

Szerkezeti habok alkalmazása vasúti járműveknél

A vasúti járművek teherhordó szerkezeteiben eddig a fémek játszották a főszerepet. A fejlesztések eredményeként azonban manapság a műanyag szerkezeti habok alkalmazása egyre jobban terjed a tömeg- és költségcsökkenés elérése érdekében.

Tárgyszavak: üvegszálakompozit; szénszálakompozit; szerkezeti hab; vasúti járművek; fejlesztés.

A vasúti járművekhez – szinte egészen napjainkig – fémből készült szerkezeteket alkalmaztak. Az ún. alacsony padlójú járművek elterjedése változást tett szükségessé, ugyanis a korábban padló alatt elhelyezett funkcionális egységek átkerülnek a kocsi mennyezete feletti térbe (csak itt van hely ezeknek), ezért a kocsik tömegközéppontja távolabb került a talajtól, ami nem szerencsés a menetstabilitás szempontjából. Ezt ellensúlyozza, ha csökkentik a tetőrész tömegét. Ugyanakkor szükséges, hogy a korábbiakhoz képest erősebb és merevebb legyen a kocsiszekrény (karosszéria) szerkezete, hiszen a tetőtérben kell jelentős tömeget hordozniuk. A vasúti kocsik mintegy harminc éves élettartama alatt fellépő költségek között egyre nagyobb szerepet játszik a működtetéshez szükséges energia mennyisége és annak költsége. Pl. egy városi villamoskocsi energiaigényében a gyakori megállások miatt az *újrafelgyorsítás igényli a legtöbb energiát*, tehát a kocsik tömegének csökkentése nagyon fontos ebből a szempontból is. Másfelől az egyes vasúti (vagy városi) villamos hálózatok és különösen a szuper nagy sebességű szerelvények üzemeltetői, ill. tervezői igénylik a kocsik egyedi külső megjelenését, és ehhez a szálanyagokat tartalmazó kompozitok alkalmazása ugyancsak előnyös.

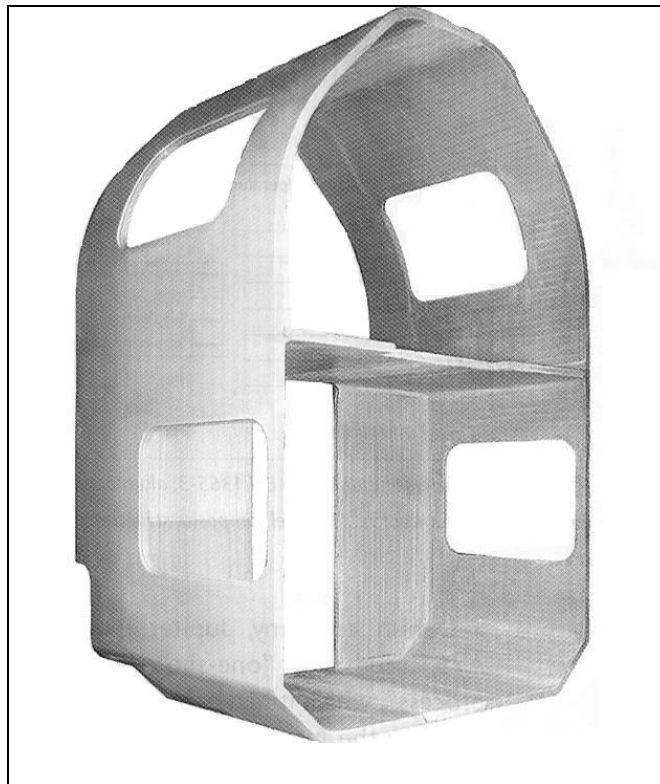
Üvegszálak és szénszálakompozitokból és szerkezeti habból gyártott szendvicsszerkezettel elérhető a kocsiszekrények megfelelő merevsége. Ilyen célra kínálkozik a kemény PVC hab, ennek viszont igen veszélyes bomlástermékei (pl. gáz halmazállapotú sósav) vannak egy balesetnél keletkező tűz során, úgyhogy mégsem javasolt az alkalmazása. Vizsgálták még az olcsó PET habok alkalmazását is, de ezek vagy túl nehezek, vagy jobban felhabosítva (kisebb térfogattömegnél) túl csekély szilárdságúak.

Megfelelőnek bizonyult a poli(metakril-imid)-bázisú szerkezeti hab (PMI), amelyet *Rohacell* márkanéven a **Degussa** (Németország, Darmstadt) forgalmaz. A *Rohacell* égéskor nem bocsát ki mérgező gázokat, kevés füst szabadul fel belőle és égéstermékei nem korrozívak. A *Rohacell 51S* típus égetési tesztje során megfelelt az ANFOR NF 16-101 szabvány M1/F2-es követelményének.

A PMI habok alkalmazása már elterjedt az extra nagy igénybevételnek kitett teherszállító repülőgépek, műholdhordozó rakéták és speciális gépkocsik gyártásánál. A

japán **Kawasaki** által gyártott *Shinkansen E4* szuperexpressz motorkocsijának első része pl. ilyen PMI habbal készült. 1 m^3 Rohacell S tömege mindössze 50 kg, és ez hőformázással alakítható a szükséges 3D geometria elérése érdekében. A szendvics középső rétegét gyártják belőle. A vasúti kocsiszekrény szendvicsszerkezetének két szélső eleme egy-egy CFRP prepreg (szénszál-erősítésű kompozit), amelyeket 125 °C -on térhálósítanak egylépcsős műveletben. A korábban alumíniumból, manuális módszerekkel előállított elemekhez képest a szendvics igen olcsón előállítható. Emellett a nagyobb szerkezeti merevség és a kisebb tömeg is a műanyagos megoldást támasztja alá. A PMI habok a kiváló mechanikai szilárdságuk mellett 150 °C -ig hőállóak.

A PMI habok jól használhatók az ún. *nedves gyantás eljárásoknál* is, pl. az RI (resin infusion; gyantainfúzió) és az RTM (resin transfer molding; gyantaöntés nyomás alatt) esetében, mivel a Rohacell hab 100%-ban zárt cellás, így csak a hab felszínén van minimális gyantaadszorpció. A dán **Jupiterplast A/S** cég a **Siemens Avanto** motorkocsijának elülső blokkját szabadalmaztatott RTM eljárással gyártja, amihez a gyantát a szerszámba egyetlen lépésben sajtolják be. Az Avanto szendvicsszerkezetének tervezése (CAD és számítógépes szimuláció) olyan jól sikerült, hogy az ütközési vizsgálatok során (DIN 5560 szerint 82 és 60 tonnás teherrel való ütközés 25 km/h sebességgel) megfelelt a szabványos értékeknek. Kimutatható volt, hogy a PMI habot tartalmazó szendvics elem nyeli el az ütközési energia 50%-át, ami által jelentősen növekednek a kocsivezető túlélési esélyei.



1. ábra Emeletes kocsiszekrényrész alagút-kompozitrendszerből

A PMI habok homogén, izotróp szerkezete miatt a CAD tervezés során a szilárdság–tömeg arányt könnyen lehet optimalizálni. A fentiekre jó példa a finn **Fibrocom OY** cég emeletes vasútikocsi-szegmensének kidolgozása és gyártása. Ez egy ún. integrált alagút-kompozitrendszer, mivel az egész kocsi rész egy darabból készül, a szendvics külső felülete üvegszálak kompozit, a magrésze pedig PMI hab (*1. ábra*). Az üvegszálakat tekeréssel viszik fel, beborítva a PMI habot. Az így gyártott kocsi rész szilárdsága, baleset esetén az energiaelnyelése igen kiváló értéket mutat. Az éghetőségi vizsgálatok is nagyon jó eredményre vezettek: 800 °C-os kemencében 58 mm-es szendvicsvastagságnál 20 perc után sem mutatott említésre méltó átmelegedést a rendszer. Ezzel szemben az alumíniumból készült kocsi rész (üveggyapot szigeteléssel) 20 perc múlva 600 °C-ra melegedett a fenti vizsgálatok során, 30 perc múlva pedig teljesen megolvadt. A vasúti járművek (városi villamosok) kialakításánál egyre több figyelmet szentelnek a fajlagosan több utas és az alacsonyabb energiaköltségek kérdéseinek. A **Bombardier** cég *Ficas C20* típusú kocsi rész rozsdamentes acél és *Rohacell* hab kombinációjából gyártották az oldalfalakat, a mennyezetet és a padlót. Az eredmény: 6,5%-kal több utas fér el a járműben, a tömegcsökkentés 2,6 tonna, a kocsi 25 éves életciklusa alatt 280 MWh az energiamegtakarítás. A villamoskocsik Stockholmban végzett városi próbája előtt fárasztási vizsgálatokat végeztek a fenti acél–PMI hab szerkezeten, az ún. négy pontos hajtogatási módszerrel. Ötmillió hajlítási ciklus után 60% volt a szendvics maradó szilárdsága, tízmillió ciklusnál pedig 55%. A vizsgált többi habanyag (PVC, PEI) ennél lényegesen kisebb maradó szilárdságot mutatott.

A PMI habok egyaránt beváltak a vasúti járművek falának, tetejének, orrrészeinek, a vezetőkabinnak és a csomagtartónak gazdaságos és biztonságos kialakításához.

Összeállította: Csutorka László

Use of structural foams in rail vehicles. = Composite Materials, 2007. 2. sz. p. 8–10.

www.degussa.com

www.rohacell.com