

A mai követelményeknek megfelelő égésgátlók

Tárgyszavak: halogénes égésgátlók; halogénezett difenil-éterek; helyettesítés; halogénmentes égésgátlók; melaminszármazékok; ammónium-polifoszfát; felhabosodó védőréteg; repülőgépgyártás; kompozit; epoxigyanta; aktív foszforvegyület.

Az emberek többsége csak akkor ébred annak tudatára, hogy a műanyagok könnyen égnek, ha egy-egy olyan fatális tüzesetről szerez tudomást, amelyben a polimerek is szerepet játszottak. Ugyanakkor az is tény, hogy míg 1970-ben világszerte mindössze 30 M t műanyagot használtak fel, 2000-re ez a mennyiség hatszorosára, 180 M t-ra nőtt, ennek ellenére az ipari országokban nem nőtt a tüzek halálos áldozatainak száma. Ez az égésgátlóknak köszönhető, amelyek számos apró tűz tűzkatasztrófává válását akadályozták meg.

Franciaországban, Lille-ben 2003. szept. 17–19. között rendezték meg az égésgátló anyagokkal és az anyagok tűzvédelmével foglalkozó IX. európai konferenciát. Ezen 5 kontinens 25 országából a témával foglalkozó 260 szakember vett részt.

A műanyagokhoz használt égésgátlók a következő csoportokba sorolhatók:

- halogéntartalmú szerves vegyületek,
- fém-hidroxidok,
- szerves és szervetlen foszforvegyületek,
- melaminszármazékok.

A legjobb hatásfokú és ma is a legnagyobb mennyiségben felhasznált égésgátlók a halogéntartalmú (mindenekelőtt a brómtartalmú) szerves vegyületek. Ezek közül is a legsikeresebbek a szinte valamennyi polimerben alkalmazható polibrómozott (penta-, okta-, dekabrom-) difenil-éterek. A halogénvegyületek feltételezett környezetkárosító hatása miatt azonban erőteljes kampány bontakozott ki ezek kiszorítására, ill. helyettesítésére. (A sok éve folyó vita során az EU-ban többször elhalasztották a brómozott difenilek teljes eltiltását, és még ma is jelennek meg olyan kutatási eredmények, amelyek alapján a gyártók a teljes eltiltást indokolatlannak tartják.) Az égésgátlókat

gyártó vállalatok az igények kielégítésére mindenesetre sok éve próbálkoznak hasonlóan hatásos halogénmentes, de legalábbis nem difeniléter-alapú égésgátló vegyületek kifejlesztésével, de egyenértékű helyettesítőt eddig nem sikerült előállítani.

A cfb cég melamin- és foszfortartalmú égésgátlói

A **Chemische Fabrik Budenheim (cfb, Németország)** szerves foszforvegyületek gyártására rendezkedett be, ezek között égésgátlók is vannak. *Budit 314* márkanevű *melamin-cianurátját* 10 éve sikerrel használják *erősítetlen poliamidokban*. *Üvegszálas PA 6/66-ban* ennek nem kielégítő a hatásfoka, ezért ezekhez *melamin-polifoszfátot (Budit 3141)* ajánl önmagában vagy egy szinergetikus hatású komponenssel együtt. Ugyanezt a két égésgátlót lehet alkalmazni halogénmentes csökkentett éghetőségű *PET* és *PBT* előállításához.

Poliolefinekhez halogénmentes égésgátlóként legtöbbször ammónium-polifoszfát alapú égésgátló rendszert használnak. Ez sajátos mechanizmussal a szilárd fázisban fejti ki hatását. Hő hatására ugyanis felhabosodik, és a habréteg külső oldalán elszenesedett szénréteg képződik. Ez a szénréteg nehezen gyullad meg, egyúttal elzárja a polimert az égést tápláló oxigéntől, és megakadályozza az éghető és mérgező bomlástermékek (CO, HBr, HCl, HCN) kijutását a tűztérbe. A habréteg hőszigetelő hatása mérsékli a hőbomlást. A védőréteg következtében a műanyagból fejlődő füst is sokkal kevesebb.

A felhabosodó védőréteget képző égésgátló rendszer alapja – mint említettük – ammónium-polifoszfát (APP). A szénréteget egy polioli, poliészter vagy PA komponens képezi egy nitrogéntartalmú szinergetikus vegyület (melamin vagy melaminszármazék) hatására. A habosodás és szénréteg-képződés 280 °C felett indul meg. A reakció endoterm, ezért hűtő hatású. A **cfb** cég *Budit 3076 DCD* márkanevű rendszere ilyen felhabosodást okozó égésgátló, amelyből 30% hozzáadása *UL 94 szabvány szerint V0 éghetőségi fokozatú PP előállítását teszi lehetővé.*

A polaritás, a hőmérséklettel és a nedvességgel szembeni érzékenység, a nem optimális részecskeméret korlátozhatja az APP hatásfokát. A cfb cég speciális bevonattal ellátott APP-részecskéket fejlesztett ki, ezekkel megelőzi a felsorolt nehézségeket, emellett javítja az APP folyóképességét és adagolhatóságát, továbbá erősíti a késztermék hidrolízisállóságát. A jó hatásfokot kísérletekkel igazolták. Budit égésgátlót tartalmazó, V0 éghetőségi fokozatú 1,6 mm vastag próbatestekkel 50 °C-on mesterséges időjárás-állósági vizsgálatokat végeztek. Csak azok a próbatestek őrizték meg V0 éghetőségi fokozatukat, amelyekben bevonatos APP-t használtak. A többi próbatest éghetőségi fokozata romlott az égésgátló hidrolízise és kioldódása miatt.

Brómozott difenil-éterek helyett bróm- és foszfortartalmú égésgátlók poliuretánhabokban

A poliuretánhab-gyártást az elmúlt években több súlyos csapás érte. Fokozatosan ki kellett vonnia a jól bevált, de az ózonréteget károsító hidrogénklór-fluor-karbon habosítószeret, és le kell mondania az ugyancsak jó hatásfokú, de rákkeltőnek minősített polibrómozott difenil-éter égésgátlók használatáról.

A **Great Lakes Corporation** több új égésgátlót fejlesztett ki a poliuretánhabok éghetőségének csökkentésére.

A *Firemaster 520* erősen reaktív, brómtartalmú diol, amelyet *kemény poliuretánhabok és poliizocianurát (PIR) habok gyártásához* ajánlanak. Az új termék nem csak a korábbi *PHT4-Diol* márkanevű klórozott poliészter égésgátló hatását pótolja, de nagyobb reaktivitása révén jól összeillik az újabban alkalmazott habosítószerrel is. A *Firemaster 520* reaktív primer hidroxilcsoportjai nagyobb reakciósebességet, kisebb viszkozitást és jobb összeférhetőséget kölcsönöznek a felhabosodó vizes rendszernek, ami megnöveli a folyamatos gyártás sebességét. A kemény PUR és a PIR habokat az építőiparban is alkalmazzák a helyszínen formába kiöntve vagy szórópisztollyal felhordva, továbbá lemezként tetők, falak hőszigetelésére.

A *Firemaster 552* brómot és foszfort tartalmaz, és a korábbi *DE-62* égésgátló pótlására ajánlják. Nem okoz elszíneződést, nem hajlamosít parázsló égésre, nem rontja a hab mechanikai tulajdonságait és kitűnő a hidrolitikus stabilitása.

Lágy poliuretánhabokba égésgátlóként eddig többnyire *pentabróm-difenil-étert (penta-BDE)* és *klórozott foszfátot (TCEP)* használtak. Ezek helyettesítésére ajánlja a Great Lakes a *brómtartalmú Firemaster 550* égésgátlót, amely kis sűrűségű habokban nagyon hatásos, és jó a hőállósága. Az ezzel égésgátló lágy habok bútorokban, gépkocsikban párnázásra alkalmazhatók.

Kifejezetten az európai autógyártás számára fejlesztette ki a cég *Reofos NHP* márkanevű halogénmentes foszfátészterét, amellyel az MVSS 302-es szabványt kielégítő habokat lehet készíteni.

Reaktív szerves foszforvegyületek szálerősítésű epoxigyantából készített repülőgép-alkatrészek éghetőségének csökkentésére

Nagy teljesítményű szerkezetként egyre több helyen alkalmaznak üveg-, szén- és aramidszállal erősített műanyagokat. Az ilyen kompozitok jónéhány éve polgárjogot kaptak a *repülőgépgyártásban*. Ebben az iparágban különösen nagyok a felhasznált anyagokkal szemben támasztott igények. A belső térbe beépített anyagok éghetőségi követelményeit a *FAR 25.853. szabvány*

írja elő. *Halogéntartalmú égésgázaik miatt klórozott vagy brómozott égésgátlókat tartalmazó anyagokat polgári repülőgépek utasterében nem szabad alkalmazni.*

A légi járművek szerkezeti anyagaiban a mátrix legtöbbször epoxigyanta, amelyet „nedves” eljárással – reaktív fröccsöntéssel (RTM eljárással) vagy transzferöntéssel – juttatnak be a szálváz rostjai közé. Emiatt az égésgátló nem növelheti meg a gyanta viszkozitását, és természetesen nem ronthatja a kompozit mechanikai tulajdonságait, nem rövidítheti meg élettartamát. Ún. aditív (a gyantában töltőanyagként viselkedő) égésgátlóval ezt nehéz elérni, mert ebből általában nagy mennyiség kell a megfelelő hatás eléréséhez. A reaktív égésgátlók kémiai kötést létesítenek a mátrixszal, ezért legtöbbször nem befolyásolják a mechanikai tulajdonságokat, és viszonylag kis mennyiségben is jó hatásokkal csökkentik az égést.

A **Schill+Seilacher** cég *Strukturool Polydis PD3710 (DOPO)* márkanévű készítménye *novolakkal előreagáltatott triglicidil-aminofenol alapú szerves foszforvegyület*, amelyet reaktív égésgátlóként néhány éve alkalmaznak csökkentett éghetőségű áramköri lemezek gyártásához. *A foszforvegyület a térhálosítás folyamán épül be az epoxigyanta kémiai szerkezetébe.* A DOPO többféle továbbfejlesztett (monofunkciós, difunkciós és nem reaktív) változatát próbálták ki a repülőgépgyártásban használt epoxigyanták éghetőségének csökkentésére. Sikerült egy olyan egykomponensű epoxigyanta-rendszert kifejleszteni, amely szobahőmérsékleten tárolható, könnyen feldolgozható, és a szénszálas próbatesteken végzett vizsgálatok alapján minden tekintetben kielégíti a követelményeket. *A DOPO-epoxi rendszerek más iparágakban is jól alkalmazhatók.*

Pál Károlyné

Futterer, Th.: Feuer und Flamme? Nein danke! = *KunststoffTrends*, 4. sz. 2003. nov. p. 14–15.

Zaikov, G. E.; Artsis, M. I.: IX European Meeting on Flame Retardancy and Protection of Materials. = *Polymer News*, 29. k. 5. sz. 2004. p. 164–167.

„Penta” and „octa” to be replaced. = *Plastics Engineering*, 60. k. 1. sz. 2004. p. 7.

Flame retardant scare refuted by BSEF studies. = *European Chemical News*, 2004. máj. 3–9. p. 29.

Flame retardants for changing PU market. = *Plastics Engineering Europe*, 1. k. 2. sz. 2003. p. 21.

Flame retardant for flexible foams. = *Plastics Engineering*, 59. k. 12. sz. 2003. p. 7.

Lengsfeld, H.; Altstädt, V. stb.: Flammgeschützte Epoxidharze. = *Kunststoffe*, 94. k. 10. sz. 2004. p. 300–303.