

Műanyagok az elektromos jármű innovációkban

A fenntarthatósági törekvések maguk után vonják az elektromos és hibrid járművek térnyerését. A műanyagok előmozdítják az autók hatékonyabb üzemanyag-felhasználását és a környezeti hatásuk csökkentését, rugalmassá teszik a tervezést, megfelelnek a fokozott biztonsági előírásoknak, esztétikusak, csökkentik a jármű súlyát, az erősített műanyagok hasonló szilárdságot és ugyanolyan stabilitást biztosítanak, mint a fémek. Mindezek ideális anyaggá teszik a műanyagokat az elektromos járműalkatrészek gyártásában.

Tárgyszavak: műanyag alkalmazás, e-mobilitás, elektromos jármű, műanyag alkatrészek, alapanyagok, fenntarthatóság, karbonlábnyom, biztonság, súlycsökkentés, zajcsökkentés, égésgátlás

Az autóiipar az elmúlt 100 év legnagyobb forradalmán megy keresztül az elektromos és hibrid járművek térnyerésével, és ahogy az ipar folyamatosan alkalmazkodik, a műanyagok is egyedülálló helyzetbe kerülnek ennek a fejlődésnek az előmozdításában. A műanyagok lehetővé teszik az autók hatékonyabb üzemanyag-felhasználását és a környezetre gyakorolt negatív hatásuk csökkentését. A hagyományos autóiipari anyagok, mint például a fémek, merevek és nehezek, ugyanakkor a műanyagokkal rugalmassá válik a tervezés, megfelelnek a fokozott biztonsági előírásoknak, esztétikusak, csökkentik a jármű súlyát, az erősített műanyagok ugyanolyan szilárdságot és stabilitást biztosítanak, mint a fémek. Mindezek ideális anyaggá teszik a műanyagokat a járművek számára.

Fenntarthatóság, biztonság, súlycsökkentés

A fenntarthatóság és az innováció az autóiipar jövőjének központi kérdésévé vált. Az elektromos járművek térnyerése a fosszilis üzemanyaggal működő járművekhez képest a kisebb negatív környezeti hatásán alapul. A vezető autógyártók tanulmányai azonban azt mutatják, hogy a járművek élettartama alatt a CO₂-kibocsátás nagyjából 30%-a az anyagokból és a gyártásból származik. Következésképpen az autóiiparnak a járművekben használt anyagok fenntarthatóságának növelésére és a gyártási folyamatok optimalizálására kell összpontosítani.

Ennek eléréséhez a jármű életciklusát is figyelembe kell venni a fejlesztések során. A gyártóknak előtérbe kell helyezni az autóiipari műanyagok körkörös életciklusát, hogyan lehet a legjobban integrálni az elhasznált járművek anyagait az új modellekbe a fenntarthatóság érdekében. A legújabb műanyag újrahasznosítási technológiák révén ezek az autóiipari anyagok újrafeldolgozhatók és újrafelhasználhatók, miközben megfelelnek a szűz anyagokra vonatkozó minőségi előírásoknak.

A növekvő fogyasztói kereslet, a szabályozási nyomás és a technológiai fejlődés hatására az elektromos mobilitásra való átállás az előrejelzések szerint tovább fog gyorsulni. A belső égésű motorok kiváltására az autóiipari beszállítóknak olyan fejlett anyagokra van szükségük, amelyekkel biztonságosabbá, könnyebbé és fenntarthatóbbá válnak az elektromos járművek. A DSM strapabíró, de könnyű anyagokból álló portfóliója lehetővé teszi olyan autóalkatrészek

előállítását, amelyek könnyűek, csökkentik a súrlódást és extrém körülmények között is működnek – beleértve a magas hőmérsékletet is – lényegesen kisebb karbonlábnyom mellett.

Biztonság

Biztosítja, hogy a jövő kulcsfontosságú mobilitási rendszerei – mint például az e-hajtás, a csatlakoztathatóság, a tartályok és a szerkezeti részek – azokból a legmegbízhatóbb anyagokból készüljenek, amelyek megfelelnek vagy meghaladják az alkalmazási szabványok kritériumait, ugyanakkor csökkentik az alkatrészek karbonlábnyomát.

Súlycsökkentés

A DSM anyagai közül a *ForTii*[®] PA4T PPA, valamint az *Akulon*[®] PA6 és PA66 polimerekkel csökkenthető a súly, ezek az anyagok kategóriájukban a legjobb szilárdságot kínálják a fémek cseréjéhez.

Fenntarthatóság

A DSM kifejezte merész törekvését, hogy 2030-ra 50%-kal csökkenti az üvegházhatású gázok kibocsátását és termékei karbonlábnyomát a 2016-os bázisértékhez képest, valamint bio- és/vagy újrahasznosított alapú alternatívákat fejleszt 2030-ig.

A hosszú töltési idő azonban továbbra is alapvető akadálya az elektromos járművek szélesebb körű elterjedésének. A töltési idők lerövidítéséhez nagyobb akkumulátorfeszültségre van szükség (1000 V vagy afeletti érték). Ahhoz, hogy az ultragyors töltés a megfelelő biztonsági és megbízhatósági szinten elérhető legyen, a gyártóknak olyan szigetelő műanyagokat kell használniuk, amelyek jobban ellenállnak a nagyfeszültségnek.

A több mint 40 éves autóipari anyagbeszállítói tapasztalattal rendelkező **Solvay** továbbra is egyedülálló, fenntartható megoldásokat fejleszt, segítve az e-mobilitásban megfelelni a biztonság, a hőelvezetés, az égésgátlás és az elektromágneses interferencia (EMI) árnyékolás egyre összetettebb követelményeinek (1. táblázat).

Zajcsökkentés, tartósság

Napjaink autóiban kihívást jelent a túlzott zaj, amely a műanyagból és más anyagokból készült alkatrészek érintkezéséből ered. A gyártók az autó összeszerelése után kezelik ezeket a problémákat, például filceket helyeznek a műanyag alkatrészek közé. Az elektromos járművek lényegesen kevesebb külső zajt keltenek, mint a belsőégésű motorok, a vezetők és az utasok pedig hasonló szintű csendre számíthatnak belül is. Ha a csikorgást és az anyagok egymáshoz dörzsöléséből származó egyéb zajokat a külső zaj nem nyomja el, akkor olyan anyagokat kell használni az összeszerelés során, amelyek ezeket a zajokat már a forrásnál minimálisra csökkentik vagy potenciálisan kiküszöbölik. Vizsgálatokkal kimutatták, hogy az akrilnitril-butadién-sztirol (ABS) polimerek módosíthatók a túlzott zaj csökkentése érdekében, miközben megőrzik ugyanazokat a teljesítmény tulajdonságokat.

A műanyagok tartóssága és adaptálhatósága is fontos jellemzők. Az átlátszó, karcálló és UV-áteresztő PMMA műanyagot gyakran használják a hátsó világításban a tartalék kamerák, a holtér-érzékelők és más érzékeny területek lefedésére, de hasznos lehet a sárvédők és tetősín kialakításoknál is. A polikarbonát (PC) szintén tartós anyagnak számít, az ABS-sel kombinálva

1. táblázat.
A Solvay fenntartható megoldásai az e-mobilitásban

	Tervezési trendek	Solvay megoldások
E-motorok	<p>A teljesítmény/hatékonyság növelése azonos méretű vagy kisebb motorral.</p> <p>A motor méretének csökkentése az akkumulátorok helyének növelése érdekében.</p> <p>A jármű hatótávjának növelése.</p> <p>A hőelvezetés optimalizálása.</p> <p>Az elektromos és mágneses veszteségek csökkentése.</p> <p>A súly és a költségek csökkentése.</p>	<p>Egyrétegű kábelbevonás a vékonyabb bevonat érdekében.</p> <p>Egyrétegű fólia a vékonyabb szigetelésekhez.</p> <p>Vegyszerálló bevonatok szélesebb körű hűtési megoldásokhoz.</p> <p>Hővezető anyagok a jobb hőátadás érdekében.</p> <p>Magas kúszóáram szilárdságú anyagok az elektromos alkatrészek miniaturizálásához.</p>
E-meghajtók	<p>Motor tengely fordulatszáma ~20 000 fordulat/perc.</p> <p>A súrlódási veszteségek csökkentése a hatékonyság növelése érdekében.</p> <p>Az akkumulátorok elhelyezésének optimalizálása a motor, a sebességváltó és az áramtermelő elektronika integrálásával.</p> <p>Folyadékok a fogaskerekek kenésére és a motortekercsek hűtésére.</p>	<p>Kiváló kopásállóságú és kis súrlódású anyagok nagyobb nyomáson és sebességnél.</p> <p>Kiváló rugalmasságú tömítőanyagok alacsony és magas hőmérsékleten.</p> <p>Új kenő-/hűtőfolyadékokkal kompatibilis anyagok.</p>
Áramtermelő elektronika	<p>A gyulladás és a lángterjedés elkerülése.</p> <p>A rövidzárlatok (elektromos korrózió) megelőzése.</p> <p>A hőelvezetés optimalizálása.</p> <p>Elektromágneses sugárzás elleni védelem.</p> <p>Akkumulátorok méretének és súlyának csökkentése.</p>	<p>UL94 V0 minősítésű anyagok.</p> <p>Halogénmentes termékek az elektrokorrózió megelőzésére.</p> <p>Hővezető anyagok a jobb hőátadás érdekében.</p> <p>Fémezés, védőbevonatok és vezetőképes töltőanyagok.</p> <p>EMI árnyékolás.</p>

a PC alacsony hőmérsékleten is képlékeny marad, így tökéletes megoldás a biztonság szempontjából kritikus alkatrészekhez az ütközési teljesítmény növelésére.

Égésgátlás

Az **LG Chem** által kifejlesztett égésgátló műszaki műanyag képes megakadályozni a lángok terjedését az elektromos járművek akkumulátoraiban. A továbbfejlesztett égésgátló termék különféle kompozitokból készül, poli(fenilén-oxid)-ot (PPO) és poliamidot (PA) tartalmaz, amelyekkel az akkumulátor alkatrészei hosszabb ideig ellenállnak a lángoknak. A tesztelés során a termék 1000 °C-on több mint 10 percig képes volt megakadályozni a lángok terjedését, ez tízszer hosszabb idő, mint az általános műanyagok esetében. Az elektromos járművek akkumulátoraiban keletkező tüzek fő oka a hőinstabilitás, mert a különféle stresszhatások hőfelhalmozódást okozhatnak az akkumulátorcellában. Ha egy akkumulátorcella túllépi a termikus küszöbértékét, akkor rövidzárlat miatt tűz keletkezhet. Ezt olyan tényezők váltják ki, mint például a túltöltés, lemerülés, és a keletkező tüzet nehéz eloltani, mivel az akkumulátorban lévő lítium heves reakcióba lép a vízzel.

Nagyméretű alkatrészek

A poliamid 6 és poliamid 66 műszaki műanyagok nagyon hasonló tulajdonságokkal rendelkeznek, mégis gyakran versenytársai egymásnak. A közelmúlt poliamid 66 árazási helyzete és átmeneti korlátozott elérhetősége azt eredményezte, hogy a hagyományos és új alkalmazásokban is gyakran lecserélték poliamid 6-ra. Aktuális példa erre egy német autógyártó akkumulátortöltő burkolata egy teljesen elektromos járműben. A **LANXESS Durethan BKV50H3.0** alapanyag 50 tömegszázalékban rövid üvegszállal erősített. Ez az alkalmazás alátámasztja azt a tényt, hogy a poliamid 6 kompaundokat nem feltétlenül kell hidrolízissel szemben stabilizálni ahhoz, hogy elektromos járművekben glikol-víz hűtőrendszerekhez használják. A jövőben az ilyen típusú poliamid 6 termékek elterjedté válhatnak az elektromos járművek burkolatainak és egyéb hőálló alkatrészeinek tömeggyártásában, mint pl. folyadékáramok csatlakozóelemei vagy hűtőrendszerek vezérlőegységei.

A belső égésű motorok hűtőkörében lévő műanyag alkatrészek régóta poliamid 66-ból készülnek, mert nagyon ellenállnak a forró hűtőközegeknek, például a víz-glikol keverékeknek. A tisztán elektromos hajtású járművek hőtani követelményei azonban az egyre alacsonyabb hőmérsékletek irányába tolódnak el. Teljesen elektromos járműveknél a poliamid 6 kompaundok víz-glikol keverékekkel szembeni hosszú távú hőállósága a legtöbb alkatrésznél elegendő, esetenként jelentősen hosszabb igénybevételi időknél is. Így a burkolat tartósan ellenáll akár a 85 °C-os hőmérsékletnek a jármű működése közben, és repedés nélkül kibírja a 10 bar terhelést is. A próbatesteken végzett hosszú távú vizsgálatok azt is kimutatták, hogy a víz-glikol keverékekben a kompaund mechanikai tulajdonságai alig romlanak 1500 óras, 110 °C-on és 1,5 bar nyomáson történő tárolás után.

A karimás burkolat 29 cm hosszú és 12 cm széles, a tömítéssel együtt a töltő alumínium házához csavarozzák. A poliamid 6 kompaund nagy szilárdsága és merevsége biztosítja, hogy a burkolat megfeleljen a szigorú szivárgásmentességi követelményeknek. E célból optimalizálták az alkatrészek mechanikai tulajdonságait, és az adalékolás szimulálásával meghatározták a minimális zsugorodást és vetemedést a fröccsöntés során. A burkolat előnye még a könnyű megmunkálhatóság és az anyag nagy fröccsöntési sebessége, ami gazdaságos ciklusidőket eredményez. A poliamid 6 rézmentes termikus stabilizálása nem okoz elektromos korróziót a hűtőkör fém részein. Ellenáll a járművek működése során az olajoknak, zsíroknak, elektrolitoknak és az utak csúszásmentesítéséhez használt sónak.

Egy másik nagyméretű alkalmazás az akkumulátorokhoz használt teljesen műanyagból készült ház, amely nagyjából 1400 mm hosszú és ugyanilyen széles, súlya kilogrammban mérve a kétszámjegyű tartományban van. A termék megmutatja a hőre lágyuló műanyagok előnyeit a fémekkel szemben, valamint a súly- és költségcsökkentés, a funkcionális integráció és az elektromos szigetelés tekintetében, és nincsenek benne fém merevítő szerkezetek. A ház alkatrészeit egylépcsős *Direct Long Fibre Thermoplastic* (D-LFT) fröccsöntési eljárással állították elő. Az alapanyag *Durethan B24CMH2.0*, melyet **Kautex Textron PA6** üvegszálal előfonatokkal kevertek össze. A ház szerkezetet lokálisan a **LANXESS Tepex dylalite** típusú, folytonos szálerősítésű, hőre lágyuló kompozitjaival erősítették meg.

Jelenleg a nagyfeszültségű akkumulátorok házai elsősorban extrudált acél- vagy alumíniumprofilból készülnek. A profilokból készült összetett szerkezetek sok utómegmunkálást igényelnek, például hegesztést, lyukasztást és szegecselést. Ezen túlmenően a fém alkatrészeket katódos bevonással kell védeni a korrózió ellen. A műanyagokkal ugyanakkor nő a tervezési

szabadság és a beépített alkatrészek száma is jelentősen csökkenthető, emellett korrózióálló, elektromosan szigetelők, kis sűrűségűek, ezért lényegesen könnyebb házakat eredményeznek.

Összeállította: dr. Lehoczki László

Large-format plastic housings for high-voltage e-mobility batteries = Interplas Insights, 2021. november 30., <https://interplasinsights.com/plastics-materials/automotive-plastics-materials-news/large-format-plastic-housings-for-high-voltage-e-mobility-ba/>

Hale, M.: Plastics Fast-Track Electric Vehicle Innovation = Plastics Today, 2022. január 21., <https://www.plasticstoday.com/automotive-and-mobility/plastics-fast-track-electric-vehicle-innovation>

DSM Engineering Materials takes next step in making electric mobility safer, lighter and more sustainable, 2022. február 1.,

https://www.dsm.com/engineering-materials/en_US/connect/press-releases/2022-02-01-dem-takes-next-step-in-making-electric-mobility-safer-lighter-and-more-sustainable.html

Sustainable Solutions for the Future of E-Mobility,

<https://www.solvay.com/en/solutions-market/automotive/emobility>

LG Chem develops flame-retardant plastic for electric vehicles, 2022. május 25.,

<https://www.energylivenews.com/2022/05/25/lg-chem-develops-flame-retardant-plastic-for-electric-vehicles/>

New large-scale application for plastics from LANXESS in electric vehicles, 2022. június,

<https://lanxess.com/en/Media/Press-Releases/2022/06/New-large-scale-application-for-plastics-from-LANXESS-in-electric-vehicles>