

Autóipar: műanyagok az energiahatékonyság szolgálatában

Az autóipar az innovációk „melegágya”. További tömegcsökkentés, fémhelyettesítés, újfajta LED világítótestek, műanyag-fém hibridek alkalmazása – valamennyi területen a műanyagok szerepe a meghatározó. Az újdonságok szériaszerű alkalmazása hozzájárul a gépkocsik energiafelhasználásának és károsanyag-kibocsátásának csökkenéséhez.

Tárgyszavak: autóipar; műszaki műanyagok; tömegcsökkentés; szálerősített műanyagok; fémhelyettesítés.

A környezetvédelem fontossága

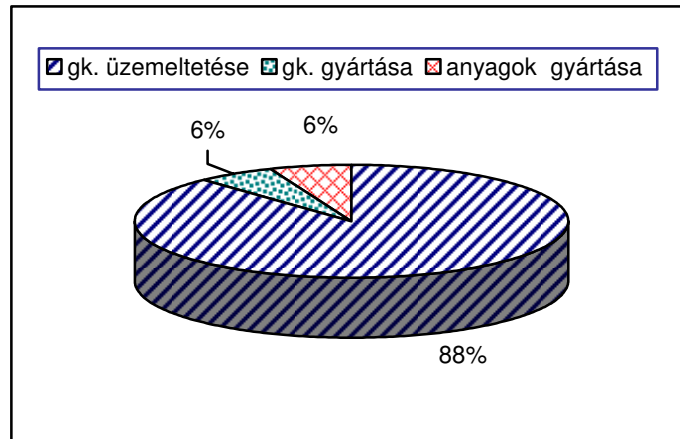
Németországban az új autót vásárlók kilenczede elsőként a környezeti paramétereket vizsgálja. Ahhoz, hogy ezeknek az elvárásoknak meg tudjanak felelni és a környezetet kevésbé terhelő meghajtásokat tudjanak előállítani, a gépkocsigyártóknak folyamatosan fejleszteniük kell megoldásaikat, amiben benne van a *hatékonyabb motorok, a könnyebb karosszériák és az alternatív üzemanyagok fejlesztése*. Az Európai Bizottság 2007-ben meghirdette, hogy 2012-ig el kell érni a kilométerenkénti 120 g-os emissziós határértéket, ami ellen az autóipar hangosan tiltakozott, mondván, hogy az emissziós határértékeket hozzá kell igazítani a kocsik tömegéhez. *1999 óta Németországban az utcai forgalomból származó CO₂ kibocsátás 12%-kal csökkent.*

A tömegcsökkentés még mindig nem ért véget

Az eddig elért haladás ellenére még mindig vannak tartalékok a tömegcsökkentés révén elérhető energiamegtakarításban és emissziócsökkentésben. Az *1. ábrán* látható egy modern gépjármű élettartama során felhasznált energia megoszlása, amelyen jól látható, hogy a legtöbb energia a gépkocsi működtetése során használódik fel. A tömegcsökkentéssel évente mintegy 2,37 millió tonna üzemanyag-felhasználás és kb. 9,2 millió tonna szén-dioxid-kibocsátás kerülhető el Németországban. A kőolaj egyszerű elégetése (noha legnagyobbbrészt ma is ez a sorsa) rendkívül gazdaságtalan felhasználása ennek az értékes és egyre fogyó nyersanyagnak. Ha műanyaggá alakítják, akkor többször felhasználható módon hasznosul, az ömledékállapotú feldolgozás során viszonylag kevés energiát kell felhasználni és az élettartam végén az anyag még mindig vagy tovább hasznosítható műanyag formájában, vagy ha már végképp degradálódik, akkor még mindig visszaalakítható vegyipari nyersanyaggá, vagy elégethető. Indiában

forgalomba fognak hozni egy kb. 2500 USD értékű gépkocsit, ami elképzelhetetlen lenne műanyagok felhasználása nélkül.

A **Volkswagen** új *Tiguan* modelljében is számos műanyag újdonsággal találkozhatunk. A fényszórók az alapállásban 18°-os, az országúton 28°-os szögben világítanak, műanyagból készült az ajtók újfajta oldalirányú védelme és egy törőlemez (crashpad) a padlótérben. (Ez utóbbira azért van szükség, mert az USA-ban nem kötelező a biztonsági öv). A műszerfalon ugyancsak biztonságnövelő deformálódó alkatrészeket helyeztek el. A csomagtartó padlózatába elhelyezett nyílások hátoldalú ütközés esetén elnyelik, és tervezetten irányítják az ütközési energiát.



1. ábra Gépkocsi energiafelhasználása 200 000 km futóteljesítmény esetén (az üzemeltetés energiafelhasználásának megoszlása: 85% üzemanyag, 3% karbantartás)

Olajkád csak műanyagból

A tömegcsökkentési stratégia részeként a **Mercedes Benznél** a szívócsövek, a fészítő és csúszósínek, a hengerfejek és végül az olajszűrő modulok után megkezdődött az olajkádak műanyagból való gyártása, amelyeket eddig öntött alumíniumból egy vagy két darabból készítettek. Az egyrészes megoldás anyaga alumínium, figyelembe véve az egység merevítő funkcióját is. A kétrészes megoldás egy merevítő alumínium felső részből és egy acéllemezből vagy különleges szendvicslemezről készülő alsó részből áll. A zajcsökkentés miatt filcalátétekkel látták el őket. A fejlesztőcsapat azonban úgy döntött, hogy a hamburgi **Bruss** és a **DuPont** cégek bevonásával megpróbálkozik egy műanyag-konstrukcióval, amelynek alapanyaga 35% üvegszáltartalmú PA66 (*Zytel 70G35 HSLR*). Ennek a fejlesztésnek az eredményeként 2008-tól megindult a sorozatgyártás. A döntés helyesnek bizonyult: az új konstrukció mind a tömeg, mind a gyártás szempontjából jobb az előzőnél. A rövid üvegszállal erősített PA66 jól fröccsenhető és vibrációsan hegeszthető, ami nagy termelékenységet biztosít. A nagy

merevség, a kis kúszás és a jó vegyszerállóság megfelel az egység funkciójának és hosszú élettartamot biztosít.

A **Mercedes C** és E osztályú gépkocsikban a meghajtás a kerék mögött helyezkedik el és a motor hosszirányban van beépítve, ezért az olajkád részben az első tengely keresztkarja fölött helyezkedik el, a kormánymű fölött. Ezt a keresztmetszetet ezért nagyon laposnak kellett tervezni és a menetirányban mögötte levő rész egy meglehetősen mély olajteknőt képez, kb. 6 l olaj számára. A lapos részt azonban a gyenge hajlítási ellenállás miatt merevítéssel kellett ellátni, hogy a tömített szakaszon ne lépjen fel vetemedés vagy deformáció a menetterhelések hatására. A megoldást az nehezítette, hogy belülről nem lehetett merevítő bordákat elhelyezni, mert az akadályozta volna az olaj áramlását, kívülről pedig azért nem, mert nem volt hozzá elég hely. A megoldást két fröccsöntött darabból álló szendvicskonstrukció jelentette, amelyek mindegyike maximális merevséget biztosított. Az olaj elevezetésére és az olajsztintmérő felerősítésére szolgáló csavarmentek egy melegen beillesztett sárgaréz betétben találhatóak. A hosszirányú bordák irányítják az olaj áramlását, és a kádba vezetik azt. Az alumíniumból készült darabhoz képest 1,1 kg tömegcsökkenést értek el. A terelőlemez és a kád integrálása gazdaságilag kedvező hatású. Szereléskor az új modult egy hat tengely mentén mozgatható robottal 20 ponton csavarozzák össze az alumíniumból öntött felső résszel. A Shore A 50 keménységű akrilátgumiból készült csavarhüvelyeket és tömítő T-profil szerelés előtt behelyezik a megfelelő helyekre, amivel rezgés szempontjából elszigetelik egymástól az olajkádát és annak fedelét.

Az olajkádak sokféle hatásnak vannak kitéve: kenőanyagok, magas hőmérséklet, statikus és dinamikus terhelések hatásának. A motorolaj hőmérséklete $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ között változhat (folyamatos terhelést feltételezve), és időnként a hőmérsékletmaximum $155\text{ }^{\circ}\text{C}$ is lehet. A mechanikai terhelések is meglehetősen extrémek, és a tömítést minden körülmények között biztosítani kell. Alapanyagként a motortérben már régen bevált *Zytel 70G35 HSLR* típust választották. Különösen nagyobb alkatrészeknél érvényesül az anyag optimalizált folyóképessége, amely hosszú folyásutakat és rövid ciklusidőket tesz lehetővé viszonylag vékony falvastagság mellett is.

Világítás

A fényszóró az autó „szeme”, és ugyanolyan jellemző a gépkocsira, mint az ember szeme. Az **Audinál** bevezették a fényszórók körüli *LED-sort*, amelynek hatásfoka sokkal jobb, mint a hagyományos izzóé. Az izzólámpák az energia 98%-át alakítják hővé és csak 2% a látható hullámhossz-tartományba jutó sugárzás. Különösen fontos ez olyan országokban, ahol kötelező nappal is a tompított fényszóróhasználat, amely 2010-től az egész EU-ban kötelező lesz. A hátoldali világításban éppúgy, mint a fényszórókban egyre nagyobb szerepet fognak játszani a LED-ek. Az AUDI R8-as sportautójában például már teljesen LED alapú világítást fognak alkalmazni. Összesen 54 LED forrással oldják meg a nappali, az esti, a távolsági és az indexvilágítást. *A LED-ek hullámhossztartománya jobban hasonlít a természetes fényre, kisebb az energiafelhasználásuk és hosszabb az élettartamuk.* Egy LED élettartama kb. duplája a gépkoc-

csiénak ezért fölöslegessé válik az izzócsere. Kis méretigényükkel, változatos tervezhetőségükkel és a világítás modulálhatóságával új megoldásokat kínálnak az autókonstruktőröknek. A LED izzósorok könnyen integrálhatók pl. az ütközőkbe. Az ütközőket már vagy 30 éve gyártják műanyagból, de most, hogy olyan fejlett ötvözetek állnak rendelkezésre, mint pl. a PC+PBT [polikarbonát és poli(butilén-tereftalát) keveréke], amelynek „A” osztályú felülete van, már lakkozásra sincs szükség. Ilyen anyagot használnak a „smart for two” kupéban is, aminek oka a kis sűrűség, a jó folyóképesség, a kedvező ár és a jó hőtágulás. A paneleket az ún. MIC (Molded in Color = szerszámban történő színezés) technológiával színezik.

A fényszórók fejlesztésében megfigyelhető két legfontosabb tendencia a funkciók integrációja és a „design-hatás” erősítése. Az első fényszórók mérete az utóbbi időben nagyobb lett, ami konstrukciós problémákat is felvet, de nőtt az esztétikai szerepe is. *A korszerű fényszórókban a nagy teljesítményű xenonizzók versenyeznek az ugyancsak nagy teljesítményű LED fényforrásokkal.* A xenonizzók jellegzetessége a világos fény. A LED-eket már régebben is használták hátsó világításhoz, de első világításhoz elegendő teljesítményű LED-eket csak 2004 óta gyártanak. *Mindkét fényforrás jellemzően kisebb energiaigényű, mint a régebbiek,* de ezeknél is gondoskodni kell a keletkező hő elvezetéséről.

Nagy teljesítményű műanyagok a gépkocsi világítástechnikában

A BASF poli(éter-szulfon)-ja (PESU, márkanév: *Ultrason*) és poli(butilén-tereftalát)-ja (PBT, márkanév: *Ultradur*) tulajdonságait optimalizálni kellett a fényszórókban való alkalmazáshoz. Az *Ultrason E2010 MR schwarz HM* típus a jobb hőelvezetéssel, az *Ultrason E2010 MR HP* PESU ötvözet pedig jobb feldolgozhatóságával és ütésállóságával tűnik ki. Az *Ultradur 4560* fényszóróblendék gyártására alkalmas, amelyeket eddig polikarbonátból vagy poliamidból állítottak elő.

Az amorf PESU-t eddig főként ködlámpák házának és keretének gyártásához használták. Ilyen célokra gyakran használnak színezett anyagokat, ezen belül is a fekete színezés a legkedvezőbb. A fekete színezés azonban többnyire fokozza a fényelnyelést, ami melegedéshez vezet. A fejlesztőknek nagyobb hővezető képességet biztosító pigmentálást kellett keresniük. A legmelegebb az izzó feletti rész, és ha nem vezetik el a hőt, akkor az megreked, és mindenféle problémát okoz. A hővezetést azonban úgy kell megnövelni, hogy a falvastagságot emellett csökkenteni lehessen és a felületminőség se romoljon el. A falvastagság csökkentését a folyóképesség és a szilárdság határolja be, a légűtés lehetőségei is korlátozottak. Az *Ultrason E2010 MR schwarz HM* titka az, hogy a benne használt pigment a látható fényt elnyeli, de a hősugarakat viszonylag jól áttereszti (a HM rövidítés a *Heat Management – hőgazdálkodás* kifejezés rövidítése). A látható fény hullámhossza 1 µm alatti (itt nagy az elnyelés), a fényszóróban keletkező hősugárzás hullámhossz-tartománya pedig 2 és 15 µm közötti, ahol a pigment csekély elnyelést mutat. A pigmentáció hatékonyságát mutatja, hogy egy halogénizzó hőhatásának kitett korommal színezett minta felületi hőmérséklete közel 190 °C volt, az új pigment alkalmazásánál ennél 40–60 °C-kal alacsonyabb. Még ha kétszer

annyi pigmentet használnak, mint amennyi kormot, akkor is csak 150 °C-ra emelkedik a hőmérséklet. (A nagyobb pigmenttartalomra vékonyabb falvastagság esetén lehet szükség, hogy a látható fény elnyelése elég hatékony legyen).

A fényszórókban történő alkalmazás komplex, és egymásnak sokszor ellentmondó követelményeket támaszt az alkalmazott műanyagokkal szemben. A folyóképesség növelése például megköveteli a molekulatömeg csökkentését, ami viszont rontja az ütésállóságot és a repedezésállóságot. A folyóképességet javító adalékokkal is óvatosan kell bánni, mert a viszkozitást csökkentő lágyítók és egyéb adalékok magas hőmérsékleten gáz- és gőzképződéshez vezethetnek, ami a fényszóróban mindenképpen kerülendő. A BASF válasza erre a problémára az ötvözés volt: a PESU-t más hőre lágyuló műanyagokkal kombinálva sikerült kisebb viszkozitású ömledéket kapni anélkül, hogy az egyéb tulajdonságok romlottak volna. Ennek eredménye az *Ultrason E2010 MR HP* (a HP a *High productivity*, a nagy termelékenység rövidítése).

A fémmel bevont termékek hőstabilitása alig marad el a tiszta PESU-tól, a sűrűség és a nedvességfelvétel viszont csökken, az ütésállóság sem marad el lényegesen a tiszta anyagétól. Noha a keverék kevésbé átlátszó, mint a tiszta PESU, még használható átlátszó alkalmazásokban. A kisebb fényáteresztő képesség a fényszórók gyártásában még előnyt is jelent, mert a teljesen átlátszó anyagok feldolgozási hibái sokszor csak a fémmel történő bevonás után válnak láthatóvá. Az ötvözetnél a hibák nemcsak jobban láthatóak, hanem könnyebben el is kerülhetők. A magas hőmérsékleten feldolgozott műszaki műanyagok általában nem mutatnak nagy ömledékduzzadást az extrúzió vagy a fröccsfúvókából való kilépés során, az ebből eredő hibák inkább alacsony szerszámhőmérsékletnél vagy kis befroccsöntési sebességnél alakulnak ki. Az ötvözet ezen a téren még kedvezőbb tulajdonságokat mutat, mint a tiszta PESU, ami a finom eloszlású morfológiával magyarázható. Ez okozza a rendkívül jó ütésállóságot is.

A fényszóróblendék gyártásához olyan műanyagra van szükség, amely kitűnő felületet biztosít, könnyen feldolgozható és fémmel közvetlenül bevonható. Erre a célra egyre inkább alkalmazzák a PBT-t, amelynek jobb a hőállósága és a fémekhez való tapadása, mint a PC-é, a PA-val szemben pedig előnye a jobb mérettartás és a kisebb kipárolgási hajlam. A blendekeretek elég nagy termékek, ezért korábban többször problémát jelentett a kész darab szerszámból való eltávolítása, ugyanis a részben kristályos polimer rázsugorodott a szerszámra. Erre a célra fejlesztette ki a BASF az *Ultradur B 4560* típust, amelynek a zsugorodási és vetemedési hajlama lényegesen kisebb, mint a standard PBT típusoké. Az adalékolás hatására a felületminőség is olyan jó lett, hogy a termék közvetlenül fémmel bevonható, pl. fizikai gőzöléssel. A kész darabok a fröccsgépből egyenesen a vákuumgőzölő kamrába kerülnek, nincs szükség tapadásközvetítőkre. A közvetlen fémezés rendkívül felerősíti a felületi hibákat, ezért csak a legjobb minőségű anyagoknál és termékeknél alkalmazható. Ezzel a módszerrel kiváltható a vegyi maratással előkészített elektrokémiai galvanizálás, amely környezeti szempontból jóval ártalmasabb. A PBT másik előnye a csekély kigőzölés, amelyet fényszóróban mindenképpen el kell kerülni, ugyanis az esetlegesen

kipárolgó anyagok a PC lencse felületén kondenzálnak és szórják a fényt. Az *Ultradur B 4560* kigőzölgesi hajlama kb. tizede a normál PBT típusokénak.

Műanyag-fém tapadásának növelése

A műanyag-fém hibrid megoldások, különösen teherviselő (pl. front-end) alkatrészekben kedveltek és régen ismertek. A két különböző anyag kapcsolásának leggyakrabban használt módja az ún. *formazárás*, amelyet át- vagy körülöntéssel érnek el. A **Rehau** cég által kifejlesztett *Hybrid-Plus technológiában* ún. anyagzáró (vagyis tapadásra épülő) megoldást alkalmaznak, aminek a kulcsa a megfelelő tapadásközvetítő – ezt pedig egy bevonási eljárással hordják fel. A kialakuló kötés olyan erős, hogy szilárdsága meghaladja a műanyag (PP) komponensét. A módszer előnye az alacsonyabb ár (mind a szerszám, mind a termék vonatkozásában), a tervezési szabadság (a lemez kivágás /stancolás/ a mai, komplex daraboknál elérkezett teljesítőképessége határához), az egyszerű integrálhatóság (pl. antenna, mosógység beépíthetősége), a tömegcsökkenés, a könnyű szerelhetőség és a jó felületminőség.

Diétára fogott motorok

Meghajtásnak nevezzük mindazon szerkezeti egységek összességét, amelyek a forgatónyomatéknak az útfelületre való átvitelében részt vesznek. A jövő motorjai a kényszerű tömegcsökkentés miatt kisebb lökettérfogattal fognak rendelkezni. Akárcsak az embereknel, a fogyókúra az étvágy csökkentésével kezdődik. A motor esetében azonban az élvezet bizonyos mértékig megmarad a turbómeghajtás alkalmazásával. A kisebb motorok teljesítményének növelésével felmerül a zaj problémája. Ennek megoldásában kapóra jön a *műanyagok rezgés csillapító tulajdonsága*. A tokozás hatására nő a hőmérséklet a motortérben, aminek eredményeként a ma túlnyomórészt használt poliamidokat részben hőre keményedő gyanták fogják felváltani. Az olajkörben alkalmazott anyagok egyre agresszívebbek, a korszerű motorolajok már szinte csak adalékokat tartalmaznak. Az olajszivattyúknál poliftalamid (PPA) és poli(fenilén-szulfid) (PPS) házzakkal kísérleteznek. Az olajkádaknál 50%-os tömegcsökkenést lehet elérni műanyagok alkalmazásával. Jelenleg úgy tűnik, hogy az alumínium felsőrész és a poliamid fedél kombinációja a legkedvezőbb. A víz körben a vízszivattyúháznál kb. 1 kg tömegcsökkentés érhető el, ha hőre keményedő gyantát használnak alumínium helyett. Az ékszíjak 2500 N erőt is képesek átvinni, ami túl nagy terhelést jelent a hőre lágyuló műanyagok számára, ezért terjed a BMC (hőre keményedő, főként poliészter alapú préspor) használata. Reneszánszukat élük az amúgy a 80-as évek óta ismert szálerősítésű műanyagból készült kardántengelyek, amelyek az egy darabból gyártott acél alkatrészeket helyettesítik, és amelyekkel 15–40% tömegcsökkenés érhető el.

Alternatív üzemanyagok

A CO₂ emisszió csökkentésére irányuló törekvésekben egyre fontosabb szerepet játszik a kőolajtól független üzemanyagok keresése és fejlesztése. Még nem tudni,

www.muanyagipariszemle.hu

hogy a földgáz, a hibridtechnológia, az Otto-motor és a dízelhajtás „házasítása”, a bioüzemanyag vagy az üzemanyagcella lesz-e a megoldás, mindenestre az új üzemanyagok eltérő korróziós tulajdonságokat mutatnak, mint a hagyományosak, amire a gépkocsigyártóknak és a nyersanyag-beszállítóknak fel kell készülniük. A **Ticona** pl. kiterjedt vizsgálatokat folytatott *Hostaform* márkanevű poli(oxi-metilén) POM termékeinek bioüzemanyaggal szembeni ellenállóságának megállapítására, illetve olyan új típusokat dolgozott ki, amelyek az új üzemanyagok hatásait kibírják.

Csővek „lövedékfröccsöntéssel”

A hűtővízszállító csöveknek -40 és $+120$ °C közötti közeghőmérsékletet és hasonló környezeti hőmérsékletet kell kibírniuk (rövid ideig akár $+140$ °C-ot is) $3,5$ bar maximális közegnyomás mellett. Az áramlási sebesség akár 1800 l/h is lehet, miközben az áramlási ellenállást minimumon kell tartani. A gumi- vagy acélcsővekkel szemben felhozhatók a korróziós problémák, a gyenge funkciós integrálhatóság és a kedvezőtlen rezgési jellemzők. Az eddig leginkább alkalmazott technológia, a vízzel vagy gázzal segített fröccsöntés a változó belső átmérők miatt nagy nyomásvesztést okoz; nagy, inhomogén falvastagság-eloszlást kell kezelni és drága műanyagokat kell használni. Ennek versenytársa lehet az ún. „lövedékfröccsöntés” (Projektinjekciós-technik), amelyben eleinte tényleg acéllövedéket használtak, manapság azonban inkább együtt fröccsöntött hőre lágyuló „lövedékeket”. A lövedéket inert gáz hajtja, az általa kiszorított műanyagot pedig egy időben kinyitott oldalkamrába juttatják. Így *kalibrált külső átmérőjű csövek jönnek létre kis falvastagság és csekély vetemedés mellett*. Azonos belső nyomás esetén az ezzel a technológiával elkészített csövek tömege felére csökken. Nincs azonban univerzálisan használható technológia. A BMW 2 literes dízelmotorjának levegővezetékénél a legfontosabb szempont a kis nyomásvesztés, a levegőút egyenletes elosztása, valamint a rezgések elszigetelése a gépkocsi többi részétől. Ehhez egy kétkomponensű héjtechnológiát használtak fel, ahol igen lágy SEBS-TPE (sztirol-etilén-butilén kopolimer/sztirol blokk-kopolimer alapú hőre lágyuló elasztomer) redőzések borítják a 15% üvegszáltartalmú PA6 csövet.

A BMW által kifejlesztett hűtőközeg-szivattyú fél literrel csökkenti a 100 km-re jutó üzemanyag-felhasználást. Az elektromotor rotorrészét úgy helyezik el, hogy nincs szükség olyan kopó alkatrészekre, mint a csúszógyűrű-tömítés vagy a hajtósíj. A **Ticona Fortron** márkanevű PPS anyaga széles hőmérséklet-tartományban, nagy nyomásokon használható. A szenzorok (pl. légnyomásmérők) is segítik a motor gazdaságosabb működtetését, mert a gyors változásokat is képesek követni, és optimálisan be tudják állítani az üzemanyag-levegő arányt. A Mercedes Benz V6 és V8 motorjainak teljesítményét (kisebb lökettérfogat mellett) az innovatív légbeszívó modul biztosítja, amelynek burkolatát és tengelyét is poliamid 4,6-ból ill. Fortronból gyártják, amelyek kellőképpen kis vetemedést, megfelelő felületminőséget, jó folyóképességet és méret-tartóságot mutatnak.

Teherviselő elemek

Az autóiparban a teherhordó elemek általában acélból, vagy legalábbis alumíniumötvözetből készülnek. A **ContiTech** és a **BASF** együttműködésével azonban kialakítottak egy nyomatékkart, amely komplex feladatot tölt be a hajtórendszer pozicionálásban, felveszi a súlyterhelést és mindenféle menet közben fellépő erőket, elszigeteli a testzajokat, valamint ütközéskor a helyén tartja a motort. Erre a célra egy üvegszállal erősített poliamidot (*Ultramid A3WG10 CR*) használnak, amivel az alumíniumhoz képest 35%-os tömegcsökkenés érhető el.

Jelenleg egy kis- vagy középkategóriájú átlagos gépkocsi tömegének 15%-a műanyag (kb. 150 kg), de a szakértők még további fémhelyettesítésre látnak lehetőséget, ha a könnyűszerkezetes építésmódot következetesen végigviszik. *Erre a célra leginkább a szálerősített műanyag szerkezetek alkalmasak.* A PPS alapú kompozitok pl. jól beváltak az **Airbus** vagy a **Boeing** építésekor, ahol nagy profilok vagy kis beltéri elemek készülnek belőlük. Az autóiparban is használnak ilyen megoldásokat, a Volkswagen *Golf Plus* típusában pl. a műszerfal gyártásához használnak hosszú üvegszállal erősített *Celstran+* márkanevű anyagokat (Ticona). A hosszú szálás hőre lágyuló műanyagok (LFT) kiemelkedő merevséget, ütésállóságot és felületminőséget biztosítanak. Feldolgozásuk problémamentes, a vetemedési hajlam csekély. A **Celstran+** kompozitok jó tulajdonságai lehetővé tették, hogy a VW *EOS* vagy az Audi *A5 Coupé* típusokban a vezetőülés melletti légzsákok teljes mértékben a szerkezeti egységbe integrálják.

A műszerfal kialakításánál az esztétikai szempontoknak döntő jelentőségük van. A *Celstran+* kitűnő száleloszlása és sima felülete lehetővé teszi, hogy utólag PUR hab bevonatot vigyenek fel rá, ami a lágú tapintást biztosítja. Erre jön még az öntött (slush molding) PVC bevonat, amely a megfelelő optikai jellemzőket adja. A *Celstran+* anyagokat használják még vezérlőegység-házakban, ajtómodulokban vagy komplett szerkezeti (front-end) elemek gyártásánál.

Összeállította: Dr. Bánhegyi György
www.polygon-consulting.ini.hu

Kircher, W.: Werkstoff der Effizienz. = Kunststoffe, 98. k. 11. sz. 2008. p. 104–107.

Küll, H.: Kunststoffe für effiziente Fahrzeuge. = KunstStoff Trends, 8. k. 1. sz. 2008. p. 18–19.

Bluhm, R., Eipper, A., Fitta, I.: Die richtige Symbiose. = Kunststoffe, 98. k. 3. sz. 2008. p. 61–65.

Günther, B., Zoll, U. A.: Erstes Ölwanne-Modul aus Kunststoff für PKW-Serienmotoren. = Kunststoffe, 98. k. 11. sz. 2008. p. 108–111.