

Műanyagok tulajdonságainak változtatása adalékokkal

A Szemle előző, 2010. 5. számában a nagy mennyiségben használt adalékanyagok újdon-
ságai között tallóztunk. Az alábbiakban a vezetőképes és a hővezető műanyagok adalé-
kairól, valamint a mikrobák hatásainak ellenálló műanyagokról olvashatnak.

*Tárgyszavak: adalékok; vezetőképes műanyag; hővezető műanyag;
nanoanyagok; LED gyártás; antimikrobiális adalék.*

A műanyagok tulajdonságait már régóta módosítják különböző adalékokkal, ami sokszor alapvető tulajdonságok megváltozásával jár együtt. Napjainkban három irány-
zat figyelhető meg: nő az igény a vezetőképes, a hővezető és a mikrobiológiai hatá-
soknak ellenálló műanyagok iránt.

Vezetőképes műanyagok

A műanyagok vezetőképesé tételének fő célja, hogy a műanyag tárgyak felüle-
tén felhalmozódó töltéseket elvezessék, *megakadályozzák az elektrosztatikus feltöltő-
dést*. Az erre alkalmas vezetőképes műanyagokat egyre nagyobb mennyiségben alkal-
mazzák az elektronikai termékekben, az autók üzemanyagrendszerében és más bizton-
sági alkalmazásokban, pl. robbanásveszélyes környezetben.

Az ún. ESD (electrostatic dissipation) alkalmazások követelményeit a felületre migráló és ott a nedvesség hatására a töltéseket levezető, hagyományosnak tekinthető szerves antisztatikumok nem tudják kielégíteni. Ezekben az esetekben az elérendő fe-
lületi ellenállásnak nagyságrendekkel kisebbnek kell lennie (nedvesség jelenléte nélkül is), hogy nagyobb töltéselvezetési sebességet és hosszú távú védelmet érjenek el. Iga-
zán jól vezető és ezt a tulajdonságukat hosszú távon megőrző műanyagokat koromtar-
talmú kompaundokkal, szén- és fémszálakkal és különböző nanoanyagokkal lehet elő-
állítani. Ezeknek az anyagoknak a gyors töltéselvezetésen kívül meg kell felelniük a tisztaszoba, a zéró kibocsátás követelményeinek is: sem szilárd, sem gáznemű szeny-
nyeződést nem bocsáthatnak ki.

A koromtartalmú koncentrátumok adják a legjobb ár-teljesítmény arányt, így egyelőre ezek a legelterjedtebbek. Hátrányuk, hogy kedvezőtlenül hatnak a műanyag-
mátrix mechanikai tulajdonságaira. A koromalapú adalékok vezető gyártói, a **Cabot Corp.** és az **Akzo Nobel Polymer Chemicals** ma már olyan „szupervezető” adalékot ajánlanak, amelyekből 5–15% is elegendő a megfelelő vezetőképeség eléréséhez, és ezeknél a koncentrációknál a mechanikai tulajdonságok még megfelelőek. A termékek versenyképesek a hatékonyabb, de sokkal drágább szénnanocsővekkel.

A vezetőképes műanyagok legfontosabb alkalmazása a fémek helyettesítése a termékek, berendezések, gépkocsik tömegének csökkentése érdekében. Az egyik ilyen új alkalmazási terület az ún. *UN-tanúsított ATEX konténerek gyártása veszélyes folyadékok tárolására és szállítására*. Az első ilyen konténert 2009-ben a holland **Schoeller Arca Systems** készítette a finn **Premix Oy** speciális vezetőképes kompaundjából. A Premix cég kétféle vezetőképes polietilénkompaundot forgalmaz *Pre-Elec* márkanévvel, az egyikben korom, a másikban szén- és fémszál biztosítja a vezetőképeséget.

A **Themix Plastics Inc.** *Con-Elx* néven koromtartalmú kompaundcsaládot vezetett be a piacra, amelyekből elektródákat gyártanak víz felmelegítéséhez. A nagyon kis ellenállású kristályos polimereket is fejlesztik, amelyekből üzemanyagcellák bipoláris lemezét akarják gyártani. PPS-ből már sikerült 0,1ohmcm ellenállású lemezt előállítani, amely már nagyon közel van a megkívánt értékhez.

A vezetőképes polimerek másik ígéretes alkalmazását az orvosi műszerek, eszközök jelentik. A **Sabic Innovative Plastics** nemrégén jött ki *LNP Stat-Loy* kompaundjaival, amelyek azon kívül, hogy antisztatikus tulajdonságúak, teljesen átlátszóak és kielégítik a biokompatibilitásra vonatkozó ISO 10993 számú szabványt. Alkalmazásukkal a tablettaadagolóknál és az aeroszolos eszközöknél kiküszöbölhető az adagolandó anyag feltapadása a készülékre. A kompaundokat ABS, PMMA és PC/poliészter mátrixban forgalmazzák.

Hővezető műanyagok

A speciális kompaundokat gyártók mind nagyobb számban veszik fel választékukba a hővezető kompaundokat, amelyeket szintén főleg fémek helyettesítésére ajánlanak. Az autóipar, a műszergyártás és az űrtechnika ugyanis egyre inkább használja a hővezető műanyagokat az érzékeny elektronikai elemek hővédelmére. A hővezető műanyagok kis tömegük, jó vegyszerállóságuk miatt pl. hőcserélőkben is alkalmazhatók fémek helyett. Mindazonáltal a hővezető kompaundok fejlesztése az elektromosan vezető kompaundokhoz képest még korábbi szakaszban van.

A hővezetés elérésére főleg grafit-szálat és kerámiákat, pl. alumínium-nitridet, vagy bórnitridet használnak. A **Cool Polymers** fejlesztői ezeket az adalékokat jobbnak találták a fémproknál, bár azok olcsóbbak. A hővezető keverékek olcsóbbak lettek, amint növekedésnek indult a termelt mennyiség. Az árak a korábbi 20–200 EUR/kg értékről 6–60 EUR/kg-ra csökkentek. Az ma még nem dőlt el, hogy alkalmazást nyernek-e ezen a területen a szintén hatásos, de viszonylag drága szénnanocsövek, mert az ezeket tartalmazó kompaund ára 400 EUR/kg lenne.

Egy másik gyorsan feljövő terület a *LED világítótestek* gyártása. A műanyagok alkalmazását illetően 2009-ben volt az áttörés, amikor a **DSM** piacra hozta új hővezető kompaundjait, amelyek alapanyaga a nagy hőállóságú *Stanyl* (poliamid 4.6). A *Stanyl TC* nevű kompaundot alumínium helyett használják a LED lámpák gyártásában. A **Cool Polymers** hővezető kompaundjait kétféle változatban kínálja: van elektromosan szigetelő, és van az EMI (elektromágneses árnyékolás) követelményeket is teljesítő elektromosan vezető típusa is.

A **TDL Plastics** a LED technika céljaira kifejlesztett hővezető kompaundjainak alapanyaga a viszonylag olcsóbb PBT.

A japán **Teijin** szénszállal töltött PC kompaundjának hővezető képessége az alumíniuméval azonos.

A LED-eken kívül a hővezető kompaundok ideálisak hűtőbordák, tömítések, re-lék és ellenállások házainak, valamint orvosi eszközök (pl. sebészeti eszközök), műszerek gyártására. A hővezető kompaundok számára perspektivikus a nap- és a geotermikus energia hasznosításában használt berendezések gyártása is.

Gyors fejlődés a nanoadalékok területén

A vezetőképés adalékok között az utóbbi időben a nanoanyagok – a szén-nanocsövek (CNT), a nanoméretű szénszál (CNF) és a grafén (egy atomnyi vastagságú grafitlemez) – jutnak egyre nagyobb szerephez. A CNT specialitása a magas L/D arány, ami 1000–100 000 között lehet. A CNT a rézhez képest 16-szor nagyobb szilárdság/tömeg értéket és ötszörös hővezető képességet mutat. A szénnanocsövek két csoportját különböztetik meg: az egyfalú (SWCNT) és a többfalú szénnanocsöveket (MWCNT). Jelenleg az Egyesült Államokban számos fejlesztés folyik a szén-nanocsövek – főleg a többfalú típus – gyártására:

- **C-Nano Technology** (Santa Clara, Kalifornia), kapacitás: 500 t/év,
- **Bayer MaterialScience** (Pittsburgh), kapacitás: 200 t/év; 3 ezer t/év két éven belül,
- **Nanocyl** (Atlanta), kapacitás: 440 t/év (2010 végétől),
- **Arkema**, (Philadelphia), kapacitás: 440 t/év (2011 elejétől),
- **Hyperion Catalysts** (Cambridge, Massachussets). – többfalú szén nanocsöveket tartalmazó polimerkoncentrátumok.

Mindennek eredményeképpen megindult a szénnanocsövek árának csökkenése: három év alatt az ár 25–50 USD/g-ról 5–10 USD/g-ra esett. A nanoadalékokat felhasználó **Zyvx Performance Materials** elnöke rámutatott arra is, hogy a CNT és a grafén adalékokkal mind EMI, mind ESD alkalmazásokban nagyon jó eredményeket érnek el. Ez azonban a kompaundálók érdeme is, akik a folyamat optimalizálásával a nanocsövek és a mátrixpolimer összeférhetőségének fokozásával érték el azt, hogy a mechanikai tulajdonságok ne változzanak hátrányosan.

Antimikrobiális adalékanyagok

A mikrobaellenes adalékok gyorsan terjednek a legkülönbözőbb polimereknél, mind a műszaki, mind az egészségügyi felhasználásoknál. Az antimikrobiális adalékok alkalmazásának három célja lehet:

- a műanyagtermék (pl. háztartási gépekben a PVC tömítések) minőségének megőrzése, a szennyeződés, szagképződés, mechanikai tönkremenetel megelőzése,

- a fogyasztói igény olyan tárgyknál, ahol a higiéniai elvárások magasak, pl. vágódeszkák, számítógép-billentyűzet vagy élelmiszer csomagolására használt tálcák,
- fogászati és orvosi eszközöknél a patogén mikroba elpusztítása.

A legnagyobb piacot a fogyasztási eszközök gyártása jelenti, de a kórházi fertőzések számának növekedése miatt is nő az ilyen típusok iránti kereslet. A növekedés jeleként a **PolyOne Corp.** (Cleveland) üzembe helyezte első olyan berendezését, amely a *Withstand* antimikrobiális technológiát valósítja meg. Ezzel a technológiával mesterkeveréket vagy kész kompaundot állítanak elő *ezüst- és szilánbázisú adalékkal*.

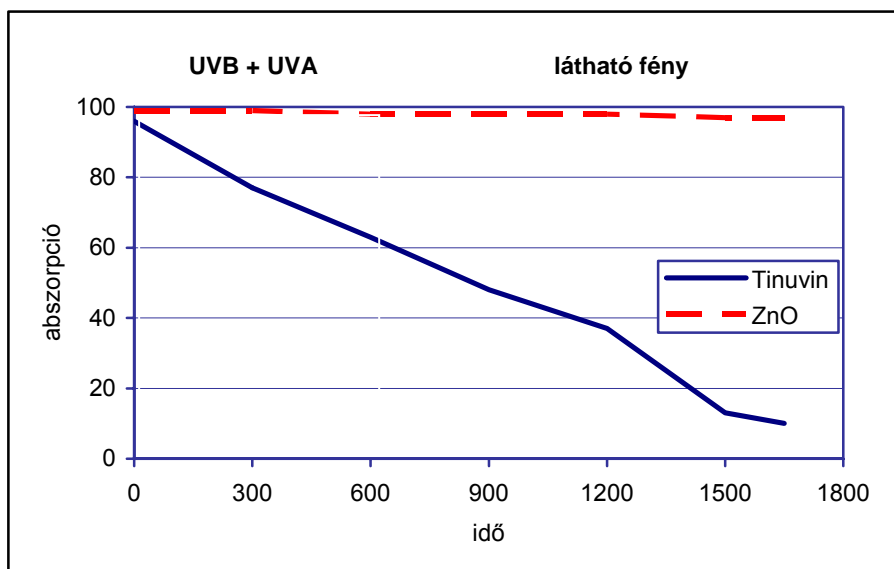
A szerves antimikrobiális adalékok legfontosabb típusai: a kolloid ezüst, a nanoezüst, ezüstsók, ezüst zeolitot tartalmazó ioncserélő gyanták, fémionokat tartalmazó komplex üvegek. *Az ezüstabázisú adalékok használata nő a legjobban, évente 10%-kal.* Ezt az indokolja, hogy az ezüst az anyagok széles körére alkalmazható és nem veszti el hatását a magas hőmérsékletű technológiai folyamatokban sem. Az **Agion** cég ezüstalapú mesterkeverékeit használják mobiltelefonok házaiban, billentyűzetekben, vízsűrőkben, fagyaltgépekben és orvosi katéterekben. Nemrég került be az ezüstadalék a **Rehau** föld-levegő hőcserélő rendszerébe, amelyben a PVC csöveket kell védeni a mikroba ellen.

Az ezüst használatát gyakran hátráltatja, hogy rontja az egyébként transzparens polimerek (PS, akrilátok és PP) átlátszóságát. Ma már két cég – a **Microban International** és az angol **Addmaster Ltd.** – is ajánl olyan ezüsttartalmú készítményeket, amelyek alkalmazásával a termék átlátszósága nem romlik.

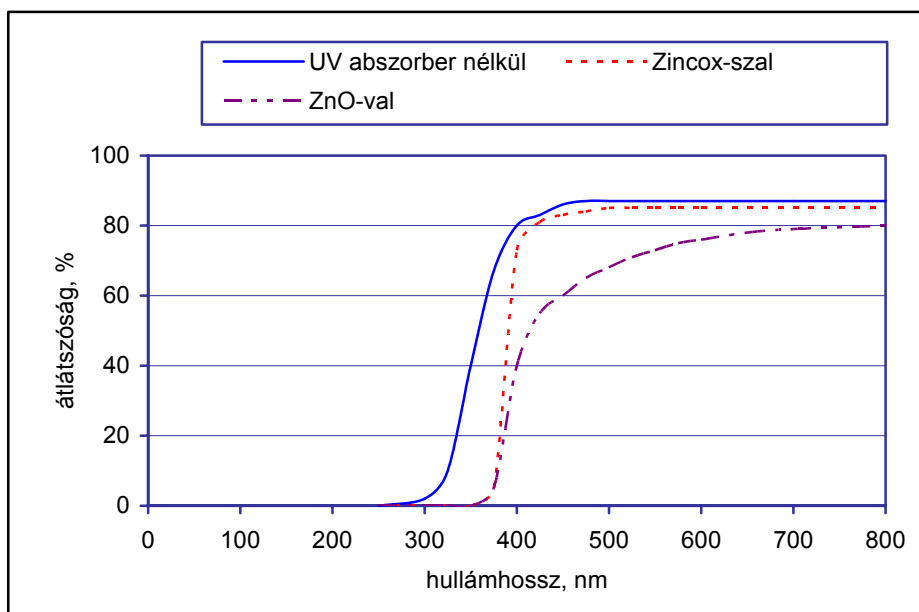
A **Biosafe** a trendtől eltérően nem az ezüstalapú antibakteriális adalékot ajánl. Ebben a hatóanyag egy *kationos kvaterner ammóniumsó*, amelyet eddig műanyagban nem használtak, és amelyről azt állítják, hogy előnyösen használható egy sor hőre lágyuló műanyagban, mert nem okoz elszíneződést vagy homályosodást. Ez a megoldás olcsóbb is: az ezüst használata esetén jellemző 1,5–3 USD/kg helyett mindössze 0,5–1,0 USD/kg a költség. Természetesen ez az adalék is stabil a fröccsöntés és az extrudálás során.

Fényállóság javítása és az átlátszóság megőrzése nanoadalékkal

A műanyagok fényállóságának javítására szerves UV abszorberet vagy ásványi eredetű szerves anyagokat használnak. Az *1. ábra* jól mutatja a különbséget: a hagyományos szerves UV abszorbernél az UV abszorpció drámaian csökken a besugárzás idejével, míg a szerves ZnO-dal a hatás stabil. Gyakran használt szerves UV stabilizátor a TiO₂ is, ennek hátránya, hogy mattá teszi a műanyagot, és problémát okoz a fellépő fotokatalitikus hatás is. A nanoméretű cink-oxid fénystabilizátorként való alkalmazása is bizonyítja, hogy a nanoméretű adalékokkal sok esetben eddig el nem ért tulajdonságok is megvalósíthatók. Így a nanoméretű cink-oxid nagyon sok alkalmazásban – köztük festékekben, lakkokban, kozmetikumokban – bebizonyította előnyét az eddig használt UV stabilizátorokkal szemben.



1. ábra Fénysztabilizátorok abszorpciójának változása az idő függvényében



2. ábra Egy műanyag abszorpciójának változása fénysztabilizátor nélkül és ZnO-stabilizátorokkal

A nanoméretű ZnO alkalmazásának kulcskérdése az anyag egyenletes eloszlása a mátrixban. A weimari **IBU-tec AG** cégnek *Zincox* termékével sikerült olyan ZnO-t előállítani, amellyel lehetővé válik az UV fényel szemben stabil és transzparens mű-

anyag termékek előállítására. Ehhez meg kellett oldani, hogy a nanoZnO részecskék csak gyengén kapcsolódjanak egymáshoz és ne alkossanak kemény aggregátumokat. Ezt a szabadalmaztatott *Pulsationsreaktor technológiával* érték el, amellyel a folyamatot a szinterkezési hőmérséklet alatt lehet vezetni, ezáltal a részecskék nem kerülnek olvadási állapotba, és így nem képződnek kemény aggregátumok, amelyek megakadályozzák a nanorészecskék megfelelő diszpergálását a mesterkeverékben.

Jól illusztrálja az elmondottakat a 2. ábra, amelyen az új *ZincOx* és a hagyományos ZnO stabilizátort tartalmazó műanyagot hasonlítják össze a stabilizátor nélküli műanyaggal. Látható, hogy a *ZincOx* adagolása mellett a műanyag átlátszó marad a látható fény tartományában, de a nem tökéletesen eloszlatott ZnO a műanyagot tejszerűvé teszi. A *ZincOx* mesterkeveréknek hatalmas piaci lehetőségei vannak azoknál az átlátszó műanyagtermékekénél, amelyeknél esztétikai vagy funkcionális okokból követelmény a hosszan tartó UV védelem is.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Sherman, L.M.: Three trends to track = www.ptonline.com/articles/201007fa1.html

Leidolph, L.: Glasklarer Sonnenschutz integriert = *Kunststoffe*, 100. k. 8. sz. 2010. p. 86–87.