

Egyre sokoldalúbbak a műszaki műanyagok

A hőre lágyuló műszaki műanyagok egyre inkább kiszorítják a műszaki termékekből a hőre keményedő műanyagokat, ezért az előbbiekre iránti kereslet jobban növekszik, mint a tömegműanyagoké. Az egyre igényesebb vevők és a szigorodó előírások miatt a gyártók folyamatosan fejlesztik a termékeiket. Ezek közül mutatunk be néhányat.

Tárgyszavak: műszaki műanyagok; hőre lágyuló kompozitok; kapacitásbővítés; villamosipar; elektronika; járműgyártás; környezeti hatások.

Egy németországi központú nemzetközi piackutató intézet, a Ceresana szerint az elmúlt néhány évben a műszaki műanyagok iránti igény nagyobb mértékben növekedett, mint a tömegműanyagok kereslete. 2020-ban várhatóan a világon 90 milliárd USD értékű nagy teljesítményű műanyagot fognak megvásárolni.

Világméreteken a műszaki műanyagok legnagyobb felhasználója a villamos- és elektronikai ipar (E&E ipar) és a fogyasztási cikkek előállítását szolgáló ágazat; ezek egyenként a teljes mennyiség 25–25%-át dolgozzák fel. A harmadik legnagyobb igénylő a szállítási ágazat, ezen belül is a járműgyártás. A különböző térségek között azonban jelentős különbségek vannak. Nyugat-Európában pl. a szállításban alkalmazzák a legtöbb műszaki műanyagot, az ázsiai és óceáni térségben viszont elsősorban fogyasztási cikkekhez (kávéfőzők, mosogatógépek, mosógépek, játékok, sporteszközök gyártásához) használják fel a térségben feldolgozott műszaki műanyagok 30%-át.

Különböző alkalmazási területeken eltérő mértékben igénylik a különböző fajta műszaki műanyagokat. Míg a járműgyártásban ezek 35%-a poliamid (PA), a háztartási és fogyasztási cikkek előállításában az akrilnitril/butadién/stirol kopolimer (ABS) áll az élen.

Kapacitásbővítések a növekedő igények kielégítésére

A Röchling Engineering Plastics csoport 2014 elején indította be Indiában ottani első üzemét hőre lágyuló műszaki műanyagok és félkész termékek gyártására. Ebben az évben már kb. 1000 tonna ilyen alapanyagot állítottak elő. Egy 35 m²-es üzemrészben lemezeket és profilokat gyártanak ultra nagy molekulatömegű polietilénből (UHMWPE) és ennek változataiból, továbbá lemezeket és rudakat poliacetálból (POM), PA-ból és ezek változataiból.

A Solvay cég is erőteljesen növeli gyártókapacitását Ázsiában, mindenekelőtt Kínában. A 2014-es Chinaplas kiállításon bejelentette, hogy gyártókapacitásának 50%-

át szándékozza Kínában kialakítani. Itteni kompaundáló üzemében a műszaki műanyagok kompaundáló kapacitását 2015-ben 25%-kal növeli meg.

A BASF ugyancsak Kínában terjeszkedik. Sanghaji üzemében az Ultradur PA és az Ultradur PBT [poli(butilén-tereftalát)] gyártókapacitását több mint megkétszerezi, 45 000 t/évről 100 000 t/évre emeli. Ezáltal ez az üzem lesz a műszaki műanyagok legnagyobb kompaundáló létesítménye az egész ázsiai-óceáni térségben. A cég Koreában (Yesan) 2015 végéig hasonló, 36 000 t/év kapacitású üzemet épít, és így ebben az országban is megkétszereződik PA- és PBT-kompaundáló kapacitása. Mivel az ázsiai-óceáni térségben folyamatosan növekszik a szállítás, az építőipar, a gyorsvasutak és az E&E ágazat érdeklődése a műszaki műanyagok iránt, a cég becslései szerint a következőkben az ilyen műanyagok vásárlása évente 7%-kal bővül majd.

A Celanese is Ázsiában – Malajziában, Koreában, Szaúd-Arábiában – alapít közös vállalatokat ottani cégekkel, amelyekben különböző típusú POM-okat fognak gyártani kizárólag ázsiai vásárlók számára.

Folyamatos a fejlesztés a különböző iparágak igényeinek kielégítésére

A műszaki műanyagok vásárlóinak igényei egyre nőnek és a rájuk vonatkozó előírások is egyre szigorodnak, a szállítók pedig fejlesztéseikkel igyekeznek az egyes felhasználási területek elvárásait maximálisan kielégíteni. A fejlesztések elsősorban a tömeg csökkentésére, az energiahatékonyság növelésére és a CO₂-emisszió mérséklésére irányulnak.

Újdonságok a villamos- és elektronikai ipar számára

A műszaki műanyagok gyors terjedésének egyik fő hajtóereje az, hogy a hőre keményedő anyagokat egyre inkább ezekkel akarják helyettesíteni, mindenekelőtt a villamosiparban és az elektronikában.

A Royal DSM cég pl. gyorsan igazodott az *UL* (Underwriters Laboratory) *1077* szabvány változásaihoz. Ez a szabvány a villamos berendezések kiegészítő védelmét szabályozza és az USA-ban, ill. Dél-Afrikában széles körben alkalmazzák. Korábban elképzelhetetlen volt, hogy az itt gyártott villamos berendezésekhez ne hőre keményedő műanyagból készítsék az áramköri kismegszakítókat (MCB, miniature circuit breakers), az átdolgozott szabvány azonban bizonyos feltételek mellett megengedi hőre lágyuló műanyagok alkalmazását. Ez a gyártók számára nagyobb tervezési szabadságot ad, és költségeiket is csökkenti. A kismegszakítók fröccsöntésekor 40%-kal kisebb a ciklusidő, kevesebb a hulladék, és annak visszaforgatása is könnyebb. Mivel a hőre lágyuló műszaki műanyagok rugalmasabbak a hőre keményedőknél, az előbbiekből készített készülékházak robusztusabbak, ami ugyancsak növeli a felhasznált mennyiséget.

Éppen a villamos berendezések biztonságának növelésére fejlesztette ki a Solvay Engineering Plastics *Technyl One* elnevezésű technológiáját és ugyanilyen márkanévű új poliamidcsaládját, amelyet a 2013-as düsseldorfi kiállításon (K 2013) mutatott be.

Ezeknek a poliamidoknak széles a „feldolgozási ablaka”, könnyen keverhető bele töltő- vagy erősítőanyag és még 50% üvegszál mellett is szép a felületük. Garantáltan nem korrodálják a fröccsgépet vagy a szerszámot. Az új polimercsalád első tagja halogénmentes égésgátlót tartalmaz, amely már 0,4 mm-es vastagságban *UL94* szabvány szerinti V0 éghetőségi fokozatot biztosít az anyagnak, és amelynek tartós hőállósága is kitűnő: *UL 746B* szabvány szerinti relatív hőmérséklet-indexe (RTI, relative thermal index) 150 °C. Ez a poliamid köztes helyet foglal el a gyenge és a nagyon magas hőállóságú műanyagok között. Kúszóáram-sziládsága (CTI, comparative tracking index) 600 V vagy annál magasabb feszültség.

A DuPont cég is piacra dobott egy halogénmentes égésgátlót tartalmazó emelt hőállóságú poliamid 66-ot. A *Zytel FR* család új tagja az égésgátló, az alappolimer és a stabilizátorrendszer szabadalommal védett különleges kombinációja, amely nagyobb stabilitást, jobb folyóképességet, szebb felületet eredményez, és csökkenti a szerszámokban a lerakódást. Az új poliamidot 25% üvegszáltartalommal forgalmazzák. Éghetősége és CTI értéke összevethető a *Technyl One*-ével. Szigetelő tulajdonságú alkatrészekhez, áramköri megszakítók, védőkapcsolók (kontaktorok), transzformátorok, motorok házainak gyártására ajánlják.

A Lanxess AG egy új poliamid 6-ot forgalmaz az E&E ipar számára *Durethan BG 60 X XF* márkanéven, amelyet üvegszál és üveg mikrogyöngy keverékével töltenek. A polimerhez ebből 60%-ot adnak. Ez a PA6 típus hasonlóan merev és szilárd, mint a cég *Durethan DP BKV 60 H2.0 EF* jelzésű, 60% üvegszállal erősített PA-ja, de zsugorodása erősebben izotróp, és a belőle készített formadarabok sokkal kisebb mértékben hajlamosak a vetemedésre. Elsősorban vékony falú, merev formadarabok, pl. tablet formájú számítógépek hátoldalának készítésére ajánlják.

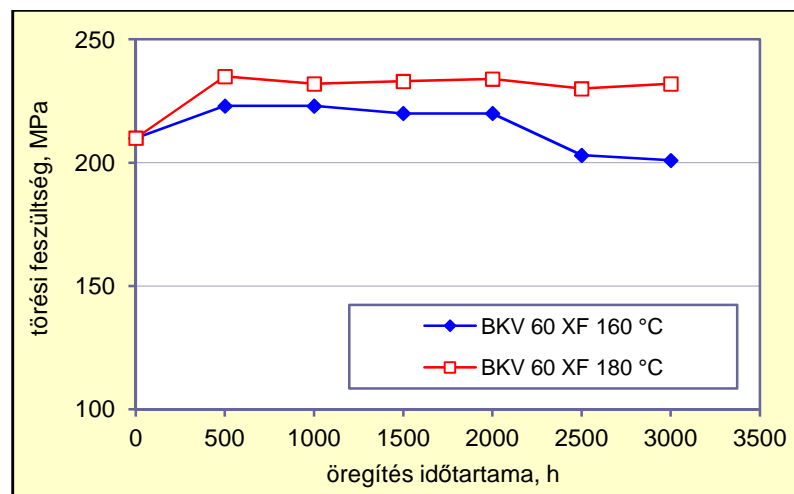
Új anyagok az autógyártáshoz

A Ford Motor Company a közelmúltban kezdte alkalmazni többféle műanyagból kialakított könnyű modelljében a Sabic cég *Lexan* polikarbonátjából (PC) készített ablakokat, amelyek felületét plazmatechnika segítségével *Exatec E900* védőréteggel vonják be. *A műanyag ablakok 1 mm-rel vastagabbak, mintha üvegből készítették volna őket, de tömegük 3,35 kg-mal kisebb.* A PC ablakok kisebb hővezető képessége miatt ezek jobban szigetelnek, mint az üveglakok, ezért a fűtésre, szellőztetésre, kondicionálásra kevesebb energiát kell felhasználni; emellett km-enként 3 g CO₂-vel kevesebb jut a levegőbe, a villamos vagy hibrid hajtású járművek pedig 2–3%-kal nagyobb távolságot képesek megtenni.

A gépkocsigyártás kedveli a poliamidokat. A kipufogógáz egy új típusú cirkulációs rendszerének hőérzékelőjéhez a DSM nagy hőállóságú új poliamidot, a *Stanyl ForTii*-t fejlesztette ki. Ezzel a korábban erre a célra alkalmazott, de sokkal drágább folyadékkristályos polimert és poli(éter-éter-keton)-t (PEEK) tudják helyettesíteni. Az új polimer tartósan elviseli a 300 °C-os üzemi hőmérsékletet, ezért alkalmazása sokkal gazdaságosabb anélkül, hogy csorbulnának az eszköz hőtani és szerkezeti tulajdonságai, vagy a vegyszerállósága. A cég gépkocsik csúszópapucs láncfeszítőjének gyártá-

sához *Stanyl PA 46* márkanévű poliamidját javasolja, amelynek 25%-kal kisebb a sűrűlási együtthatója, mint a szokásos PA66-é, emellett 4–7%-kal jobb a kopásállósága és alkalmazása kevesebb CO₂ kibocsátásával jár, továbbá jobban elviseli a nagyméretű és a dízelhajtású gépkocsik durvább üzemi körülményeit.

A Lanxess AG már említett *Durethan DP BKV 60 H2.0 EF* helyett gépkocsik könnyű orr-részének, pótkeréktartó teknőjének, olajtálcájának gyártásához *Durethan BKV 60 XF* nevű PA-ját ajánlja. Ezt is 60% üvegszállal erősítik, de mechanikai tulajdonságai jobbak, és 30%-kal nagyobb a folyóképessége. Ebből a „hightech” poliamidból 1 mm-nél kisebb falvastagságú darabok is fröccsönthetők, amelyek szilárdsága finom bordázással növelhető. A darabok felülete kifogástalan, az üvegszálak nem tudnak a felületre vándorolni. Ez az optimális kristályképződésnek és a nagyobb fröccssebességnek köszönhető. A felület lézersugárral írható. A polimer jól ellenáll a hőöregítésnek: 180 °C-os kemencében öregítve 3000 h után a próbatestek törési feszültsége még mindig 200 MPa felett van (1. ábra).



1. ábra A *BKV 60 XF* poliamid törési feszültségének változása 160, ill. 180 °C-on végzett hőöregítés alatt

Az Oechsler AG a Volvo cég csomagteret nyitó ajtóinak automatikus hajtószerkezetéhez az Ems-Chemie hosszú üvegszálas *Grivory GLV-5H* típusú poliamidjából gyárt házakat. Az emelőszerkezet biztonságosan és megfelelő erővel nyitja fel a csapófedelet. A gépkocsi környezetében változó hőmérsékletet és levegőnedvességet a részlegesen aromás poliamid jól tűri, a hirtelen terheléscsúcsokat pedig a hosszú üvegszálak fogják fel; ugyanezek akadályozzák meg a kúszást vagy a megereszkedést. Ezért a súrlódásmentes működést a gyártó szavatolja.

Orvosi eszközökhöz és élelmiszerekkel érintkező felületekhez ajánlott új anyagok

A különösen kényes orvosi műanyagokra és az élelmiszerekkel közvetlenül érintkező anyagokra vonatkozó előírások is folyamatosan szigorodnak. Az Európai

Bizottság ezekre vonatkozó *10/2011-es* rendeletében szereplő előírásokat 2015 végéig meg kell valósítani. A Victrex cég *Victrex PEEK 90GL30BLK EU* jelzésű új poli(éter-éter-ke-ton)-ja tökéletesen kielégíti az ebben támasztott követelményeket, emellett más jelenleg érvényes amerikai és európai követelményeket is.

A Bayer MaterialScience a K 2013 kiállításon bemutatott egy PC-ből gyártott kisméretű mechanikus injektáló szivattyút, amely mellényzsebben is hordható. Ez bármikor a beteg keze ügyében van, aki könnyen, gyorsan és pontosan adagolva bárhol beadhatja magának a szükséges gyógyszert.

Energiaipar, villamos hajtású járművek

A megújuló energiaforrások egyik ígéretes formája a napfény villamos energiává alakítása fotovoltaiikus elemekkel. A DuPont két speciális *Rynite PET*-jét kifejezetten az ilyen elemek gyártásához fejlesztette ki.

A jövő autója sokak reménye szerint a villamos hajtású gépkocsi lesz. A BASF egy hidrolízisnek ellenálló poli(butil-tereftalát)-ot, az *Ultradur HR*-t ajánlja ilyenek gyártásához. Ez a polimer meleg, nedves környezetben sem veszíti el jó tulajdonságait, és kielégíti az *USCAR* szabvány 5. osztályába sorolás feltételéül szabott ciklikus klimatikus viszonyok közötti vizsgálat követelményeit is. Az *Ultradur HR*-t égésgátlót tartalmazó és lézersugár számára áthatolható változatban is gyártják.

Sporteszköz

A 100 m-es síkfutás világcsúcsa jelenleg 9,58 s, amelyet Usain Bolt a 2009-es berlini atlétikai világbajnokságon futott. Vitatkoznak arról, hogy képes-e egy ember ezt a távot 9,48 s alatt lefutni. Vagy ez volna az elméleti határérték? Az emberi adottságok mellett ez a sportoló lábán lévő cipőtől is függ. A japán Asics Corporation *Sonicsprint Elite* márkanevű csúcscipője jó partnere lehet a futónak (2. ábra). A cipő „titka” a japán Daicel-Evonik cég *Daiamid* márkanevű poliamid 12-je, amelyet a cipő talpába építenek be.

A mozgás és a sebesség az anyagkutatók és a cipőtervezők számára nagy kihívást jelent. Ezért évek óta egymást segítve dolgoznak, és új tudományos felismeréseiket hasznosítják a cipők kialakításában. A sportcipők gyártói csekély sűrűsége (közelítőleg 1 g/cm^3) miatt eddig is szívesen használtak termékeikben PA12-t, amelyet a németországi Evonik Industries AG és ennek japán közös vállalata, a Daicel-Evonik gyárt.

A német Vestamid és a japán Daiamid PA12 család tagjai merevek, de rendkívül jó a visszaalakuló képességük, aminek következtében az összenyomásukhoz felhasznált energia egy részét a nyomás megszűnésekor impulzusként visszaadják. Megfelelő tervezéssel a cipő tovább könnyíthető, a visszarugózó réteget csak a szükséges helyeken alkalmazzák, sőt egy impulzust erősítő réteggel a visszarugózást fel is nagyítják. A merevség és a rugalmasság célszerű elosztásával a cipő a futónak a startvonalnál megnöveli a robbanékonyságát. A cipő hatékonyságát megfelelően elosztott gumistoplikkal növelik, ami által növekszik a cipő tapadása és csökken a talp kopása.



2. ábra A szuperkönnyű *Sonicsprint Elite* csúscipő futók számára

A műszaki műanyagok egyre „zöldebbek”

A műszaki műanyagok fejlesztői sem hagyhatják figyelmen kívül a mai „zöld” irányzatot, azaz arra kell törekedniük, hogy az új anyagok a lehető legkisebb mértékben terheljék a környezetet, hogy kompozitokban jelenjenek meg, biobázisú anyagokra támaszkodjanak, és alkalmasak legyenek a színvonalas újrahasznosításra.

Hogy az autógyártásban képződő hulladék visszaforgatásában jobban ki tudják elégíteni az elvárásokat, keresik azokat a piacokat, ahol nagyobb mennyiségben lehetne értékesíteni a visszanyert kompozitanyagokat, pl. az üvegpaplannal erősített hőre lágyuló műanyagokat (GMT, glass-mat reinforced thermoplastics), a hosszú szálakkal erősített hőre lágyuló műanyagokat (LFRT, long fiber reinforced thermoplastics), a szénszállal erősített polimereket (CFRP, carbon fiber reinforced polymers).

Számos új kompozit az új alapanyagok kombinálásából születik. A polikarbonátot és a poliéterimidet (PEI) újabban kis sűrűségű GMT-k mátrixaként alkalmazzák. Korábban ezek mátrixa szinte kizárólag polipropilén volt. Az újfajta GMT-knek számos előnye van: kevésbé égnek, nagyon szívósak, rövid ciklusidővel dolgozhatók fel, feldolgozási költségeik alacsonyok és kevésbé terhelik a környezetet.

A Lanxess és a Genomatika cég közösen kezdett biobázisú PBT-t gyártani a Lanxess ipari méretű üzemében, ahol már 20 t olyan biobázisú 1,4-butándiolt dolgoztak fel, amelyet a Genomatika kereskedelmi forgalomban megvásárolható eljárásával állítottak elő. A biobázisú PBT semmiben nem különbözik a kőolajbázisú PBT-től.

A hulladékból visszanyert műanyagból ma még általában kisebb értékű termékeket gyártanak. A fejlesztők azonban már dolgoztak ki olyan eljárásokat, amelyekkel a regenerátumok is felhasználhatók igényes, magas követelményeket kielégítő termékek előállításában. A Sabcic cég *ValoxiQ PBT*-je pl. vizespalackokból visszanyert

anyagot is tartalmaz. Ebből a PBT-ből készült a Volvo cég 2012-es hét nehéz teher-szállító modelljére felszerelt oldalsó légterelő konzolrendszer.

Összeállította: Pál Károlyné

Cheng, V.: Engineering plastics set to prosper with greener attributes = Plastics Engineering, 70. k. 10. sz. 2014. p. 20–24.

Leichtgewichtige Alternativen zu Metall = Kunststoffe, 105. k. 2. sz. 2015. p. 32.

Anspruchsvoller Metallersatz. Langfaserverstärkte Polyamide = Kunststoffe, 105. k. 2. sz. 2015. p. 31.

Sind Sportler und Material am Limit? Polyamid 12 für die nächste Sportschuhgeneration = Kunststoffe, 105. k. 1. sz. 2015. p. 11.