

A műanyag tetőablak térhódítása a gépkocsikban

1998-ban a Toyota alkalmazott először polikarbonát (PC) tetőablakot, de később visszatért a hagyományos acél/üveg konstrukcióhoz, mert a felületkezelés még nem hozta meg a kívánt minőséget. Azóta a technológiát továbbfejlesztették, és ma már egyre több gépkocsigyártó használja ki a műanyag nyújtotta előnyöket. Az alapanyagként használt PC piacát alaposan meglódíthatja az új alkalmazás: egyes prognózisok szerint 5 év múlva 75000 tonna PC-t fognak használni a gépkocsiablakokhoz. Az üveg/műanyag rendszereket is intenzíven fejlesztik.

Tárgyszavak: autóipar; autóablak; tetőablak; bevonatok; polikarbonát; fejlesztés; piaci adatok.

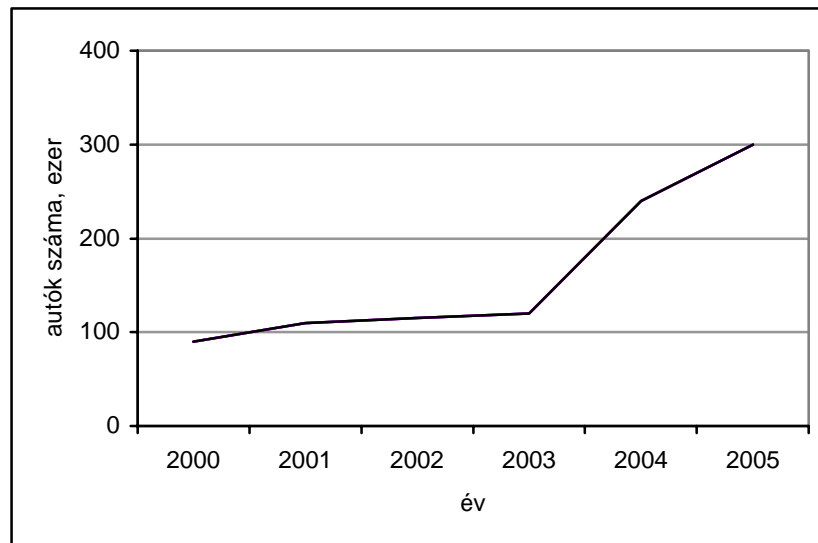
Az **IT Group** vizsgálta az autóablakok piaci helyzetét a világon, jelentésük magába foglalja az autóipar fejlődési dinamizmusát, a tervezési irányzatokat, a technológia és piac újdonságait. Az anyag, a gyártás és forgalmazás elemzését Európában, Észak-Amerikában és Japánban végezték el. A gazdasági-takarékossági nyomás ellenére számos újdonságot vezettek be az autógyártásban, amelyek közül az egyik legjelentősebb a műanyag autóablakok beépítése.

A hagyományos üvegablakok kiváltására rétegelt, zajvédő, infravörös sugárzást visszatartó (belső hőmérsékletcsökkentő, energiatakarékos) ablakokat fejlesztettek ki műanyagból. A színes ablakokkal kedvezőbb az autó megjelenése. A műanyagból készített ablakoknál tovább kellett fejleszteni az alapanyagokat, a felületi bevonatot, a gyártástechnológiát és az ehhez szükséges szerszámokat. A helyettesítésnek akkor van értelme, ha gazdasági vagy egyéb előnyökkel jár; csökkenti a tömeget, növeli a tervezési szabadságot, valamint a napfénytetőt maguk az autógyártók is elkészíthetik, nincs szükség megfelelő üveg megrendelésére. A műanyagablakok gyártásához a következő feltételek szükségesek: nagy feldolgozási kapacitás, megújuló szerszámkészítés, fedőréteg felviteli technológia. Azok a gyártók, amelyek rendelkeznek a megfelelő anyaggal, berendezéssel, képesek kifejleszteni a belsőfeszültség-mentes (optikailag megfelelő), nagy műanyagablakokat. A belsőfeszültség eredményesen csökkenthető a szerzőhelyes kialakításával. Az utólag felvitt fedőréteggel elérhetik akár az üveg kopásállóságát is.

Az európai és az észak-amerikai autógyárak által alkalmazott műanyagablakok piacról az *1. ábra* ad tájékoztatást.

A nagyméretű, akár 1,1 m² felületű polikarbonát tetőablak térhódítása a személygépkocsikban egyre kifejezettebb, és a következő néhány évben mind több autó-

gyártó cég alkalmazza majd az újabb típusainál. Műszakilag a 2 m²-es panelek gyártása is megoldott, de jelenleg nincs még érdeklődés az ilyen nagy méretek iránt.



1. ábra. Műanyag autóablakok piacának alakulása Európában és Észak-Amerikában

A **Freeglass** 2001-ben egy közös vállalatot hozott létre az üvegyártó **Saint Gobain-Sekurit** és az alkatrészgyártó **Schefenacker** cégekkel polikarbonát tetőablak gyártására. 2005-ben a cég 50 000 db napfénytetőt szállított a *Smart* autókhoz és közel 300 000 darab egyedi panelt a **Webasto** cég megrendelésére. A panelekből lamellás tetőket készítettek a *Mercedes A-Class* és a *Mercedes B-Class* típusokhoz.

Az autótervezők igyekeznek a levegős belső tér érzetét kelteni, és ebben a panoráma tetőablaknak fontos szerepe van. Az üveg nagy fajsúlya azonban határt szab az elképzeléseknek, hiszen a stabilitás szempontjából éppen a gépkocsi legérzékenyebb részén, a tetőn okoz nagyobb tömeget. Míg a *Smart*-nál a műanyagtetővel 4 kg-mal lett könnyebb a kocsi, ez az érték akár a 7 kg-ot is meghaladhatja, ha a méretet 1,5 m²-re növelik. A **Webasto** által gyártott lamellás tetővel a hagyományoshoz képest 3 kg-mal csökken a gépkocsi tömege.

A műanyag megoldás gondos tervezést igényel, a nagy felületű lemez fröccsöntése sem szokványos eljárás, és utána még felületi kezelést kell alkalmazni a karc- és UV-álló felület kialakítása céljából. A műanyag tetőablak ára a fix tetőkbe épített laminált üveggel versenyképes, míg a fix tetőknél ritkábban alkalmazott temperált üvegnél már drágábbnak bizonyul.

A számítások szerint a felületkezelés költsége egyes esetekben elérheti a termék árának 40%-át is, tehát a költségcsökkentés elsősorban a lakkozási technológia és az alkalmazott lakkok fejlesztésével érhető el. A **Freeglass**nál egy második felületkezelő gépsort indítanak, amelyen új technológiával a **GE Bayer Silicones** 'latest AS4700' típu-

sú bevonatát viszik fel. *A hátsó ablaknál az erősebb igénybevétel miatt plazmabevonattal (plasma enhanced chemical vapour deposition-PECVD) növelik a karcállóságot.*

A **Freeglass** dolgozik az egylépcsős felületkezelés fejlesztésén, a kedvező laboratóriumi eredmények alapján az eljárás ipari bevezetése 2008-ban várható. A közeljövőben elsődlegesnek tekintik, hogy a polikarbonátnál is a ragasztott üveghez hasonló merevséget érjenek el, mivel az autó egybefüggő szerkezeti szilárdságát nem gyengíthetik a tetővel. Statikus terheléssel szemben a polikarbonát kedvezőtlenebbul viselkedik az üvegnél, de valójában az ütközésnél mutatott viselkedést kell vizsgálni.

Az utasok kényelméhez a zajszegény környezet is hozzátartozik. Számos méréssel igazolták, hogy a műanyagtető más akusztikai tulajdonságokkal rendelkezik, mint a laminált és a hőkezelt üvegtető, de alapvetően nem rosszabb. A leginkább befolyásoló tényező a keret merevsége és a ragasztás hatékonysága. Nagyfrekvenciás hangoknál a műanyag kedvezőtlenebbul viselkedik, de közepes frekvenciáknál már jobb az üvegtetőnél. A különbség oka, hogy a műanyagnál hiányzik az a tömeg, amely elnyeli a zajt.

A sötétre színezett PC tető elnyeli a fény infravörös tartományát, így ezen a területen versenyképes az üveg panorámatetővel.

Az autóipar viszonylag hosszú átfutási ideje és konzervatizmusa a műanyagtetők lassú térnyerését vetíti előre az üveggel szemben. A **Freeglass** előrejelzése viszont fokozatos és gyorsuló cserét jósol. A **Bayer** szerint *3 éven belül szériában megjelennek a PC autóablakok, és 5 év múlva az erre a célra alkalmazott PC felhasználás eléri az évi 75 000 tonnát.*

Az *Exatec* polikarbonát tetők gyártására alakult vegyesvállalat (tulajdonosok a **GE Plastics** és a **Bayer MaterialScience**) már 1998–99-ben próbálkozott ennek a terméknek a bevezetésével, amikor a Toyota beépítette az első műanyag tetőt, de az eljárás még nem volt elég kiforrott a szériában való alkalmazásra.

A holland **Inalfa** világszerte 11 üzemében közel 2 millió napfénytető modult gyárt az **Exatec** céggel és a 2005-ben autóablak fröccsöntésére alapított **cleverGlass** vállalattal közösen. Ez utóbbi a **Peguform Bohemia** leányvállalata, amelyet később **Cadence Innovation**-ra neveztek át. A fröccsöntött PC darabok felületét az *Exatec 900* plazmatechnológiával teszik ellenállóval. Tervek szerint a **Cadence Innovation** kapacitása kezdetben 1 millió m²/év lesz, amely a második szakaszban 2 millióra emelkedik. *A cég az autóablak piac 10%-át célozza meg.* A plazmabevonatos technológia beruházási költsége jóval nagyobb, mint a nedves szilikon bevonaté, azonban a várható nagy darabszám a plazmabevonatos technológia megvalósítását gazdaságossá teszi.

Az **Inalfa** a mozgatható, panelekből felépített tetőablakok kifejlesztésére és gyártására koncentrál. A frankfurti kiállításon háromrészes modult mutattak be, amelynek a fix, elülső része üveg, a nagy hátsó része is kívülről üveg, belülről PC és a két rész közötti kb. 1 m²-es panel is PC. Az egész tető tömege mintegy fele a teljesen üvegből állóhoz képest. A PC alkalmazását fix tetőként a viszonylag nagy méretváltozások korlátozzák, amelyek elérhetik a ± 6mm-t. Emiatt fontos az egyes panelek flexibilis ra-

gasztása. Az **Inalfa** a méretváltozás csökkentésére ($\pm 1\text{mm}$) egy szénszálakompozitot is kifejlesztett

Az **Inalfa** a legújabb *Exatec 900vt* plazmabevonatos technológiát alkalmazza, amely lehetővé teszi a panelek mindkét oldalának egyidejű, de különböző bevonattal való bevonását. Az UV-bevonat után először a külső felületet kezelik a plazmával, míg a belső felületet csak plazmával kezelik és elhagyják a költséges (és felesleges) UV-védőréteget. Összehasonlítva az előzőekben használt nedves bevonattal az *Exatec 900vt* olcsóbb és nagyobb tervezési szabadságot biztosít a tervezőknek. Ez utóbbira példa, hogy polikarbonátból a tartókerettel egybefüggő darab készíthető, és ebben az esetben elektrolumineszcens és/vagy LED világítást lehet alkalmazni. A gyártók optimisták, mivel minden évben nagyobb és kedvezőbb tetőt sikerül készíteni. A várható napfénytető eladások 50%-át már a műanyag panorámatetők fogják kitenni.

Az **Inalfa** 400.000 panorámatetőt gyárt egy évben. Ez a jelenlegi igények 20%-a. A cég az elkövetkező 3-4 évben a kapacitását legalább a duplájára kívánja növelni.

Nagyobb biztonság és kisebb tömeg: a DuPont™ Spallshield® lépésváltást jelent a napfénytető technológiában

A **DuPont™ Spallshield** egy polivinil-butirál (PVB) – poli(etilén-tereftalát) (PET) kompozit, a PET-en egy további karcálló kemény bevonattal, amely az egyszerű standard üvegrétegre hagyományos üveglaminálási eljárással vihető fel. Az eredmény: nyolcszoros ütésállóság a standard laminált üveghez képest, miközben tömege 25-30%-kal kisebb.

A **DuPont Glass Laminating Solutions** bemutatta a *Spallshield®*-et, a cég első műanyag kompozitját, amelyből gépjárművek napfénytetőit lehet előállítani. Bevezetése új alternatívát jelent a tisztán szerves műanyag üvegezés, vagy egyéb meglévő üveg-üveg típusú laminátumokhoz képest. *Egy egyszerű üvegrétegen alkalmazva a Spallshield®-et akár nyolcszoros ütésállóságot adhat a standard laminált üveghez képest, míg a tömege kb. 30%-kal kisebb.* Üzleti szempontból az üveg-műanyag kompozit bevezetése forradalmasítja a biztonsági üveg előállítási technológiáját, és válasz a gépjárműipari beszállítók erőfeszítéseire, hogy egyre nagyobb tetőrendszereket állítsanak elő. *Az új technológia azonnali sikerét igazolja, hogy a Mercedes-Benz új modelljeiben 2005 második felétől ezt a technológiát alkalmazzák.*

Az autó-napfénytetők piacán állandó és egyenletes évi 10–15%-os növekedés tapasztalható. A vevők a gépjárműben egyre több napfényt és egyre nagyobb teret igényelnek. Ezek az elvárások oda vezettek, hogy nagyobb, úgynevezett „panoráma” napfénytetőket fejlesztettek ki, néhány esetben több mint egy négyzetméteres üvegfelületet építve a tetőbe. Azonban, ahogy a napfénytetők mérete növekedett, ugyanúgy nőtt az aggodalom, elsősorban a biztonság csökkenése – az üveg szétrobbanása és az utasok kiesésének lehetősége egy baleset esetén – és a növekvő tömeg miatt.

Egészen mostanáig, a meglévő napfénytető-technológiák döntő többsége edzett, vagy laminált üvegen alapultak. A hagyományos egyrétegű edzett üveg költségkímélő

alternatíva, azonban a nagyobb napfénytető tömege már olyan nagy, hogy potenciális veszélyt jelent az utasokra nézve egy baleset során. Nagyobb ütésállóságú a standard laminált üveg, ahol a két üveg réteg között szendvicsként egy polivinil-butirál (PVB) köztes réteg van, de a kialakult kétrétegű üvegszerkezet tömege még mindig probléma maradt.

A **DuPont** saját tudományos szakértelmére alapozva dolgozta ki a technológiát, amelyben egyesítik a műanyagok pozitív tulajdonságait a laminált és az edzett üveggel. A *Spallshield*[®] a standard laminált üveg összes előnyét biztosítja, mint pl. kiváló időjárás-állóság, ellenálló a karcokhoz és a vegyi anyagokkal szemben, miközben akár nyolcszor erősebb és 25-30%-kal könnyebb lehet mint a hagyományos laminált üveg.

A **DuPont** *Spallshield*[®] műanyag kompozit továbbá kiváló védelmet nyújt a szilánkok ellen, ha az üveg összetörne. Az üvegre laminált PET film szolgál szilánkvédő réteggé, amely a veszélyes üvegszilánkokat a helyükön tartja, amíg az alkatrészt ki nem cserélik. A standard laminált üveg, (amelynek a gépjármű belseje felé eső oldalán nincs szilánkvédő réteg), vagy a hagyományos edzett üveg, a védelemnek ugyanezt a fokát nem képesek biztosítani. Tény, hogy kiváló szilánkmentes tulajdonságai miatt a *Spallshield*[®] műanyag kompozitot már 25 éve használják, mint golyóálló és hurrikán ellen védelmet nyújtó üveg.

A Spallshield[®] a napfénytető-rendszerek piacán a Mercedes-Benz S és R osztályában mutatkozott be 2005 második felében. Ugyanekkor másik 14 gépjármű kapcsán is fontolgatják a technológia alkalmazását. A *Spallshield*[®] a már megvalósult napfénytető alkalmazásokon kívül az oldal- és a hátsóablakok gyártásában is helyet kaphat.

Összeállította: Perényi Ágnes és Dr. Farkas Ferenc

Smith, C.: Top performance. = European Plastics News, 2005. 32. k. 9. sz. p. 17–19.

Vink, C.: Clever plastics glazing. = European Plastics News, 2005. 32. k. 11. sz. p. 19–21.

Glazing and sealing. = Macplas, 2005. E3. sz. p. 12–13.

Technology adopted in new S and R Class models from Mercedes-Benz: Increased safety at a reduced weight: DuPont™ *Spallshield*[®] provides step-change in sunroof technology, GLS-EU-2006-03-uk