

A járművek üvegházhatású gázkibocsátásának mérséklése innovatív textíliákkal

Kutasi Csaba

Kulcsszavak: Üvegházhatású gázok, Légköri szén-dioxid koncentráció, Kompozit, Szénszál, Vontatósárkány, Hidrogénhajtású gépkocsi, Üzemanyag-cella

A Földet alapvetően a Nap melegíti, de a bolygó belsejében zajló radioaktív bomlások, vulkáni jelenségek, és az emberi tevékenységekkel járó hőtermelő folyamatok is hozzájárulnak ehhez. A Föld „üvegháza” esetében a „föliát” ill. az „üveget” a Földet körben beborító levegőréteg, az atmoszféra helyettesíti. Ez az üvegházhatás (amely részben azonos a mezőgazdaságban használt melegházakkal) önmagában hasznos, nélküle a Föld emberi életre alkalmatlan, fagyott bolygó lenne. Az éghajlati egyensúly fenntartásához fontos a Föld-felszín éves átlagos hőmérsékletének optimuma, amit a beérkező és a rajta termelődő, valamint a világűrbe kiáramló hőenergia mennyisége (mint hűtőhatás) befolyásol. Az egyensúlyban levő rendszer megbomlása akár végzetes mértékű klímaváltozáshoz vezethet. Amennyiben az üvegházhatás csökkenne, úgy a hőmérséklet is csökkenne, több víz fagyna meg, ami tovább gyorsítaná a lehűlést. Az üvegházhatás fokozódásával azonban a levegő páratartalma – a fokozott párolgás miatt – növekszik és ennek folytán, miután a vízgőz az infravörös sugarak továbbjutását akadályozza, a melegedés önmagát erősítve fokozódik (1. ábra).

Az üvegházhatású gázok között nemcsak a szén-dioxid és a vízgőz kapcsolatos az emberi tevékenységgel, hanem a metán, részben az ózon, a dinitrogén-oxid és a szintetikus gázok (pl. freon és egyéb ipari gázok) is. A különböző gázok infravörös-sugárzáselnyelési hányada különböző: a széndioxidé kb. 66%, a metáné kb. 20%, az ózoné kb. 8%, a dinitrogén-oxidé 6 %. A szintetikus gázok éghajlatváltozásra kifejtett hatása több ezerszerese lehet a szén-dioxidénak.

Amennyiben a bolygó légköre a saját hőmérsékleti sugárzására számára átlátszatlan, úgy a bolygó felszínéről nem tud a hő fénysebességgel visszasugározni (ilyen folyamat van az üvegházban), emiatt a felszíni és légköri hőmérséklet magasabb lesz. Ezt *Joseph Fourier* fedezte fel 1824-ben, számszerűsíteni *Svante August Arrhenius* svéd kémikus tudta 1896-ban.

A hősugárzás világűrbe történő távozását akadályozó gázok eredete:



Az üvegházhatás sematikusan

1. ábra

- A széndioxid az élő szervezetek biológiai folyamatai, a vulkánok, óceánok működése (az emberi tevékenységből származó szén-dioxid 30%-a oldódott fel a tengerekben), a rohamos mértékű erdőirtás, a fosszilis energiahordozók égetése (erőművek, ipar, közlekedés) miatt fordul elő.

- Az ózonkoncentráció növekedéséért a belsőégésű motorral felszerelt gépjárművek tehetők felelőssé (fotokémiai szmog).

- A metán a szerves anyagok rothadásából ered, a mezőgazdaság (rizstermesztés, állattenyésztés), a hulladékgazdálkodás, a szennyvízkezelés következménye.

- A dinitrogén-oxidot az élőszervezetek bomlása, a műtrágyahasználat, a hőerőművek, a közlekedés okozza.

- A szintetikus gázok egyes ipari folyamatokból (kén-hexa-fluorid, fluorozott, szénhidrogének, perfluor-karbonok) származnak. Pl. oldószerek, hűtőközeg, zsírtalanító- és szigetelőanyagokban vannak jelen a légkörben.

A légköri szén-dioxid koncentráció növekedése jelenti az egyik komoly környezeti problémát. Ez idő szerint a tiszta levegő kb. 390 ppm-nyi (0,039 m/V %) szén-dioxidot tartalmaz. Száz éve még kb. 280 ppm koncentráció volt jellemző. A szén-dioxid üvegházhatású gáz, azaz bolygónk felszínéről a hő nem képes fénysebességgel kisugározni az űrbe, csak jóval lassabb fizikai és meteorológiai módon. Ez a jelenség a klímakutatók többsége szerint hozzájárul a globális felmelegedéshez, aminek 80%-áért az emberi tevékenységek miatti szén-dioxid-kibocsátás okolható. A szakemberek szerint a légkör 450 ppm szén-dioxid koncentrációja már visszafordíthatatlan éghajlatváltozással járna. Igaz a földtörténetben régen – egészen más körülmények között – előfordult már 1800 ppm szén-dioxid koncentráció is, mégsem lett belőle geológiai katasztrófa.

A szén-dioxid tartalom növekedését elsősorban a tüzelő- és üzemanyagok (kőolaj, földgáz, kőszén) nagymértékű felhasználása idézte elő. Ezek elégetésével termelt energia égésterméke a szén-dioxid és a vízgőz, amelyek egyaránt fokozzák az üvegházhatást. Ehhez nagymértékben hozzájárul az erdők kiirtása, a természetes életközösségek tönkremenetele, így a növények egyre kevesebb szén-dioxidot képesek megkötni és oxigént termelni. Mindezek mellett jelentős mennyiségű szén-dioxid kerül a levegőbe a vulkánkitörések révén és a tengerekben megkötött szén-dioxid távozása miatt.

A járművekben alkalmazott innovatív textilanyagok szerepe az üvegházhatás csökkentésében

A különböző emberi tevékenységek okozta fokozott szén-dioxid kibocsátás mérsékléséhez az egyes textilipari fejlesztések is képesek hozzájárulni. A járművek tömegének csökkentésében az innovatív textilanyagok is kivehetik részüket.



Textilanyagok a gépkocsiban

2. ábra

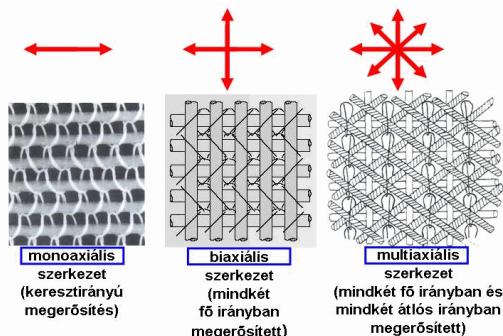
Gépkocsik

A gépkocsik (a személy- és a 6 t alatti teherautók) 10%-nyi tömegcsökkentésével kb. 6% üzemanyag-megtakarítás érhető el, ezzel a szén-dioxid kibocsátás 7,5–12,5 g/km mértékben mérséklődik. A középkategóriás gépkocsikban – nem számítva a kompozit-vázerősítő szálakat, textil szerkezeteket – 2000-ben 20 kg-nyi különböző textilanyag volt ez a mennyiség 2010-re 26 kg-ra emelkedett, 2020-ra pedig várhatólag 35 kg lesz (2. ábra). A fontosabb közvetlen textilanyagok közé tartoznak az ülésanyagok, ülésbuzatok, belső kárpitanyagok, szőnyegek, hő- és hangszigetelő-felületek, tűzvédelmi határolók, biztonsági övek, légszákak, a különböző (levegő-, üzemanyag-, klímaberendezésekben alkalmazott) szűrők betétei. Közvetett textilösszetevőket jelentenek a hajtószíjak és tömlők, ill. a gumiabroncsok vázanyagai, valamint az egyre jobban terjedő különböző kompozitok (karosszéria-elemek, burkolatok, szerkezeti elemek) vázerősítő anyagai (3. ábra).

A kompozitok, mint szálereősítésű anyagok a különböző járművek gyártásánál is egyre meghatározóbb szerepet kapnak. Az anyagkombinációkból felépülő, mesterséges anyagcsalád alapanyaga a mátrix, az erősítő vázszerkezeteket második fázisnak nevezik. Utóbbi teszi lehetővé az alapanyagtól eltérő kedvezőbb tulajdonságok elérését. Így a kompozitok előnye részben az, hogy a tulajdonságok kombinációjaként újabb képességek hozhatók létre (amelyek külön-külön nem elérhetők önállóan a mátrixszál ill. az erősítő anyaggal), másrészt ezek a tulajdonságok egy adott tartományon belül folyamatosan változhatnak. Az ezekben alkalmazott szálanyagok (pl. szén-, üveg-, aramidszál stb.) alkotják az anyagkombináció vázanyagát. A hossz-, kereszt- és átlós irányban egyaránt közel azonos szilárdságú kelmek szerkezet többek között speciális kötött, ill. háromdimenziós szövött textilfelületekkel, valamint különböző irányú fonalseregek varrvahurkolásos rögzítésével érhető el. Gyakoriak a többtengelyű láncrendszerű kötött kelmék, valamint széleskörűen megjelentek az átlós fonalfektetéssel kiegészített műszaki textiltermékek.



3. ábra



Különböző kompozit erősítő textilszerkezetekre példák

4. ábra

Az elsősorban kenéssel, ill. rétegezéssel kialakított összetett szerkezetek szilárdító vázát ezek a speciális összetételű és kialakítású textilanyagok képezik (4. ábra).

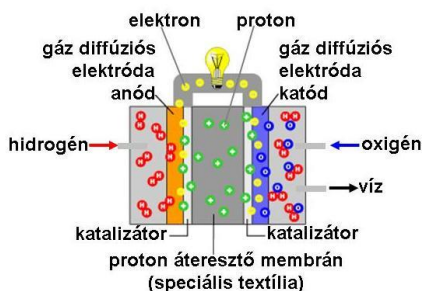
A szénszál előnye a szívósság és a kis tömeg. Belőlük az acélhoz képest kétszer merevebb és ötször könnyebb elemeket, alkatrészeket lehet előállítani. A szénszálak vázerősítésű kompozitokat széles körben használja a gépkocsi- és repülőgépgyártó ipar. A szénszálak hihetetlenül erősek és merevek, míg a mátrixot létrehozó műgyanta nagyon könnyű és jól alakítható. A szénszálak nagy szilárdságú és modulusú, döntően szénatomokból felépülő, kétdimenziós, ún. rétegstruktúrájú anyagok. A kiinduló anyag (prekurzor) számos szerves vegyület (pl. viszkóz- ill. poliakril-nitril-szál stb.), amelyekből pirolitikus úton állítják elő a szénszálat. A hőkezelés karbonizálás hőmérsékletétől függően részlegesen-karbonizált (oxidált) ill. grafitizált (szén-) szálakat lehet előállítani. Ennek során a kiinduló anyagból nedves vagy ömlesztéses módszerrel alakítanak ki szálakat, ezután 250–300 °C-os oxidálással stabilizálásra kerül sor. A nitrogénáramban végrehajtott szénítés történhet 1700 °C-on, így részlegesen karbonizált, oxidált (kb.60 % körüli széntartalmú) szál nyerhető. 2400 °C-on (vagy magasabb hőmérsékleten) hőkezelve a 90%-nál több szenet tartalmazó szén- (grafit-) szál jön létre.

Egyértelműen bizonyított, hogy a fémből előállított szerkezeti anyagok kompozitokkal történő helyettesítésével (textilalapú vázanyagok pl. speciális nemszőtt kelmék felhasználásával) a gépkocsi összes tömege 2 kg-mal csökkenthető. Így, a Nemszóttkelme-gyártók Nemzetközi Szövetségének (EDANA) felmérése alapján, az európai gépkocsigyártás figyelembevételével évente 800 ezer tonnával csökkenne a szén-dioxid kibocsátás.

- A gumiabroncsok tömegét az EcoEndurance (Cordenka) márkanévű, nagyszilárdságú viszkózzsál nyersanyagú kordszövetekkel lehet csökkenteni. Így a szokványostól vékonyabb, de nagyobb szilárdságú vázszerkezetek érhetőek el, 15%-kal kisebb tömegű autógumi köpenyek állíthatók elő.

- A Sigrafil C SB4 (SGL) elnevezésű szálanyag tépéssel konvertált, vágott szénszál. Az ilyen nagyon finom szálakból font fonal nagy szilárdságú és kis nyúlású, igen hajlékony, elektromosan vezetőképes, hő- és vegyszerálló és nem olvad. A belőle készült textíliák, kompozit-vázerősítők előnyösen alkalmazhatók a gépkocsi- és repülőgépiparban, többek között könnyebbekre cserélhetők a nagyobb tömegű szerkezeti elemek.

- A polipropilén alapú Meraklon szál (Beaulieu Fibres International) újabb változata ún. trilobál (háromágú keresztmetszettel készült) típus. A nagy szilárdságú, ugyanakkor rendkívül könnyű szálanyagból nemszótt kelme alapú kompoziterősítő vázszerkezetek készíthetők. Főleg a gépkocsiipari felhasználásokra fej-



A hidrogén-hajtáshoz használt üzemanyagcella működése

10. ábra



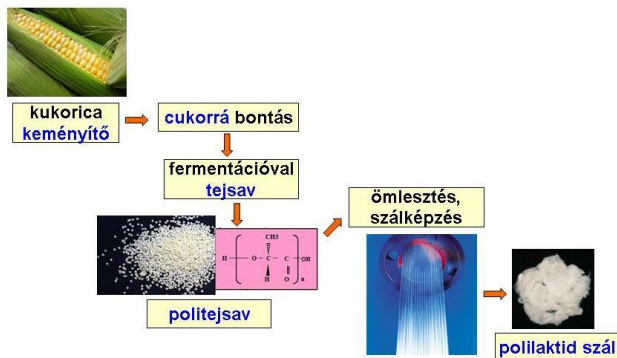
kender rosttal erősített kompozitból készült gépkocsi ajtóelem

Természetes rostokkal erősített kompozitokra példák

5. ábra

lesztették ki, többek között a környezetkímélő tömegcsökkentés érdekében.

A természetes textilnyersanyagok gépkocsiipari felhasználásával szintén csökkenthető az üvegházhatást előidéző káros gáz kibocsátás. Egyrészt mert elmarad a szintetikus szálak gyártásakor jellemző műanyag-előállítási folyamat, másrészt az így előállított könnyebb anyagokkal csökken a jármű tömege. Pl. ilyen alapanyag a kenaf hancsrost, amelyet a Hibiscus canna-binus növény szárából nyernek. A nagy hosszúságú, fehér ill. sárgásfehér rostok megfelelő hajlékonysággal, nagy szilárdsággal és kis nyúlással rendelkeznek. Hasonlóan kedvelt kompozit vázerősítő a kenderrost. Felhasználásukkal közbenső gépkocsi-ajtóborítást és egyéb burkolatokat készítenek. Az így gyártott kisebb tömegű elemek előnye még a könny-



A polilaktid szál előállításának elve

6. ábra

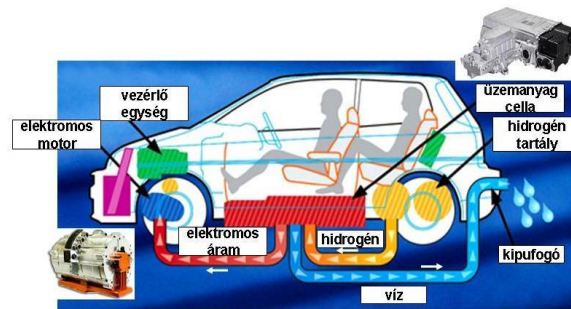
nyebb formálhatóság, a hatékony rezgéscsillapítás és a jobb hangszigetelés (5. ábra).

Előnyösek egyes területeken az önerősítő/önfelépítő polimer rendszerek (SRPC = self-reinforced polymer composites), amelyek többek között polilaktidból készülnek. Ezek alapanyaga a különböző gabonakeményítőkből fermentálással képzett politejsav, amelyből újrahasonosítható szál/műanyag (polilaktid) képezhető (6.



Kompozit vázerősítő szerkezet kialakítására példa a repülőgép gyártásban

7. ábra



A hidrogén-hajtású gépkocsi felépítése

11. ábra

(ábra).

Légi járművek

A repülőgépeknél is meghatározó fejlesztési cél a tömegcsökkentés. Egy nemzetközi konzorcium (a Cambrigdei, a Sheffieldi és a Londoni Egyetem) kutatása szerint, az alumínium kompozitokkal történő teljes kiváltása esetén a légköri szén-dioxid-emisszió kb. 15%-kal csökkenne (7. ábra). Az előrejelzések szerint ilyen megoldással 2050 körül készülhetnek majd repülőgépek.

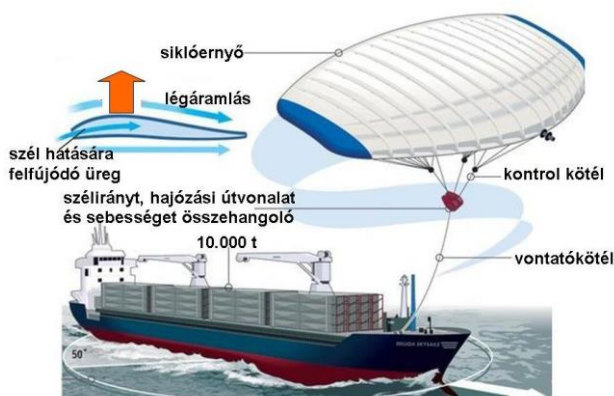
A légi járművek számításba jövő részegységeinek tömegcsökkentése is felkeltette a konstruktőrök érdeklődését. Az ülések új konstrukciójánál (Recaro cég) a habszivacs párnázat a szokványos 70 mm-rel szemben mindössze 10 mm vastag, egyúttal a nedvességelvezetés hatékonyabb, amit a lélegző-képes kárpit is elősegít. Az új ülőrészekkel kialakított ülésmegoldással 30%-os tömegcsökkenés érhető el, ami környezetkímélési szempontból is előnyös (8. ábra).

A műszaki textiltermékek egyik ötletes változata a teherszállító tengerjáró hajókhoz kifejlesztett vontató-sárkány. A nagyobb magasságban uralkodó szélenergia jól hasznosítható a hajó haladásához. A siklóernyőhöz hasonló nagyméretű légcella, nagyszilárdságú poliamidszerkezetet szupererős polietilén-kötélrendszerrel látják el. A nagyméretű vontató-sárkányok több ezer tonnás hajók mozgatását képesek elősegíteni. Éves átlagban 10–35%-nyi energia takarítható meg, így a kevesebb üzemanyag-felhasználással csökken a légköri szén-dioxid emisszió (9. ábra).

A hidrogénhajtású gépkocsi

Az hidrogénhajtású gépkocsi energiarendszerében a hidrogénhajtáshoz szükséges üzemanyagcella egyedi membránja is speciális textillap.

A hidrogénhajtású autó – három perc alatt feltölt-



Vontató-sárkány teherszállító tengeri hajókhoz

9. ábra

hető – tartályaiban nagy nyomáson tárolt hidrogén van (ez egyes külföldi üzemanyagtöltő állomásokon hozzáférhető), amely a beáramló levegő oxigénjével reagálva az üzemanyagcellában elektromos áramot fejleszt (itt a vízbontás folyamatnak fordítottja játszódik le). Az üzemanyagcella (amely anódból, katódból valamint elektrolit tartalmú membránból áll) átalakítja a kémiai energiát elektromos árammá. A protont áteresztő membrán vékony, szenesített poliakril-nitril, azaz grafitizált szövet, vagy szénszál alapú nemszőtt kelme. Az elektródok tartalmazznak katalizátorokat, ezek hatására létrejönnek a pozitív töltésű hidrogén ionok és elektronok. Az áramfejlesztés során a hidrogén ionok, az elektronok és az oxigén reakciójából víz keletkezik (10. ábra).

A feszültségátalakító 650 voltra konvertál, ez hajtja a gépkocsi villamosmotorját. A megnövelt feszültséggel lehetőség nyílt az elektromos motor méretének és az üzemanyagcellák számának csökkentésére. Ez a kisebb költségű rendszer a belsőégésű motoroknál hatékonyabban hasznosítja az energiát, menet közben sem

széndioxidot, sem egyéb káros anyagot nem bocsát ki az autó (a keletkező víz a kipufogón át távozik). A maximális teljesítmény egyes típusoknál 114 kW (155 LE). Az üzemanyagcellák tömegközéppontja alacsonyan helyezkedik el, a megfelelő menetstabilitású gépkocsi jól irányítható, erőteljesen és zökkenőmentesen gyorsítható. Az ilyen gépkocsi halkan üzemel, a fékrásegítés eredményeként az energia-visszanyerő rendszer hatékonyabban működik (a fékteljesítmény is nő, amikor folyamatos fékhatás szükséges, pl. hosszabb lejtőn lefelé) (11. ábra).

Felhasznált irodalom

- [1] Szabó Rudolf: Textíliák az autóban. Magyar Textiltechnika, 2012/5-6. szám
- [2] Lázár Károly: Tectextil 2015. Magyar Textiltechnika, 2015/3. szám
- [3] Kutasi Csaba: Csökkenő tömeg – csökkenő szennyezés. Textilekkel a szén-dioxid-kibocsátás ellen. Élet és Tudomány, 2016/7. szám
- [4] Wikipédia szócikkek