

Fejlesztések a poliamidok alkalmazhatóságának további szélesítésére

A poliamid a legnagyobb mennyiségben alkalmazott műszaki műanyag. A fejlesztések arra irányulnak, hogy megfelelő adalékokkal növeljék a poliamidok feldolgozhatóságát, hőállóságát, a termék felületi minőségét. A poliftálamid (PPA) a poliamidok családjának hőálló, aromás egységeket is tartalmazó, részlegesen kristályos képviselője. Azokon a területeken alkalmazzák, ahol a PA 6 és 66 már nem tudja kielégíteni a hőállósági és szilárdsági követelményeket.

Tárgyszavak: poliamid; poliftálamid; stabilizátorok; hőállóság; autóipar; kompaundok; adalékok.

A fémek helyettesítése műanyagokkal, a különböző építőelemek, alkatrészek és funkciók integrálása, ezzel együtt az egyre bonyolultabb formák tervezése a fejlesztők folyamatos feladata. Mindez egyúttal növeli a műszaki műanyagokkal, köztük a legnagyobb mennyiségben használt poliamidokkal szembeni követelményeket. A poliamid-kompaundok gyártói innovatív adalékanyagokkal igyekeznek megfelelni a növekvő igényeknek. Ahol pedig a PA 6 és a PA 66 jellemzőit meghaladó tulajdonságokat kell megcélózni, az aromás egységeket is tartalmazó poliamidok, köztük a poliftálamid (PPA) felé fordul a fejlesztők figyelme.

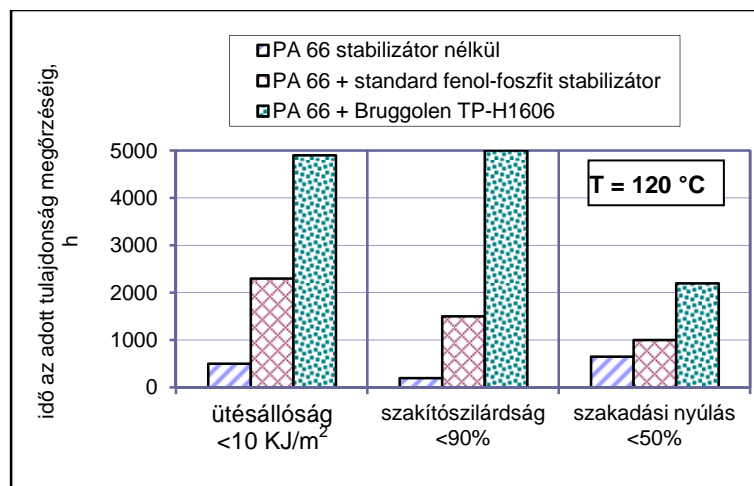
Új adalékanyagok a poliamidokhoz

Az új adalékanyagok tágítják a feldolgozhatóság határait és növelik a teljesítményüket. A legújabb fejlesztések módosítják a folyási tulajdonságokat, csökkentik a ciklusidőt, tovább javítják a hőstabilitást, a felületi tulajdonságokat, a korrózióállóságot stb.

A Brüggemann Chemical – amely szinte kizárólag a poliamidokhoz gyárt adalékokat – egyik fő erőssége a *réz-bázisú stabilizátorok* fejlesztése. A cég szerint ez az antioxidáncsoport adja a legjobb eredményt a mechanikai tulajdonságok megőrzésére magas hőmérsékleten is. Ugyanakkor a piac egyik fontos területén, az elektromos és elektronikai eszközök gyártásához olyan termékeket keresnek, amelyek nem okoznak korróziót. Ezért *nő az igény a rézmentes és a halogénmentes termékek iránt*. A cég már 2013-ban bemutatta első eredményeit ezen a területen, a kevesebb rezet és halogént tartalmazó hőstabilizátorokat, a *Bruggolen H3376-t és a H3386-t*. Ezek só helyett komplex rézvegyületet tartalmaznak, amelyek fő előnye, hogy nem oldódnak a poliamidban min-

dig jelen levő vízben, vagyis a réz a polimermátrixhoz kötve marad. Ennek köszönhetően velük magas kúszóáram-szilárdságot (CTI értéket) lehet elérni. A rézkomplexet tartalmazó stabilizátorok kevésbé migrálnak és nem színezik el a poliamidot.

A K2016 kiállításon rézkomplex stabilizátorok új generációjával jelentkezett a cég. A *Bruggolen TP-H1606* sokkal jobb stabilitást eredményez, mint a sztérikusan gátolt fenolok és a foszfitok szokásos keveréke, amint ezt az 1. ábra mutatja. Az új *TP-H1606* használatával a kompaund halogéntartalma 1500 ppm alá csökkenthető, és így halogénmentesnek minősül az International Electrochemical Commission *IEC/EN 61249-2-21* szabványa szerint.



1. ábra A *Bruggolen TP-H1606* hatása az egyes mechanikai tulajdonságok hosszú távú megtartására 120 °C-on

Feldolgozhatóságot javító új adalékokat is bemutatott a Brüggemann. Ilyen a *Bruggolen TP-P 1507*, *P1401* és az *M1417*. A *TP-P1507* elsősorban a nagy üvegszáltartalmú kompaundok folyási tulajdonságait javítja a mechanikai tulajdonságok romlása nélkül. A cég szerint ez a stabilizátor valamivel jobban működik PA 6-ban, mint a PA 66-ban. A *TP-P 1401* akár 40%-kal csökkenti a ciklusidőt és javítja a felület fényességét. A *TP-M1417-et* a nagy molekulatömegű poliamidok reciklálásához ajánlják.

A Clariant új többfunkciós adaléka az *AddWorks LXR 701*, amely javítja az üvegszálalás poliamidok folyási tulajdonságait és felületi minőségét. Ez különösen az olyan nagy méretű komplex tárgyak gyártásánál fontos, mint a gépkocsikban a levegőelosztó vezeték vagy a motortető. A folyási tulajdonságok javításán keresztül az adalék alacsonyabb feldolgozási hőmérséklet alkalmazását, ezáltal 10–15%-kal rövidebb hűtési és ciklusidő elérését teszi lehetővé. További előny, hogy a *AddWorks LXR 701* adalék feleslegessé teszi a formaleválasztó alkalmazását.

A Clariant másik új terméke az *AddWorks TFB 117*, amely valamennyi poliamidhoz (PA 6, 66, 11 és 12) használható mind a polimerizációban, mind a kompaundálásnál. Az *AddWorks TFB 117* egy sztérikusan gátolt amin (HALS) fénystabilizátor és egy foszfortartalmú vegyület kombinációja. Az új adalék javítja a stabilitást és gá-

tolja az elszíneződést. Polikondenzációs reakciókban az *AddWorks TFB 117* használatával 20–25%-kal csökkenthető a reakcióidő.

A vizsgálatok szerint az *AddWorks TFB 117* kompaundáláskor szignifikánsan jobb stabilitást eredményez, mint a szokásos adalékrendszerek, beleértve a fenolokat és a foszfitokat. A kompaundált granulátum színét jellemző YI sárgulási index a 10-es szintről 6-ra csökkent. Az új stabilizátort tartalmazó granulátum szállépzéskor lényegesen jobb eredményeket ad, csökken a szálszakadások száma és a mechanikai tulajdonságok is javulnak.

Az *AddWorks TFB 117* elsősorban a feldolgozás során fejt ki stabilizáló hatását, azonban nem nyújt védelmet a használat során fellépő hőhatás ellen. Ezért az új stabilizátort nem javasolják magas hőmérsékletnek is kitett autóiipari alkatrészek gyártására, de várhatóan eredményesen alkalmazható az elektromos és elektronikai alkatrészekhez.

Molekuláris szinten módosítja a poliamidokat az amerikai Vertellus cég három új mesterkeveréke. Ezek a *ZeMac* termékcsaládhoz, az etilén és maleinsavanhidrid kopolimererekhez tartoznak. Az első kettő, a *ZeMac Extend L65* és az *L68* a kompaundáláskor az alacsonyabb molekulatömegű lineáris poliamidot térhálósodó, nagyobb molekulatömegű poliamiddá alakítja. Az adalékkal kapott poliamid mechanikai tulajdonságai nemcsak az eredeti alacsonyabb molekulatömegű poliamidénál jobbak, hanem felülmúlják az utólagos szilárd fázisú utókondenzációval módosított PA tulajdonságait is. Az adalék hatására nő a hajlítómodulus, a szakítószilárdság és az ütésállóság, valamint csökken a nyúlás. A *ZeMac Extend L65-t* a fröccsöntésre szánt kompaundokhoz, az *L68-t* az extrúziós kompaundokhoz optimalizálták.

A harmadik új mesterkeverék, a *ZeMac Extend P62* a PA és a reciklált poli(etilén-tereftalát) közötti kompatibilitást növeli. Segítségével 15–35% reciklált poliésztert lehet felhasználni poliamidkompaundokban az anyagköltségek csökkentése érdekében. A visszaforgatott poliésztert is tartalmazó kompaund hajlítómodulusa eléri az eredeti PA értékét, az elektromos tulajdonságok még jobbak is. Az ily módon kompatibilissé tett PET/PA kompaundok jól alkalmazhatók, pl. irodabútorok, sporteszközök és különböző szerszámok, háztartási eszközök gyártásában. Mind a három új mesterkeverék tartalmaz belső és külső csúsztatót is.

Hasonló termékcsaládot kínál a svéd Nexam Chemical (amely a Perstorp cégből jött létre néhány évvel ezelőtt). A *Nexamite technológiával* a poliamidok szintén molekuláris szinten módosíthatók: növelhető a molekulalánc hossza és elágazottsága, és térhálósodást indíthat el. Ezen módosításokkal vagy ezek kombinációjával javíthatók a poliamidok folyási és mechanikai tulajdonságai: 2–3 nagyságrenddel növelhető a viszkozitás és az ömledékszilárdság. A hőállóság is nő, és javulnak a magas hőmérsékleten mért mechanikai tulajdonságok. A *Nexamite* termékek a hőmérséklet emelésekor aktiválódnak a feldolgozás folyamán.

A Dow Corning poliamidhoz két új szilikonalapú segédanyagot fejlesztett ki: a *Dow Corning 31-441* adalékot és a *Dow Corning HMB-1103* mesterkeveréket. A szilikontartalmú adalékok csökkentik a súrlódási együtthatót és ezáltal javítják a kopásállóságot. Mindeközben a mechanikai tulajdonságok nem romlanak.

Poliftálamid – a poliamidok nagyobb teljesítményű képviselője

A poliftálamid (PPA) a poliamidok családjának hőálló, aromás egységeket is tartalmazó részlegesen kristályos képviselője. Azokon a területeken alkalmazzák, ahol a PA 6 és 66 már nem tudja kielégíteni a hőállósági és szilárdsági követelményeket. Az autóiparban a PPA a fémek költségtakarékos alternatíváját jelenti. Az elektromos és elektronikus eszközök területén pedig nagy jelentőségű a hőállóság, a különösen alacsony nedvességfelvétel és a kiemelkedő mechanikai tulajdonságok egyidejű megléte.

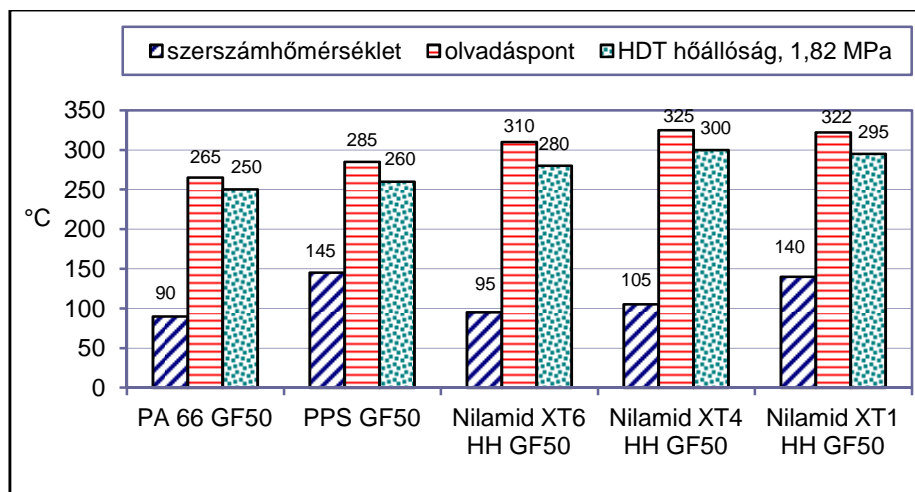
Az izraeli Nilit Plastics a magasabb követelményeket támaztó és ugyanakkor kétszámjegyű növekedéssel bővülő műszaki alkalmazásokhoz fejlesztette ki *Nilamid XT* és *Frianyl XT* termékeit. A *Nilamid XT* sorozat tagjaira jellemzők a nagy mechanikai szilárdsági értékek tartósan magas hőmérsékleten is, és jó folyási tulajdonságaiknak köszönhetően rövid ciklusidővel dolgozhatóak fel.

Nilamid XT néven három terméket ajánlanak. A *Nilamid XT1* tulajdonságai közül kiemelendő, hogy a terméknek jó a vegyszerállósága, magas a kúszóáram-szilárdsága és a felületi minősége. Főleg nagy nyomásnak, vegyszereknek kitett precíziós alkatrészek, például az autóknál a kuplunghengerek gyártására javasolják.

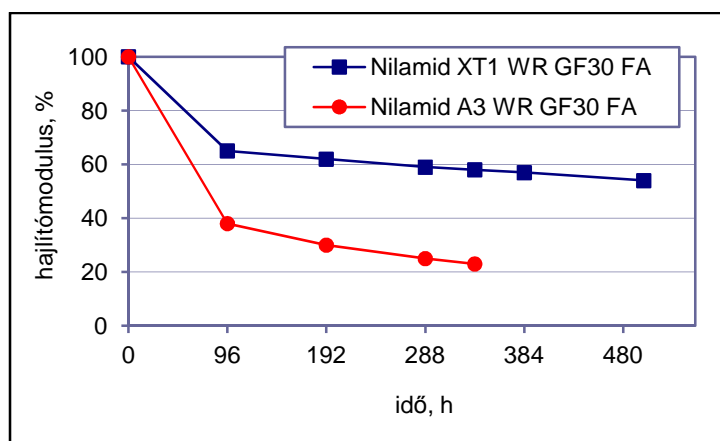
A *Nilamid XT4* típust azokra az alkalmazásokra ajánlják, amelyeknél hosszú élettartam melletti megbízhatóság a követelmény. Jól használható a motortéren belül, tartósan magas hőmérsékletnek (120 °C) és különböző vegyi anyagoknak – benzin, víz/glikol és olaj – kitett szerkezeti elemek és burkolatok alapanyagaként.

A termékcsoportban a *Nilamid XT6* kínálja a legszélesebb feldolgozási ablakot. Valamennyi típusnak jóval nagyobb a formattartása magas hőmérsékleten, mint a PPS-é. Az *XT4* és az *XT6* ugyanúgy vízfűtéses szerszámokkal dolgozható fel, mint a PA 66. A három termék tulajdonságait az adalék nélküli PA 66-tal és PPS-el összehasonlítva a 2. ábra szemlélteti. Az ábrán szereplő termékek mindegyike 50% üvegszálat tartalmaz.

A PPA kompaundok egyik fontos alkalmazása a vízvezetékrendszerek elemeinek gyártása. Ezen a területen a fejlesztések hajtóereje a fémötvözetek helyettesítése műanyaggal, mivel az ólomra az EU 2013 óta 0,01 mg/l határértéket engedélyez a vízzel érintkező elemeknél. A PPA kedvelt alternatív alapanyaga ezen a területen a fémötvözeteknek, mivel megfelel a vízvezetékek alkotóelemeivel szembeni magas követelményeknek. Ilyen a 4-20 bar nyomás, a 23–85 °C és az akár 50 éves működési időtartam. A PPA mechanikai tulajdonságai függetlenek a hőmérséklettől és a nedvességtartalomtól, a polimer továbbá ellenáll a klórozott víznek (3. ábra). A Nilit erre a célra a *Nilamid XTIGF50 KB 9005* típusát ajánlja. Alkalmazása 30–40% tömegmegta-karítást eredményez a fémhez képest, és a korábbiaknál komplexebb geometriát és egy lépéses gyártást tesz lehetővé. Az ebből készült vízórák 80 bar feletti nyomást bírnak ki repedés nélkül, és a 15–20,8 bar közötti dinamikus nyomási vizsgálatokban 200 000 feletti ciklusszámot értek el. A *Nilamid XT1* és valamennyi alkalmazott adalékanyag kielégíti az európai előírásokat (DVGW, W270, KTW, WRAS). A vízvezetékek gyártásához fejlesztett kompaund természetesen jól használható a vízzel működő készülékekben, pl. bojlerekben, kávéfőzőkben stb.



2. ábra A Nilamid XT típusok összehasonlítása PA 66-tal és PPS-el. Valamennyi minta 50% üvegszálat tartalmaz



3. ábra Az üvegszálás PPA hajlítómódulusának változása (az eredeti értékhez képest) 90 °C-on vizes peroxidoldatban üvegszálás PA 66-tal összehasonlítva

A *Frianyl XT* halogénmentes csökkentett éghetőségű PPA kompaund, amelyet főleg az elektromos és elektronikai ipar számára fejlesztettek ki. Gyártanak ebből a típusból szerkezeti építőelemeket motorokhoz és hajtóművekhez, csatlakozókat elektronikai eszközökhöz, de használják műszerekben, berendezésekben a különböző közegben és hőmérsékleten működő érzékelők házainak gyártásához is. A *Frianyl XT4* termékek a *Nilamid XT4* receptúrája alapján készülnek. A *Frianyl XT* kompaundok minden színben megfelelnek az UL-94 V0 előírásainak 0,4 mm falvastagságnál és 140 °C relatív termikus index (RTI – maximális terhelhetőségi hőmérséklet) mellett. A *Frianyl XT4* 300 °C feletti olvadáspontja és extrém alacsony, 1% alatti nedvességfel-

vétele alapján különösen alkalmas olyan elektronikai alkatrészek gyártására, amelyekhez az ólommentes forrasztást, pl. az SMT felületszerelési technológiát alkalmazzák. Ebben a folyamatban az alkatrészeknek 265 °C-t több mint 65 másodpercig, vagy 120 °C-t 110 másodpercig kell deformálódás nélkül kibírniuk. Megjegyzendő, hogy az *SMT technológia* és sokszor az alkalmazás magas hőmérséklete miatt ezeknek a kompaundoknak a gyártásakor nem egyszerű a színek beállítása és a színtabilitás biztosítása.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Mapleston, P.: Additives lift PA to new levels = Compounding World, www.compoundingworld.com, 2017. február.

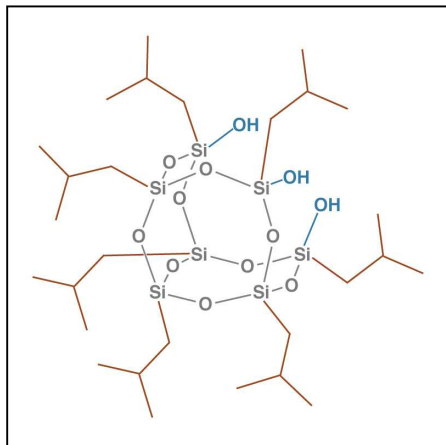
Diegritz, W.: Leistungssteigernde Variation eines Klassikers = Kunststoffe, 106. k. 11. sz. 2016. p. 88–91.

Röviden...

Néhány hír a TiO₂ gyártóktól

A Cristal cég bemutatta braziliai üzemében (Brahia) rutilból szulfátos technológiával gyártott *Tiona 242* jelzésű titán-dioxidját, amely nagy hatásfokú szerves felületkezelést kap, ezért optimálisan diszpergálható a polimerekben. A készítmény könnyen feldolgozható, jó a színerőssége.

A Huntsman újdonsága a *Tioxide TR48* pigment, amelynek erőteljes a színhatása, és könnyen feldolgozható magas hőmérsékleten is. Poliolefin mesterkeverékekbe, két irányban nyújtott polipropilén (BOPP) fóliákba, műszaki műanyag kompaundokba keverhető. Könnyen diszpergálható.



A Hybrid Plastics *POSS silanol SO1450* jelzésű adaléka a nanoméretű TiO₂ részecskék eloszlását könnyíti meg a polipropilénben. Az *SO1450* hibrid molekula, amelynek szerves sziloxán magja van; az általa képzett „kalitka” sarkaihoz izopropilcsoportok kötődnek, és három aktív szilanol funkció csoportot is tartalmaz (lásd az ábrát). A cég szerint az ilyen adalékkal kezelt TiO₂ nanorészecskék agglomerátumainak mérete a PP-ben

70 nm-ről 33 nm-re csökken a funkció csoportok hatására, amelyeknek kompatibilizáló hatásuk is van.

A „kalitka” szilanolcsoportjai a TiO₂ részecske felületéhez kötődnek, és sűrű apoláris izobutylcsoportokkal veszik körül a részecskét.

P. G.

Titanium dioxide developments = Compounding World, 2016. okt. p. 46. SO1450 – TriSilanolisobutyl POSS = www.hybridplastics.com/product/s1450-trisilanol-isobutyl-poss

www.quattroplast.hu