

# MŰANYAGOK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS FELDOLGOZÁSA

## Alapanyag-fejlesztések különböző autóiipari alkatrészekhez

A PMMA régóta az autólámpa-burkolatok kedvelt alapanyaga. Az anyagcsaládon belül újabb típusokat fejlesztettek ki, elsősorban az egyenletes fényeloszlás érdekében. A különböző habosított, erősített PP típusokat egyre újabb autóelemekhez, pl. ajtómodulokhoz alkalmazzák. Ennek az elemnek a kifejlesztésénél különösen jól érvényesül a design és a funkció egyesítése a műanyagok segítségével. A belső téri alkatrészeknél a PP és az ABS különböző típusai a legkedveltebbek.

*Tárgyszavak: autóiipar; fejlesztés; PMMA; PP; ABS; PA; üvegszál-erősítés; fröccsöntés; szénszálerősítés.*

### Plexiüveg világítótest-burkolatok

Az utakon autók milliói futnak poli(metil-metakrilát)-ból (PMMA) készült hátsó lámpa-, műszerfal- és irányjelzőlámpa- burkolattal. (Az 1933-ban Dr. Otto Röhm által kifejlesztett és *Plexiglas* néven bejegyzett PMMA még ma is a **Röhm GmbH** jegyzett márkaneve).

Ezeknek a burkolatoknak elsősorban biztonsági szerepük van, de az autótípusok egyedi formáit is jellemzik. A lámpaburák élettartama általában a járműével azonos hosszúságú, és ennek során ellen kell állniuk az erős napfény sugárzás, nedvesség, és a szennyezések (pl. benzin) káros hatásainak. *Európában minden második hátsó lámpa burkolat a Degussa AG Plexiglas márkanevű PMMA-jából készül*, mert ez a műanyagfajta kiváló időjárás-állósága mellett nagy fényáteresztésével, csillogásával, színezhetőségével, továbbá jó karcállóságával és vegyszerállóságával tűnik ki a műanyagok közül. Az anyagcsaládon belül a PMMA típusok újabb és újabb tagját fejlesztik ki.

Az új *Opel Astra* hátsó lámpabúrái különleges formájuk mellett az ún. *diffúz PMMA alapanyagával* is kitűnik, amelyből a búra fehér része készül. Bársonyos tapintású felület, és a nagy fényáteresztő-képesség mellett is egyenletes fényelosztás jellemzi ezt a burkolatot. Így pl. az irányjelző sárga fényt adó fényforrása nem látható, hanem az egész felület sárga fénnel világít, ha használják. Ezt a *diffúz hatást a PMMA-ba kevert, attól eltérő törésmutatójú golyóalakú polimer bekeverésével érik el*. A diffúz gyöngyöcskék – szemben a színezőanyaggal – a fényt nem abszorbeálják.

A jelentősebb autógyártók felismerték a fénykibocsátó diódák (LED-ek), mint új fényforrások jelentőségét. Előnyük, hogy 70 ms-mal gyorsabban reagálnak, mint a hagyományos világító rendszerek, valamint áram-, és ez által üzemanyag igényük sokkal kisebb a hagyományos izzókénál, amelyekben az energiának csak 10%-a alakul át fénné. Hátrányuk viszont a viszonylag kis fénykitermelés, ami miatt a PMMA burkolatoknak – előnyös tulajdonságai miatt – még nagyobb a jelentősége.

A PMMA egy másik érdekes műszaki alkalmazása a luxusautók hátsó lámpáinál figyelhető meg. A PMMA-ból készülő fényvezető hasonló optikai hatást nyújt, mint a LED. A fényforrás – egy egyszerű izzólámpa – nem látható, csak a fényvezető végén világít. A felület kialakításától függően lehet pont formájú, vagy felületi fényt létrehozni. Ezzel szemben a LED-ekkel felületi fény csak sok kis világítópont egymás mellé helyezésével, vagy a korábban már ismertetett diffúz hatású PMMA használatával alakítható ki. Kiváló tulajdonságainak köszönhetően (pl. kis tömeg, az élettartamig élénk szín, kiváló időjárás-állóság, a magas fényű és kisebb karcolások kipolírozását is lehetővé tevő robusztus felület) színes és nem átlátszó karosszéria elemek fröccsöntéssel gazdaságosan gyárthatók, amely feleslegessé teszi utólagos lakkozásukat, vagy bevonásukat.

## **A sokoldalú PP növeli az értéket, csökkenti a költségeket**

*A Neopolen P habosított polipropilén (EPP) öt új változatának kifejlesztése hozzájárul az EPP felhasználásának növeléséhez az autóiparban (ahol az EPP 72%-át használják fel), a csomagolásban és a szállítási szektorban is. A polimer gyártója, a BASF szerint ezek a változatok számos előnyt nyújtanak a versenytárs polisztirollal és poliuretánnal szemben: kivételesen jó ütéselelyelők, hőszigetelők, jól formálhatók, nedvszívó képességük alacsony, deformációjuk izotróp, valamint sterilizálhatók is.*

A különböző színekben kapható *9425 típust*, előnyei miatt – tartósság kis tömeggel kombinálva (sűrűség 15,5 g/l) – játékok és szabadidős termékek előállításához ajánlják. A különböző színek rendkívül hasznosak, pl. élelmiszerek szállítás közbeni szigetelésére használt dobozok megjelölésére, hogy azok forróak, vagy hidegek-e.

A *fehér 8015 típus* a plazma képernyők csomagolásában vált népszerűvé, mivel a *Neopolen P* terhelhetőbb, és az egységeket jobban védi az ismétlődő ütésektől és lökésektől, mint a habosított polisztirol (EPS), ezért csökkennek a szállítás alatti sérülésekből származó költségek.

A *9235 jelű típust* gépjárművek napellenzői számára fejlesztették ki. A gyöngyök homogén expanziója sima felületet képez a fröccsöntött részekben. Mivel a napellenzőket csak egy vékony fóliával laminálják, a hab felszínének különösen simának kell lennie.

A *7230 típus* egy, az eddigieknél olcsóbb anyag, amelyből a kisebb igényű termékek állíthatók elő, különösen az autóiparban, ahol az árverseny egyre erősebbé válik.

## Okos („SMART”) ötletek az első lökhárító modulokhoz

A négyülékes SMART autó jellegzetessége a *könnyű első lökhárító modul*, amelyet a **Sabice Europe** (Sittard, Hollandia) által gyártott *Stamax 40YM240, hosszú üvegszállal erősített polipropilénből (PP) fröccsöntenek*. Ezzel kiváltható a nehéz és drága acélerősítés. A **Processor Peguform GmbH** (Botzingen, Németország) által kifejlesztett lökhárító kevesebb elemből áll, mint a prototípus, megfelel a szigorú biztonsági előírásoknak, könnyen fröccsönthető és az összeszerelése is egyszerű. A *PP mátrix 40% 12 mm hosszú üvegszálat tartalmaz, ennek ellenére jó folyási tulajdonságai vannak. A sűrűsége 1220 kg/m<sup>3</sup>, szakítószilárdsága szobahőmérsékleten 121 MPa.*

## Ajtómodulok műanyagból

A hagyományos ajtómodulok teljes egészében fémből készülnek, azonban évek óta cél, hogy műanyaggal váltsák fel őket. Úgy tűnik, hogy a fejlesztések üteme felgyorsul: az **ArvinMeritor**, a **Brose**, a **Johnson Controls** és a **Polytec** műanyag ajtómodulokat mutatott be 2005 szeptemberében a Frankfurti Autókiállításon (IAA).

A 2 milliárd EUR forgalmú német családi vállalkozás, a **Brose** célja, hogy vezető, 31%-os részesedést szerezzen az ajtórendszerek világpiacán. Az általuk kifejlesztett műanyag ajtómodult az USA autóiipari beszállítóinak 2006-ban már sorozatban gyártják. *A modul – 30% hosszú üvegszállal erősített fröccsöntött polipropilén – magában foglalja az ablakvezető síneket, a hangszórók foglalatát, a belső fogantyút, és a kábelek és egyéb alkatrészek rögzítéseit.*

A **Brose** szeretne vezető, 23%-os részesedést az ablakszabályozó rendszerek világpiacán is, ezért olyan *új műanyag ablakszabályozó egységeket* mutattak be, amellyel 19%-os (300g) tömegcsökkentés érhető el a fém kivitelhez képest. A kombinált ajtómodulokban és ablakszabályozókban az összes tömegcsökkenés elérheti a 400 g-ot. A cég reményei szerint 2008-ra az európai autóiipari beszállítókat is ők fogják ellátni ezekkel az egységekkel. *Az integrált, közvetlen irányítású ablakszabályozók alkatrészei 30% üvegszállal erősített poliamid 66-ból készülnek, mikrocellás haböntéssel.*

Az **ArvinMeritor** (Sully-sur-Loire, Franciaország) alkotta meg a világ első műanyag ajtómodulját (Highly Integrated Plastic Door Module – HIPDM) és most évente 4 millió egységet gyárt. A fejlesztéseknél a tömeg-és a költségcsökkentés volt a hajtóerő.

A HIPDM sok szegecset, szerelvényt és vezetősínt integrál egyetlenegy műanyag elembe. Az eredmény kb. 25% súlycsökkentés, továbbá jobb hangtompítás a kocsik belsejébe jutó zajokkal szemben. A HIPDM későbbi változataiban lehetőséget lesz a vezetékek beszereléséhez szükséges alkatrészek integrálására is. A HIPDM céljára különböző műanyagokat vizsgáltak meg. A szerkezettől és a tervezett működési funkcióktól függően választják ki a megfelelő anyagot, szálerősítéssel vagy anélkül.

A Frankfurti Autókiállításon a **Johnson Controls** is bemutatta a saját ajtómodul koncepcióját – az ajtópanelek vezető szegmensén alapuló prototípust. Sikeresen elválasztották a nedves és száraz területeket, és ezzel növelték mind az akusztikus, mind pedig a szigetelő képességet. A rendszer kiállja akár a 200 mm-es vízoszlop vizsgálatot is. A cég szerint néhány éven belül hasonló felépítésű ajtómodulokat lehet alkalmazni a járművek teljes skáláján – a kisautóktól a luxus kategóriáig. Az elgondolás kiküszöböli az ajtókazettákat, amelyekbe rendszerint beépítik a térképtartó zsebeket, kartámaszokat, hangszórókat. A **Johnson Controls** módszerét használva ezek az egységek integrálhatók az ajtómodulba.

A szerkezet 800 g-os tömege ajtónként 1 kg-mal csökken a korábban fémből gyártotthoz képest. A beszállító komplett panelt kap, amelyet csak be kell pattintania az ajtó karosszériába. Ez hatékony költségcsökkentést eredményezhet.

A **Polytec Group** első generációs *KKT műanyag ajtó modulja* egy olyan tanulmányterv, amely elkülöníti a nedves és száraz részeket, valamint az integrált komponensek lehetővé teszik a beszállító számára az előzetes ellenőrzést és a beépítési időt is lerövidítik. A fém ajtókhoz képest a modul előnyös az ütközések elnyelésékor is. Az új KKT ajtómodult még nem alkalmazzák a gyakorlatban. Alapanyagként számos anyag szóba jöhet, beleértve a *természetes szállal erősített polipropilént* is.

## **ABS és PP a gépjárművek belső terében**

*A DOW Automotive kifejlesztett egy új anyagot, amely egyesíti az ABS nagy karcállóságát a matt felületi megjelenéssel.*

Az ABS fényes felületű, így rendszerint az autók belső terében alkalmazott matt felület eléréséhez festik, ami a költségeket jelentősen növeli. Festés nélkül szóba jöhet még a PP, jellegzetesen matt felülete miatt, azonban karc- és sérülésállósága általában nem felel meg a követelményeknek.

A **Dow** az új ABS-t közepes és magas hőállóságú változatban is előállítja, olyan alacsony – vagy még alacsonyabb – fényű felülettel, mint a hagyományos PP. A termék további költséges gyártási lépéseket, vagy drága adalékokat nem igényel.

Az ütésálló, talkummal töltött PP általában műszerfal-, ajtó- és oszlopborításra használatos, de jó folyási tulajdonságai miatt sokoldalúan alkalmazható. A nagy ütésállóságú ABS szobahőmérsékleten az ütésálló, talkummal töltött PP-hez hasonlóan viselkedik az ütésállóság és ridegség tekintetében, azonban karcállósága normál, és magasabb hőmérsékleten is jobb, mint a PP-é.

ABS-ből és talkummal töltött PP-ből készülő nem fényes alkatrészek előállításakor különösen figyelni kell a töltési viszonyokra és a feldolgozási körülményekre.

Többlépcsős, felületi maratás révén strukturált, matt felületek nyerhetők. *A kívánt fényességi fokozat homokszórással, vagy üveggyöngyök adagolásával érhető el.* A barkázat reprodukálhatósága a szerszám hőmérsékletétől és a formázóüregben az anyagra gyakorolt nyomástól függ. Eltérő körülmények között gyártott ABS fröccsöntött alkatrészek a felületi érdesség tekintetében gyenge, azonban a Glanz 60 fényességi fokozatban jelentős eltéréseket mutatnak, amint azt a pásztázó elektronmik-

roszkópos felvételek is igazolják. A készülékgyártók (Original Equipment Manufacturing – OEM) meghatározott barkatípusokra és strukturáltságra 1–2,5-es Glanz 60 célt adnak meg. A talkummal töltött, ütésálló PP alkatrészek fényességi foka a szerszám felületével pontosan szabályozható. *Ha a fényességi fok alacsony, a karcállóság sem kielégítő.* Azonban a fényességi fokot (és ezzel a karcállóságot) inkább a szerszám felületének módosításával, semmint a recept megváltoztatásával kell beállítani.

Egy konzol Glanz 60 értéke a fröccsöntésnél legalább 1,8; célértéke pedig inkább 2,0–2,5 között legyen. Ez a fényességi fok a legtöbb talkummal töltött és ütésálló módosított PP típusnál a legjobb kompromisszum a fényesség és karcállóság tekintetében. Ez az érték 15% talkumtartalmú PP-vel érhető el. A fröccssebesség és az ellennyomás hatását is megvizsgálták 210 °C anyag- és 20 °C szerszámhőmérsékletnél. Az utánnnyomás ideje minden kísérletnél 5 s volt. Ha a fröccssebességet 70-ről 10%-kal csökkentik, a Glanz 60 érték 1,2-ről 1,4-re emelkedik. Azonos fröccssebességnél az utónyomásnak nincs hatása. Kis sebességeknél ugyan emelkedik a fényességi fok, de nem éri el a célértéket (Glanz 60 = 2,0–2,5). A 15% talkummal töltött PP *Inspire TF1500ESU* típusból készült alkatrész Glanz 60 = 1,0–1,3 értéket mutatott. Ennél a speciális felületi struktúránál azonban a kívánt karcállóság túl kicsi lehet, kis mérvű fényességfok-emelés a karcállóságot jelentősen javíthatja, amely a szerszám felületének módosításával is elérhető.

Armatúrafalakat és szabadon álló borításokat a legtöbb esetben 15% talkummal töltött, ütésálló PP-ből készítik. Az ilyen alkatrészek fröccsöntését szekventált folyás-szimulátorral végzik, hogy a kész alkatrész kötési varratainak pozícióját és a kritikus helyek töltését kézben tartsák. Az anyaghőmérséklet általában 250 °C.

A 15% talkummal töltött PP alkatrész folyásanalízise azt mutatta, hogy a 3,2–3,5 mm falvastagságú armatúrafal 75 bar nyomással 6–7 s alatt tölthető. A fröccsöntött darab Glanz 60 értékét 4 különböző helyen mérték; az értékek 1,7–1,9 közöttiek voltak. A töltési körülmények fényességre gyakorolt hatásának vizsgálatához a paramétereket változtatták.

Az anyaghőmérsékletet 20 °C-kal emelték, az öntési időt 6 s-ra csökkentették, a nyomás 70 bar, a szerszámhőmérséklet 50 °C volt. Ezek a változtatások ugyanazon a négy helyen mért fényességi fok értékekben semmiféle változást nem eredményeztek. Ebből megállapítható, hogy a felületi fényességet elsősorban a szerszám felülete és előkészítése határozza meg.

Az első példa azt mutatta, hogy a talkummal töltött PP alkatrészek kis felületi fényességgel gyárthatók, azonban a túl kicsi Glanz 60 értékek a karcállóságot is csökkentik. Ezért kísérleteket folytattak különböző összetételű PP üléstámlák előállítására Glanz 60 = 1,0–1,2 célértékeknél a karcállóság növelésére. Minden alkatrész azonos gépen, azonos szerszámmal, fekete színben készült. A felület egyik felét mattították (barkázat 1), a másik fele kezeletlen maradt (barkázat 2). Az üléstámlák fröccsöntését Engel ES5550/600 HL gépen, egyfészkes szerszámokban végezték. Mind a 15% talkummal töltött PP, mind az ABS esetén 870 g tömeget céloztak meg.

A feldolgozási körülményeket az anyagokhoz igazították. Mindkét anyaggal megfelelő külképet értek el. A fényességi fok mindegyik termék matt felületén 1,5, a fényesen 3,0 volt. A karcállóságot a GME60280 (General Motors specifikáció) vizsgálati módszer szerint mérték. A meghatározásnál dL színváltozást mértek, karcolás előtt, majd 5 Newton terhelésű karcáló használatát követően (Az előírások szerint megfelelő az anyag, ha  $dL < 1,0$ ).

A PP1 és PP2 kísérleti polimerek – a dL értékek mérési pontosságán belül – jobb értékeket adtak, és az új  $dL < 0,4$  értéket Glanz 60  $< 1,4$  értéknél érték. A PP1 és PP2 kísérleti polimerekben különböző elasztomereket, töltőanyagokat vizsgáltak, összehasonlítva a nagy ütésállóságú ABS-el és a 15% talkummal töltött PP-vel. A PP1 és PP2 talkummal töltve jobb karcállóságot mutatott, mint a 15% talkummal töltött Inspire TF1500ESU  $dL = 0,85$  értéke. *A legjobb karcállóságot az ABS alkatrész adta mind a matt, mind a fényes felületen.* Nagyobb Shore keménység tartósabb alkatrészt eredményez, durvább barkázattal. Mind az ABS, mind a talkummal töltött PP minták fényességi fokozatértékei reprodukálhatóak voltak. A darabok mind a matt, mind a fényes felületen azonos karcállóságot mutattak, mindkét műanyagfajtánál. Glanz 60  $< 1,2$  célértéknél jobb karcállóság érhető el, ha az eredeti 15% talkummal töltött PP receptúráját optimalizálják. A Glanz 60 = 2–3 felett további karcállóság-javulás nem várható, de ezek az alkatrészek már egyébként is kiváló karcállóságot mutatnak. Kis fényességi foknál (Glanz 60  $< 1,4$ ) az ABS alkatrészek jobb teljesítményt nyújtanak, mint egy optimalizált PP. Ezek nagyobb Shore D keménységnél, elsősorban durvább barkázattal, hosszabb élettartamúak. A kísérletek számszerű eredményei az 1. és a 2. táblázatban láthatók.

1. táblázat

A kísérletekben használt ABS és PP típusok feldolgozási paraméterei,  
fényessége és karcállósága

Feldolgozási paraméter, ill. tulajdonság	Magnum 3416, 3904, 3325	Inspire TF 1500ESU, PP1, PP2
Ömledékhőmérséklet	260 °C	240 °C
Szerszámhőmérséklet	50 °C	30 °C
Fröccsöntési sebesség	77 mm/s	77 mm/s
Fröccsöntési idő	2 s	2 s
Fröccsnyomás	120 bar	80 bar
Glanz 60, barkázat 1	1,5	1,4
Glanz 60, barkázat 2	3,0	2,7
DL GME60280, barkázat 1	0,2	0,85
DL GME60280, barkázat 2	0,0	0,1

A kísérletekben használt anyagok GME 60280 szerint mért karcállósága Glanz  
60 = 1,4 értéknél

Anyag neve	Műanyagfajta	Karcállóság	Keménység, Shore D
Magnum 3904	ABS	0,20	74
Inspire TF 1500ESU	PP-T15	0,85	62
Kísérleti PP1	PP-T15	0,40	64
Kísérleti PP2	PP-T15	0,60	62

A nagyteljesítményű PP receptek folyási tulajdonságai reprodukálható, csekélyfényű barkázatot biztosítottak. A szerszámformáknak alig volt hatásuk az alkatrészek fényességére. A talkummal töltött nagyon matt felület PP alkatrészek már kis ütésállóság-módosításnál is nagyon kicsi karcállósághoz vezettek. Látható alkatrészeket, ha kis fényesség mellett a tartósság is megkövetelt, célszerű ABS-ből fröccsönteni.

### Önhordó keretek illesztése ragasztóanyag nélkül

Az olasz szénszálalás kompozitgyártó, az **ATR csoport** a világon először egy különleges technológiát valósított meg szénszállal erősített műanyagtermék (Carbon Fibre Reinforced Plastics – CFRP) előállítására.

CFRP-ből olyan nagyméretű üreges kereteket állítottak elő, amelyek nem igényelnek ragasztást. A két önhordó felet egy műveletben nagy nyomáson és magas hőmérsékleten összepréselik. Az eljárással nagyon jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkező alvázkeretet kaptak. A technológiával az **ATR** a GT autók szegmensét célozta meg.

*A technológiával a termelési költség több mint 55%-kal csökkenthető, és a termelékenység 20 üreges keret/nap értékig növelhető. A tömegcsökkenés meghaladja a 40%-ot a hagyományos alumínium szerkezetekkel összehasonlítva, anélkül, hogy befolyásolná a merevség és a passzív biztonságra vonatkozó előírások teljesítését.*

Az **ATR** több éve gyárt CFRP járműkarosszériákat és alvázrészeket például a Porsche Carrera GT típushoz, a Ferrarikhoz és legújabban a Bugatti Veyron típushoz.

Az 1000 főt foglalkoztató **ATR** csoport éves forgalma 2005-ben meghaladta a 80 millió EUR-ot, amelyből az export aránya 50%.

Összeállította: Dr. Farkas Ferenc

High-Lights im Fahrzeugbau. = KunstStoff Trends, 2005. 2. sz. p. 26–27.

Versatile PP grades add value, cut costs. = Modern Plastics, 2006. 83. k. 1. sz. p. 54.

„Smart” idea for front end modules. = Modern Plastics, 2006. 83. k. 1. sz. p. 54.

David Vink: Open Doors. = European Plastics News, 2005. 32. k. 11. sz. p. 23.

ABS for interiors. = European Plastics News, 2005. 12. sz. p. 25.

Krabbenborg, F.: PP und ABS im Fahrzeug-Innenraum – ein Vergleich. Matt und kratzfest. =  
Plastverarbeiter, 2004. 55. k. 10. sz. p. 188–190.

Composite needs no glue. = European Plastics News, 2005. 12. sz. p. 25.