

MŰANYAGOK ALKALMAZÁSA

Könnyűszerkezetek az iparban

A szálerősítésű kompozitok alkalmazása mind az energiatakarékosság, mind a tervezési előnyök miatt elengedhetetlen. A cikk a könnyűszerkezetek alkalmazásának jogi hátterét mutatja be, illetve néhány tipikus alkalmazási területet (repülőgépgyártás, autóipar, nehézgépjárművek és e-mobilitás).

Tárgyszavak: EU klímacélok, könnyűszerkezetek, szálerősítésű kompozitok, pultrúzió, elektromos autók

Az éghajlatváltozás és a környezet károsodása korunk legnagyobb kihívásai, amelyek egészségünket és jólétünket is fenyegetik. A komoly egzisztenciális veszély miatt sürgős cselekvésre van szükség Európában és világszerte, hogy megakadályozzuk bolygónk visszafordíthatatlan károsodását. A gyökeres átalakulás koncepcióját az európai zöld megállapodás vázolta fel. A 27 uniós tagállam elkötelezte magát amellyel, hogy 2050-re a világ első klímasemleges kontinense legyen. Ehhez 2030-ig az 1990-es szinthez képest legalább 55%-kal kell csökkenteni az üvegházhatású gázok nettó kibocsátását – ezt az európai uniós klímarendelet rögzíti. A cél elérésének egyik útja a könnyűszerkezetek alkalmazása az iparban.

Mi a könnyűszerkezet? Mindenekelőtt: kisebb tömeg. A könnyűszerkezetes konstrukció azonban ennél többet jelent, mivel ezek a termékek gyakran jobb terméktulajdonságokkal rendelkeznek, mint a hagyományos termékek. Az átgondolt működésbeli tulajdonságok integrációjával, a terhelés- és anyagoptimalizált kialakítással, valamint a könnyebb anyagok használatával a könnyűszerkezetes kialakítás jobb és kisebb tömegű termékek előállítását jelenti, ötvözve a gyártás során a modern gyártási technológiákat az alacsonyabb gyártási költségekkel és az erőforrások gondos felhasználásával.

Követelmény tehát, hogy a könnyűszerkezetű termékek gyártása alacsonyabb gyártási költségeket és jobb funkcionalitást eredményezzen, kevesebb alapanyag felhasználásával, így az alapanyagok, a költségek és az energia optimálisan kerüljenek felhasználásra.

A Német Szövetségi Gazdasági és Klímavédelmi Minisztérium (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin) által kulcsfontosságú technológiaként kezelt könnyűszerkezetű termékek fejlesztése és gyártása több szinten valósulhat meg:

- *könnyű alapanyagok alkalmazása:* a nagy sűrűségű nehéz anyagokat könnyebb anyagok váltják fel, mint például könnyűfémek (alumínium, titán, magnézium) vagy szálerősített kompozitok.
- *speciális geometriák és konstrukciók alkalmazása:* olyan összetett szerkezetek, amelyeket a megerősítések vagy támasztékok térbeli elrendezésének (topológiájának) optimalizálásával érnek el. Ezek gyakran a természet építési elvein alapulnak, amelyeket a bionika kifejezés alatt foglalnak össze. Ide tartozik például a hatszögletű méhsejt alakja vagy a csontok teherviselésre optimalizált szerkezete. Ezeket a formákat gyakran csak komoly erőfeszítéssel lehetne előállítani klasszikus módszerekkel, például öntéssel vagy marással. A modern additív gyártási eljárások, mint például a 3D nyomtatás, teljesen új formákat és dizájnt nyitnak meg a könnyebb és erősebb termékek számára.

- *funkcionális integráció alkalmazása*: a termék különböző működésbeli tulajdonságainak kombinálása. Például a tartószerkezetekbe további funkciók integrálhatók, amelyek így a szerkezet más részéből kispórolhatók. Additív eljárásokkal például hűtőszerkezetek hozhatók létre az alkatrészben a kívülről történő rögzítés helyett.



A funkcionális integráció az alapanyag mennyisége mellett jelentősen csökkenti az összeszerelési költségeket is.

A tömegcsökkentés különösen a járművek esetében hoz látványos eredményeket a környezetvédelem és az energiafelhasználás terén. Egy Airbus A320-as 100 kg tömegcsökkentése egy évben 10 000 liter kerozin megtakarítást jelent. 100 kg-mal kisebb autótömeg körülbelül 0,5 literrel csökkenti az autó üzemanyag-fogyasztását 100 kilométerenként, és minden megtakarított kilogramm hosszabb hatótávot jelent az elektromos járművek számára. Így érthető, hogy a fejlesztő mérnökök szívesen alkalmazzák a szálerősített kompozitokat, mint alapanyagot a járművek esetében.

Mi a szálerősített kompozitok titka? Évszázadokon át a fémek voltak a standard anyagok, ha könnyű és erős szerkezeteket kellett létrehozni. Ma is nélkülözhetetlenek az iparban, de erős versenytársuk akadt: a szálerősített kompozit anyagok. A két vagy több komponensből álló kompozit, ötvözi a komponensek anyagtulajdonságait és terhelés alatt is megőrzi a komponensek közötti együttműködést, így az eredmény egy nagy szilárdságú és könnyű szerkezeti anyag. Ez a természetből másolt konstrukció (lásd pl. a fák szerkezete vagy a hagyományos vályogtéglák) számos technikai területet forradalmasított. A működési elv hasonló a vasbetonéhoz, amelyben a rideg betont acélbetétekkel erősítik meg. Acél helyett szénből, aramidból, üvegből vagy természetes szálakból készült erősítő struktúrákat ágyaznak be folyékony, hőre keményedő polimerbe, például epoxi- vagy poliésztergyantába. A szálak adják a kompozit szilárdságát és merevségét. Ha ismert az igénybevétel típusa és iránya, akkor a szálstruktúrát a terhelés irányába helyezve, a termék tulajdonságai a kitüntetett irányban megfelelően növelhetők, tervezhetők.



A haszongépjárműveknek számos előnye származik a könnyűszerkezetekből. Energiahatékonyabban és/vagy több hasznos terhet tudnak szállítani. A szénzál erősített kompozit alváz körülbelül 60 százalékkal könnyebb, mint egy hasonló acélváz. A súlycsökkentés csökkenti a CO₂-kibocsátást, növeli a hasznos terhelést és a szállítási távolságot. A fiatal **Carbon Truck & Trailer** cég a Buxtehude-i (DE) telephelyén pultrúziós technológiával gyártja a kompozit alvázaikat. A **KraussMaffei Pultrex** leányvállalat *iPul* pultrúziós rendszere hatékony sorozatgyártást tesz lehetővé. A mennyiségi és folyamatkövetelmények ütemét a nagy autóiipari OEM-ek (Original Equipment Manufacturer) határozzák meg. Az újonnan telepített pultrúziós rendszer évente mintegy 70 000 jármű alvázához gyárt profilalkatrészeket. Akár 2,25 m/perc sebességgel tud



termelni 20 t húzóerő mellett. A cég a hatékony gyártáshoz kifejlesztett egy speciális szövetvezetőt, amely gyűrődésmentesen vezet be a szerzámba a multiaxiális szén struktúrát. Ezt először alkalmazzák az iPUL rendszerhez. A szerszám tervezésénél figyelembe vették a technológia során fellépő zsugorodást. A rendszer a profilokat automatikusan a végső méretre vágja, majd tovább feldolgozza. Ezeket a kompozit alvázzakat nagy igénybevételnek kitett járművekhez használják, például buszokhoz, kis teherautókhoz és mobilházakhoz.



Az elektromos és hibrid járművek esetében még fontosabb a tömegcsökkentés, ezzel kompenzálható az akkumulátorok okozta tömegnövekedés. Az autók tömegét tovább növelik az akkumulátorok megfelelő működését biztosító hűtőrendszerek, mivel ezeket szabályozott hőmérséklettartományon belül kell üzemeltetni. Erre egy sikeres példa a **Renault** fejlesztési projektje.

A Renault összesen öt tisztán elektromos autót és négy hibrid járművet kínál belsőégésű motoros modelljei mellett. 2020 óta ez utóbbiak közé tartozik a Mégane estate e-tech és a Captur e-tech. Mindkettő belsőégésű motorral és villanymotorral van felszerelve. A fejlesztési cél: a könnyűszerkezetű akkumulátortálca volt. A hagyományos modell, több mint 100 egyedi alkatrészt, keretet, profilt és csatlakozási pontot tartalmazó konstrukció volt. E helyett egy könnyű és nagyon stabil alumíniumötvözetből készült, integrált hűtőkörrel ellátott öntvény alkatrészt céloztak meg, amely sorozatgyártásra alkalmas. A fejlesztésben a Renault partnere a **GF Casting Solutions** (Schaffhausen, Svájc) volt. A több éves fejlesztés eredménye végül egy alumínium ötvözetből készült akkumulátortálca lett, integrált hűtőkörrel. Mérete 1,00×0,55×0,15 méter, tömege a hűtőkör fedeleivel együtt körülbelül 15 kilogramm. Az alkatrészeket 2020 óta sorozatban gyártják a GF Casting Solutions-nál, Altenmarktban (Ausztria).

A Mégane kombi e-tech és a Captur e-tech 2020 óta gördül le a gyártósorról a Renault spanyolországi gyárában. A gyártó szerint a járművek mintegy 75%-kal kevesebb CO₂-t bocsátanak ki 100 kilométerenként, mint az azonos konstrukciójú, belsőégésű motorral szerelt modellek.

A könnyűszerkezetes termékek az építőiparban is új távlatokat nyitnak. Kő kövön vagy acél plusz beton – sokaknak még mindig ez jut eszébe az építkezés szó hallatán. A modern építőipar azonban más anyagokat is használ: szálerősítésű kompozit, textil-beton, karbonizált fa, membrán, nano anyagok stb. Az új, könnyűszerkezetű építőanyagok és konstrukciók teljesen új távlatokat nyitnak meg technikában, kreativitásban, dizájnban.

Erről részletesebben egy következő cikkben lehet majd olvasni.

Összeállította: Faurné Csukat Gabriella (Novia Kft.)

https://hungary.representation.ec.europa.eu/strategia-es-prioritasok/fontosabb-unios-szakpolitikak/kornyezet-es-klimavedelem_hu

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/leichtbau.html>

<https://www.hftm.ch/de/blog/leichtbau-faserverbund-technologie-der-zukunft>

<https://www.leichtbauwelt.de/pultrudierte-cfk-profile-fuer-das-chassis-von-nutzfahrzeugen/>

<https://www.gfcs.com/de/technology-space/success-stories-gfcs/renault-and-gfcs.html>