PUR-ból kerékabroncs, kompozitból kerék

Az utóbbi évtizedekben az autóipar egyre több műanyagot használt fel. A nagy teljesítményű műanyagokat és kompozitokat ma már megtaláljuk a gépkocsik motorterében is. De az abroncs kizárólag gumiból, a felni pedig fémből készült eddig. Lehet, hogy a jövőben ez megváltozik, különösen a PUR abroncs tekintetében.

Tárgyszavak: poliuretán; kompozit; autóipar; fejlesztés.

PUR abroncs: az ötletből a minősített termékig

Az 1995-ben alapított **Amerityre** cég (Nevada, USA) munkatársai kezdetben zárt cellás poliuretánhabból gyártottak levegőt nem igénylő kerékabroncsokat kisebb igénybevételű eszközökhöz, például kerékpárokhoz, tolókocsikhoz, kerti gépekhez. 2001-ben egy sokak által reménytelennek tűnő vállalkozásba fogtak: a személygépkocsikhoz használható kerékabroncsok fejlesztését kezdték el. Először többféle köpenyt készítettek poliuretánelasztomerekből, amelyeket kis teherautókon vizsgáltak több ezer mérföld megtételével. Hamar kiderült, hogy a PUR elasztomer erősítés nélkül nem bírja az igénybevételt, ezért a fejlesztési irányt megváltoztatva már 2001 augusztusában erősítő elemekkel kezdtek kísérletezni. 2003-ban elkészült a sokkal igényesebb *Arcus* márkanevű abroncs, amely tartalmazta a szükséges betéteket, peremeket, szalagokat. A felhasznált poliuretánok átlagos fizikai jellemzőit az *1. táblázat* tartalmazza.

2004 áprilisában a cég közölte, hogy az *Arcus* – a PUR abroncsok közül világelsőként – megfelelt a szigorú FMVSS 109 minősítésnek, és a kiegészítő kopási, hőállósági és vontatási próbákat is kiállta. Az FMVSS 109 nagy sebességű igénybevételénél az Arcus 30 °C-kal kevésbé melegedett fel, mint a gumi, és ami ennél is fontosabb, 43%-kal kisebb a gördülőellenállása, ami 10%-kal nagyobb üzemanyag-hasznosítást tesz lehetővé, azaz üzemanyag-megtakarítást eredményez. *Összességében a PUR abroncsok minden vizsgálatban jobbnak bizonyultak, mint a gumiköpenyek.*

Egy kísérletsorozatban közvetlenül összehasonlították az Amerityre köpenyt egy pótgumiköpennyel. Mindkét köpenyt két óráig futtatták egy *Corvette* típusú autó első tengelyére szerelve 88,5 km/óra sebességgel, és mérték a felületi hőmérsékletet. 100 mérföld megtétele után a PUR köpeny hőmérséklete 64/52/46 °C, a gumié 110/93/105 °C volt a köpeny külső, középső és belső részén mérve.

1. táblázat

Kerékabroncsokhoz alkalmazott poliuretánok
általános jellemzői

Jellemző	**Vizsgálati módszer**	**Érték**
Sűrűség	D792	1,2 g/cm^3
Keménység, Shore A	D2240	60–75
Húzófeszültség 100%-nál	D412	4,28–5,10 MPa
Húzófeszültség 300%-nál	D412	7,70–10,88 MPa
Húzószilárdság	D412	27,0–33,4 MPa
Szakadási nyúlás	D412	555–635%
Továbbszakító-szilárdság	D470	59,8–73 N/mm
Továbbszakító-szilárdság (bemetszéssel)	D470	21,7–35 N/mm
Bevágás növekedése (1,8 millió ciklus után)	D1052	0
Hőmérséklet-emelkedés	Goodrich Flexométer	53–54 °C
Maradó összenyomódás	D395	29,0–35,0%
Ütközési rugalmasság	D1054, 25 °C	44–55%
Ütközési rugalmasság	D1054, 100 °C	60–77%
Pendel-féle csúszási ellenállás száraz betonon	D1054	82-107%
Pendel-féle csúszási ellenállás nedves betonon	D1054	48-65%
Kopásállóság	DIN 5963	47–53
Ridegedési pont	D2137	<70 °C
Olvadáspont	Fischer Johnson	180-218 °C

Környezetvédelmi szempontok

A poliuretánköpenyek környezetvédelmi szempontból biztosan jobbak, mint a gumiból készültek. A poliuretán kémiailag inert, az emberre nem veszélyes, csecsemők számára is készítenek belőle termékeket. Kritikus lehet a gyártásnál az MDI koncentráció a levegőben, amire igen szigorú határértékek vannak. A PUR köpenyek gyártása közben vett levegőminták akkreditált laboratóriumban történt vizsgálata azt mutatta, hogy gyakorlatilag nem tudtak MDI-t kimutatni a levegőmintákból, tehát a határértékek túllépése nem merült fel.

A PUR köpenyek 100%-ban újrahasznosíthatók. A hulladékból történő visszanyerésre a poliuretánipar több technológiát is kifejlesztett, és több termék van, amely alkalmas a hulladék poliuretán újra felhasználására, pl. matracok, bútorhabok, szőnyegalátétek stb. előállításához. A poliuretánok ezenkívül kontrollált körülmények között elégethetők, illetve káros anyagok képződése nélkül deponálhatók is.

Előállítási technológia

A „forradalmi” folyamat következő lépése a nagyüzemi technológia elterjesztése lesz. A fő különbség a klasszikus gumiköpenyekkel szemben, hogy a technológiában nincs szükség külső hőközlésre, az exoterm térhálósodási reakció elegendő belső hőmérsékletet eredményez a kívánatos poliuretánkompaundok kialakulásához. Többéves kísérletek során az **Amerityre** olyan MDI-alapú PUR elasztomer receptúrát fejlesztett ki, amely árban versenyképes a gumikeverékekkel és – amint a vizsgálatok mutatták – jól bírja a nagyobb sebességeknél fellépő hőmérséklet-emelkedést. A személykocsikhoz kifejlesztett *Arcus* köpenyek kevésbé porózusak, mint a gumi, és nincs szükség „belsőre” sem, hiszen ezek a köpenyek tömörek, nem levegővel felfújtak, mint a gumiabroncsok.

Az Amerityre előállítási technológiája egy folyadékfázisú technológia. A folyadékból a szilárd állapotba való átmenet a kémiai reakció eredménye. Előnye ennek a technológiának, hogy lehetővé teszi a robottechnika alkalmazását. A köpeny kialakítása *centrifugális öntéssel* történik. A folyékony poliuretán a formában a centrifugális erő hatására terül szét. Mielőtt a poliuretánkeveréket a formába öntik, elhelyezik és rögzítik az erősítéshez szükséges betéteket, peremeket és öveket. A formaadási folyamat akkor indul, amikor az izocianát-poliol keveréket a katalizátorral összehozzák. A reakció végén a forma forgását megállítják, és a kész köpenyt kiveszik. Ez az előállítási technológia egy „majdnem” perfekt köpenyt eredményez. A centrifugális folyamat a mátrixba zárt levegő legnagyobb részét kiszorítja, a bennmaradó levegő a gumiköpenyeknél tapasztaltnak csak 10%-a. Technológiamódosítással ezt a bezárt levegőmennyiséget is eliminálni tudják. A formának és a centrifugális technológiának köszönhetően a PUR-köpenyek tökéletesen kör alakúak és kiegyensúlyozottak, ezért simább, nyugodtabb futást eredményeznek, mint a gumiköpenyek. Ráadásul az egy darabból álló PUR-köpennyel szemben a gumiabroncsok egyedi rétegekből állnak, és így a rétegek szétválása is bekövetkezhet. Ez a PUR-köpenynél nem fordulhat elő.

A technológia egyszerűsége miatt a technológia berendezéssel szembeni igénye is sokkal kisebb. A jövőbeli PUR-köpenygyártó üzemben nem lesz belső keverő, kalander, extruder vagy vulkanizáló prés. *Az üzem beruházási költsége a hagyományos gumiköpenyt gyártó üzemhez képest mindössze 10% – azonos kapacitás esetén.* A kifejlesztett technológiával kb. 325 m^2 munkaterületen évente 1 millió köpenyt lehet előállítani. Egy köpeny előállítása mindössze néhány percet igényel, a guminál szükséges 30 perccel szemben. A robottechnikát az erősítő elemek elhelyezésénél lehet alkalmazni, a poliuretánöntési technológia jól automatizálható.

Mit hoz a jövő?

Az Amerityre most üzleti partnereket keres a világ bármely területén a gumiabroncsok gyártásában érdekeltek között, de a kis beruházási igény miatt akár új belépőkkel is szívesen működne együtt. A cég mérnöki kapacitását és szolgáltatásait ajánlja a projekthez. Az Amerityre olyan gumiabroncsgyártókkal szeretne együttműködni,

akik nyitottak egy teljesen új megközelítésre. A cég bízik abban, hogy a gumiabroncs-gyártók nem akarnak kimaradni ebből a forradalmi változásból.

Műanyag autókerék

Német kutatók szállal erősített műanyag kompozitból fejlesztettek ki autókereket (felnit), amelyet már 2001-ben 250 km-es nyúzópróbának tettek ki. A kompozitkerék hasonlóan jól viselkedett, mint a hagyományos könnyűfém kerék. A fejlesztés sikerében nagy szerepe volt a különböző szimulációs módszereknek, amelyekkel a szálszerkezetet és a kompozit felépítését optimalizálták. Az új konstrukció bevezetéséhez még számos vizsgálatot kell elvégezni, amelyeket nehezít, hogy a minősítési módszerek fémekre vannak kidolgozva. A projektbe ezért a Fraunhofer Intézet is bekapcsolódott új vizsgálati módszerek kidolgozásával.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Ein neuer PU-Reifen. = Gummi Fasern Kunststoffe (GAK), 59. k. 3. sz. 2006. p. 168–172.
www.amerityre.com
www.fraunhofer.de/fhg/EN/press/pi/2007/06/ResearchNews62007Thema6.