

Fémet helyettesítő új poliamidok a gépkocsikban

A gépkocsinak ma egyre könnyebbnek kell lennie és egyre kevesebb üzemanyagot szabad fogyasztania. Ehhez nagy segítséget adnak a műanyagok, amelyek az utastér és a karosszéria után már egyre inkább megjelennek a motor tájékán is, és számos olyan alkatrészt is készítenek belőlük, amelyet korábban csak fémből lehetett elképzelni.

Tárgyszavak: műanyagok alkalmazása; poliamid; műszaki műanyagok; gépkocsigyártás; súrlódás.

A gépkocsik fejlesztésének hajtóereje ma a vásárlók olcsóbb üzemeltetési költségekre, továbbá a gépkocsigyártók és beszállítók nagyobb haszonra vonatkozó igénye. A tervezőknek ezek mellett törekedniük kell a rendszerköltségek csökkentésére, a „zöld” megoldásokra (kisebb emisszió, hatásosabb üzemanyag-felhasználás, a felhasznált anyagok nagyobb mértékű visszaforgatása), azaz a kisebb „ökológiai lábnyom” elérésére. Ezt az irányzatot erősítik a törvények és a hatósági előírások is, pl. az Európai Unió CO₂-re és NO_x-re, ill. a levegőben lebegő részecskékre vonatkozó Euro V és VI jelzésű szabványában rögzített emissziós határértékek, a használt gépkocsik anyagainak újrahasznosítását szabályozó ELV direktíva. *A kitűzött célok elérésében fontos szerepet kap a fémek helyettesítése kisebb sűrűségű, de azokkal azonos biztonságot szavatoló anyagokkal; a teljesítmény növelése (pl. a méretek csökkentésével vagy a súrlódás mérséklésével) és a biobázisú anyagok egyre nagyobb arányú felhasználása.*

A mai gépkocsikba már ma is sok műanyagból készített elemet építenek be. A gépkocsigyártásban jelentős mennyiségű polipropilént alkalmaznak, mert ebből az alappolimerből nagyon különböző tulajdonságú kompaundokat lehet előállítani, és egy-egy adott elem gyártásához optimális, „testre szabott” alapanyagot lehet készíteni. *A különböző elemek azonos alappolimerje előnyt jelent az anyagok újrahasznosításakor.*

A gépkocsi vázát és a biztonságot szavatoló elemek legnagyobb részét azonban még ma is fémből készítik. Megindult azonban ezen a területen is a „műanyagosítás”. A tervezők érdeklődése egy másik alappolimer, a poliamid (PA) felé fordult, amelynek üvegszállal erősített változataiból ugyanolyan szilárd és merev konstrukciókat lehet gyártani, mint fémekből, mégpedig sokkal egyszerűbb és termelékenyebb gyártástechnológiával (fröccsöntéssel). De ott is hasznos lehet, ahol a hőállóság a meghatározó követelmény. A következőkben erre mutatunk be néhány példát.

Vázelem poliamidból

A Faurencia Kunststoffe Automobilsysteme GmbH (Ingolstadt, Németország) a Skoda autógyár új *Octavia* modelljéhez 60% üvegszálat tartalmazó PA6-ból, a Lanxess AG (Leverkusen, Németország) *Durethan DP BKV 60 H2.0 EF* kompaundjából készítette a gépkocsi elülső részének tartóelemét (1. ábra). A kevés számú más műanyag tartóelemmel ellentétben erre az elemre a sárvédőket is fel lehet szerelni. Megfelelő merevségüket a szerkezet felső részén látható kereszttrúd adja, amelyben semmiféle erősítő fémbetét nincs. Ez a kiválasztott „hightech” poliamid rendkívüli merevségének és szilárdságának köszönhető. A karcsú és vékony falú szerkezetet egyetlen szerszámban és darabban fröccsöntéssel állítják elő. A tartóelemre a hűtő helyénél és a motorfedél zárja körül különösen nagy erők hatnak. Ezt a kondicionált állapotban szobahőmérsékleten $13\ 100\ \text{MPa}$ rugalmassági modulusú *PA 6* tudja viselni.



1. ábra A Skoda Octavia elülső részének üvegszálás PA-ból készített tartóváza

A kereszttrúd és a sárvédők tartója közötti átmenet kialakítása igényelt némi ötletességet, mert ennek közelében, szűk helyen kell elhelyezni a fényszórókat és a motorfedél rezgéscsillapítóit is. A merev és szilárd anyag szerencsére lehetővé tette a vázszerkezet méreteinek mérséklését. A fröccsöntött darabban ki kellett alakítani a hűtő, a zár, a lopásgátló és a légvezeték helyét is.

Bár a poliamid magas üvegszáltartalma miatt a váz alapanyagának sűrűsége viszonylag nagy, rendkívüli szilárdsága és merevsége, továbbá jó folyóképessége lehetővé tette a szerkezet falvastagságának csökkentését; a falvastagsággal a kisebb terhelésnek kitett helyeken egészen 1,8 mm-ig le tudtak menni. Kiszámították, hogy ha 30% üvegszál tartalmú PA-ból készítették volna a vázat, az 25%-kal (1,2 kg-mal) nehezebb lett volna a jelenlegi gyártmánynál. A tartószerkezetet dekorfólia borítja, amely a nagy üvegszáltartalom ellenére is finom strukturált felületet ad a váznak.

A Lanxess cég a továbbiakban más fémmentes autóalkatrészek gyártásában is szeretne részt venni. Elsősorban a villamos és hibrid hajtású gépkocsik akkumulátorainak és elektronikus komponenseinek tartószerkezeteire koncentrálnak.

PA csapágyház a kormányoszlop mandzsettájához

Az erősítés nélküli nagy teljesítményű poliamidok is jól jöhetnek a gépkocsiban olyan helyeken, ahol más anyagok csődöt mondanak. A BMW 5 és 7 modelljében a kormányoszlop mandzsettájának csapágyházát pl. az Ems Chemie AG (Ems, Svájc) Grivory HT3 poliamidjából fröccsöntik. Ez az alkatrész közvetlenül ki van téve a motor sugárzó hőjének, emiatt el kell viselnie a 130 °C-t is. Ennél az alkatrésznél nem a merevség és a szilárdság a fő követelmény, hanem a siklási tulajdonságok és a hőállóság. Az Ems kínálatából a BMW a Grivory HT3Z LF típusú poliamidot választotta, mert ez poli(tetrafluor-etilén)-t (PTFE, közismert nevén Teflon) is tartalmaz. Emiatt különösen alkalmas olyan műszaki cikkek gyártására, amelyeket erős tribológiai hatás ér. A csapágyházak stabilitását a kiválasztott PA rendkívül nagy szívóssága is szavatolja.

Az Ems Chemie nagy teljesítményű poliamidjai speciális kémiai felépítésük révén egészen újszerű teljesítményegyüttest nyújtanak. Az új polimerek (*HT3Z* és *HT3Z LE*) 240 °C környezeti hőmérsékletet is elviselnek, emellett rendkívül nagy az ütésállóságuk és a méretállandóságuk. Alapanyaguk poliftálamid, gyártásuk 50%-ban megújuló forráson alapszik, és az Ems Chemie „Zöld vonal” sorozatú anyagai közé tartoznak. Mindkét PA nagyon kevés nedvességet vesz fel, és nagyon jó a vegyszerállóságuk is. Olyan alkalmazásokra ajánlják, ahol a poliacetál (POM), a PA6 vagy a PA 66 már elérte teljesítőképessége határait.

A súrlódás csökkentése a vezérműben egy új poliamiddal

A DSM Engineering Plastics BV (Sittard, Hollandia) polimerjeiben ugyancsak igyekszik természetes forrásokra támaszkodni. A közelmúltban vezette be a piacra *EcoPaXX* márkanevű alifás poliamidját, amelyet diamino-butánból és szebacinsavból állít elő. A polimer alapanyagait 70%-ban megújuló forrásból (ricinusolajból, más nevén kasztorolajból) készítik, a ricinust pedig élelmiszertermelésre nem alkalmas földeken nevelik.

Az *EcoPaXX PA410* mechanikai tulajdonságai hasonlóak a PA66-éhoz, de kisebb nedvességfelvétele következtében méretállóbb, emellett jobban ellenáll a vegyi anyagoknak és kevésbé hajlamos a hidrolízisre. A motorhűtő rendszerhez alkatrészeket, olajtálcákat készítenek belőle. Szép felülete miatt motorburkolatokhoz is használják.

A tömegcsökkentéshez jelentősen hozzájárult a PA6-ból vagy PA66-ból készített olajtálcák bevezetése; ezek az alumíniumból vagy acélból készített tálcáknál 20–50%-kal (legfeljebb 1,5 kg-mal) könnyebbek. A DSM szorosan együttműködött az autógyártókkal és azok beszállítóival abban, hogy a legalkalmasabb poliamidot

válasszák ki a tálcák gyártásához. A fő szempont az volt, hogy elég merevek és erősek legyenek, emellett ne keltsenek erős zajt és ne legyenek hajlamosak a berezgésre.

A motorok méretének csökkenése együtt járt a turbófeltöltés elterjedésével. A töltési nyomástól függően ilyenkor a hőmérséklet 220 °C-ig is emelkedhet. A DSM *Stanyl Diabolo* márkanevű PA46 poliamidjával (speciális anyagtechnológia alkalmazása révén) sikerült elérni, hogy ez az anyag 5000 üzemóra vagy annál hosszabb ideig elviselje az ilyen terhelést. Ma már a turbórendszer több alkatrészét (feltöltőcső, rezonátor) gyártják ebből a PA46-ból.

A korszerű motorokban a dugattyúk munkájának 25%-a kárba vész a súrlódás miatt. A tervezők ennek a meddő teljesítménynek a csökkentésére törekszenek. A Mahle cég csekély súrlódású bütykös tengelyével pl. az üzemanyag-felhasználás hatékonysága 1–1,5%-kal növelhető.

A DSM és a gépkocsigyártók együttműködésével sikerült a vezérlőműlánc súrlódását jelentősen csökkenteni. Hivatalos bizonylat igazolja, hogy a súrlódási nyomaték 15%-kal kisebb, ha a láncvezetés futófelületeit és a feszítőelemeket PA66 helyett *Stanyl PA 46*-ból készítik.

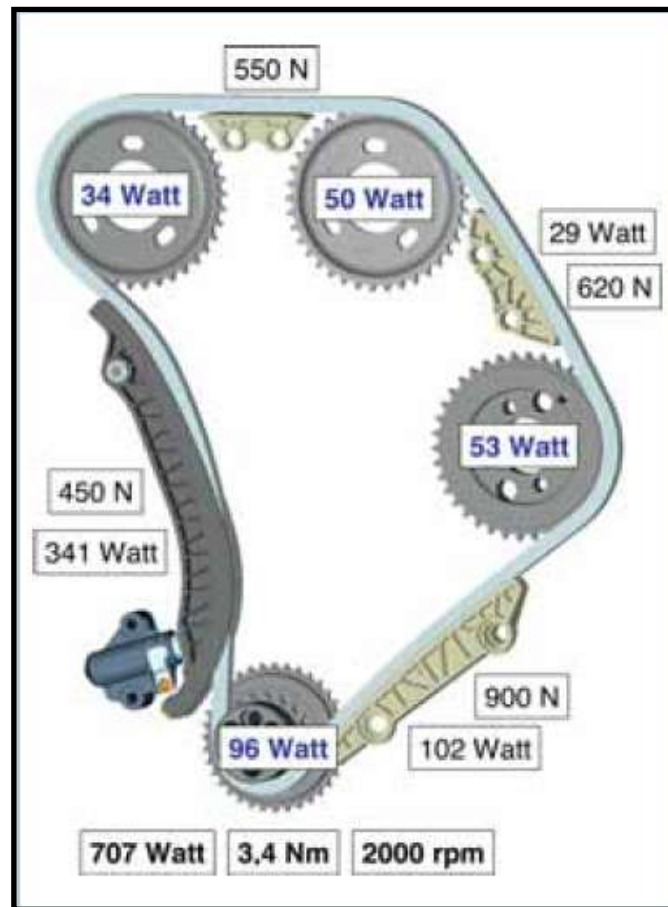
Hogy egy adott motor vezérlőműláncrendszerét milyen mértékben lehet optimalizálni, az a felépítéstől függ. A DSM-nél ennek becslésére egy kalkulációs szoftvert fejlesztettek ki, amely a világhálón szabadon hozzáférhető (www.trfc.stanyl.com). A 2. ábrán látható, hogy a legnagyobb teljesítményvesztés ott következik be, ahol a lánc a műanyagfelülettel közvetlen érintkezésbe kerül.

Általában igaz, hogy a lánc és a futófelület között vegyes vagy határkenés lép fel. Próbamotorokkal végzett elemzések azt mutatták, hogy a bütykös és forgattyús tengelyek csúszócsapágyaiban a súrlódás Stribeck görbe szerint alakul. A rendszer többi részében (a lánc és a műanyag felülete között) a súrlódás nem sebességfüggő; de ha nő az olaj viszkozitása, a súrlódás csökken, ami összhangban van a vegyes és határkenéssel. Alapos vizsgálatokkal mutatták ki, hogy a sebességtől, olajviszkozitástól, felületi finomságtól, megvezetési szögtől függő ideális folyadékkenés a vezérlőlánc-rendszerben nem alakulhat ki, azaz reális láncfeszítés mellett az olajfilm soha nem lesz tökéletesen folytonos. A film megszakadásának helyén a fémlánc közvetlen érintkezésbe kerül a műanyaggal.

A kutatók laboratóriumi körülmények között többféle műanyag súrlódási együtthatóját mérték meg motorolajban. Az eredmények igazolták, hogy a PA46 (*Stanyl TW341*) súrlódási együtthatója 20–30%-kal kisebb, mint a láncfeszítőkhöz és láncvezetőkhöz szokásosan használt PA66 típusoké. Az utóbbiak között volt egy új, kifejezetten csekély súrlódásúnak mondott PA66 is, de ez sem volt jobb a PA46-nál.

A PA66 és PA46 tribológiai tulajdonságai közötti különbségek a polimerek mechanikai tulajdonságaiból eredeztethetők. Közülük is döntő fontosságú a polimerek rugalmassági modulusa a munkahőmérsékleten, mert ez határozza meg a felület érdességéből adódó finom strukturális elemek deformálhatóságát. Mivel a PA46 erősebben kristályos, mint a PA66, E-modulusa az üvegesedési hőmérséklet felett 30–40%-kal nagyobb. Ez azt jelenti, hogy a fémlánc felületének egyenetlenségei (a felületi mikroelemek csúcsai) nem tudnak a PA46 felületébe olyan mélyen behatolni,

mint a PA66 felületébe. Emiatt az előbbinek kisebb a súrlódása, egyúttal kevésbé kopik.



2. ábra A csúszósúrlódás és a láncmozgás miatt fellépő meddő teljesítmények egy vezérműlánc-rendszeren belül

A fentiekből következik az is, hogy a PA46 nagyobb nyomás-sebesség (pV) terhelést – forróbb láncot – képes elviselni. A PA66 elemeket tartalmazó vezérműben a hőmérséklet nem haladhatja meg a 140 °C-t. Az ugyanakkora modulusú PA46-ból készített futófelület 210 °C-on sem megy tönkre. Ha az olajteknőben a hőelvezetést is szolgáló olaj hőmérséklete 90 °C, a PA66 vezetőelemeket tartalmazó vezérműben csak olyan láncot lehet alkalmazni, amely legfeljebb 50 °C-kal melegebb, mint az olaj. PA46 vezetőelemekkel ez a különbség akár 120 °C is lehet.

A 2. ábrából látható, hogy a súrlódásból származó energiaveszteség több száz wattot is elérhet. Ez hő formájában a láncot forrosítja fel. A lánc hűtéséhez az olajon kívül a levegő és a fogaskerekek hőelvezetése is hozzájárul. Infravörös pirométerrel végzett mérések szerint a lánc átlagos hőmérséklete mintegy 30–40 °C-kal magasabb

az olaj hőmérsékleténél. Futása közben azonban nagyon eltérő hőmérsékletű szakaszai vannak. Ahol az olajozás érdekében olajperemet éri, lefelül, ahol közvetlenül érintkezik műanyagfelülettel, ott erősen túlmelegedhet, és a lánc vezetőképessége nem tudja ezt a hőmennyiséget kiegyenlíteni. Szerencsétlen esetben a felület meg is olvadhat.

A műanyagok rossz hővezetése miatt nehéz mérni a helyi túlmelegedések mértékét. Modellkísérletekkel állapították meg, hogy hasonló körülmények között a PA46 felülete a vele érintkező lánc súrlódásának hatására 5–10 °C-kal alacsonyabb hőmérsékletre melegszik fel, mint a PA 66-é.

Összeállította: Pál Károlyné

Metall überflüssig = Kunststoffe, 103. k. 5. sz. 2013. p. 65.

Ungeahnte Möglichkeiten = Kunststoffe, 103. k. 3. sz. 2013. p. 67.

van Ruiten, J.: Reibungen reduzieren – ein Heißes Thema = Kunststoffe, 102. k. 10. sz. 2012. p. 193–197.

www.dsm.com/content/dam/dsm/automotive/US/documents/Reibungen...Kunststoffe%20102012.pdf

Repülőgép-részegységek gyártása Nyírbátorban

A Diehl Aircabin Hungary Kft. már második üzemcsarnokát építi, amelynek elkészülte után, 2015. nyarára az összlétszám kb. 550 főre bővül. Az üzemben az Airbus repülőgépekhez készítenek kabinelemeket, ajtó- és ajtókeret-burkolatokat, szigeteléseket, valamint klímacsőelemeket.

A nyírbátori gyár árbevétele 2014-ben kb. 15 millió EUR – mintegy 4,5 milliárd Ft – lesz, amely terveik szerint a fejlesztés után 30 millió EUR-ra nő majd.

A Diehl cégcsoporthoz tartozó Diehl Aerosystems vállalat (Laupheim, Baden Württemberg) 4900 fővel több mint 1 Mrd EUR árbevételt ér el évenként. A nyírbátori üzem volt az első a cég történetében, amelyet Németországon kívül építettek.

Jankelovics Péter

www.haon.hu/tag/diehl-aircabin-hungary-kft