FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

POLIMER SZERKEZETI ANYAGOK MŰSZAKI ALKLAMAZÁSAI

CZIGÁNY Tibor

Abstract

The widening usage of the polymers and polymer composites is due to their excellent mechanical, physical, chemical properties and moreover to their similar-to-human feature according to composition. In this paper the applications of this engineering material is demonstrated through medical, electro-technical, automotive and energetic examples. The recycling of plastic parts after the end of their life cycle is also discussed as well as new alternatives like the biopolymers.

Key words:

polymer, polymer composites, recycling

Összefoglalás

A polimer és polimer kompozit szerkezeti anyagok elterjedése azok kiváló mechanikai, fizikai, kémiai tulajdonságainak, valamint emberközeli viselkedésüknek köszönhető. A cikk néhány orvostechikai, elektrotechnikai, járműipari és energetikai példán keresztül mutatja be ennek a mérnöki anyagnak az alkalmazását. Említésre kerül továbbá a műanyag termékek életciklusát követő újrahasznosítás és az új alternatívát jelentő biopolimerek is.

Kulcsszavak:

polimer, polimer kompozit, újrahasznosítás

1. Bevezetés

A szerkezeti anyagok három fő csoportra oszthatók: polimerek, fémek és kerámiák. Ezek önmagukkal, és egymással kombinált rendszerei a kompozitok, illetve kettőnél több komponens esetén a hibrid kompozitok, amelyek a szerkezeti anyagok hierarchiájának a csúcsa, mivel ezen kompozit anyag olyan speciális tulajdonságokkal is bírhat, amellyel az egyes alkotók külön-külön nem rendelkeznek. A polimerek a szerves kémia olyan hosszúláncú vegyületei, amelyben sok ezer elemi építőegység (monomer) kötődik egymáshoz elsődleges kémiai kötéssel. A polimerek két nagy csoportra oszthatók: természetes ($\sim 10^{11}$ t/év) és mesterséges ($\sim 10^8$ t/év). Természetes polimer például a fa, a kaucsuk, a bőr, a növényi szálak, a fehérje stb. Mesterséges polimerek, elterjedtebb szóval műanyagok, például a hőre lágyuló kristályos polipropilén az amorf polivinilklorid, továbbá a hőre nem lágyuló elasztomer (gumi), vagy duromer (epoxi gyanta). A polimerek és a polimer kompozitok olyan speciális anyagok, amelyek kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, korrózió- és vegyszerállóak, jól csillapítanak és szigetelnek (hangot, hőt, rezgést, elektromosságot), jó az energiaelnyelő képességük (ütésállóak),

tetszőlegesen színezhetők, több típusa átlátszó, alacsony a feldolgozási költségük, valamint hallatlan előnyük az a mérnöki szabadság, amelynek köszönhetően akár az igénybevétel irányát is figyelembe vevő szélsőséges méretű termékek készíthetők belőlük.

A cikk célja, néhány műszaki példán keresztül bemutatni napjaink modern polimertechnológiai eredményét a különböző iparágakban alkalmazott anyagokon keresztül.

2. Polimer és polimer kompozit szerkezeti anyagok alkalmazásai

A szintetikus polimerek (műanyagok) mindennapjaink részévé váltak nemcsak a hétköznapi tárgyainkban, hanem a műszaki alkalmazásokban is, pl. járművek, csatornacsövek, hidak, robotok stb. Amikor a műanyagokról beszélünk, nem hagyhatjuk ki a gyógyászatot sem, amely nem jutott volna el ilyen fejlettségi szintre mesterséges polimerek nélkül, gondoljunk a különböző implantátumokra, protézisekre, felszívódó cérnákra és rögzítő-elemekre, vagy akár a mai modern polietilén fecskendőkre, amelyek régen fémből vagy üvegből készültek és csak drágán, környezetszennyező módon lehetett sterilizálni.

Ha az elektrotechnika fejlődését tekintjük át, pl. a fém burkolatú telefonoktól a bakelit készülékeken át jutottunk el a mai modern okos telefonokig a mesterséges polimereknek köszönhetően. Ezzel érthetjük el, hogy könnyűek, strapabíróak (ütésálló), könnyen kezelhetőek (érintő képernyő) lettek a telefonok. Ha a műanyagok kiváló szigetelő képessége nincsen, akkor a mai napig falapok hátulján huzalozzuk elektromos készülékeinket, sőt ma abban a méretben, köszönhetően a műanyagoknak, akár egy atomerőművet is elirányíthatunk. A méretcsökkenés pedig akár 10 nagyságrendet is jelenthet, gondoljunk csak a számítógépek processzorára, ahol az UV fényre polimerizálódó fotólakkoknak óriási követelménynek kellett megfelelni a felbontóképesség tekintetében.

A mai modern, fenntartható energetika is elképzelhetetlen lenne mesterséges polimerek nélkül. Például a szélerőművek, amelyek a kisméretű és kis teljesítményű fa és fém szélkeréktől jutottak el a mai polimer kompozit anyagúakig, amelynek köszönhetően ma már egy lapát akár 100 m hosszú is lehet. Több tengerparti országban cél a szélerőmű-farmok alkalmazásával az ország villamos energiafelhasználásának 50%-át ilyen szélerőművel biztosítani. Ugyancsak az energetikánál maradva a városnyi napelemektől eljutottunk a kisméretű modulokig, amelyek akár egy mobiltelefon energiaellátását is biztosíthatják. Néhány évvel ezelőtt még elképzelhetetlen volt, de ma már a polimereknek köszönhetően ezek a modulok flexibilisek is lehetnek, amelyek révén új alkalmazások is megnyílnak.

Szinte hihetetlen, de 100 évvel ezelőtt a repüléstechnikáról még alig beszélhattunk. A Wright testvérek első légszavaros repülőgépétől az A380-ig mintegy 100 év telt el. Ez a hatalmas, akár 800 utast befogadni képes monstrum a polimer és polimer kompozit szerkezeti anyagok felhasználásának köszönheti sikerét. Az emberi repülés mindig is foglalkoztatta az emberiséget, Lillenthal volt az első, aki siklóernyőjével 1891-ben 15 métert repült. Bár a motorizációnak köszönhetően és a második világháború felgyorsult fejlesztéseinek eredményeképpen számos repülőgép látott napvilágot, a

békeidőkben megint középpontba került az emberi repülés, csak egy kicsit kényelmesebb formában (pl. motoros sárkányrepülő). Ma pedig már a könnyű polimer kompozit szerkezeti anyagoknak köszönhetően sorozatban gyártják a „repülő autókat”, az interneten nagy választékban megrendelhetőek, de elterjedésüknek egyelőre a közlekedési szabályok hiánya és a közlekedés-logisztika fejletlensége szab határt. Ha a járműiparon belül az autózást vizsgáljuk, akkor megállapíthatjuk, hogy Benz 1886-ban szabadalmaztatott járművétől indulva jutottunk el napjainkig, amikor egy átlagos autó 20.000 darab alkatrészének többsége műanyag. Ha felnyitunk egy motorháztetőt, vagy benézünk egy utastérben, ott szinte csak a polimerek és polimer kompozit szerkezeti anyagú alkatrészek láthatók. De nemcsak a motortérben, hanem a külső karosszéria, a felni, az üzemanyagtartály, vagy éppen a külső légzsák az, ami mutatja a polimer és polimer kompozit szerkezeti anyagok nagymértékű elterjedését a biztonságtechnikában is. A nehézgépjárműveknél, és a kötött pályás járműveknél is hasonló a helyzet, a mesterséges polimerek és kompozitjaik megjelenésének köszönhetően tömegük drasztikusan lecsökkent, ezzel rengeteg üzemanyagot megspórolva. Mindemellett a polimerek csillapítókéességének köszönhetően halkabbak, komfortosabbak is lettek, nem is beszélve a gyorsaságról, ma már egy gyorsvasút akár 350 km/h sebességgel is tud közlekedni [1].

Ugyanakkor a műanyagok alkalmazásakor nem feledkezhetünk el a környezetről és az újrahasznosításról. Már 1972-ben a Római Klub tagjai megfogalmazták, hogy felelősen kell bánnunk a természettel, az általunk használt termékek újrahasznosítását meg kell oldani. Ma már természetes, hogy egy termék tervezése az ötlettől a fejlesztésen át a gyártáson keresztül a használatig, sőt az újrahasznosításig tart. Napjainkban már nem tartható, hogy a tervezés a bölcsőtől a koporsóig tartson, hanem bölcsőtől a bölcsőig, vagyis még a tervezés fázisában a mérnöknek tudnia kell, hogy milyen új termék készül majd az életciklusa végén az általa tervezett termékből. Azt mondják sokan tudatlanul, hogy a műanyag elfogyasztja a kőolajat és a műanyag környezetszennyező, ami persze nem igaz. Valóban a műanyag kőolajból készül, de csak 4-7% az, ami a teljes olajtermelésből a műanyaggyártásra fordítódik. A kitermelés közel 90%-át pazarló módon elégetjük, fűtünk vele, közlekedünk vele, energiát termelünk vele, vagyis egyáltalán nem igaz, hogy a műanyaggyártás miatt fogy el a kőolaj. Hogy a műanyag környezetszennyező lenne, ez is egy tévhit. A probléma ott van, hogy sokan összekeverik a környezetszennyezést a szemeteléssel. A leglátványosabb a zacskók és a PET palackok esete, amelyek óriási mennyiségben kerülnek eldobásra, holott azokból is lehet új terméket gyártani [2]. Ezek a technológiák ma már a világban működnek. Ugyanakkor nemcsak recycling-ban gondolkodhatunk, hanem upcycling-ban is, vagyis a műanyag hulladékból értéknövelt terméket állíthatunk elő adalékolással, vagy akár erősítéssel. Sajnos sok helyen lehet olvasni és hallani, hogy „eldobható”, főleg a műanyag csomagoló anyagok esetében. Valóban megtehetjük, hogy ezt a sokoldalú szerkezeti anyagot, amit végső soron a pótolhatatlan kőolajból szintetizálunk, egyszeri használat után kidobjuk? Látszólag gazdag civilizációnknak ez a felelőtlen magatartása, („throw-away society”: eldobó társadalom) megengedhetetlen a 21. században. A „recycling, reuse, recovery,

upcycling” alapelve: használjuk fel újra, alakítsuk át, nyerjük vissza belőle az energiát, vagy értéknövelt terméket készítsünk belőle.

A műanyagok nem fogyasztják el a kőolajat, nem környezetszennyezők, sőt akár előállíthatók a természet építőelemeiből is, pl. poliszacharidokból, poliaminosavakból, politejsavakból vagy keményítőből. A cukor-, illetve cellulóztartalmú biomassza etanollá erjesztése ősi technológia. Emellett újabb fermentációs technológiák is rendelkezésre állnak. Ezekből polikondenzációval biomassza alapú polimerek állíthatók elő, és ettől a polimer családtól szabályozható élettartamot, környezetbarát lebomlást, sőt biokompatibilitást is elvárhatunk [3].

3. Összefoglaló

A szerkezeti anyagok választékában a polimerek és kompozitjaik alkalmazása, azok kiváló mechanikai, fizikai és kémiai tulajdonságai miatt, igen elterjedt. A kis sűrűség és az ahhoz tartozó nagy szilárdság, a csillapító és szigetelőképeség, a vegyszer és korrózióállóság, a tervezhető anizotrópia stb. napjaink legnépszerűbb anyagává tették a szintetikus polimereket. Alkalmazásukkal nemcsak energiát takaríthatunk meg, hanem a fenntartható fejlődés záloga is ez az anyagsalád. A mai polimertechnikai kutatások arra irányulnak, hogy intelligens, alakemlékező vagy akár öngyógyító anyagokat fejlesszünk, amelyek környezetbarátabbak, csökkentik az energiafelhasználást, könnyebbé és komfortosabbá teszik a hétköznapi életünket [4].

A cikk megjelenését az OTKA K105257 pályázat és a Charles Simonyi Kutatási ösztöndíj támogatta.

Irodalom

- [1] Czigány T., Czvikovszky T.: Polimerek és kompozitjaik járműipari alkalmazása – áttekintés. Műanyag és Gumi 43, (2006), 45-50
- [2] Ronkay F., Czigány T.: Development of composites with recycled PET matrix. Polymers for Advanced Technologies 17, (2006), 830-834
- [3] Dogossy G., Czigány T.: Thermoplastic starch composites reinforced by agricultural byproducts: properties, biodegradability and application. Journal of Reinforced Plastics and Composites 30, (2011), 1819-1825
- [4] Czeller A., Czigány T.: Preparation of microcapsules for self-healing polymers. Materials Science Forum 729, (2013), 205-209

Dr. Czigány Tibor, az MTA doktora

Munkahely: BME, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Telefon / Fax: +361-4632003 / +361-4631527

E-mail: czigany@eik.bme.hu