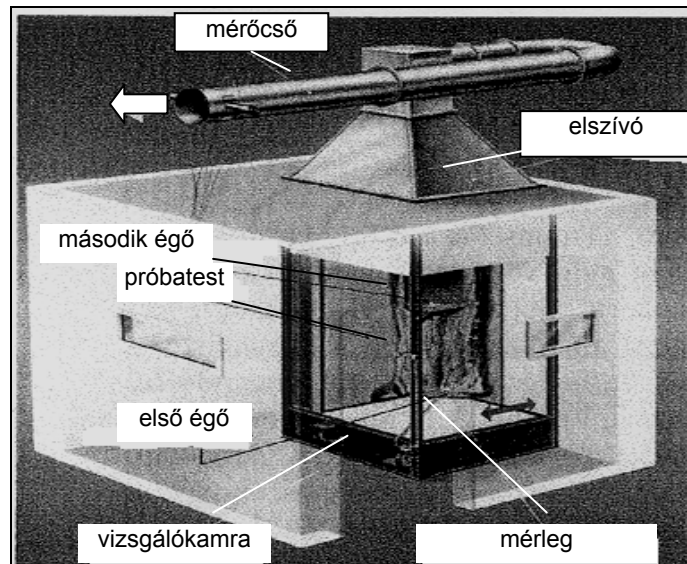
Más adalékokat azért kevernek a műanyagokba, hogy azok alapvető fizikai, kémiai vagy villamos tulajdonságait módosítsák. Az égésgátlók bekeverésének célja közvetve ugyancsak egy eléggé megfoghatatlan tulajdonság, az „éghetőség” csökkentése, elsődleges célja azonban valamelyik iparági (építőipari, közlekedési, villamos-, bútor-, textilipari stb.) szabvány követelményeinek kielégítése. Ezek a szabványok mind vizsgálati eljárásaikat, mind pedig követelményeiket tekintve rendkívül eltérőek, mégpedig nemcsak az iparágak között vannak nagy különbségek, hanem az azonos iparágak között is a különböző országokban.

Az Európai Unió egyik rendkívül fontos feladata, hogy a következő 5 évben harmonizálja az építőipari és a vasúti járművekre vonatkozó éghetőségi szabványokat. Az építőipari éghetőségi előírásokat az egyes országokban több évtizeddel ezelőtt alakították ki, és a vizsgálati módszerek elvükben, követelményeikben, osztályozási rendszerükben annyira különböznek, hogy közöttük semmiféle korreláció nem fedezhető fel. Emellett a nemzeti előírások mélyen beágyazódtak az adott ország műszaki szakembereinek gondolkodásába, a létesítmények az adott ország szabályainak megfelelően épültek fel, és az alkalmazott anyagokra és szerkezetekre vonatkozóan ebben a rendszerben mindenütt nagyon sok mérési adat áll rendelkezésre. Az átállás tehát különösen nehéz lesz, és rendkívül nagy munka- és költségráfordítással fog járni. Az új és közös építőipari vizsgálati eljárás valószínűleg az ún. „single burning item test” lesz (1. ábra). Csak valamivel lesz könnyebb az átállás a vasúti járművekre vonatkozó szabványok egységesítésében.

A gépkocsigyártásban szerencsésebb a helyzet, mert itt a nemzetközi gyakorlatban egységesen az MVSS 302 szabványt alkalmazzák. Ennek követelményei azonban már túlságosan enyhék, és a korszerű gépkocsik tömör

felépítése, a 42 V-os villamos rendszer, az elektronikusan nyíló ajtók mellett nagyobb biztonságot szavatoló szigorításra érettek.

A villamos és az elektronikai iparban számos nemzeti szabvány mellett általánosan alkalmazzák az UL 94 szabvány szerinti besorolást (HB, V0, V1, V2). Ebben az iparágban használják fel az összes égésgátló 40%-át, mindegyelőtt a szórakoztató elektronikus eszközökhöz, az irodatechnikai eszközökhöz, a háztartási gépekhez és a kábelgyártáshoz. Itt is szigorításra kell számítani, mindenekeelőtt az európai tv-gyártásban.



1. ábra A „single burning item test” vizsgálóberendezése

## Az égésgátlók piaca

Az égésgátlók piacát nem csak az éghetőségi előírások, hanem a felhasznált műanyagok minősége és mennyisége, ezenkívül a környezetvédelmi szempontok is erősen befolyásolják. A szórakoztató elektronikából és az irodaberendezésekből Európában pl. szinte teljesen kiszorították a halogéntartalmú égésgátlókat, amelyeket főképpen foszfortartalmúakkal helyettesítenek. A kábeliparban is egyre inkább halogénmentes égésgátlót tartalmazó poliolefinet alkalmaznak PVC helyett. A brómtartalmú égésgátlók ár/teljesítmény aránya miatt azonban ezek a rendszerek egyelőre számos műanyagban pótolhatatlanok.

Európában 2000-ben kb. 380 E t égésgátlót használtak fel 275 M euró értékben. Ebből 160 E t (42%) az alumínium-hidroxid, 75 E t (20%) a foszfortartalmú rendszer, 70 E t (18,5%) a brómtartalmú vegyület. Minden más égésgátló felhasználása 10% alatt maradt. A következő 5 évben Európában az égés-

gátlók felhasználásának évi 4%-os növekedését jósolják. Az USA felhasználását az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat

Égészátló-felhasználás az USA-ban 2000-ben és várhatóan 2005-ben

Égészátló típusa	2000, E t	2005, E t	Éves növekedés, %
Alumínium-hidroxid	156	177	2,5
Brómvegyület	120	147	4,2
Foszforvegyület	70	86	4,3
Antimon-trioxid	33	43	5,4
Klórvegyület	27	29	1,6
Bórvegyület	23	27	3,7
Más vegyület	26	34	5,3
Összesen	455	543	3,7

## Gyártáskoncentráció

Akárcsak a többi iparágban, az égészátlók gyártásában is folynak a vállalati egyesülések, a kisebb gyártók megszűnése figyelhető meg. Az Albemarle Corporation (Baton Rouge, USA) megvásárolta a Pyro-Chek cég brómozott polisztirolt előállító chicagói gyárát és a Ferro Corporation franciaországi üzemét. Ezenkívül együttműködési szerződést kötött a Borax céggel (Valencia, USA), a cink-borát legnagyobb előállítójával égészátló rendszerek közös kifejlesztésére és forgalmazására. Az Albemarle megszerezte a kanadai Alcan cég leányvállalatát, az Alusuisse Martinswerk GmbH-t is, és ezáltal egyúttal a vezető szerepet is a világ alumínium- és magnézium-hidroxid-gyártásában.

2002 májusában a Ciba Specialty Chemicals (Basel, Svájc) kültéri alkalmazásra szánt poliolefinokhoz ajánlott Flamstab technológiája mellé megvásárolta a DSM cég Melapur égészátlóinak gyártását. Az utóbbiakat elsősorban poliamidokban alkalmazzák.

## Új égészátlók

Az égészátlók piacán nincsenek alapvetően új termékek, de az eddigi típusok jó néhány javított változatát fejlesztették ki. Ilyenek elsősorban az új halogéntartalmú készítmények. Erőteljes kutatásokat végeznek a jobb hatásfokú és gazdaságosabb halogénmentes égészátlók előállítására, de ezek valószínűleg még hosszú ideig nem lesznek valódi versenytársai a halogénes égészátlóknak.

A Dead Sea Bromine Group (Beer Sheva, Izrael) és kereskedelmi szervezete, az Eurobrom B. V. (Rijswijk, Hollandia) több új brómtartalmú és halo-

génmentes égésgátlót hozott forgalomba. Ilyen a FR 803P jelű brómozott polisztirol, amelyet elsősorban PBT-hez, továbbá PA 6-hoz és PA 66-hoz ajánlanak. Ezzel az égésgátlóval a PBT-nek nagy a kúszóáram-szilárdsága (CTI-értéke), a poliamidokban pedig nem tapasztalható migráció, és jó a polimerek hőállósága. Mindkét polimertípusban elérhető az UL 94 szabvány szerinti V0 éghetőségi fokozat. A cég a düsseldorfi műanyag-kiállításon, a K2001-en állította ki új Safron márkanévű égésgátlóit. Közülük a Safron 5261, 5371 és 5721 jelzésűt PP-hez, a Safron 5261-et ütésálló és habosítható PS-hez, a Safron 5251-5254 és 5241-et PA-hoz ajánlja. Jellemző rájuk a csekély korróziós hatás, a jó folyóképesség, a fény- és UI-állóság. A termékek pormentesek, és nem tartalmaznak antimon-trioxidot. A cég V0 éghetőségi fokozatú üvegszálas poliamidhoz FR-6120 jelzéssel melamin-cianurátot is kínál. Fejlesztés alatt áll egy szilárd aromás oligofoszfát, amelyet PFR-221 néven V0 éghetőségi fokozatú (PC+ABS) keverékek előállításához hamarosan forgalmazni kezdenek. Az Eurobrom B.V. európai kínálatába felvette a Daihachi cég CR-733S jelű rezorcin-difoszfátját és CR-741 jelű aromás polifoszfátját is.

A Great Lakes Chemical Corporation (West Lafayette, USA) Firemaster 2100 elnevezéssel bisz-(pentabrom-fenil)-etánt hozott forgalomba, amelyet a környezetre károsnak ítélt dekabrom-difenil-éter helyettesítésére ajánl. Ezáltal versenytársává vált az Albemarle cégnek, amely ezt a vegyületet évek óta gyártja Saytex 8010 márkanéven. A versenytárs megjelenése máris erősen csökkentette ennek az égésgátlónak az árát. A Great Lakes másik új terméke a Fireblock 500, amely 75% bromvegyületből (PE68) és 25% antimon-trioxidból álló, pormentes, könnyen feldolgozható keverék PP éghetőségének csökkentésére.

A Clariant GmbH (Sulzbach, Németország) Exolit OP 1310 nevű szerves foszfinátvegyületjével 1,6 mm-es vastagságban V0 éghetőségi fokozatú üvegszálas poliamidot lehet készíteni, amelynek CTI értéke eléri a 450 V-ot. Ez az égésgátló helyettesítheti az erre a célra alkalmazott brómtartalmú vagy a cikloalifás klórtartalmú vegyületeket.

Az Adeka Palmarole cég (St. Louis La Chaussée, Franciaország) oligomer foszfátjainak márkaneve ADK STAB PFR, amelyek közül a FP-500 szilárd termék, a FP-700 hosszú szénláncú, biszfenol-A-difoszfát-alapú készítmény (PC+ABS) és (PS-HI+PPE) keverékekhez. Fejlesztései között szerepel egy halogénmentes, foszfort és nitrogént tartalmazó égésgátló, amelynek jelzése T-946, és amellyel a PP homo- és kopolimerek éghetőségi fokozata elérheti a V0-t.

A Süd-Chemie AG (Moosburg, Németország) rétegszilikáton (montmorillonit) alapuló nanokompozitot kínál, amelynek rétegei hosszú láncú karbon-savakkal vagy ezek származékaival fellazíthatók. A Nanofil 15 nevű termék alumínium-hidroxiddal együtt az eddigieknél kevésbé éghető, halogénmentes PE-LD/EVAc kábelek gyártására alkalmas. Az égésgátlás mechanizmusának

lényege, hogy a kábelmasszában stabil elszenesedett réteg képződik, amely nemcsak az égést, hanem az ömledék csepegését is megakadályozza.

A Süd-Chemie az Alcan Chemicals Europe céggel együtt (Burntisland, Nagy-Britannia) fejlesztette ki a Flamtard AN családot a kábelgyártás számára. Ezekből az égésgátlókból az eddigiéknél kevesebbet kell az alappolimerhez keverni, és adagolásuk révén növelhető a termelékenység.

A Nordmann, Rassmann cég (Hamburg, Németország) Nord-Min SF-FR jelű halogénmentes polimer égésgátlója [poli(szulfonil-difenil-fenil-foszfónát)] ként és foszfort tartalmaz. Lineáris poliészterhez (PET, PBT) és poliamidhoz ajánlják. Szál anyagába is bekeverhető. A füstképzést is csökkenti. 5–12%-os mennyiségben V2 éghetőségi fokozat érhető el vele. V0 éghetőségi fokozatú polimer előállítására nem alkalmas. A Fakuma kiállításon a Nordmann, Rassmann cég is mutatott be nanotechnológián alapuló megoldásokat.

A Gabriel-Chemie (Gumpoldskirchen, Ausztria) egy mesterkeveréke égésgátlót és UI-stabilizátort tartalmaz. Vastag falú, fröccsöntött vagy extrudált PP-termékekhez, pl. stadionülésekhez ajánlják.

## **A csökkentett éghetőségű polimerek új generációja**

A Bayer cég (Leverkusen, Németország) nanotechnológiával a (PC+ABS) keverékek egy új generációját fejlesztette ki. A klór- és brómentes égésgátló rendszer a feldolgozás során nem károsodik. A polimerek folyási tulajdonságai jók, és éghetőségük 0,75 mm-es vastagságban kielégíti az UL 94 szabvány V0 éghetőségi fokozatra megadott feltételeit.

A BASF AG (Ludwigshafen, Németország) Ultradur B4400 márkanévű terméke halogén- és antimon-trioxid nélkül is eléri 1,6 mm-es vastagságban a V0 éghetőségi fokozatot. Ilyen éghetőségi fokozatú PS-HI-t, ABS-t és PBT-t eddig csak brómos égésgátlóval tudtak előállítani. Hasonló megoldáson a DSM, a DuPont és a Ticona cég is dolgozik, de PBT-i még nem kerültek forgalomba.

Az Elastogran cég (Lemförde, Németország) halogénmentes termoplasztikus poliuretánjai (TPU) kielégítik az IEC-332-1 és 332-2 szabvány követelményeit. Gépkocsikba és feldolgozógépekbe épített értékes kábelek bevonására alkalmasak.

A PolyOne cég (Gaggenau, Németország) a Fakuma kiállításon bemutatta Bergamid PA 6 és PA 66 jelű üvegszálás poliamidkeverékeit, amelyek nem tartalmaznak halogént és foszfort, mégis jó a lángállóságuk, és kitűnőek a villamos tulajdonságaik. A poliamidok könnyen feldolgozhatók, jól színezhetők, kevésbé korrodálják a feldolgozó szerszámot. Villamosipari alkatrészek (kapcsoló, relé, ventilátorlapát, sztátor stb.) és autóalkatrészek (pl. motorfedél) fröccsöntésére ajánlják őket.

Az EP Kunststofftechnik GmbH (Freiberg, Németország) és a Pohl-Textil- und Thermoplast GmbH (Forst, Németország) közösen fejlesztett ki egy repü-

lőgépekben is alkalmazható, foszfor- és nehézfémmentes üvegszálalás poliamid 6 keveréket. A repülőgépgyártásban nagyon szigorúak a követelmények az alkalmazott anyagok éghetőségével és füstképzésével szemben. Az alapanyaghoz (Foramid GM 96/30-1) a rugalmasság növelésére etilén/propilén kaucsukot, 15% üvegszálat és 12,5% melamin-cianurátot (Melapur MC 25, DSM termék) kevertek. A keverék V1 éghetőségi fokozatú, ami kielégíti a követelményeket. Ebből az alapanyagból az üléseket működtető elemeket fröccsöntik. Az elemeket korábban polikarbonátból készítették, de ennek feszültségrepedéssel szembeni ellenállása a környezetben előforduló anyagok (ételnyomok, tisztítószerek, kézkrémek stb.) miatt nem volt megfelelő.

## Kilátások

Az égésgátlók felhasználása részben az éghetőségi szabványok és az előírások szigorodása, részben pedig a világ egyes térségeinek fejlődése következtében tovább nő. Az ázsiai országokban, mindenekelőtt a Kínában is bevezetendő tűzvédelmi szabályozás, a gépkocsikban általánossá váló 42 V-os villamos rendszer ugrásszerűen növelheti az égésgátlók iránti igényt. Hasonló következménye lehet annak, ha az USA valamennyi államában megszigorítják a kárpitozott bútorok éghetőségére vonatkozó előírásokat.

A jól bevált brómos égésgátló rendszereket kevés kivétellel a jövőben is alkalmazzák. A nyomtatott áramkört lemezek döntő többségét – mindenekelőtt Európában – ezután is főképpen tetrabrom-biszfénol A alapú gyantából készítik majd, bár léteznek halogénmentes reaktív és additív rendszerek, amelyek megfelelnek erre a célra. Ázsiában kissé bizonytalanabb a helyzet, mert a Sony cég elkötelezte magát a halogénmentes lemezek mellett.

Európában és Ázsiában egyaránt erősen dolgoznak az újabb halogénmentes rendszerek fejlesztésén, és középtávon bizonyára valamennyi polimertípusnak lesz halogénmentes csökkentett éghetőségű változata. Valódi újdonság a kábelgyártásban és a (PC+ABS) keverékekben már alkalmazott nanotechnika, amelynek további fejlesztése várható.

**(Pál Károlyné)**

Troitsch, J.: Flammschutzmittel. Trends und Innovationen. = Kunststoffe, 92. k. 9. sz. 2002. p. 41–44.

Additive und Flammschutzmittel. Schwerpunkt Nano-Bereich. = Plastverarbeiter, 53. k. 9. sz. 2002. p. 37.

Polyamide – Flammgeschützte Spezialitäten. = Plastverarbeiter, 53. k. 9. sz. 2002. p. 37.

Pohl, G.; Nachtsheim, E.: Polyamid für die Luftfahrtindustrie. Brandschutz im Visier. = Plastverarbeiter, 53. k. 8. sz. 2002. p. 62, 64.