

## PP és PA kompaundok növekvő szerepe az autóiparban

Az autógyártásban folyamatosan nő a műanyag kompaundok alkalmazása. Ezek szerepe elsősorban az alkatrészek, ezen belül is a szerkezeti elemek súlyának csökkentése a fémek kiváltásával. A súlycsökkentés az elektromos autóknál a korábbinál nagyobb feladatot jelent. Az akkumulátorok miatt ugyanis ezek az autók 15%-kal nagyobb súlyúak annak ellenére is, hogy több alkatrész feleslegessé válik.

*Tárgyszavak: műanyag kompaundok; PP; PA; autóipar; elektromos autók; fejlesztések.*

### Innovatív PP kompaundok

Alacsony sűrűségének köszönhetően a PP alapú kompaundok a leginkább kézenfekvő megoldást jelenthetik a súlycsökkenés elérésében. Az alacsony sűrűség mellett azonban erősítésre és más tulajdonságok javítására is szükség van ahhoz, hogy a PP kompaundok igényes szerkezeti elemek gyártására is használhatók legyenek. Az alkalmazási lehetőségek szélesítése érdekében egyre újabb, nagyobb teljesítményű kompaundokat fejlesztenek és hoznak piacra.

Az erősített vagy töltött PP kompaundok sűrűsége  $1,05 \text{ g/cm}^3$  körül van. Ez valamivel nagyobb a tiszta polimerénél, ezért a további súlycsökkentés érdekében újabban előtérbe kerül az *ásványi erősítő- vagy töltőanyagok arányának csökkentése* természetesen a mechanikai tulajdonságok megőrzése mellett. A nagy ütésállóságú *Daplen EE001A1* kompaund például 20 helyett 10% töltőanyaggal is eléri a kívánt mechanikai tulajdonságokat, sőt a korábbinál jobb felületi minőséget és karcállóságot is mutat. A kisebb ásványi anyagtartalomnak köszönhetően a kompaund sűrűsége  $0,95 \text{ g/cm}^3$ -re csökkent, és így a belőle készített alkatrészek 6%-kal könnyebbek lettek. A *Daplen EH227AE* kompaundot azon karosszériaelemekhez fejlesztették ki, amelyekbe különböző szenzorokat és a vezetést segítő rendszerek elemeit kell beépíteni. A jó felületi minőség mellett itt a jó folyóképesség és a méretstabilitás (különösen hosszirányban) is követelmény.

A nagyobb terhelésnek kitett szerkezeti elemek gyártásánál mindenképpen szálát – leggyakrabban üvegszálat – alkalmaznak erősítésre. *A legjobb erősített PP kompaundokkal megcélozható mind a fémek, mind a drágább poliamidok helyettesítése.* Így például a Borealis cég 40% rövid üvegszállal erősített *PP Fibremod GB477HB* típusával sikerült kiváltani a poliamidot egy meglehetősen bonyolult formájú nagy terhelésnek kitett front-end modul gyártásánál. Még jobb mechanikai tulajdonságokat lehet elérni a *szénszállal erősített PP* kompaundokkal. A Borealis *PP Fibremod CB201SY* típusa 20% szénszállal  $10\,000 \text{ Mpa}$  hajlítási szilárdságot is elér, miközben a kompaund sűrűsége mindössze  $1 \text{ g/cm}^3$ . Ez 20% súlycsökkentést eredményez a hasonló szilárdságot adó 40% hosszú üvegszállal erősített PP

kompaundhoz képest. A szénszálás *Fibremod* kompaundot használja a kínai NIO cég, amely Kínában vezető szerepet játszik az elektromos autók tervezése és gyártása terén. A fenti bonyolult szerkezeti elemek fejlesztésénél, tervezésénél természetesen elengedhetetlen a terhelési és törési szimulációk elvégzése, amelyekhez egyre precízebb eljárásokat fejlesztenek.

A súlycsökkentés hatásos eszköze a *habosított PP alkalmazása*, amely akár 60% súlycsökkenést is eredményezhet. Ennek különösen nagy jelentősége van az elektromos autóknál, ahol az akkumulátor energiájának mintegy harmada a gépkocsi klimatizálására szükséges. Így az elektromos autóknál a hőmérséklet kezelése a korábbinál nagyobb jelentőségű, és a szigetelésnek lényegesen hatásosabbnak kell lenni. A habosított PP kompaundok alkalmazása előnyös a szigetelés szempontjából érzékeny elemekben. Így például habosított PP kompaundból készítették el egy gépkocsi légszűrőjét extruderrel. A referencia modellel összehasonlítva a habosítással 20–60% súlycsökkenés érhető el jobb hő- és hangszigetelés mellett.

A súlycsökkentés mellett a fenntarthatóság növelésének, a CO<sub>2</sub> lábnyom csökkentésének másik fontos eszköze a *post-consumer (PCR – használat utáni) hulladékok újrafelhasználása*. Ebből a szempontból a PP kompaundok nagyon kedvező lehetőséget nyújtanak. A Borealis cég három reciklátumot tartalmazó kompaundot is forgalmaz *Borcycle* néven. Az *ME2220SY*, az *MD2550SY* és az *MD3230SY* típusok 20–50% reciklátumot tartalmaznak.

## Innovatív PA kompaundok

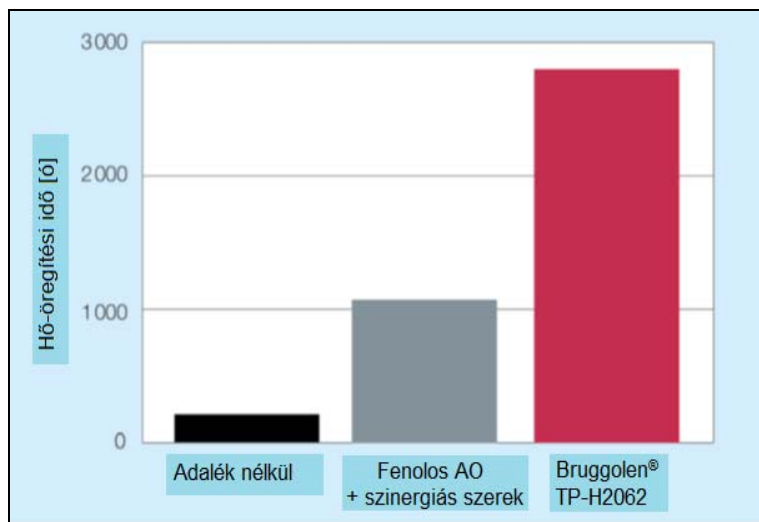
A PA kompaundok felhasználásának dinamikáját legnagyobb mértékben az autóipar és az E&E (elektromos és elektronikai) piac határozza meg. A PA kompaundok növekvő használata ösztönzi az adalékok és a töltőanyagok folyamatos fejlesztését is. A PA kompaundok gyártási kapacitásai folyamatosan nőnek. *Mára a világ legnagyobb kompaundáló piaca Kína lett*, amely előnyét tovább növelte a járvány alatt. A PA kompaundok térhódítását némileg lassíthatja a PA66 gyártásában mutatkozó kapacitáshiány. Ennek köszönhetően folyamatosak a PA66-nak PA6-tal történő helyettesítésére irányuló fejlesztések.

A PA kompaundok jó mechanikai tulajdonságaik és viszonylag magas hőállóságuk miatt nagy szerepet játszanak a kissúlyú elemek és alkatrészek gyártásában, ami különösen fontos az elektromos gépkocsiknál. A fejlesztések célja ennek érdekében a mind kisebb falvastagságú, de ugyanakkor a kellő szilárdságú komponensek gyártása. A motortéri alkatrészek, de bizonyos háztartási gépek gyártásánál az is fontos, hogy magasabb hőmérsékleten is megmaradjanak a jó mechanikai tulajdonságok. Új követelmény az elektromos és elektronikus funkciók alkatrészeknél a fém- és a halogéntartalmú vegyületek kerülése, mivel ezek elektrokémiai korróziót okozhatnak. Mindezen fejlesztési célokat a különböző, egyre hatásosabb adalékokkal tudják elérni.

### *Innovációk a töltő- és adalékanyagok területén*

A Brüggemann cég számos adalékanyagot fejlesztett ki a fenti célok elérése érdekében. A folyási tulajdonságokat javítják a *Bruggolen TP-P1507* és *TP-P 1810* típusok, amelyek mellé a *Bruggolen P22* és *TP-P 1401* gócképzőket javasolják az optimális méretstabilitás elérésére. A *Bruggolen TP-H1607* és a *TP-H1803* hőstabilizátorok segítenek a megfelelő ár-érték arány elérésében. Az új *Bruggolen TP-H1805* hőstabilizátort 200 °C és előtti hőmérsékleteken is lehet használni, ami például a turbómotoros alkalmazásoknál lényeges. A

*Bruggolen TP-H2018* új hőstabilizátor mesterkeverék az élelmiszerrel érintkező fóliák és más alkatrészek gyártására is alkalmas. Az érzékeny E&E alkalmazásokhoz fejlesztette ki a *Bruggolen a TP-H2062* fém- és halogénmentes stabilizátorrendszerét, amely egy hagyományos stabilizált kompaunddal összehasonlítva csaknem megháromszorozza azt az időt, amely alatt 150°C-on a szakító szilárdság 50%-ra csökken (1. ábra).



1. ábra Különböző PA 6.6 kompaundok szilárdságának 50%-os csökkenéséhez szükséges idő 150 °C-on

A közeljövőben várható a *Bruggolen TP-H1804* rézalapú stabilizátorrendszer piacra hozása, amely a fenti stabilizátorcsalád lefedetlen tartományában, 180 és 200 °C között képes megfelelő stabilitást nyújtani. A cég további fejlesztési terveiben szerepel egy új halogénmentes égésgátló az E&E alkalmazásokhoz, valamint egy olyan új adalék, amely megoldja a nagyfeszültségű kapcsolók és az akkumulátorérintkezők narancs színének (RAL 2003) stabilizálását.

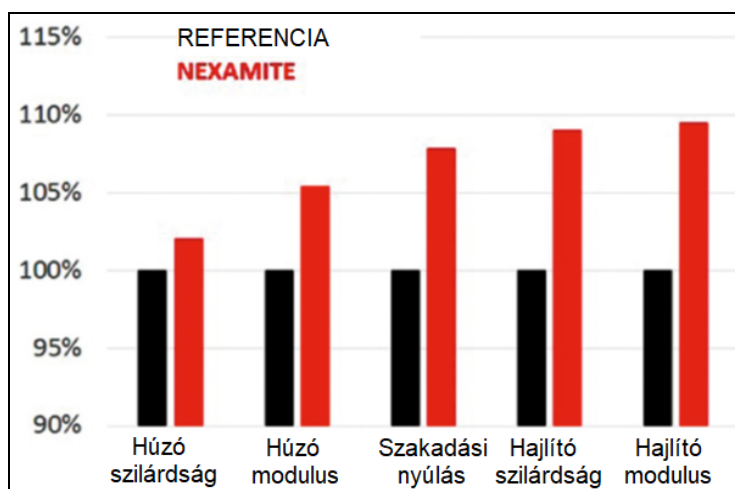
Az adalékanyagok egy másik nagy gyártója a *Clariant* elemzése szerint az autóipar a járvány miatti visszaesés után újra fejlesztéseket indít mind a belsőégésű, mind az elektromos és a hibrid gépkocsiknál. A Clariant ezen kívül a poliamidok felhasználásának növekedését várja a háztartási gépek és eszközök területén a poliamidok teljesítménye és változatossága alapján is, és prognosztizálja a drágább műanyagok, például a PBT kiváltását poliamid kompaundokkal. Piaci prognózisában a Clariant jelentős trendként jelöli meg új, jobb hőstabilitású és csökkentett nedvességfelvételű, valamint a részben biobázisú típusok fejlesztését. A nagy üvegszál-artalmú kompaundok feldolgozását és hosszú távú használatát, az eddigieknél jobban javító adalékanyagok kifejlesztését várják. Fejlesztéseket várnak az égésgátlók és a reciklátumok alkalmazását segítő adalékoknál is.

A Clariant Polymer Additives területén három termékcsoport különül el: a stabilizátorokat a Performance Additives, a kompatibilitást fokozó szereket az Advanced Surface Solutions, az égésgátlókat a Flame Retardants termékvonala fogja össze. A Clariant a poliamidok hő- és fénystabilizálására az *AddWorks TFB 117* típusát ajánlja. Ez a stabilitás növelése

mellett a feldolgozást is könnyebbé teszi, és javítja az üvegszálalás poliamidoknál a felület minőségét is. Alkalmazásával a kompaundálásnál 5°C-kal lehet csökkenteni a feldolgozás hőmérsékletét, ami az energiamegtakarítás mellett a minőséget is javítja a termooxidáció minimalizálásával.

A poliamid és a töltőanyagok kompatibilitásának növelésére a Clariant maleinsavas polimerviaszokat kínál. *Exolit OP 1400* nevű égésgátlója megfelel az e-mobilitási alkalmazások által támasztott magas követelményeknek is. A Fraunhofer LBF intézetben végzett kísérletek szerint jó eredményeket adott üvegszálalás PA66-ban. A cég most újabb égésgátlók fejlesztésén dolgozik, amelyek javítják az izzóhuzalos vizsgálatban mérhető értékeket.

A japán *Adeka Corporation* több fénystabilizátort is kínál a poliamidok hosszú távú időjárás-állóságának növelésére. Különösen hatékonyak találták az *ADK STAB LA-63P* jelű Hals stabilizátorukat a PA6-nál. Ez a stabilizátor egy nagy, 2000 molekulásúlyú metilezett Hals vegyület. Ennek hatását PA6 lemezen vizsgálták, a színváltozást nyomonkövetve a gyorsított öregítés hatására. Az új *ADK STAB LA-63P* stabilizátort egy hagyományos és egy konkurens, de szintén nagy molekulásúlyú Hals stabilizátorral hasonlították össze. Az új stabilizátor további előnye, hogy nem illékony a feldolgozás során. A Hals stabilizátort UV abszorberrel keverve az időjárás-állóság tovább növelhető. Poliamidokhoz a cég *ADK STAB LA-31RG* nevű magas hőállóságú UV abszorberét javasolja, amely stabil marad a magas feldolgozási hőmérsékleteken. A cég egyik legújabb fejlesztése az *ADK STAB AS-30X* permanens antisztatikum család, amely a poliamidok mellett más polimerekben is hatékony.



2. ábra A molekulásúlyt növelő *Nexamite* adalék hatása a mechanikai tulajdonságokra

A német *Quarzwerke* csoporthoz tartozó koreai HPF Minerals nagyteljesítményű funkcionális töltőanyagokat gyárt. A cég egy nagy vizsgálatban különböző nagy teljesítményű töltőanyagot próbált ki hőálló poliamid típusokban (PA 610, PA6/6T és PA9T (T: tereftálsav) különböző tulajdonságok módosítása érdekében. A fejlesztés kulcskérdése az ásványi töltőanyagok felületi kezelése olyan diszpergálást elősegítő anyaggal, amely a poliamidok magas feldolgozási hőmérsékletein is használható.

A cég jelenleg speciális funkcionális töltőanyagokat fejleszt elektromágneses alkalmazásokra, valamint több tulajdonság együttes elérésére, így például cél lehet a szigeteléseknél a nagy kúszóáramszilárdság (CTI), a lángállóság és a hővezető képesség kombinációja. A hővezető képesség javítására a cég *Silatherm* termékeit javasolja. Ezek ásványi töltőanyagok, amelyek a hővezető képesség elérésére gyakran alkalmazott fémszálakkal vagy fémporral szemben elektromosan szigetelő tulajdonságot mutatnak, ezért alkalmasak az E&E területen való használatra is.

### *A poliamidok reciklálását segítő adalékanyagok*

Az utóbbi években a fejlesztési tevékenység a poliamidoknál is fókuszba került a hulladékok újrahasznosítása. Ösztönzik ezt a különböző előírások és az egyre szigorodó EU direktívák, valamint a marketing szempontok is. A *poliamidok reciklálása* nem könnyű feladat, mivel az újraolvasztásnál jelentős molekulásúly változások mehetnek végbe. Számolni kell a poliamid hulladékokban általában jelenlevő töltő- és egyéb idegen anyagokkal is, ami nehezíti a reciklátumok felhasználását. Ezért a poliamidok reciklálásánál a poliolefinektől eltérően nagy szerepet játszanak a különböző adalékok, amelyek amellet, hogy beállítják a molekulásúlyt, segítik a diszpergálást, javítják az ütésállóságot és a reciklátum stabilitását a különböző hatásokkal szemben. *A feladat sokrétűségéből adódik, hogy általában több adalék kombinációjával lehet sikeres a reciklálás.*

A poliamid hulladékok újra felhasználásához a Brüggemann cég két reaktív adalékot kínál, amelyek alkalmasak a későbbi feldolgozásnak megfelelő molekulásúly beállítására. Mivel emellet más tulajdonságok optimalizálásra is szükség van, a cég kifejlesztette *Bruggolen P31* típusát, amely különböző adalékok hatékony kombinációja.

A Clariant cég nagy molekulásúlyú maleinsav származékokat, ojtott vegyületeket kínál a reciklátumok ütésállóságának és szilárdságának javítására.

A svéd Nexam Chemical cég arról számolt be, hogy egyre nagyobb az igény a PA reciklátumok használatát segítő adalékok iránt. A *Nexamit* termékek kémiaiilag képesek befolyásolni a PA ömledékben a láncok hosszát és elágazottágát is. A cég a reciklálás céljára *Nexamit* mesterkeveréket kínál, amellyel a vevő igényei szerint állítja be a molekulásúlyt, az ömledék viszkozitását és más tulajdonságokat. A cég szerint a *Nexamit* több mint tízszeresre, 16 000 Pas-re növelte egy eredetileg is hosszú láncú poliamid 1000 Pas ömledékszilárdságát. A 2. ábra pedig a *Nexamit* hatását mutatja a mechanikai tulajdonságokra. Az eredmények szerint hatása a mechanikai tulajdonságokra kifejezetten kedvező.

### *Új, innovatív PA kompaundok*

Az amerikai Ascend Performance Materials néhány új kompaunddal bővítette *HiDura* nevű hosszúszenlácú (PA 610 és PA612) poliamid kompaund családját, amely kiemelkedő méretstabilitást és jó vegyszer- kopás- és ütésállóságot mutat hosszú távú használat során is. A legújabb típusok jól alkalmazhatók az autóiparban üzemanyag- és fékvezetékek, akkumulátortházak, napelemekhez kábelkötözők gyártására.

A fenntarthatóság szempontjai vezetnek a Lanxess céget a *Durethan ECO* PA termékcsaládjuk fejlesztésénél. Ezekben a kompaundokban a cég az üvegszálgyártás során keletkező

hulladék üvegszálat használ erősítésre. Legújabb három kompaundja (*Durethan ECOBKV 30H2.0, 35H2.0 és 60XF*) 30, 35 és 60 s% reciklált üvegszálat tartalmaz. Az új kompaundokat a cég autóiipari felhasználásra fejlesztette ki. A 60% üvegszálat tartalmazó PA kompaundból nagy terhelésnek kitett szerkezeti elemeket is lehet gyártani, például front-end modult, A, B és C konzolokat és akkumulátor tálcákat az elektromos autókhoz. A cég jelenleg is bővíti az ECO kompaundok választékát és tanúsítani is szándékozik ezeket az *ISO 14021:2016* szabvány szerint.

Az olasz Radici cég High performance Polymers üzletága különböző poliamidok keverésével fejlesztett új termékcsaládot *Radilon Mixloy* néven. Az új termékekben részben a cégcsoport által gyártott poliamidokat, részben a kereskedelemben kapható más poliamidokat kever össze. A polimerblendek előállítására speciális kompatibilizálási technológiát fejlesztettek ki, amellyel egymással eredetileg nem-elegyedő poliamidokat is ötvözni tudnak. Az így előállított termékek jó hőállóságúak, könnyű a feldolgozásuk, jó a méretstabilitásuk, a kopásállóságuk. Nagy teljesítményűek a mechanikai, a felületi tulajdonságaik vonatkozásában. Az új termékeket az autóiiparba, az E&E alkalmazásokhoz és az igényes fogyasztási termékek, például sportszerek piacára szánják. Ott is kifejezetten a rés piacokat keresik, ahol az új termékekkel speciális igényeket tudnak kielégíteni.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Grestenberger, G., Kralicek, M.: *Leichter ans Ziel = Kunststoffe*, 110. k. 3 sz. 2020. p. 56–59.

Holmes, M.: *Automotive switch to EVs drives PA developments =*  
[www.compoundingworld.com](http://www.compoundingworld.com) | 2021. február, p. 53–62.