

Antisztatizáló és vezetőképességet biztosító adalékok fejlesztése

A műanyagok alapvetően elektromosan szigetelők. Antisztatikus és vezető tulajdonság eléréséhez különböző adalékokat kell a műanyaghoz keverni vagy a műanyagmátrixba vezetőképes blokkokat beépíteni. Az alkalmazási területek bővítése miatt az ilyen anyagok iránt nő a kereslet.

Tárgyszavak: antisztatikus műanyagok; autóipar; csomagolóstechnika; E+E ipar; vezetőképesség; szénnanocső.

Számos területen igénylik az antisztatikus, az elektrosztatikusan disszipatív (ESD) és a vezetőképes műanyagokat. A csomagolóipar, az autóipar, valamint az elektromos/elektronikai ipar követelményeit megfelelő adalékokat tartalmazó speciális műanyagokkal lehet biztosítani. A különböző anyagok csoportosítása felületi ellenállásuk alapján az 1. ábrán látható.

Migráló antisztatikumok

Ezek az adalékok a műanyagtermékek felületére diffundálnak a belső rétegekből. A felületen a légnedvességgel kölcsönhatásba lépve vékony réteget képeznek a tárgyak felületén. Az így keletkezett réteg megakadályozza a sztatikus feltöltődést és a felületi ellenállás 10^{10} – 10^{12} ohms/cm² értékre csökkenthető.

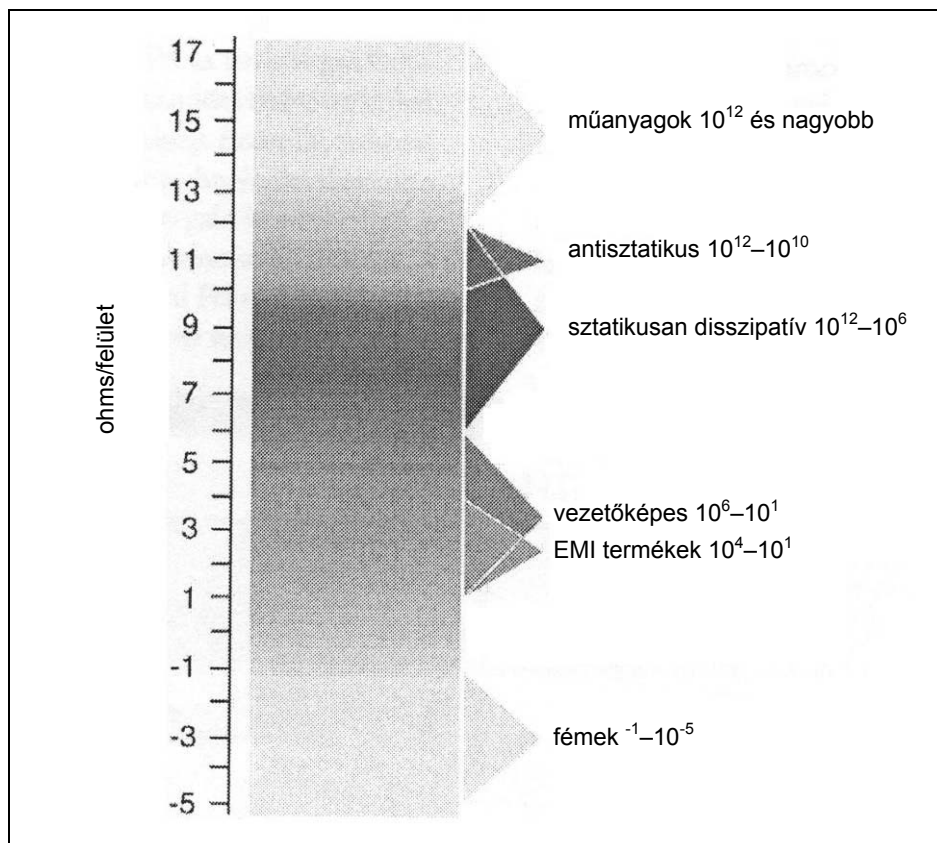
Az antisztatikumokat tartalmazó keverékeket széles körben alkalmazzák csomagolófóliák, hőformázott csomagolóeszközök, PET palackok gyártásához, hogy csökkentsék a termékek felületére lerakódó por mennyiségét.

Migráló antisztatikumként hagyományosan hosszú szénláncú alkilfenolokat, etoxilált aminokat és glicerinsztereket, pl. glicerín-monosztearátot (GMS) alkalmaznak.

Az EU előírások az élelmiszerek csomagolóanyagában csak nagyon kis mennyiségű antisztatikum jelenlétét engedélyezik, a fenolszármazékok pedig teljesen tiltottak. Az amintípusú adalékok is egyre inkább kiszorulnak a piacról.

A PCC Chemax (USA) számos fenol- és aminmentes antisztatikumot fejlesztett ki, többek között a Maxomer AS-1018/75DC típust. Ez az adalék akár egy éven keresztül is kifejti antisztatizáló hatását, még vékony fóliákban is. A hosszan elnyújtott hatás az adalék koncentrációjának (amely természetesen a mátrixpolimertől is függ) és a migráció mértékének megfelelő beállításának, e kettő összehangolásának köszönhető. Ha a műanyagtermék vastagabb, mint pl. a műanyag-fa kompozit alapú termékek, a hosszan tartó antisztatizáló hatás könnyebben elérhető.

A migráló antisztatikumok alkalmazása viszonylag olcsó, de csak a rövid élettartamú termékeknél jelent megoldást a sztatikus feltöltődés elkerülésére. Számos esetben permanens antisztatikumokat kell a polimerekhez adagolni, pl. elektronikus berendezések sztatikus feltöltődés elleni védelmére. A másik lehetőség ún. permanens módon antisztatikusan viselkedő polimer alkalmazása.



1. ábra Különböző anyagok csoportosítása felületi ellenállásuk alapján

Permanens antisztatikumok

Az *anyagokban disszipatív polimerekben (IDP)* az alkalmazott polimermátrix egyes részei vezetőképés blokkokat vagy interpenetrációs hálót alkotnak, amivel állandó sztatikus disszipáció hozható létre a 10^8 – 10^{12} ohms/cm² felületi ellenállás tartományában. Az elérhető vezetőképesség függ az alkalmazott adalék mennyiségétől és annak diszpergáltságától.

Az IDP jellegű anyagok felületi ellenállása kvázi független a levegő nedvességtartalmától, ill. a páratartalom növekedése csak csekély mértékben emeli a vezetőképességet. Előnyük még, hogy színezhetők, szemben a koromtartalmú kompozíciókkal, amelyek csak fekete színűek lehetnek.

Egyes gyártók szerint az IDP anyagok csökkentik a migráló antisztatikumok piacát, de a valóságban ezek alkalmazása azokon a területeken – pl. az elektronikus termékeknél – előnyös, ahol a hosszan tartó, megbízható EDS védelem az igény.

Napjainkban az elektronikában elterjedt miniatürizálás megköveteli, hogy a fokozottan érzékeny alkatrészek, pl. az integrált áramkörök sztatikus feltöltődés miatt semmiképpen ne szennyeződjenek, tehát gyártásuk, szállításuk (pl. szállítótálcákon vagy szalagokon), csomagolásuk speciális megoldásokat, elsősorban IDP anyagok alkalmazását igényli. Másológépek és nyomtatók IDP-ből gyártott egységei megelőzik a papírgyűrődést okozó sztatikus feltöltődést.

IDP anyagokkal sikerült a sztatikus feltöltődés okozta porszennyeződést megakadályozni kozmetikumok, por formájú gyógyszerek csomagolóanyagainál, új gépkocsik belső borításainál, készülékek burkolatainál. A papír- és fémcsomagolások műanyaggal történő helyettesítésénél is mindig ügyelni kell a sztatikus kisülés kizárására.

A permanens antisztatikus anyagokat Európában egyre növekvő mértékben alkalmazzák mesterséges pászit (műfű) gyártásához.

IDP-k választéka

Anyagukban disszipatív polimereket gyárt az Arkema (Pebax), a Ciba (Irgastat P), a DuPont (Antistat), a Sanyo Chemical (Pelestat).

Nem polimer alapú, anyagában disszipatív anyagok a **Kenrich Petrochemicals** *KS N100* és *KS MZ100* típusai. Ezek a *szerves fémvegyületek* bipoláris rétegeket alkotnak a gyártott termékben, ami az elektronok mozgását a fémes centrum felé irányítja.

Az Arkema standard típusai PA 6 és PA 12 polimer alapú poliéter(blokkamidok), amelyekkel 10^9 – 10^{13} ohms/cm², az újabbakkal 10^8 – 10^{12} ohms/cm² felületi ellenállást lehet elérni. Egyes kompaundáló cégek saját know-how szintű technológiával képesek 10^6 – 10^8 ohms/cm² felületi ellenállású *Pebax* keverékeket előállítani, amelyekkel lehetővé válik nagyon érzékeny elektronikai alkatrészek vagy pl. robbanóanyagok műanyagalapú csomagolása.

A DuPont *Entira Antistat* anyaga etilén-ionomer alapú, így kompatibilis a poliolefinekkel, az ABS-sel és egyéb PS anyagokkal is. A jó összeférhetőség miatt a termékek (pl. kozmetikai flakonok) viszonylag átlátszóak és a felületük sima. Az *Entira* további előnye, hogy nem migrál, nem változtatja meg a fólia gőzáteresztését. *Entirát* tartalmazó ABS keverékekből tűzveszélyes anyagok tárolóedényei is készíthetők. Az *Entira* család több típusból áll, pl. az *Entira Antistat SD 100* élelmiszerekkel érintkező csomagolóanyaghoz is használható, alacsony légnedvesség mellett 10^7 – 10^{12} ohm/cm² felületi ellenállást biztosít.

Korom, grafit, fémszálak adagolásával akár 10^1 – 10^6 ohm/cm² felületi ellenállású műanyagkeverékek is gyárthatók. A német **Graphit Kropfmuehl** cég optimalizált *grafitszemcsék* bekeverésével fémszerű, 10^1 ohms/cm² felületi ellenállású keverékeket is tud gyártani. Ezeket főleg akkor érdemes alkalmazni, amikor mind hővezető képességre, mind elektromos vezetőképességre szükség van.

Vezetőképes keverékek szénnanocsövekkel

A szénnanocsöveket (CNT) egyre gyakrabban alkalmazzák vezetőképes adalékként, amellet, hogy a polimermátrix fizikai tulajdonságait is jelentős mértékben javít-

ják. A CNT anyagok ára egyelőre megakadályozza szélesebb körű alkalmazásukat, de a felhasznált mennyiség az autóiipari felhasználás megindulásával egyre nő. *CNT-vel adalékolt PA keverékekből üzemanyag-szállító csöveket, elektronikai egységeket és elektrosztatikus festésű karosszéria-elemeket gyártanak.* Elektronikus alkatrészeknél a CNT kompaundok jobbak a korommal és szénszállal töltött anyagoknál, mivel bonyolult, komplex termékekben az egyenletes részecskeeloszlás miatt az ESD védelem is egyenletesebb. Számítógépek merevlemez-meghajtóinál és a csipgyártásnál különösen fontos az egyenletes ESD védelem.

Többrétegű szénnanocsöveket (MWCNT) már a múlt század kilencvenes éveitől használnak vezetőképes kompaundokban, ezek fontosabb gyártói: a **Hyperion Catalysis**, az **Arkema** és a **Bayer**. Az MWCNT egy kb. 10 nm átmérőjű koncentrikusan elhelyezkedő kettős falú nanocső, grafityszerű anyagból kialakítva. A Hyperion cég elődiszpergált mesterkeverék formájában is gyártja MWCNT termékeit, mivel nem minden esetben egyszerű a diszpergálás megfelelő kivitelezése. Rossz diszperzítás esetén nem jön létre a CNT előnyös hatása, ilyenkor legfeljebb korom vagy szénszál színvonalú vezetőképeséget lehet elérni, annak összes hátrányával együtt.

Szénnanoszálakat is alkalmaznak vezetőképes kompaundok előállítására. Ezek 10–100 nm átmérőjűek, grafityszerű szerkezetük nagymértékben változtatható, hogy az egyes felhasználási területeken az optimális tulajdonságokat biztosítani tudják. Gyártó: **Pyrograf Products Inc. (USA)**.

A *fullerén nanocsövek* alkalmazása a vezetőképes kompaundokban egy teljesen új irány. Egy speciális fullerénmódosulatról van szó, egyrétegű szénnanocsőnek (SWCNT) is nevezik ezt az anyagot. Ígéretes lehet a fenti anyag átlátszó, vezetőképes fóliák előállításánál, pl. elektronikai alkalmazásoknál, mint pl. érintőképernyőknél és kijelzőknél, valamint nagy szilárdságú kompozitok gyártásánál. Az **Unidym (USA)** cég várhatóan 1–2 éven belül piacra dobja SWCNT anyagait.

Egy másik érdekes újdonság a *grafénlemezek* adalékolása. Ezek lényegében nemhengeres szénnanocsövek, amelyek bekeverésével kimagaslóan jó vezetőképeséggű kompaundokat lehet előállítani, mivel a fajlagos felületük 700–1000 m²/g, szemben a grafit 20–100 m²/g és a CNT-k 300–500 m²/g értékével. A **Vorbeck Materials Corp. (USA)** 2006-ban kezdte meg a graféntermékek gyártását. Az adalék szerkezete egymást nagymértékben átfedő lemezes részekből áll, amelyek az óriási fajlagos felülettel együtt már kis mennyiségben is jó vezetőképeséget adnak a műanyagkeveréknek. Külön előny, hogy a *grafén felülete kezelhető* a poláros, ill. apoláros alkalmazásokhoz igazodva. A grafén különleges mechanikai szilárdságot és vezetőképeséget biztosít extrém alacsony és magas hőmérsékleten is. A hagyományos vezetőképes kompaundokban a hőmérséklet emelkedésével csökken a vezetés, mivel az elektromosan „vezető hálózat” összeomlik. A *Vor-X* márkanévű grafénlemezek 1%-os adagolásával 40%-kal csökkenthető a kompaund hőtágulása, és ezáltal az elektromos vezetőképeség még magas hőmérsékleten is kiváló marad. A *Vor-X* lemezes szerkezetének köszönhetően nem hajlamos az agglomerálódásra a keverés során. A kompaundok egyszerűen kis nyírású kétcsigás extruderrel vagy belső keverővel gyárthatók. A ke-

reszedelmi forgalomban mesterkeverékek vagy adott százalékos grafén tartalmú *Vor-X* műanyag kompaundok kaphatók.

Összeállította: Csutorka László

New developments in antistatic and conductive additives = *Plastics Additives & Compounding*, 10. k. szept./okt. 2008. p. 22–25.