

Újszerű megoldások az elektronikában műanyagok felhasználásával

Az elektronika fejlődése a hétköznapi ember számára is egyre újabb látványos megoldásokat tesz lehetővé. A funkcionalitás, a gazdaságosság, a biztonság mellett előtérbe kerül, hogy a termékek se az egészséget, se a környezetet ne károsítsák. A műanyagipar új anyagokkal válaszol a kihívásokra.

Tárgyszavak: villamosipar; elektronika; szabványosítás; biztonság; égésgátlás; környezetvédelem; műszaki műanyagok.

Kereslet és szabályozás az E+E műanyagpiacon

A villamosipari és az elektronikai műanyagpiacot a következő részterületekre lehet felosztani: *autóvilamosság, ipari elektronika és háztartási gépek elektronikája*. Európában ez a piac évi több mint 3 millió tonna műanyagot használ fel, és évente legalább 3%-kal nő. Ezek közül az egyetlen az autóipar, amelyben a mennyiségi növekedés (remélhetően csak átmenetileg) megtorpanni látszik, itt inkább a fokozott kényelem és biztonság került előtérbe. Ezt további szenzorok és aktuátorok (végrehajtó szervek) beépítésével lehet elérni, amivel tovább bővül a műanyag-felhasználás. *Az autóipar mostanában elsősorban a hidrolízisálló és kis vetemedést mutató műanyag típusok iránt érdeklődik.* Az építőiparban a kapcsolókban felhasznált műanyagok iránt nőtt a kereslet.

Európában (és máshol is) a szabványok egyre szigorúbbak lesznek, például az IEC 60335-1 tovább növeli a háztartási eszközökben alkalmazott műanyagokkal szembeni követelményeket. A mosógépekben, sütőkben és más olyan eszközökben, ahol 0,2 A-t meghaladó áramok folynak, szigorúbb izzóhuzalos vizsgálati követelményeket kell alkalmazni. A **BASF** ebből a célból hatféle halogénmentes égésgátlóval ellátott poliamidot hozott a piacra, amelyek megfelelnek az IEC 60335-1 követelményeinek. Ezek között szerepel az *Ultramid A3X4G7*, egy 35% üvegszállal erősített PA66 típus, amely nagy üvegszáltartalma ellenére könnyebb, mint a piacon levő, 25% üvegszálat tartalmazó típus. Még könnyebb az *A3UG5* típus, amely világos színű égésgátlót tartalmaz, ezért világos pigmentekkel is színezhető. Vannak nem erősített PA66 (*Ultramid A3K és A3W*) és PA6 (*Ultramid B3S*) típusok is a piacon. További korlátozást jelent, hogy az Európai Bíróság 2008. július 1-jétől betiltotta a *DecaBDE* (*dekabrom-bifenil-éter*) égésgátlóként való használatát elektronikai berendezésekben, tovább szűkítve a rendelkezésre álló anyagok választékát. Az Egyesült Államokban

használt (de a világ más részein is terjedőben levő) *USCar-Test* az autóiparban használt kapcsolókkal, csatlakozókkal, elektronikai házanyagokkal szemben nagyobb hidrolitikus stabilitást ír elő az eddigieknél. Manapság nem ritkák a nagy nedvességtartalmú levegőben végzett, -40 és $+150$ °C közötti ciklikus terhelések, de egyes gyártók ezen felül 100%-os páratartalom melletti 110 °C-os terhelést is alkalmaznak anyagaik vizsgálatakor. Ilyen szélsőséges körülményeknek is megfelelnek az olyan hidrolízisálló PBT típusok, mint az *Ultradur B4300 G6 HR* vagy a *4330 G6 HR*, amelyek 30% üvegszálat is tartalmaznak.

Megújuló nyersanyagokból készülő és környezetbarát elektronikai műanyagok

Természetesen az olyan felhasználóközeli berendezések esetében, mint a nyomtatók, marketingelőnyt jelent a megújuló nyersanyagok alkalmazása, de a BASF-nél úgy gondolják, hogy a bioműanyagok előállításához szükséges növényeket csak ott érdemes termesztetni, ahol nem zavarja a termőföld étkezési célú hasznosítását és ahol gazdaságosan megtehető. Van például egy *Ultramid Balance* (PA6,10) nevű termékük, amely több mint 60%-ban ricinusolaj-származékból készül. Ez az anyag a PA6-nál könnyebb és kevesebb vizet abszorbeál.

A német Környezetvédelmi Minisztérium szerint a német polgárok többsége nagy fontosságot tulajdonít a környezetvédelemnek, és a készülékek beszerzésénél figyelembe veszi, hogy azoknak mekkora az energiafelhasználása, milyen anyagokból készültek, és milyen kárt okoznak a környezetnek. A „divat” az elektronikát is elérte, az *IT termékeket is azzal hirdetik, hogy „zöldek”*. Ezt ugyan nem kell teljesen komolyan venni, de tény, hogy a gyártók már csak a marketingben használható előnyök miatt is igyekeznek kidomborítani termékeik környezettudatos megoldásait. A **Greenpeace** „zöld elektronikára” irányuló kutatásához 14 cég 37 terméket küldött be, de ezek közül még a legjobbak is csak a környezetvédők által felállított kritériumoknak maximum a felét teljesítették. Az egyik ilyen kritérium a PVC és a ftalátok felhasználásának teljes elkerülése, valamint az újrafeldolgozható műanyagok részarányának növelése.

Megjósolható, hogy az elektronikai termékek egyre nagyobb szerepet fognak játszani a világpiacon. Előállításuk, használatuk és a velük kapcsolatos hulladékhasznosítás már ma is nagy terhet jelent a környezet számára. 2006-ban Németországban kb. 1,8 millió tonnányi villamos és elektronikai berendezést hoztak forgalomba, és pl. a számítógépek (PC) esetében a gyártáshoz befektetett energiára vonatkoztatva a reciklálással csak mintegy 13% hasznosult másodnyersanyag formájában. A **Ticona** cég ezért erőfeszítést tett könnyebben hasznosítható LCP (folyadékkristályos polimer) előállítására. A *Vectra LCP* típusúhoz akár 50% reciklátum is keverhető az új termékek előállítása során.

A *WEEE 2002/96/EG irányelv* értelmében a gyártóknak kötelező visszavenni az általuk gyártott berendezéseket, és gondoskodniuk kell azok környezetbarát ártalmatlanításáról. A *Vectra LCP* megfelel nemcsak a fenti irányelvből levezethető német tör-

vény követelményeinek, hanem az amerikai **Underwriter's Laboratories UL94 V-0** éghetőségi követelménynek is (adalékok nélkül) – ami megkönnyíti a külföldön való elfogadhatóságot. A villamos és elektronikai termékeket előállító cégekre nagy nyomás nehezedik, hogy termékeikhez a környezetet kevésbé terhelő anyagokat használjanak, lemondjanak egyes korábban használt vegyszerekről. Ezt nemcsak a vevők környezettudatossága kényszeríti ki, hanem a törvényi környezet is. Ezek egyike az *RoHS 2002/95/EG irányelv*, amely előírja az emberre és a környezetre veszélyes anyagok használatának csökkentését az elektronikai berendezésekben. Ennek része az *ólommentes forrasztóanyagok használata és a halogéntartalmú égésgátlók helyettesítése más termékekkel*. Az 1. táblázat foglalja össze azokat az anyagokat, amelyeket az RoHS irányelv betilt, vagy amelyekre mennyiségi korlátot ír elő.

1. táblázat

A villamos és elektronikai berendezésekben betiltott, ill. korlátozott anyagok listája

Anyag	Alkalmazás	Irányelv
Ólom	Forrasztóanyag, kábelbevonat	RoHS (2002/95/EC), határérték 0,1%
Higany	Fémes felület	RoHS (2002/95/EC), határérték 0,1%
Króm (VI)	Fémes felület	RoHS (2002/95/EC), határérték 0,1%
Brómvegyületek	Égésgátlás	RoHS (2002/95/EC), határérték 0,1%
Klórvegyületek	Kábelbevonat, műanyag	RoHS (2002/95/EC), határérték 0,1%
Kadmium	Lágy műanyag, kábelbevonat	RoHS (2002/95/EC), határérték 0,01%
Ftálsavészter	Kábelbevonat	Környezetvédelmi intézetek és hatóságok betiltását követelik
Berillium	Villamos érintkezők	Környezetvédelmi intézetek és hatóságok betiltását követelik
Antimon	Villamos érintkezők	Környezetvédelmi intézetek és hatóságok betiltását követelik

A környezetbarát jelleg és a biztonság kapcsolata

A környezetbarát jelleg erősítése mellett azonban senki nem kíván lemondani a biztonságról, ezért a betiltott anyagok helyettesítése nem könnyű, és adott esetben nem olcsó dolog. Vegyük például a csökkentett éghetőséget: viszonylag kevés olyan műanyag van, amelyik adalék nélkül is megfelelően mérsékelt éghetőséget mutat. A csökkentett éghetőség életet menthet, mert pl. 15 perccel meghosszabbítja azt az időt, amelyet egy tűz kitörése esetén menekülésre lehet fordítani. A statisztikák szerint az utóbbi 10 évben a csökkentett éghetőségű műanyagok alkalmazásának jóvoltából mintegy 20%-kal csökkent a halálos égési balesetek száma. Ugyanakkor a brómozott szerves

éégsgátlók a környezetbe és az emberi szervezetbe jutva károkat okozhatnak. A deka-bróm-difenil-éterek (DecaBDE) helyett más, kevésbé veszélyes anyagokat, pl. magnézium-hidroxidot ajánlanak. Egy újabb fejlesztés a halogén- és antimontartalmú éégsgátlók helyettesítésére a fém-foszfinátok használata, amelyet poliamidok és hőre lágyuló poliészterek éégsgátlására lehet használni. Az új éégsgátlót tartalmazó PBT min-ták még 0,8 mm vastagságban is megfelelnek az *UL94 V-0* előírásainak. A *Celanex XFR* sorozatba tartozó PBT-k, amelyek ugyancsak fém-foszfinát éégsgátlót tartalmaznak – szemben más, foszfortartalmú éégsgátlót tartalmazó rendszerekkel – 300 °C-ig stabilak. A „zöld” jelleghez tartozik, hogy ezek a típusok nem mutatnak mérhető emissziót vagy migrációs hajlamot. A halogéntartalmú éégsgátlót tartalmazó PBT típusokhoz képest jobb a kúszóáram-szilárdságuk (az ún. CTI érték) és az UV-állóságuk. Négy *Celanex XFR* típus áll rendelkezésre: egy töltetlen és három üvegszálerősítésű 10, 20 és 30% üvegszáltartalommal.

Anyagában éégsgátolt polimerek az elektronikában

A *Vectra LCP* folyadékkristályos polimer adalékot sem igényel ahhoz, hogy csökkent éghetőségű legyen, ezért tisztán megfelel az *RoHS*, a *WEEE* és egyéb irányelvek követelményeinek, így nem csoda, hogy szívesen alkalmazzák pl. nagyteljesítményű csatlakozások gyártásához. Kiváló folyóképessége miatt vékony falú, rendkívül jó hőállóságú és méretstabilitású termékek készíthetők belőle. Az anyag adalék nélkül megfelel az *UL94 V-0* besorolásnak, tartósan igénybe vehető 240 °C-on, de rövid ideig 360 °C-os terhelést is kibír, így megfelel az ólommentes forrasztás feltételeinek. Az ún. *Reflow eljárásnál* 15 s-ig 250–265 °C-os hőterhelésnek vannak kitéve az alkatrészek.

A környezetvédelmi követelmények mellett természetesen az elektronikában használt anyagoknak a gazdaságossági követelményeket is ki kell elégíteniük. Az LCP nem olcsó ugyan, de speciális tulajdonságegyüttest kínál, amelyben a fent említettek mellett szerepel a kis ömledékviszkozitás és a kiváló ütésállóság, ami kisebb falvastagságot és anyagmegtakarítást tesz lehetővé. Ha figyelembe vesszük a kis ciklusidőt is, az LCP-ből készült végtermék olcsóbb lehet, mint egy kisebb értékű anyagból készült, azonos funkciójú termék. Az anyag kiválóan használható csatlakozók, notebook-ok, mobiltelefonok, lapos képernyők, csiptartók, tárolókártyák gyártásához.

A PBT és az LCP közti „úrt” a *Fortron* márkanévű PPS [poli(fenilén-szulfid)] tölti ki, amely ugyancsak anyagában éégsgátolt (*UL94 V-0*), és amelyet már egy ideje sikerrel használnak az autó- és a repülőgépiparban. A legújabb, alacsony maradék klórtartalmú PPS ugyancsak az elektronika számára kínál környezetbarát megoldást.

Hatékonyabb és biztonságosabb feldolgozás

Az E+E alkalmazásokban (akárcsak más területeken) nagy igény van olyan anyagokra, amelyek (más tulajdonságok romlása nélkül) jobb folyóképességet mutatnak. Ezt szolgálják az úgynevezett „*gyorsan feldolgozható*” *műanyag típusok*, amelyek kisebb ciklusidőt és kisebb falvastagságot tesznek lehetővé anélkül, hogy problémák

merülnének fel a szerszám kitöltése során vagy az összecsapási vonalak szilárdságában. Az ilyen anyagok javítják a termelés megbízhatóságát is, hiszen csökken a selejt. A szerszámkitöltéshez kisebb nyomás is elegendő, ami csökkenti a vetemedési hajlámot a késztermékben. A folyóképességet nanoadalékokkal javítják és mellesleg kb. 50%-kal javul a fémekhez való tapadás is.

A 3D-MID (Molded Interconnected Device) technológia, amely lézer felhasználásával lehetővé teszi fröccsöntött, vezető sávokat tartalmazó kapcsolószerkezetek gyors előállítását, nagy népszerűsége miatt az utóbbi időben. A német **LPKF** cég szállítja többek között az ehhez szükséges lézert és a komplett technológiát, amelynek része az *Ultramid T 4381 LDS* hőálló poliamid is. A vezető sávok kialakításához olyan műanyagot használnak, amely fényérzékeny fémtartalmú adalékot tartalmaz, és amely lézert fény hatására „előhívható”, majd jól tapadó vezető fémréteg hozható létre a felületen. Az így előállított kapcsolókat jól fel lehet használni pl. az autógyártásban, mobiltelefonokban stb. Ugyancsak hőálló a részben aromás (PA 6/6T) *Ultramid T KR 4355 G7*, amelyet többek között autókban nyomásszenzorok készítésénél használnak fel. Ennek a motorházban felhasznált műanyagoknak ki kell bírnia nemcsak a hőt, hanem a víz, alkoholok, benzin, sőt a cink-klorid hatását is, amely a horganyzott fémlemezekből képződhet.

Az *Ultradur S4090 G4 LS High Speed* PBT/ABS blend három előnyös tulajdonságot is egyesít: a kis vetemedést, a nagy folyóképességet és a lézeres írhatóságot, amelyből először egy ajtóvezérlő egységet gyártottak az **Audi** egyik autótípusához. Fontos a kis vetemedés, mert a kontakttűskéknek pontosan kell illeszkedniük a fészkekbe. A jó folyóképesség nemcsak rövid ciklusidőt, hanem kisebb szerszámkopást is jelent.

A jó illeszkedés a fémes vezetők és a köré öntött műanyag között a kulcsa annak, hogy a behatoló nedvesség vagy olaj ne okozzon működési problémát. Erre kínál megoldást az *Ultramid Seal-Fit*, egy átlátszó, erősítőanyagot nem tartalmazó *kopoliamid*, amely jól tapad mind fémekhez, mind poliamidhoz vagy PBT-hez. A rugalmas köztíréteg jól kiegyenlíti a hőtágulásbeli különbségeket. A fém alkatrészeket először a kopoliamiddal öntik körül, majd ezután kerül sor a ház fröccsöntésére.

Más elektronikai alkalmazásokban is sikerrel vezettek be speciális műanyagokat: az *Ultrason E 2010 MR Schwarz HM* poli(éter-szulfon) fényszórókban megakadályozza a hő felhalmozódását, mert a speciális töltőanyagoknak köszönhetően a látható fényt elnyeli, ugyanakkor a hőt átengedi. A HM jelölés a „heat management” (hőháztartást szabályozó) rövidítése. Ugyanez az anyag használható pl. olyan alkatrészek között is, amelyek egymással IR sugárzással kommunikálnak, vagy olyan esetben, ahol az áram miatt nagy hőfejlődés lép fel.

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

Schnell, S.; Kapper, T. stb.: Die Spezialisierung geht weiter = *Plastverarbeiter*, 59. k. 6. sz. 2008. p. 72–74.

Johanning, F.: Umweltfreundlich, aber sicher = *Kunststoffe*, 99. k. 4. sz. 2009. p. 88–90.