

Poliamidok autóiipari alkalmazása

Az autóiipar egyre inkább kezdeményezi új poliamid típusok kifejlesztését. A nagyobb hőállóságú, jobb folyóképességű típusok megjelenése bővíti a motortéri alkalmazásokat, hibrid technológiákat tesz lehetővé. A PA nanokompozitokat üzemanyag szállítócsövek előállításához próbálták ki sikeresen. A gépkocsik tömegét, valamint az autógyártók költségeit csökkentő alkalmazások az autóiipari szakemberek, a PA gyártók és feldolgozók szoros együttműködését igényli.

Tárgyszavak: autóiipar; poliamid; PUR; nanokompozit; üvegszál-erősítés; fröccsöntés.

Miért népszerűek a poliamidok az autóiiparban?

Az autóiipar továbbra is vezető szerepet vállal az új poliamid típusok alkalmazásában és kifejlesztésében. Számos előnyös tulajdonságuk miatt (hőállóság, vegyszerállóság, jó folyóképesség, nagy szilárdság) a poliamidokat szívesen használják az autóiiparban. Egy konkrét alkalmazás pl. egy új diesel teherautó légbevezető csatornája, ahol a kompaktabb motorkialakítás miatt az eddiginél magasabb a levegő hőmérséklete. Az alkatrész tartósan 130 °C-os üzemi hőmérsékletnek és jelentős negatív nyomásnak van kitéve. A korábban alkalmazott polipropilén ezeket a körülményeket már nem bírta, le kellett cserélni egy hőállóbb műszaki műanyagra, és a választás a poliamidra esett. *Az adott alkalmazáshoz a BASF 10% üvegszálat és 20% ásványi töltőanyagot tartalmazó B3WGM24 típusa bizonyult a legmegfelelőbbnek, amely jó mérettartósággal, nagy folyóképességgel és minimális zsugorodással jellemezhető.* E két utóbbi tulajdonságra a szerszám konstrukciója miatt is nagy szükség van. A gyártó szerint az adott típus folyóképessége 40%-kal meghaladja a standard típusokét, és ez a nagy felületű fröccstermékek kialakításához elengedhetetlen. A légcatornában elhelyezett ventilátor egy másik poliamid típusból készül (B3WG5), amelynek legfontosabb tulajdonsága az összecsapási vonalak mentén mérhető maximális szilárdság.

Fémhelyettesítés gépkocsikban

A műanyagok egyik nagy előnye a más anyagokkal, többek között a fémekkel való kombinálhatóság, amely integrált megoldásokat tesz lehetővé, azaz egyetlen műveletben többféle funkció egyidejű ellátására alkalmas termék készíthető. Ezzel a megoldással fém alkatrészek válthatók ki és csökkenthető a gépkocsi tömege. A gépkocsikban felhasznált műanyagok (köztük a poliamid) mennyisége egyre nő. *A poliamidokat többek között nagy hőállóságuk miatt alkalmazzák a motortérben.*

A nagy folyóképességű típusok más poliamidgyártók palettáján is jelen vannak. A **Lanxess** is nemrég jelentkezett új üvegszállal erősített poliamidokkal az autóipar, a háztartási gépgyártás és a villamos/elektronikai ipar számára. A *Durethan XF* típusoknak (ahol az XF jelölés az extra folyóképességre utal) 20–30%-kal nagyobb a folyóképességük, mint a korábbi „könnyen folyó” (*Easy Flow*) típusoké. A standard *Durethan PA 6* típusokhoz képest pedig 65–80%-os a folyóképesség-javulás. A jobb folyóképességű gyantáknál csökkenthető a feldolgozási hőmérséklet, és emiatt a hűtési és a ciklusidő is. Mindezek a termelési költségek csökkenését eredményezik. Ha viszont a fröccsnyomást csökkentjük, kisebb fröccsgépet is használhatunk ugyanahhoz a termékhez és csökkenthetjük a vetemedési hajlamot is. A jobb folyóképesség lehetőséget ad vékonyabb falú termékek készítésére is. Tervezik meghajtáselemek (pl. hajtóműházak, fogaskerekek), kapcsoló panelek, belső karosszéria-erősítő elemek, légszáktartók stb. készítését is poliamidból.

A **Lanxess** további PA 6 és PA 66 típusaival bővíti az autóipari alkalmazásokat. A 35% üvegszálat tartalmazó *Durethan PA 66*-ból (*Durethan AKV 35 H2.0*) készült olajkádak pl. számos **BMW**, **Aston Martin** és **Jaguar** típusban megtalálhatók. Ezt az alapanyagot használva az olajkád teherviselő szerkezeti elemként is megtervezhető. A műanyagból készült olajkádak előállításakor egy műveletben beépítik a fémválasztót, a termék egész élettartamára szóló olajsűrőt, a tömítést, az olajbeszívó- és a szivattyúvezetőket. Ez jelentősen csökkenti a gyártási és szerelési költségeket. A beépített alkatrészekkel együtt is a termék tömege lényegesen kisebb, mint az eredeti, csak fémből készült változaté. A személygépkocsik mellett ma már egyre inkább a tehergépkocsik olajkádját is műanyagból próbálják elkészíteni.

Egy másik fejlesztés eredményeként a drága és különleges PA 46-ot egy másik gépkocsi légbevezetőjében sikerült 35% üvegszálas erősítésű PA 6-ra kicserélni. *Ez a típus ellenáll 2,5 bar nyomásnak, tartós hőállósága 150 °C, és rövid ideig 160 °C-os igénybevétellel is terhelhető.*

Egy díjnyertes különlegesség

Az **Amerikai Műanyagipari Szövetség (SPE)** különdíját nyerte el egy poli(fenil-amid)-ból (PPA) készült különleges alkatrész, amelyet a motor hengerblokkjába építenek be a hűtőfolyadék egyenletes elosztása és ezáltal a hengerfalak hőmérsékletének kiegyenlítése céljából. Ennek hatására mintegy 1%-kal javul az üzemanyag-felhasználás gazdaságossága; vagyis az alkatrész beépítési költsége 6 hónap alatt kifizetődik. Ezt a megoldást jelenleg a **Toyota Crown** és **Lexus** típusaiban használják. Érdekes, hogy hasonló nagyságrendű megtakarítást kb. 25 kg „tömeglefaragással” lehetne elérni. Az alkatrészhez a **DuPont Zytel HTN PAA** típusát választották, amely az alkatrész egész élettartama során képes ellenállni a max. 80 °C-ra melegedő hűtőfolyadék hatásának. A PAA távtartók a hűtőkörben nem túl drágák, ezért várható, hogy más, kevésbé drága kocsik motorjába is beszerelik őket. Az új alkalmazás egyrészt bizonyítja a felhasznált PAA alapanyag ellenálló képességét, másrészt új utakat tör a műanyagok számára az üzemanyag-csökkentésben.

A MAN hathengeres motorjában a szelepkapcsolók fedelét készítették poliamidból. Az egyik ok itt is a jó hőállóság volt, de még fontosabb volt a zajcsökkentés. A kb. 1 m hosszú alkatrész külső felülete sima, de belseje bordázott, ami csökkenti a rezonanciát és a zajképződést. A fedelet elasztomer tömítéssel akusztikusan lecsatolják a hengerfejről. A felhasznált alapanyag (*Technyl 66*, a **Rhodia** gyártmánya) 15% ásványi anyagot és 25% üvegszálat tartalmaz, ami nagy merevséget, ugyanakkor kis zsugorodást és vetemedést biztosít. A jó folyóképesség itt is alapkövetelmény a nagy felületek és a számos belső bordázat miatt.

Poliamid nanokompozitok az autóiparban

Az autó- és járműipar a poliamidok legnagyobb felhasználója, kb. 40%-os részesedéssel. Különösen gyorsan növekedtek a motortérbeli alkalmazások, ahol jó hő- és vegyszerállóságával a poliamid a favorit. A korábban fémből készült levegő/üzemanyagkeverék-elosztókat egyre inkább üvegszál-erősítésű poliamid 6-ból készítik annak nagy szilárdsága, jó feldolgozhatósága, hegeszthetősége stb. miatt.

Egyre fontosabb a PA alkalmazása az üzemanyag-ellátó rendszerben. A csövek gyakran készülnek PA12-ből többrétegű megoldásban, EVOH vagy fluorozott szénhidrogén polimer záróréteg felhasználásával. A környezeti tudatosság erősödésével egyre gyakrabban használnak halogéntartalmú záróréteg helyett poliamid/agyag hibrid (nylon-clay hibrid, NCH) nanokompozitokat, amelyek ugyancsak jó zárást biztosítanak az üzemanyag gőzökkel szemben.

Az első nanokompozitot a **Toyota** központi kutatóintézete éppen poliamid alapon fejlesztette ki, és a japán **Ube Industries** ma is együttműködik a **Toyota** céggel az ő szabadalmaik alapján kialakított autóipari nanokompozitok fejlesztésében. *A technológia lényege, hogy a nanométeres vastagságú, lemezes szilikátokat szinte molekuláris finomságban lehet szétoszlatni a polimermátrixban, amire korábban nem volt lehetőség.* Ennek eredményeként már rendkívül kis mennyiségű töltő/erősítőanyaggal lényegesen befolyásolni lehet a polimermátrix tulajdonságait, pl. modulusát, hőállóságát vagy gázzáró képességét. Emiatt a jövőben nem csak az autóiparban, hanem pl. csomagolófóliákban is előnyös lehet alkalmazásuk.

Poliamidalapú hőre lágyuló elasztomerek (TPE)

A hőre lágyuló elasztomerek olyan fröccsönthető, rugalmas műanyagok, amelyek egyszerre mutatják a hőre lágyuló műanyagok és a rugalmas elasztomerek előnyeit. Ezek az újrahasznosítható műanyagok egyre több alkalmazási területen váltják ki a hagyományos elasztomereket. A poliamidalapú TPE-k kombinálják a PA vegyszerállóságát, súrlódási jellemzőit a gumik rugalmasságával. Rendkívül jó fáradásállóság és jó hidrolízisállóság jellemző rájuk. Kitűnően alkalmazhatók pl. olyan ipari vezetékekben (beleértve a gépkocsi alkalmazásokat is), ahol jó rugalmasságra és vegyszerállóságra van szükség.

Új feldolgozási módszerek és megoldások

A fejlesztőmérnökök mindenhol azon dolgoznak, hogy újabb feldolgozástechnikai eljárásokat alakítsanak ki, a meglévőket pedig mind gazdaságosabbá és környezetvédelmi szempontból mind biztonságosabbá tegyék. *Az egyik ilyen új eljárás a vízzel segített fröccsöntés*, amelyet pl. személyautók ajtóelemeinél, pedáloknál vagy hűtőközeg- és olajtovábbító egységeinél alkalmaznak. Az utóbbiaknál különös jelentősége van a belső felület minőségének és az egyenletes falvastagságnak. A hűtővízcső előállításánál az elemet először nagynyomású levegővel fújják fel, majd a műveletet víz alkalmazásával fejezik be. A 30% üvegszál-tartalmú *Durethan TP 424-006 (Lanxess)* alapanyagból a vízzel segített fröccsöntéssel igen jó felületi minőségű, légbuborékmentes termék készíthető. A különböző alkalmazásokhoz rendelkezésre állnak kizárólag üvegszállal és üvegszál, valamint ásványi anyag keverékével erősített/töltött változatok is.

Az utóbbi időben jelentek meg a hőformázható PA 6 típusok, amelyekből különböző tálcák és védőburkolatok készülnek a járműipar számára. A poliamid előnye ezekben az alkalmazásokban a megszokott hőformázható polimerekkel szemben a nagyobb hőállóság. A hőformázás különösen a nagy felületű termékek esetében jelent gazdaságos alternatívát a fröccsöntéssel szemben, mert a szerszámköltség az előbbinek csak töredéke. Az így készült motorfedelek mérettartóak és nagy felületük ellenére nem vetemednek. Az ütészálló poliamid alapanyag jelentősen javítja a termékek törésállóságát is. A könnyű és mégis szilárd alapanyagokra az erős dinamikus igénybevétel miatt is szükség van a motortérben. Tekintettel arra, *hogy a PA 6 terhelés alatti behajlási hőmérséklete (HDT/A) 190 °C körül van, a tartós terhelés elérheti a 140 °C-ot, a rövid idejű hőterhelés pedig akár a 170 °C-ot is.*

Poliamidok és poliuretánok kombinációja egy gyártási lépésben

A **Krauss-Maffei (KM)** cég olyan gyártóberendezéssel lépett piacra, amely *egy gyártási lépésben képes kombinálni a hőre lágyuló PA feldolgozását és a poliuretánok (PUR) reaktív fröccsöntését.* A *Skinform* technológiát két német céggel (az autófelszereléseket gyártó **Sarnamotive Schenk** és a poliuretán feldolgozó **Rühl Puromer** céggel) együttműködve fejlesztették ki.

A rögzített szerszámlemez oldalon van egy szerszámmozgató-tábla, a mozgó szerszámlemez oldalon pedig egy szerszám, amely PUR öntőfejjel van ellátva. A poliamid rész fröccsöntése és kihülése után a szerszám kinyílik, és a szerszám átkezd egy másik, nagyobb szerszámüregbe, ahol ráöntik a PUR réteget. A készterméket egy lineáris robot veszi ki a szerszámüregből, majd eltávolítja róla a beömléseket és a sorját. A **Rühl Puromer** cég külön kifejlesztett egy vizes, aromás PUR-elasztomer rendszert a szóban forgó autó biztonsági öv alkatrészhez, amelynek megkülönböztető jellemzői a kitűnő UV-állóság, a jó adhézió és a gyors reakcióidő.

A technológia egyik előnye a speciális tapintási (haptikai) hatások kialakításának lehetősége. A PA alkatrész fröccsöntésének ciklusideje 20 sec, a PUR bevonatáé pedig 35–40 sec, a teljes ciklusidő pedig 73–88 sec. A kémiai reakció ideje függ olyan té-

nyezőktől, mint a bevonattal szembeni követelmények (pl. puhaság), a szerszámfeltöltés körülményei és az alkalmazott bevonó réteg kémiai összetétele.

A módszer különlegessége, hogy a habosodás mértéke függ a rétegvastagságtól, ezért eltérő puhasági érzet alakítható ki anélkül, hogy változtatni kellene a ciklusidőt. Az eljárást az autóiparban elsősorban olyan beltéri alkalmazásokban kívánják használni, ahol a szilárd műanyag rétegre puha tapintású bevonatot kell felvinni (ajtófogantyúk, műszerfalak, ülések merevítő szerkezetei stb.). Számos egyéb alkalmazás elképzelhető az információtechnológia, a háztartási gépek, a bútoripar és a sportszergyártás területén is.

Az autóiparban ez a technológia olyan időszakban jelent meg, amikor amúgy is éles verseny folyt a különböző technológiák (betétes fröccsöntés, szerszámon belüli laminálás, többkomponensű fröccsöntés, utólagos bevonatkészítés) között. *Az autógyártók jelenleg erősen rá vannak kényszerülve arra, hogy csökkentsék a belső téri, lágy tapintású elemek bonyolultságát és gyártási költségeit. Ennek eszköze az egyszerűbb, integrált elemek bevezetése és a gyártástechnológia folyamatos fejlesztése.*

A *Skinform* eljárás versenyképességének egyik kulcseleme a magas fokú automatizálás, mert ez utóműveletek nélkül is sorjamentes termék készítését teszi lehetővé. A *Skinform* eljárással készült lágy bevonatú termékek gyártási költségei összevethetők egy poliolefin lágybevonattal ellátott termékével. A PUR bevonat előnye a jó karcállóság és a bőrszerű tapintás. Pusztán tapintási szempontból a poliolefin elasztomer és a poliuretán elasztomer bevonatok is lehetnek legalább olyan jók, mint a hőre keményedő poliuretánok, de karcállóság szempontjából nem versenyezhetnek velük. Vannak ugyan más, utólagos szórási eljárások is, de ezek költséghatékonyság szempontjából nem versenyképesek az egylépéses *Skinform* eljárással.

Összeállította: Dr. Bánhegyi György

Nylon development. = European Plastics News, 33. k., 1. sz., 2006. p. 34–35.

Fujimura, H.: Automotive applications hold good prospects for nylon growth. = Modern Plastics World Encyclopedia, 2005. p. 31–32.

Joachimi, D.: Polyamid (PA). = Kunststoffe, 95. k. 10. sz. 2005. p. 84–89.

Raleigh, P.: Under the skin. = European Plastics News, 34. k. 2. sz. 2005. p. 21–22.