

Autóablakok műanyagból – a PMMA és a PC lehetőségei

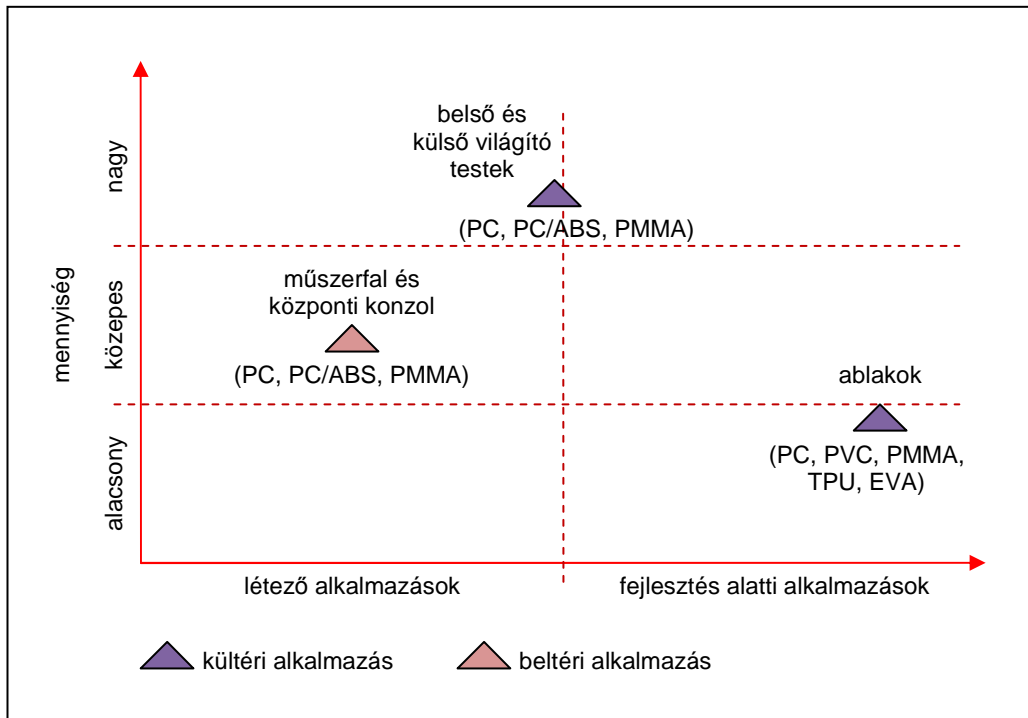
Az autóipar készen áll a műanyagok alkalmazására, hiszen ezzel csökkenteni lehet az autók tömegét. Az ablakoknál az üveg helyettesítése azonban összetett feladat, a lehetőségek még messze nincsenek kihasználva. A PMMA és a PC különböző típusai versenyeznek egymással, hogy a gépjárművek ablakainak műanyagosítása teljes körű legyen. Erre azonban még jó pár évet kell várnunk.

Tárgyszavak: autóipar; autóablak; PMMA; PC; műszaki fejlesztés; tömegcsökkentés; műanyag-alkalmazás.

Az autóipari fejlesztések egyik legfontosabb hajtóereje a tömegcsökkentés, amely az elektromos autóknál még nagyobb jelentőségű. Ebből a szempontból is érthető, hogy az autók ablakainál használt üveg műanyagosítása is napirenden van. A rétegelt autóablakokban is van műanyag, de az üveg még messze nem nélkülözhető az autóiparban. A legtöbb műanyagot egyelőre a biztonsági rétegelt üvegeknél alkalmazzák, ahol a rétegeket polimer fóliával illesztik egymásra. Fóliaként jellemzően poli(vinil-butirál)-t (PVB) használnak. Az üveg teljes kiváltására az átlátszó amorf polimerek, a poli(metil-metakrilát) (PMMA) és a polikarbonát (PC) jöhetnek szóba. A jelenleg gyártott PMMA és PC típusok még nem alkalmasak maradéktalanul valamennyi autóablak műanyagosítására, ennek elérésére intenzív fejlesztések szükségesek. A jelenlegi és a jövőbeni alkalmazásokat szemlélteti az 1. ábra.

Új, javított átlátszóságú PMMA típus

A PMMA (plexi) alkalmazása már régóta elfogadott az autóiparban: gyártanak belőle például hátsó lámpabúrákat, és használják más, nem teljes átlátszóságot igénylő termékeknél, például újabban a belső világítótesteknél vagy az ajtóküszöbökben elhelyezett világításoknál. A PMMA-nak egy sor előnye van az üveggel szemben: többek között kb. 50%-kal könnyebb, jobb a törésállósága és az időjárással szembeni ellenállása, kellemesebb akusztikát biztosít. A tervezőknek is több szabadságot enged a formák tekintetében, hiszen fröccsöntéssel szinte minden 3D forma előállítható. Lehetővé teszi a különböző funkciók integrálását egy alkatrészen belül. Például elképzelhető a hátsó lámpák beépítése a hátsó ablakba, vagy olyan tetőablak, amely szükség esetén megvilágítja az autó belső terét. Mindazonáltal az még a jövő zenéje, hogy a PMMA-t általánosan lehessen alkalmazni az autó ablakainak alapanyagaként. Egyelőre az ECE R43 szabvány szerint elvégzett vizsgálatok alapján az ütésálló PMMA alkalmazását engedélyezték a tető-, a hátsó- és az oldalablakoknál.



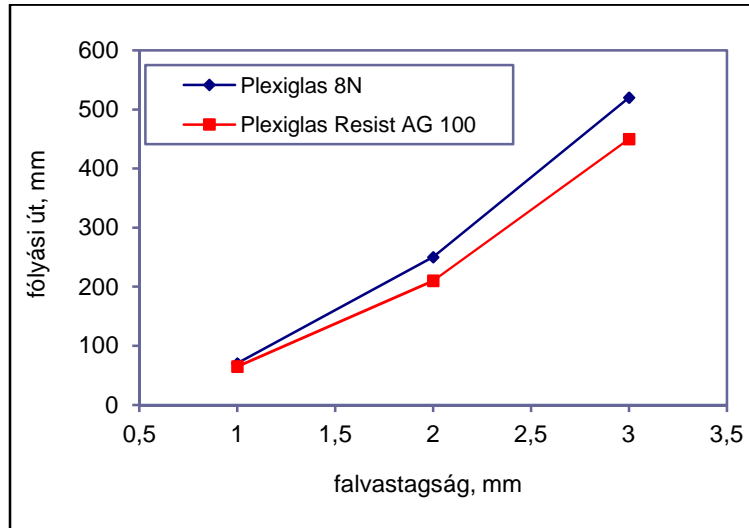
1. ábra Műanyagok alkalmazási lehetőségei az autóüvegek kiváltásában

A hőre lágyuló műanyagoknál szokásos feldolgozási technológiákkal alakítható ütészálló PMMA-nak nagy hátránya az üveggel szemben, hogy alacsony és magas hőmérsékleten a transzparens anyag zavarossá válik. Ezt éppen az ütészállóságot növelő adalék részecskéi okozzák, amelyek törésmutatója a mátrixétól eltérő módon változik a hőmérséklet függvényében. Az Evonik cég most *Plexiglas Resist AG 100* néven új típust fejlesztett ki, amely széles hőmérséklet-tartományban ütészálló és víztiszta átlátszó. Az új típus tehát az ablakok alapanyagaként mindkét alapkövetelményt teljesíti. Molekuláris szerkezete olyan, hogy gyakorlatilag nem lép fel a feszültségre visszavezethető kettőtörés, amely egyébként a versenytárs PC-re jellemző. A *Plexiglas Resist AG 100* 120 kJ/m²-es Charpy ütészállósága hétszer nagyobb, mint a módosítatlan PMMA-é.

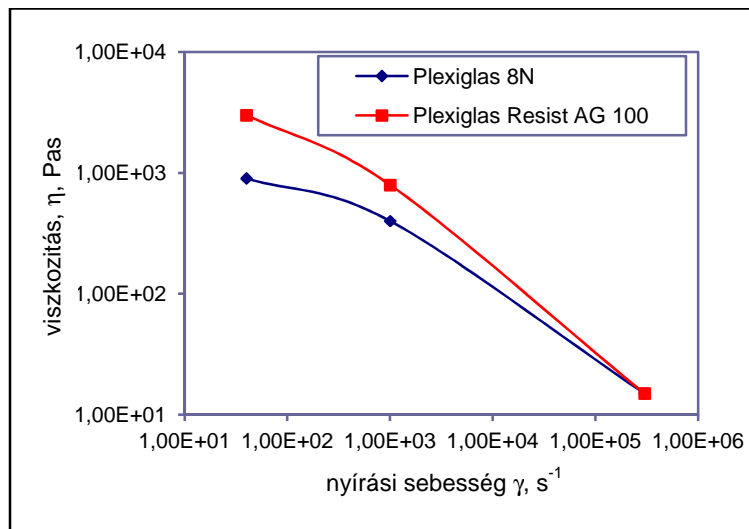
Főleg a szélvédőnek nemcsak ütészállónak, hanem karcállóknak is kell lennie. Már a standard PMMA felületi keménysége is felülmúlja a többi hőre lágyuló műanyagét, de az autóiparban ennél magasabb követelményeket kell kielégíteni. Az alkatrészek karcállóságát egy olyan egyrétegű bevonattal fokozzák, amely teljesíti az *ECE R43* szabvány követelményeit. További fontos követelmény a formatartósság magas hőmérsékleten is, hiszen a parkoló autóknál akár 80 °C fölé is emelkedhet a hőmérséklet. Az Evonik új típusának Vicat lágyulási hőmérséklete 105 °C.

Az új *Plexiglas Resist AG 100* fröccsönthető, ami biztosítja a gazdaságosságot, a gyártás és a forma megválasztásának szabadságát. Feldolgozhatósága, reológiai tulajdonságai lényegében azonosak a már széles körben használt és bevált *Plexiglas 8N*

típusával, amint ezt a 2. és a 3. *ábra* mutatja. Az új típussal eddig már több sikeres kísérletet folytattak első vonalbeli (Tier 1) beszállítóknál. A kísérletek jó eredményeket adtak a ciklusidő, a méretstabilitás és általában a minőség tekintetében, a gyártási hulladék aránya pedig kifejezetten kedvező volt.



2. ábra Az átlátszó *Plexiglas 8N* és a *Plexiglas Resist AG 100* folyási viselkedésének összehasonlítása



3. ábra Az átlátszó *Plexiglas 8N* és a *Plexiglas Resist AG 100* viszkozitása 260 °C-on a nyírási sebesség függvényében

Polikarbonát kompaundok lehetőségei

A polikarbonát (PC) kompaundok alkalmazása az autóiparban az átlátszó alkatrészek gyártására ugyanazokat az előnyöket nyújtja, mint a PMMA. A sikeres alkalmazás

zás érdekében a PC-nek lényegében ugyanazokat a követelményeket kell kielégítenie, mint bármely más anyagnak. PC kompaundokkal is elérhető a kb. 50%-os tömegcsökkenés, a nagyobb szabadság a formák és alkatrészek funkcionális tervezésében, a kisebb törési hajlam az üveghez képest stb. Kiemelkedő a PC kompaundok jó hőszigetelőképesége, amely tehermentesítheti a klímaberendezéseket. Hátrányos tulajdonságuk viszont az IR sugárzással szembeni elégtelen ellenállás, amelyet azonban adalékkal javítani lehet. Problémát jelent a PC gyenge karcállósága is. Ennek javítására – a többi tulajdonság megtartása mellett – jelenleg is folynak a fejlesztések a PC legnagyobb gyártóinál, a Sabc-nál és a Bayer MaterialScience-nél. A fejlesztések célja az alkalmazásnak megfelelő optimális bevonat kifejlesztése. A bevonatoknak mindenekelőtt ki kell elégítenie az optikai követelményeket, amelyeket a különböző szabványok, az *FMVSS 205* (USA), az *R43* (EU) és a *JIS R 3211* (Japán) írják elő. A bevonattal szembeni követelmények ugyanakkor változhatnak aszerint, hogy a PC-t az autó oldalsó vagy hátsó ablakánál, esetleg a tetőn kívánják felhasználni. A szabványokat és az autógyárak követelményeit is figyelembe véve, eddig egy kemény polisziloxán bevonat vált be a legjobban. Ezt a bevonatot a műanyag felületén plazmakezeléssel kombinálva PVD-technológiával (Physical Vapour Deposition – gőzfázisból történő fizikai leválasztás) alakítják ki. Egyelőre azonban az autógyárak hiányoznak a tömegtermelésre alkalmas berendezések ennek a bevonatnak a felvitelére. Ez és a bevonatolás magas költsége hátráltatja a PC áttörését. Jelenleg az autógyárak, a PC kompaundok gyártói és a bevonatolást végző cégek közösen dolgoznak a gyártóberendezés fejlesztésén.

Bár az első és hátsó lámpák buráiban a PC kompaundot használják a leggyakrabban, valamint egyéb autóvilágítási alkatrészekben is elterjedt, *az ablakok gyártásában a PC alkalmazását a hatósági szabályozás egyelőre nem támogatja*. A szélvédőket a szigorú szabályozás szerint csak laminált rétegelt üvegekből lehet gyártani, a többi ablaknál – amelyeknél az előírások kevésbé szigorúak – a temperált üveg alkalmazása jellemző. A Forst & Sullivan tanulmányában rámutatnak arra, hogy a szigorú *R43* előírás feltételeit az üvegre dolgozták ki, és egyáltalán nem vették figyelembe a műanyagok alkalmazásának lehetőségét. A kompaundálók és az érintett autógyári beszállítók véleménye szerint a mára kialakult helyzet, a műanyagok tulajdonságaiban elért változtatások alapján a hatóságoknak felül kellene vizsgálniuk a szabványban szereplő vizsgálatokat és követelményeket. Mindazonáltal használnak már PC szélvédőket a német rendőrségi gépkocsikban és az erdei gépekben, járművekben, ahol a szokásosnál nagyobb az üvegek betörésének kockázata akár a természeti környezet, akár a gépkocsira támadó emberek miatt.

A PC kompaundok tulajdonságai és a fejlesztések eredményei alapján a PC-nek ígéretes jövője van az autógyári. Ennek megvalósulásához a szükséges fejlesztések mellett szükség van a jelenleg érvényes előírások és vizsgálati módszerek felülvizsgálatára is. Az autógyártó OEM-k globalizációja és az egész világra kiterjedő technológiai transzfer is elengedhetetlenné teszi az anyagok alkalmasságával és engedélyezésével kapcsolatos előírások és szabványok harmonizálását. Az említett tanulmány szerint a fentieket is figyelembe véve a következő öt éven belül várható a PC általános

alkalmazása a napfénytetőknél, a fix hátsó- és oldalablakoknál. A lehúzható ablakoknál és a szélvédőknél azonban csak későbbre, tízéves távlatban várják a PC elterjedését.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Löffler, U., Schmidt, A., Dössel, L.: Den Durchbild behalten = Kunststoffe, 104. k. 11. sz. 2014. p. 91–94.

Shankar, S.: Vision and perspective – polycarbonate compounds in automotive glazing applications = CHEManager International, 2014. 10. sz. p. 10.