

Az autóipar új kihívások elé állítja a műanyagipart

A műanyagok egyik fontos alkalmazási területe az autóipar, amely folyamatosan új kihívások elé állítja a műanyagipart. Ma már nem az elektromos autó a legfőbb újdonság, hanem a változó közlekedési szokásoknak, a fenntarthatóság követelményeinek való megfelelés.

Tárgyszavak: autóipar; súlycsökkentés; elektromos autó; reciklált műanyagok; bioműanyagok; kompozitok.

A mobilitást befolyásoló kulcsfontosságú trendek közé tartozik az elektromos autózás előretörése, az önvezető autók (autonóm vezetés), a konnektivitás (más eszközökkel való csatlakoztathatóság) az autók megosztása (car sharing), az urbanizáció és a körforgásos gazdaság. Alapvető fontosságú ezeknek a kérdéseknek a kezelése a járműtervezés és az anyagválasztás terén. A mobilitást a funkcionalitással, a szórakoztatással és az érzelmekkel társítjuk. Az autonóm vezetés új követelményeket támaszt a belső terekkel és a belső térben használt anyagokkal szemben, mivel ez már nem „pilótafülke”, mint jelenleg. Az autómegosztás a felelősség kérdését veti fel. Az áramvonalasság, az aerodinamika a felhasznált anyagok kiválasztásában játszik szerepet, ahol a tartós anyagok használata elengedhetetlen.

Az urbanizáció forgalmi torlódásokhoz vezetett, amelynek eredményeként egyre kevesebb városlakó utazik autóval, inkább a tömegközlekedést részesítik előnyben. Lehet, hogy teljesen más típusú járművet kell tervezni városi használatra, ha nem akarjuk „félresöpörni” az autókat a tömegközlekedés érdekében. A folyamatos csatlakoztathatóság (konnektivitás) egy másik jellemző, amelyet a felhasználók igényelnek minden jövőbeni autóban, ezért érzékelőrendszereket kell beépíteni a járműbe. A nagyobb fedélzeti számítógépes teljesítmény javítja a biztonságot, mivel a számítógépek gyorsabban reagálnak, mint az emberi agy, bár sok járművezető (egy felmérés szerint 57%) elutasítja azokat a járműbiztonsági technológiákat, amelyek életet menthetnek.

Az e-mobilitással kapcsolatos kérdések közül egyik az akkumulátorok élettartama. Az akkumulátor jó hőkezelése lényeges a teljesítménye szempontjából, amit könnyű műanyagokkal lehet megoldani. A környezetvédelmi megfontolások arra készítetik a gépjárműgyártókat, hogy kreatívak legyenek a súlycsökkentés terén annak érdekében, hogy teljesítsék az EU kötelező kibocsátáscsökkentési céljait. A fémalkatrészek kiváltása megnyitja az utat új műanyagok alkalmazásához a járművekben, ugyanakkor az újrafeldolgozást és az újrahasznosított anyagokat is egyre inkább használják.

Mobilitás mindenki számára

Hogyan reagálnak az autógyártók a jelenlegi mobilitási megatrendekre? A **Renault** az elektromos autók fejlesztésébe investál. A vízióik között szerepel a mindenki számára elér-

hető mobilitás, az önvezető és elektromos autózás. A leküzdendő akadályok közé tartozik a nagyobb teljesítményű akkumulátorok kifejlesztése és a jármű súlyának csökkentése.

Az anyagok jelentik a kapcsolatot az autó használója és az autó között. A műanyagok lehetővé teszik a funkciók integrálását, a belőlük készült aktív és érintésre érzékeny felületek biztonsági célokat szolgálnak. Műanyagokra lesz szükség a szagok megszüntetéséhez, ha az autómegosztás sikeres lesz, de antisztatikus és antimikrobiális tulajdonságokra is igény mutatkozik a belső terekben. *A jövő autóiipari polimereit jellemzik majd a hipoallergén, a karcálló és az öngyógyító tulajdonságok.* Több zöld anyagot is fognak használni, ha megfizethetőek lesznek. *Előrejelzések szerint a polimerek felhasználása az autókban 2040-re 20%-ról 30%-ra nő majd.*

Újrahasznosított műanyagok, mint stratégia

A **Volvo Cars**-t a tengeri hulladék problémája készítette arra, hogy lépéseket tegyen a környezet védelme érdekében. Így született meg egy olyan demo autó ötlete, amelyben az összes lehetséges műanyag alkatrészt újrahasznosított műanyagból készült alkatrészek váltják fel. 170 alkatrészt tudtak így kicserélni 60 kg újrahasznosított műanyag felhasználásával. Az alkatrészek kétharmada az utastérben volt, és mindegyik tartalmazott textiliát. A szőnyegek újrahasznosított poliamid halászhálóból, az ülések újrahasznosított PET palackokból készültek. A kicserélt külső alkatrészek, például kormányház bélések, abroncsok újrahasznosított PP-t, valamint bioalapú héjat, a hűtőrács pedig ABS-t tartalmazott.

Bizonyítva, hogy ez lehetséges, a *Volvo arra törekszik, hogy 2025-ig 25%-ban újrahasznosított műanyagot építsen be minden új járművébe.* Jelenleg 350 kg műanyagot használnak a Volvo XC60 és 308 kg-ot az XC90 modellekben. Ezek 25%-ának újrahasznosított műanyagokkal történő felváltása azt jelenti, hogy nagy mennyiségű reciklátumra lesz szükség. A társaság felhasználja a kommunális hulladékból elkülönített és ipari műanyag hulladékokat is. A cél elérése érdekében számos kihívással kell szembenézni, a mennyiség, a minőség és az ár jelentenek problémát. Az újrahasznosított bioalapú és műszaki műanyagok drágák, az anyagokat helyben szeretnék beszerezni és a vegyi anyagokra vonatkozó előírásokat is be kell tartani.

Megújuló forrásból származó anyagok, mint alternatívák

A műanyag hulladékok problémája és az üvegházhatású gázok növekvő koncentrációja a légkörben arra készítette a **Volkswagen**-t, hogy megvizsgálja a szűz, kőolaj alapú műanyagok alternatíváit. A CO₂-kibocsátást szektoronként vizsgálva a közlekedés 14%-ot tesz ki, az ipar 21%-ért, a mezőgazdaság pedig 24%-ért felelős. *A Volkswagen célja a fenntartható járművek fejlesztése, mivel a fenntarthatóság a mobilitás mozgatórugója.* A bioalapú anyagok kiválasztásakor azonban számos szempontot kell figyelembe venni: az anyagok nem lehetnek élelmiszeripari növények, alacsony CO₂-kibocsátásúnak – zéró emisszió – kell lenniük, védjék a biodiverzitást a természetben, de fontos az erőforrások megtakarítása, a környezetbarát folyamatok és termékek bevonása. A bioalapú műanyagok szén-dioxid-semlegesek lehetnek, de további kutatásokra van szükség. Olyan megoldást keresnek, amely optimálisan integrálja az ökológiai, gazdasági és technológiai szempontokat. A kihívások közé tartozik a tartós sta-

bilitás és a komposztálhatóság közötti egyensúly megtartása, valamint ezen bioalapú opciók korlátozott elérhetősége.

Az elektromos járművek új generációja

Az elektromos és hibrid járművek előretörése új mechanikai tulajdonságokat követel meg a műanyagoktól. Az akkumulátorok súlycsökkentése mellett szilárdságra, merevségre és égésgátlásra is szükség van. Az elektromos és a belső égésű motorokkal felszerelt járművek eltérő súlyeloszlására tekintettel, az autógyáraknak át kell gondolniuk, hogyan lehet eloszlatni a balesetek során keletkező energiát. Az esztétikai szempontok, mint például a panelek közötti rések, az alkalmazás és az alkalmazás helye is meghatározzák a műanyag kiválasztását az elektromos járműveknél.

A motortérben hőstabilitással, hő- és vegyszerállósággal rendelkező anyagok szükségese-
sek. Itt a töltött PA66 jó választás a legtöbb műanyaggal szemben a költség/teljesítmény arány tekintetében. Az utastérben fontosak az esztétikai követelmények, ideértve a fényesség és a mattság szintjét, valamint a jó ütésállóságot. Ezért a PC, az ABS, a PC/ABS, a töltött PP és a TPO széles körben használható az utastérben. A külső alkalmazások újabb követelményeket támasztanak, beleértve az UV-stabilitást. Ennek eredményeként UV-módosított vagy eredendően UV-stabil anyagokat alkalmaznak, például UV-álló poliamidot, töltött PP-t vagy töltött TPO-t.

A **Proterra** innovatív elektromos buszokat gyártó vállalat szénzál-erősítésű kompozit karosszériaelemi könnyűek, ütés- és korrózióállóak, így csökkentve a javítás és karbantartás szükségességét.

A **Carbon** cég *Digital Light Synthesis* 3D-nyomtatási technológiájával kettős rendeltetésű fogantyúkat, műszerfal táblákat és emblémákat készítenek sokkal kisebb költségekkel, mintha fröccsöntenek. A digitális textúrának köszönhetően a fogantyúk fogása jobb és javult az ajtónyitó funkciójuk működése is. A testreszabott műszerfal, amelynek szerszámtervezése és -fejlesztése hónapokat igényelhet, sokkal gazdaságosabban elkészíthető a Carbon RPU merev poliuretán anyagából.

Az elektromos és autonóm járművek gyártói számára is számos lehetőséget kínál ez a technológia. Az új jármű architektúrákat nem minden esetben lehet hagyományos technikákkal előállítani, ezért előtérbe kerül az innovatív tervezés. A Carbon digitális gyártási platformja által kínált gyorsaság és tervezési szabadság lehetővé teszi, hogy a különböző változatokat rekordidő alatt vezessék be. Várhatóan nőni fog a kisebb méretű és sebességű elektromos autók száma a városi közlekedésben. Ezeknek a kis sebességű járműveknek (legfeljebb 40 km/óra sebességgel haladnak) nem ugyanaz a szerkezete, felépítése, mint a közúti járműveknek, ezért a kompozitok itt is jelentős szerepet játszanak az energiahatékonyság megvalósításában.

A moduláris megközelítés és a benne rejlő rugalmasság a repülési ágazathoz nyúlik vissza. Az elektromos autóknál nagyon fontos a korszerűsítés és a naprakészség, főleg a beépített elektronika és számítógépek miatt. Az utastereket olyan moduláris összeállításokkal bővítik, amelyek lehetővé teszik ezeket a „frissítéseket”, különösen az autómegosztásnál. Arra is válaszokat keresnek, hogyan lehet a belső terek friss megjelenését megőrizni. Erre lehet megoldás a belső burkolat elemeinek könnyű eltávolítása és helyettesítése. A megosztott

elektromos járművek tartóssága szempontjából olyan adalékanyagok jönnek szóba, amelyek csökkentik a felület súrlódási együtthatóját, így a karcolás vagy sérülés súlyosságát. Ezek az adalékok kombinálhatók olyan színezékekkel is, amelyek felületi sérüléskor kevésbé hajlamosak kifehéredni. Az antisztatikumok csökkentik a por meglepedését, az utasok számának és ennél fogva a mikrobák számának növekedésével pedig fontos szerepet játszanak az antimikrobiális adalékok.

Holisztikus megközelítés

Az elektromos autózásban a műanyagok új alkalmazásai, mint a lemezzé préselhető üvegszálak kompozitok (SMC – Sheet Molding Compound) és a közvetlen keverésű, hosszú szálak hőre lágyuló műanyagok (DLFT – Direkt Long-Fiber Thermoplastics) új lendületet kapnak a jövőbeli gyártás során. Példaként említhető a fémek kompozitokkal való cseréje az akkumulátor tálcáknál és házaknál. Ezek az alkatrészek nagyon összetettek, sok hegesztést igényelnek és festeni kell őket. A fémekkel végzett munka nagyon költséges és nem optimális megoldás. Ezek az akkumulátorok valamivel alacsonyabban helyezkednek el az elektromos autókban, mint a belső égésűekben, és máshol van az autó súlypontja is, ami megváltoztatja az energiaelnyelés útját ütközés esetén.

A fémeket kompozitokkal kombinálva lehet létrehozni az optimális terméket. A **Ford Motor** két fröccsöntött és négy fém alkatrészből készített egy prototípus kompozit alvázat, amellyel 34%-kal csökkentették a tömeget a préselt acélhoz képest. Minél több kompozitot használnak, annál könnyebb a jármű. Az elektromos autók súlycsökkentését az autóipar azonban vegyesen értékeli. Vannak a gyártók között, akik nem tekintik a tömeget olyan kritikusnak, mint korábban. Ugyanakkor az akkumulátorok továbbra is meglehetősen nehezek és drágák, és az autók közötti távolságtartás is az elektromos autók egyik legnagyobb problémája.

Alapanyagok kiválasztása

Az akkumulátorok felrobbanása, a járműtűzek vagy az utastér környezetének szabályozása szempontjából is meg kell vizsgálni a gyártási alapanyagokat. A lítium-ion akkumulátorok jelenlegi generációja biztonsági problémát jelent, ezt *hőinstabilitásnak vagy termikus megfutásnak* nevezik, ami akkor következik be, amikor egy szög vagy más tárgy átszúrja az akkumulátort, kiváltva egy láncreakciót, amely robbanáshoz vezet. A termikus megfutás hőmérséklete rendkívül magas, ezt az akkumulátortartók anyagának kiválasztásakor figyelembe kell venni.

A **CSP** olyan akkumulátorházakon dolgozik, amelyek elég hosszú ideig ellenállnak a termikus megfutásnak ahhoz, hogy az utasok ki tudjanak menekülni a járműből. Noha ipari szabvány nincs erre a problémára, a két perc jelenleg az elfogadott határérték, de néhány gyártó szeretné ezt a védelmet öt vagy tíz percre meghosszabbítani. Van azonban szabvány az elektromos autók akkumulátorházának tűzveszélyességére vonatkozóan: az akkumulátornak két percen belül önkilothonak kell lenni. A CSP által kifejlesztett SMC képes ezt az elvárást teljesíteni. A következő generációs szilárdtest akkumulátorok sokkal kevésbé érzékenyek, de bevezetésükre nincs világos ütemterv.

Ablakok, napfénytetők és más kapcsolódó alkatrészek esetén a polikarbonát nem csak a súlyt csökkenti, hanem lehetővé teszi olyan bevonatok felvitelét, amelyek csökkentik az autó-

ban keletkező hőt. Ez olyan éghajlatokon – például sivatagos területeken – lehet fontos, ahol a légkondicionáló használata drámai módon csökkenti az elektromos járművekkel megtehető távolságot. Hasonlóképpen, különösen hideg éghajlaton az utastér fűtése 30–40%-kal csökkentheti ezt a távolságot.

Szerkezeti alkalmazásoknál a rövid szálas fröccsöntött alkatrészek „nem működnek”, mivel hajlamosak a törésre. A hosszabb szál (pl. a CSP üvegszálás kompozitjaiban vagy a Teijin Serebo anyagaiban) rendkívül nagy szilárdsággal és jó merevséggel teszi szívósabbá az alkatrészeket a súlycsökkentéshez. A hosszú szálaból álló anyagok bizonyos előnyöket kínálnak. A PA66 eredendően jó ütésállósággal rendelkezik, de az elektromos autók súlycsökkentésénél a hosszú szállal töltött PA vagy a PP jobb ütésállósággal bír. A műszerfal és a középső konzol megerősítése, a kartámaszok szerkezeti szilárdsága szintén hosszú szálás hőre lágyuló műanyagokkal biztosítható. A lökhárító szerelvények és az ütközők fém alkatrészei ugyancsak ez utóbbi anyagra cserélhetők a súlycsökkentés érdekében.

A karosszéria paneleknél a hőtágulási együttható az anyagválasztás elsődleges szempontja. Az SMC-k hőtágulása közel van a fémekéhez, szemben a fröccsöntött panelekkel, amelyeknek nagy a hőtágulása. A hőtágulás szabályozása kulcsfontosságú a panelek közötti rések egyenletes fenntartása érdekében. Töltetlen anyagoknál a rések szűkebbek lehetnek magasabb és tágabbak alacsonyabb hőmérsékleteknél. A csomagtartóban vagy a motortérben szintén kompozitokkal lehet a helyet optimalizálni. A közúti zaj egy másik szempont. Vezetés közben a hallható közúti zaj alacsony frekvenciájú. Ezt különböző szerkezeti elemek beépítésével olyan értékre próbálják felfelé módosítani, ahol a habok és a szőnyegek hatékonyan elfedhetik a zajt. Amikor egy alkatrész magasabb frekvencián „zümög”, akkor a TPE-k, a gumik és a habosított műanyagok könnyebben képesek elnyelni és visszaverni a vibrációt.

Utastér

Az elektromos autók utasterében a vezetőképes műanyagokból készült szórakoztató-elektronikai és telematikai kijelzők egyre nehezebbé és összetettebbé válnak. A tervezőknek árnyékolni kell ezeket a rendszereket az elektromágneses interferenciától (EMI), más néven áthallástól. A fém alkatrészek helyettesítésével nő a formatervezési szabadság, és azonos EMI árnyékolási teljesítmény mellett 50%-os súlymegtakarítást érhető el az alumíniummal szemben.

A magasan szerelt telematikai és szórakoztatóelektronikai rendszereknél a fém árnyékolásnál nagyobb lesz a súlyterhelés, ami erősebb remegést okozhat bukkanókon való áthaladáskor. Ennek stabilizálása és ellensúlyozása érdekében nagyobb szerkezeti elemeket kell beszerezni, ami nagyobb súlyt jelent. A **PolyOne Surround** anyagaival ezek a szerkezeti átalakítások nem szükségesek.

A **Novares** összetett alkatrészeket és rendszereket tervez és gyárt a jövőbeni autókhoz. A Nova Car #2 koncepció autójában a felületre integrált központi kijelző egység egy S alakú érintőképernyő, amely két 12,1 hüvelykes OLCD-ből (üvegmentes szerves LCD kijelző) áll. A bal és jobb oldalán a 4,58 hüvelykes konkáv OLCD-k az oldalsó tükröket helyettesítik, a 4,68 hüvelykes OLCD utas érintőképernyő pedig a hátsó ajtópanellel integrált. A járművekben a jobb konnektivitás és automatizmus irányába mutat a tendencia, amely egyre nagyobb hangsúlyt helyez az ember és a gép közötti kapcsolatra. A jármű belsejében a kijelzők mérete egyre nő, amelyeket sokkal jobban be lehet illeszteni az utastér ívelt és formázott felületeibe.

Ezeknek az új, felületre integrált kijelzőknek meg kell felelniük a fényerőre és megbízhatóságára vonatkozó követelményeknek, mégpedig megfizethető áron.

A **FlexEnable** OLED technológiája olyan alakítható és formázható kijelzőket nyújt, amelyek nagy területekre méretezhetők kis költséggel. Ugyanaz a minősége és teljesítménye, mint az üveg LCD-nek, azaz nappali körülmények között nagy fényerejű anélkül, hogy ez az élettartamát befolyásolná. A műanyagból készült LCD kijelző jelentősen megújítja az ember-gép interfészt a felületre integrált kijelzők területén, a technológia különösen alkalmas két cellás kijelzők gyártására, mivel rendkívül vékony, költségtakarékos és jó a betekintési szöge. Az OLED beépíthető elektromos buszokba is, ahol intuitív és személyre szabott élményt nyújt az utasok számára.



1. ábra Erőforrás-kímélő anyagok a Mercedes Benz EQC teljesen elektromos autójában

Út a jövő mobilitásához

A szakemberek számára úgy tűnik, hogy a gyártók egyre több műanyagot fognak használni az elektromos járművekben. A piackutatók ezzel szemben azt vetítik előre, hogy ezekben a járművekben használt műanyag mennyisége drámai módon nem fog nőni vagy csökkenni a belső égésű motorokkal felszerelt járművekhez képest. *Az alkalmazott műanyagok típusai viszont változnak*, például a szénszálak kompozitok felhasználása az előrejelzés szerint 2030-ig megháromszorozódik a hagyományos járművekben, főleg a prioritást élvező súlycsökkentés miatt. Az elektromos autók gyártói másrésztől növelik a PP, PA, PC és PE felhasználását, kiegészítve azokkal a töltött műszaki polimerekkel, amelyek megfelelnek az árnyékolás és a szivósság követelményeinek. A **Mercedes-Benz**-nél például irányadó elv, hogy az optimális anyagot a megfelelő helyen használják, így nem fejlesztenek az elektromos autókhoz specifikus műanyagokat (1. ábra). Felmérik a könnyű anyagok felhasználásának, valamint az erőforrás-hatékonyságnak a termelés során felmerülő lehetőségeit. Ez annak az általános célnak felel meg, amely csökkenti a termékek környezeti hatásait az egész értékláncban. Ehhez egyrészt új és könnyű anyagokat, alkatrészeket alkalmaznak, másrészt egyre inkább megújuló nyersanyagokat és újrahasznosított anyagokat használnak.

Az újrahasznosított műanyagok jelentősen befolyásolhatják az e-mobilitás új irányát. A reciklált műanyagok felhasználása, amelyek teljes egészében vagy részben feldolgozott termelési hulladékból vagy régi anyagokból származnak, az elhasznált járművekről szóló 2000/53/EC irányelvben meghatározottak szerint személygépkocsikban és haszongépjárművekben 3,5 tonna megengedett összsúlyig lehetséges. Az irányelv azt is előírja, hogy a járműgyártás során több reciklált anyagot használjanak az újrahasznosított termékek piacának megerősítése érdekében.

A megújuló nyersanyagok használata számos előnnyel jár, mint például a fosszilis erőforrások felhasználásának és az alkatrészek súlyának csökkentése, valamint az alkatrészek könnyű újrahasznosíthatósága. A CO₂-egyensúlyuk majdnem semleges az energia-visszanyeréskor, mert csak annyi CO₂ szabadul fel, amennyit a növény a növekedése során felvesz.

Összeállította: dr. Lehoczki László

Megatrends in automotive industry drive materials development = *Plastics News Europe*, 46. k. 4. sz. 2019. p. 10–11.

Giordano, G.: Plastics power a new generation of electric vehicles = *Plastics Engineering*, 75. k. 8. sz. 2019. p. 24-30.