

Fejlesztések és trendek a műanyagok autóiipari alkalmazásában

A műanyagok autóiipari alkalmazásában az egyik legfontosabb terület a belső terek kialakítása. A tágas térhatás és a megnyugtató környezet érzetét a tervezők különböző színezésű, kellemes tapintású felületekkel érik el. Az anyagokat és a technológiákat az újrahasznosítási szempontok figyelembe vételével gyors ütemben fejlesztik.

Tárgyszavak: autóiipar; fröccsöntés; felület nemesítése; poliamid; polikarbonát; újrahasznosítás.

Az IAA kiállítás újdonságai

2005 őszén Frankfurtban a 61. IAA nemzetközi gépjármű kiállításon 122 új modellt mutattak be a gépjárműgyártók, ebből nyolcvannak ez volt a világpremierje, a beszállítóktól pedig 107 alkatrész termékiújdonságnak számított. Az ezer kiállító negyvennégy országból érkezett. Különös várakozás előzte meg az új **Mercedes S-osztály** modelljét, a **VW** és az **Opel** új kabrióját, a 3-as **BMW**-t, az **Audi Q7**-est, a **Porsche Cayman**-t, és még lehetne sorolni az újdonságokat.

A frankfurti kiállításon mutatkozott be először több kínai autógyártó is – versenyt jelenleg csak az olcsó szegmensben okozhatnak – de fejlődőképességük miatt nem szabad őket alábecsülni.

A német kínálat sztárja a **Mercedes S-osztály**, melyben a korábbi modell műanyagtartalmát 19%-ra növelték. A nagyméretű alkatrészek, mint a lökhárító, a padlóburkolat, a kerékborítás, a csomagtér ú.n. monorendszerből állnak, azaz egyféle műanyagból készülnek, ezzel egyszerűsödik a bontás utáni újrahasznosításuk. A „*Design for Recycling*”, azaz a *reciklálást figyelembevevő céltudatos tervezéssel* kb. 30 kg műanyagot fajtatisztán lehet kigyűjteni 15 perc alatt a bontóban. Az új S-osztályú gépkocsiban 45 darab olyan műanyag-alkatrész (összesen 21,3 kg), van, amelyeket reciklálnak a gépkocsi elhasználódása után. Az előző modellhez képest ez 4%-os növekedést jelent. Ilyen alkatrészek pl. a padlóburkolat, a kábelcsatornák, a mosóvíztartály. Minden egyes termékre egyedi reciklási eljárást dolgoznak ki. A zárt körű újrahasznosítás a feldolgozási hulladékok termelésbe való visszavezetését is magában foglalja. A **Johnson Controls** farosterősítésű termékei előállításánál keletkező vágási hulladékot fajtatisztán gyűjtik, aprítják, majd PP-nel kompaundálják. A kompaundból fröccsöntött termékek mechanikai tulajdonságai lényegében azonosak voltak a primer

anyagból készültekkel, ezért a szekunder alapanyagot az adott alkatrész előállítási technológiájába vezették vissza.

A bioalapanyagok felhasználása az S-osztályban már 27 alkatrészben valósult meg, összesen 43 kg termékben, ez 73%-os növekedést mutat az előző modellhez képest. Ennek az az oka, hogy a technológiákat intenzíven fejlesztették.

A gépjármű belsőterek beszállítóinak piaca világviszonylatban 120 milliárd EUR/év értékű és nagyobb a várható növekedése, mint magának a gépjárműgyártásnak, mivel a belsőterek kialakítása egyre fontosabb a vevők számára. Ebben a növekedésben a gazdaságosságot is figyelembe véve, megnő a műanyagok szerepe, mert számos előnyt kínálnak (kis tömeg, a gyártási rendszer alacsonyabb költsége, jó szintartás, megfelelő hőmérsékleti- és akusztikai körülmények).

Hosszabb élettartamú vezérműláncot ígér a fémet kiváltó új fejlesztés, mely csendesebb, könnyebb, olcsóbb, kisebb súrlódású. A fogasszíjakhoz, pl. a VW TDI motorokban egy nagyteljesítményű elasztomert (**Bayer**) alkalmaznak, amely 160 °C-ig hőálló és peroxiddal térhálósítva tették öregedésállóvá, valamint aramidszállal erősítik a szilárdságát.

A gépkocsik belső terének kialakítása

A gépkocsik belső tere nagyon sok lehetőséget kínál a változatos felületű műanyagoknak és technológiáknak. A választék az egyszerű fröccsöntéstől kezdve a nagy értékű fóliás alkalmazásokig terjed. Az anyag és a technológia kiválasztása komplex módon, a funkció, a külső megjelenés, a biztonság, a gazdasági és környezetvédelmi szempontok figyelembevételével történik. A tervezőknek és fejlesztőknek sokféle követelménynek megfelelő gépkocsitípusokat kell minél rövidebb idő alatt piacra hozniuk:

- egyre több funkció kényelmes és biztonságos kezelése,
- az utasok biztonsága, és a biztonságra vonatkozó törvények, előírások teljesítése,
- komfort a szemnek, a fülnek, kényelem és ízlésvilág, szinte az otthon szintjén,
- csökkenő járműtömeg, amellett, hogy újabb egységeket építenek be, és ezek ellentétes irányban hatnak,
- a típusok individualizálása (pl. egy német középkategóriás jármű napi 1000-darabot meghaladó gyártásánál kevés teljesen azonos jármű gördül le a gyártósorról),
- a versenyképesség megőrzése céljából a részegységek előállítási költségeinek csökkentése.

Az autógyártók, elsősorban költségeik csökkentése céljából egyre több részegység gyártását külső, az adott technológiában felkészült cégre bízta. *Az ún. rendszerbeszállítók (első vonalbeli beszállítók) is érdekeltek abban, hogy komplett részegységeket (pl. műszerfal, ülés a funkciós elemekkel, beépített hangszórók a tetőbe stb.) állítsanak össze az autók beltéri felhasználására.* A műanyagoknak sokoldalúságuk miatt a belső tér kialakításában nagyon fontos szerepük van. Újabban különösen a különböző felüle-

ti minőségek igénye miatt tovább nőtt a tervezők szemében a műanyagok jelentősége, a felhasználásukkal megvalósítható forma- és felületgazdagság.

A belső tér egységeinek felületét alapvetően kétféle módszerrel lehet előállítani: direkt formaadással vagy a felület díszítésével.

A magas árkategóriájú autókban csak a nem látható részekben, illetve az ajtók és műszerfalak alsó részén alkalmaznak direkt formázású alkatrészeket. A nagyon érzékeny kisautóknál a kisméretű alkatrészeket, pl. a fűvókát, fedelet, kapcsolókat megfelelő felületkezeléssel, többnyire bevonattal látják el, ami az alapanyagokkal szemben nagyobb elvárásokat támaszt, mind a funkcionális, mind az optikai tulajdonságok tekintetében.

A fröccsöntés, hasonlóan az eddigiekhez, a hőre lágyuló műanyagok legfontosabb feldolgozási technológiája. A műszerfalban számos fröccsöntött alkatrész található, amelyek vagy anyagukban színezettek, és felületüket a szerszámfelület alakításával igazítják a kocsi stílusához vagy nemesítik felületüket. *A fröccsöntés egyik különleges eljárásával bőrszerű felületek alakíthatók ki a formázott darabon.*

A műanyag termékek felületének nemesítésére leggyakrabban az állandóan továbbfejlesztett *lakkozást* alkalmazzák. Lakkozással viszonylag rugalmasan lehet reagálni a termék design változására, más színt, matt, vagy fényes lakkot alkalmazva. Ha egyszer a lakkozó berendezést jól beállították, akkor viszonylag kis ráfordítással, például a lakktípus megváltoztatásával, a robot átprogramozásával, a technológiai paraméterek megváltoztatásával lehet az új követelményeknek megfelelő felületet előállítani. Ugyanakkor a technológia magas műszaki követelményei és a selejtképződés veszélye miatt a lakkozás a műszaki szakemberek „mumusa”.

A *pozitív lakkozás* a felület dekorálásának egyik klasszikus módszere. A lakkot a termék előállítása után viszik fel a felületre. Az általában többretegű lakkrendszer egyes rétegeinek különböző szerepük van: a primer a termék felületéhez a tapadást biztosítja, míg a fedőlakk gondoskodik a szín és a fényesség beállításáról. Háromretegű lakkozásnál még egy átlátszó lakkréteget visznek fel, amely a fényességet tovább növeli és egyben a mélytónus hatást teremt meg. *Leggyakrabban térhálósítható kétkomponensű lakkokat alkalmaznak.* Kötőanyagként előnyös alifás poliuretánokat használni, mivel ezek fényállóak. Molekulaszerkezetüktől és térhálósági foktól függően igen széles választékban állnak rendelkezésre: kemény, szívós-elasztikus vagy lágy fokozatú bevonatok egyaránt beállíthatók. A napjainkban divatos „lágy tapintású” (soft-touch) felület ugyancsak előállítható bevonatok segítségével. A lakkba különleges pigmenteket keverve pl. metallizált, gyöngyházfényű felületeket lehet előállítani.

Az egyik legújabb technológia, a *szerszámban festés (in-mould coating/painting – IMC)* egyre népszerűbb lesz az autóiparban. Ekkor a nyitott szerszámba fűjják a lakkot, mielőtt a fröccsszerszámba az anyagot bejuttatnák. Az eljárás meglehetősen kényes, mert a felületi feszültségektől függ a teljes felület nedvesítése. Ha emellett a szerszám felülete barkázva van, akkor szinte korlátlanul lehet a felületet változtatni. *A pozitív lakkozással viszont a térhálósodási hajlam és a bevonat vastagsága függvényében finomabb felületi szerkezeteket lehet előállítani.* Ennek különösen akkor van jelen-

tősége, amikor több alkatrészt építenek össze, és ezeknek egységes színűnek és barkázásúnak kell lenniük.

Az IMC eljárás egyik különleges fajtája a **Krauss-Maffei** közreműködésével kifejlesztett *átlátszó bevonatos fröccsöntés (clear-coat-moulding-process)*. Ebben a lakkot abban a zárt formába injektálják és térhálósítják, amely a lakkozandó terméket már tartalmazza. Az eljárást különösen vastag átlátszó lakkok, mint pl. a szegélyeknél kedvelt fautánzatú lakkok felvitelénél alkalmazzák, hogy háromdimenziós hatást érjenek el. Oldószermentes alifás kétkomponensű PUR rendszereket használnak erre a célra, amelyek kiválóan tapadnak a különböző műanyagfajtákból készült termékek felületére. Bár a felület előkészítése némi gondosságot igényel, az eljárás gazdaságosabb az eddigiéknél, mivel a lakkozási idő lerövidül, különösen egy hagyományos poliészter lakk 6–10 rétegben való felhordásához és térhálósodásához képest, amely akár 48–72 órát is igénybe vesz.

A *bőrképző eljárást (SkinForm-Process)*, amely lényegében a 2K-fröccsöntés egy speciális változata, először a **Krauss-Maffei** mutatta be a K'2004 kiállításon. Ebben a *második plasztifikáló egység helyett egy PUR-RIM berendezést csatolnak a fröccsö géphez*. Mivel a PUR komponens az adagolás pillanatában kis viszkozitású monomer állapotban van, viszonylag bonyolult geometriájú és finom felületű termékek állíthatók elő. A gyors reakcióidőket nagy reaktivitású aromás PUR rendszerekkel érik el, amelyek azonban nem fényállóak. Az eljárás anyagait intenzíven fejlesztik, nyitnak az alifás PUR rendszerek felé is, ezek azonban drágábbak. Az eljárás másik korlátja, hogy a PUR csak bizonyos hőre lágyuló műanyagfajtákra (pl. PC blendék, termoplasztikus poliészterek, poliamidok, sztirol-kopolimerek) tapad jól.

A *fóliázással (kasírozással vagy hőformázással)* a fröccsöntött termékek felületét viszonylag kis ráfordítással lehet nemesíteni, jellegzetes barkázási mintákat előállítani és a felület tapintását befolyásolni. *Az alacsony árkategóriákban a műszerfalak oldalát és ajtóborításokat készítenek ezzel az eljárással*. Újabban az eddig jól bevált PVC/ABS fóliákat TPO fóliákra kezdik lecserélni, azonban ennek kasírozása drágább, és emissziós problémák is lehetnek, ezért szélesebb elterjedése nem várható. A magasabb árkategóriákban a kasírozással felvitt bőrbevonatok továbbra is népszerűek.

A *szerszámban barkázás (in-mould graining)* a hőformázás egyik változata.

A *szerszámban dekorálás* helyettesítheti a fröccstermék nyomtatását vagy lakkozását. Ekkor általában már előformázott nyomtatott fóliát helyeznek a szerszámba, amelyre ráfröccsöntik az anyagot.

Bőrszerű felületek: reprodukálható, feszültségmentes felületek

Valamennyi bőrszerű felületkialakítási technológiára jellemző, hogy a felületet egy előre formázott fólia borítja. *A technológiák jól reprodukálható, különbözően barkázott jó minőségű felületeket adnak nagy szériáknál is*. A kasírozással ellentétben itt a barkázás mintáját egyenletesen fel tudják vinni különleges geometriájú formákra is. A szerszám felületén a barkázási mintát általában galvanikus úton vagy a Mond-eljárással állítják elő.

A 200–300 µm méretű porokból kiinduló *por ráolvasztásos (powder-slush) technológia* a nagy sorozatoknál alkalmazott borszerű felületek előállítási technológiák között az egyik legrégebbi. A lágy PVC-vel szemben megfogalmazott fenntartások ellenére a kompaundálók és a feldolgozók a technológiát sikeresen továbbfejlesztették: csökkentették a költségeket, elsősorban az energiafelhasználás optimalizálásával. A *powder slush technológiával* előállított felületekkel számos gépkocsi modellben lehet találkozni, mind a felső kategóriában, mind a nagy szériás olcsóbb autótípusokban.

A powder-slush technológia a következő anyagokkal valósítható meg:

- *Lágy PVC: régen használják és még mindig a legjobb.* A PVC jól ismert előnyös tulajdonságai mellett ez annak köszönhető, hogy a fiatal lágyítókat trimellitát típusokra cserélték le. Ezzel az öregedésállóság jelentősen nőtt, megszűntek a kipárolgási problémák. Ma ezekből a lágyított PVC kompaundokból távozik a legkevesebb szerves anyag, és árban verhetetlenek.
- *Alifás TPU: fényálló, nehezen feldolgozható és drága.* Hátránya, hogy a kompaundot először granulátum formájában kapják meg az extruderből, és azt költséges kriogén eljárással (folyékony nitrogénnel) alakítják porrá. Ráadásul az így kapott por szórhatósága is rosszabb, mint a többnyire gömbalakú PVC poroké, ami a felület design kialakítását is befolyásolja.
- *Aromás TPU és szerszámban lakkozás (in-mould coating – IMC): design kialakításban korlátozott lehetőségek, többlépcsős eljárás.* A kis viszkozitású könnyen folyó TPU-val a szerszámban lakkozás a megfelelő technológia. Rejtett zugokat azonban nem lehet biztonságosan lakkozni, ezért további eljárási lépésekkel kell számolni. Megfelelő maszkolási technológiával elsősorban többszínű felületek kialakítására alkalmazzák.
- *Termoplasztikus blokk-kopoliészter (TPE-E): fényálló és ára kedvező.* Ez az anyag a TPU-k kedvező tulajdonságait egyesíti, ugyanis fényálló, mint az alifás TPU és az aromás TPU-hoz hasonlóan kedvező az ára. Sőt további fejlesztésekkel (pl. kettős ráolvasztással, fizikai habosítással) a TPE egységnyi felületre számított anyagköltsége a PVC közelébe került. Hátrány maradt viszont a PVC-hez képest nagyobb reakcióidő és a hőmérséklet szigorú kézben tartása.

A kilencvenes évek közepén dolgozták ki az ún. *Colofast-eljárást*, amelyben reaktív kétkomponensű PUR lakkal vastagbevonatot állítanak elő. Az *IMC eljárás*hoz hasonló gyengéi vannak, ráadásul a sok komponensből álló keverékben előforduló kémiai változás a feldolgozásnál észrevehető eltéréseket okozhat, például a keverék reológiai tulajdonságaiban. Emiatt a technológiát, többnyire a szórást végző robot távolságát a terméktől, állandóan utána kell állítani.

PUR-RIM technológia IMC-vel: eddig elsősorban kis méretű elemek, pl. telefonkonzolok felületének kialakítására alkalmazták, de a Mercedes egyik típusában ajtó belső borításaként is megjelent. A szériákban is alkalmazható eljárást a **Faurecia** első vonalbeli beszállító dolgozta ki.

A **Johnson Controls** a frankfurt-i autókiállításon 2005 őszén *RIM alpha* néven mutatott be egy RIM eljárást, amelyben IMC nélkül állította elő egy közepkategóriájú gépkocsi műszerfalát. Az egyelőre egyszínű, de nagyon esztétikus felületek kialakítá-

sára alkalmas eljárásban nagy reakcióképességű kétkomponensű PUR rendszereket használnak. A kétszínű változat kialakításán még dolgoznak, megvalósítása 2007-től várható.

A *fűvási technológia* alkalmazása a felület nemesítésében viszonylag új. A **Bayer MaterialScience** a **Textron-Kautex** céggel közösen a K'2004 kiállításon bemutatott egy műszerfalat, amelynek bőrszerű felületét ezzel a technológiával TPU-ból alakították ki. Újszerű, hogy egy tömlőből egyidejűleg lehet két- vagy többféle bőrmintázatot előállítani a termék felületén. A tömlőt lehűlés után elválasztják és pl. mögé habosítással továbbfeldolgozzák műszerfallá. Az eljárás az eddigiekhez képest olcsóbb, habár az anyagköltségek magasak. A költségek csökkentésére megpróbálják a fényálló alifás TPU-t aromás TPU-val koextrudálni, a reológiai különbségek ellenére.

A beltéri alkatrészek fejlődési trendjei

Eddig is jellemzőek voltak a világos és megnyugtató színű belső felületek, és növekvő mértékben alkalmaznak ún. *kétszínű design-t*. A megvalósításban alapvetően kétféle technológiai lehetőség versenyzik egymással: az egyik az adott alkatrész előállítására és utólagosan a kétszínű felület kialakítása maszkolás és sablonok alkalmazásával; a másik, amikor a különböző színű alkatrészeket külön állítják elő és aztán ragasztással, hegesztéssel vagy más alkalmas kötési eljárással (csavarozás, szegecseles) illesztik össze azokat.

Mindkét technológiai irányvonalhoz számos eljárás tartozik, és általában jellemző, hogy az egyes beszállítók a saját eljárásukat folyamatosan fejlesztik. Ily módon azonos kiindulási anyagokból eltérő tulajdonságokkal rendelkező késztermékek állíthatók elő. A lehetőségek sokfélesége miatt is indokolt, hogy az autógyártók és a beszállítók együttműködése időben elinduljon; a **Johnson Controls** szerint az új széria kibocsátás előtt 36–54 hónappal ajánlatos, de mindenképpen *az új típus formájának véglegesítése (Styling Freeze)* előtt. Az új autótípus kialakítása során tervezők, szerzők, szakemberek és technológusok, az anyagok tulajdonságait jól ismerő szakemberek együttműködése szükséges, hogy ne utólag derüljön ki egy-egy kiválasztott megoldás negatív oldala. Az előállítási problémák miatt áttervezett alkatrész, vagy a túl drága színezék kiválasztása, az új típus kifejlesztésének idejét indokolatlanul meghosszabbítja, a költségeket emeli. Elvben felmerül annak a lehetősége, hogy az új autótípusok kifejlesztésénél a már jól bevált anyagokat és technológiákat alkalmazzák, hogy az előbb említett hátrányokat, rizikótényezőket kiiktassák. Ezt az utat azonban az innováció motorjának számító autóipar, és a versenyképességüket megőrizni kívánó egyes autógyárak sem most, sem a jövőben nem vállalják.

Légzsák háza műanyagból

Az **Opel-nél** már 1992-ben felmerült, hogy a légzsák burkolatát fém helyett műanyagból készítsék el. Megállapították, hogy a műanyag alkalmazása csökkentheti az alkatrészek számát, könnyebben beépíthető felépítést tesz lehetővé több funkcióval,

amellett, hogy az előállítás költsége csökken és kisebb lesz az össztömeg. A műanyag ház 1995-ben valósult meg, amikor az **Opel** a **ZF Boge Elastmetall** céggel közösen fejlesztette ki a terméket a *Vectra B típus*hoz 30–40% üvegszál-erősítésű PA 6-ból. Az új termék tömege a korábbi fém konstrukcióhoz képest 14%-kal kisebb lett. A fejlesztés nem állt meg: az optimalizálási cél érdekében egy méretre szabott, 40% üvegszálat tartalmazó PP keveréket fejlesztettek ki. Ez az alapanyag a PA-dal összehasonlítva olcsóbb és kisebb a sűrűsége. A ház tervezésekor szimulálták az erőhatásokat és ezeket figyelembe véve határozták meg a falvastagságokat. A **ZF Boge Elastmetall** cég 2006 első negyedévéig kb. tizenegy millió légszákházat készített az **Opel** gépkocsikhoz.

PC ötvözetek különböző alkatrészekhez

A polikarbonát ötvözeteknek szilárd helyük van a karosszéria elemek gyártásában. Megfigyelhető, hogy a hátsó spoilerokhoz és az antenna burkolatokhoz is egyre inkább ásványi anyaggal erősített PC/PET és PC/PBT keverékeket, valamint töltetlen, de üvegszál-erősítésű PC/ABS blendeket vezetnek be.

Az ásványi töltőanyagot tartalmazó PC/PET és PC/PBT ötvözetek (pl. a **Bayer MaterialScience Makroblend** típusai) a rendszám-tábla-keret és a csomagtartófedél borítás előállítására alkalmasak. A PC/PET erősítés nélküli változata (*Makroblend DP 7645*) rövidesen a piacra kerül a hűtőrács gyártásához korábban használt PA kiváltására.

A PC/ABS blendet (pl. *Bayblend*) főleg erősítés nélkül alkalmazzák, pl. a külső tükör burkolatához, hűtőrács-hoz. Ez a típus (pl. *Bayblend T45 PG – Plating Grade*) jól galvanizálható is. Krómozott alkatrészeket, pl. emblémákat, hűtőrács kereteket, díszléceket készítenek belőle.

Új termék a karosszéria elemek gyártásához az erősítés nélküli *Bayblend DP W 65-ös típus* (PC/AES), amely lakkozás nélkül ütköző lécek, szellőzőrácsok vagy hűtőrácsok gyártására ajánlott.

A PC kompozitok konkurensei mindenképp előtt az on-line és in-line lakkozási anyagok, mint az acél, az alumínium, a poli(fenilén-oxid) és a PA ötvözetek (PPO/PA), valamint a RIM-eljárással feldolgozható PUR rendszerek. Az off-line lakkozási anyagok közül a PP-t kell említeni.

Hőformázható duroplaszt

A **BASF** legújabb fejlesztése, hogy a *Basotect* nevű hőre keményedő termékét sikerült hő hatására formázhatóvá tennie. *A Basotect TG az első hőre keményedő hab, amely hő hatására formálható.* Az eredeti duroplaszt hőformázhatóságát csak előzetes impregnáló lépéssel lehetett elérni: egy ragasztóanyaggal átitatva és préselve, majd szárítva vált formázhatóvá. Az új alapanyag, a *Basotect TG* impregnálás nélkül formázható, ezáltal 20%-kal csökkennek a formadarabok előállítási költségei. A habanyagot nem csak a járműgyártók, hanem más iparágak is előnyösen alkalmazhatják.

A habanyag könnyű, nehezen éghető és 200 °C-on is alkalmazható, valamint kiváló hangelnyelő tulajdonságú.

A gépkocsigyártók a *Basotect TG*-t szürke színben igénylik és a tartósan nagy hőmérsékletű terekben, pl. a motortérben alkalmazzák.

Összeállította: Langer Zsuzsa és Dr. Orbán Sylvia

Schlott, S.: Innovationsschaufenster der Autobranche. = Kunststoffe, 95. k. 11. sz. 2005. p. 96–101.

Klein, B.: Arbeitsplatz und gute stube auf Rädern. = Kunststoffe, 96. k. 3. sz. 2006. p. 98–107.

Albus, S.: Mehr als „nice to have“. = K-Zeitung, 2006. 6. sz. p.17–18.

Dahmen, H. J.: Im Kommen: Spoiler und Antennendeckel aus PC-Blends. = K-Zeitung, 2006. 7. sz. p. 22.

www.basf.de/kunststoffe

Duroplast jetzt thermoformbar gemacht. = K-Zeitung, 2006. 6. sz. p. 26.