

Rugót helyettesítő és energiát elnyelő poliuretánhabok

Tárgyszavak: poliuretánhab; bútorgyártás; kárpitozás; fémrugó helyettesítése; autógyártás; biztonság; energiaelnyelő hab; mechanizmus; HIC érték.

A poliuretánhabokat első megjelenésük óta használják ruganyos párnázóanyagként, elsősorban kárpitozott bútorokban. A jó minőségű bútorokban azonban mindmáig előnyben részesítik a fémrugókat. Az újabb habtípusok viszont egyre jobban megközelítik a fémrugók teljesítményét. A gépkocsik utasterének kényelmét is hosszú idő óta fokozzák poliuretánhabok beépítésével. Az energiaelnyelő habok működési mechanizmusának jobb megismerése révén azonban ezek már nem csak a kényelmet, hanem a biztonságot, ütközéskor az utasok túlélését is szolgálhatják.

Fémrugók helyett poliuretánhab a bútorokban

A **BASF Corp.** USA-beli poliuretánrészlege (Wyandotte, Mich.) a poliuretánkémia új eredményeire támaszkodva kifejlesztett egy poliuretánhabot, amely alkalmas a kárpitozott bútorok fémrugóinak helyettesítésére. A *Micro Springs* nevű habosítási eljárással egyetlen darabban állítják elő az ülőpárnát, amely milliányi pici „polimerrugót” tartalmaz. Az ülés rajta ugyanolyan kényelmes és ugyanolyan érzés, mintha rugózott széken ülne valaki. A BASF a párna előállításához szükséges alapanyagokat és a szabadalmaztatott habosítási technológiát is átadja megrendelőinek.

A ruganyos hab sűrűsége a poliuretánhabok szokásos 16–40 kg/m³-es sűrűségével szemben 64 kg/m³ körül van. Tartóssága semmivel sem kisebb, mint a fémrugós szerkezeteké. A *Micro Spring* eljárás a BASF *Pluralux PUR* rendszerén alapszik. A nagy sűrűség és a jó fizikai tulajdonságok elsősorban a rugalmas, ojtott *Pluracol* poliólnak köszönhetőek. A *Micro Spring* habok húzószilárdsága 0,16 MPa, szakadási nyúlása 176%, tépőszilárdsága 310 N/cm.

A matrac- vagy ülésgyártás másik újdonsága egy svájci cég, az **Isoterm AG** „*spray skin*” eljárása, amely lehetővé teszi, hogy a gyártószerszám felületére szórják rá azt az anyagot, amely a habosítandó matrac vagy ülés felületi rétegét, „bőrét” alkotja. Ez a felületi réteg szilárd, tartós és vízálló. Ezért külö-

nösen alkalmas kórházi matracok vagy szabadterben használt eszközök (traktorok, csónakok) üléseinek gyártásához. Az új technológia előnye, hogy a szerszámfelületre szórás révén megtakarítható az integrálhabok alkalmazása vagy a külön munkaműveletben előállított (hőformázott, fröccsöntött stb.) burkolóréteg felvitele. A felszórt felületi réteg mindössze 0,3–0,4 mm vastag, és tökéletesen visszaadja a szerszámfelület legfinomabb mintázatát is. A gyártáshoz az Isoterm cég PSM 3000 típusú feldolgozógépet ajánlják, amely használható PSM 700 típusú vezérléssel irányított szórórobottal vagy SP 300 típusú kézi szórópisztollyal is.

Gépkocsiban utazók fejének védelme ütközéskor testre szabott poliuretánhabbal

Az utóbbi években a gépkocsiban utazók biztonságát ún. passzív energiaelnyelő elemekkel növelik. Ilyen a légszák, és ilyenek az utastérbe épített energiaelnyelő habok is. *Kezdetben elsősorban a fejtámaszra koncentráltak, de ma már az utas fejét az oldalirányú és a mennyezettel való ütközéstől is védik. A beépített elem biztonságos voltát a FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standard) 201U jelű szabványa szerint ellenőrzik.* Egy szabadon mozgó, emberi fej formájú testet 24 km/h sebességgel löknek neki a vizsgálandó elemnek, amelynek 3 ms alatt le kell fékeznie azt anélkül, hogy a fékezés alatt 80 G-nél nagyobb lassulás lépne fel. A vizsgálat alatt felvett idő-lassulás görbe alatti terület (integrál) adja az ún. *HIC* (head impact criteria) *értéket*, amelynek felső határértéke 1000 lehet, de fejlesztéskor a 800-as értékre célszerű törekedni.

Ahhoz, hogy ezt az előírást ki tudják elégíteni, ismerni kell a párnázóhabok energiaelnyelésének mechanizmusát. A kanadai **Woodbridge Foam Corporation** cég **Enerflex Solution** nevű üzletága évek óta foglalkozik ezekkel az anyagokkal a tanulmányozásával, és ennek eredményeképpen kifejlesztettek egy optimális tulajdonságú energiaelnyelő poliuretánhabot.

Energiaelnyelő habok

A karosszériának azok a részei, amelyek alakváltozásra képesek, megnövelik a deformációs utat, amely az ütközés utáni nyugalmi állapot eléréséhez szükséges; ezáltal megnő az ütközési impulzus időtartama is. Ennek következtében csökken az utasokra ható erő, és kisebb a sérülés veszélye vagy mértéke. *Az energiaelnyelő habok védőhatása is jórészt az alakváltozáson alapszik.*

Egy jó energiaelnyelő anyag nyomás hatására optimális alakváltozást szenved, az ütési energiát lassan nyeli el, a fékezőerőt egy biztonságos szint alatt tartja. A fékezőerő, az összenyomódás (deformációs út) és az ütés időtartama közötti összefüggés egyértelművé teszi, hogy az utas védelme erősen

függ a beépítéshez rendelkezésre álló tértől és az energiaelnyelő anyag nyomás hatására bekövetkező alakváltozási tulajdonságaitól. A modern gépkocsikban meglehetősen szűk az utasok feje feletti tér, emiatt csak viszonylag vékony habréteg építhető be ide. Amit a vastagságon meg kell takarítani, azt az anyag tulajdonságaival kell pótolni.

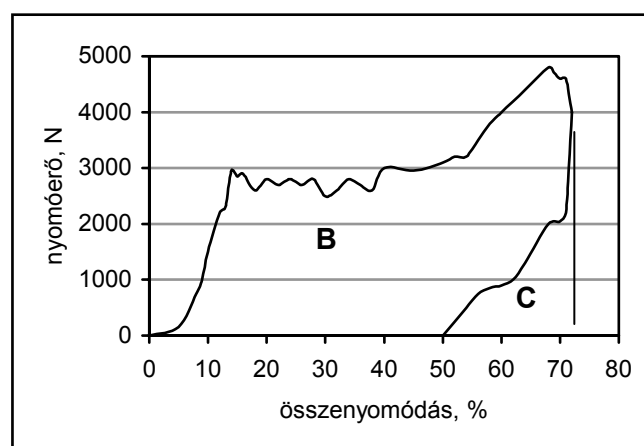
A poliuretánhab az erőfelvétel és az erő leépítése során hiszterézist mutat, ami az energiaelnyelés szempontjából nagyon kedvező. További előnyei, hogy jól terhelhető, kicsi a tömege, kevésbé függ a hőmérséklettől és rugalmasan alakítható. *Energiaelnyelésében többféle mechanizmus játszik szerepet. Ilyenek*

- a polimer viszkoelasztikus tulajdonságai,
- a cellaszerkezetben mozgó levegő,
- a cellafalak törése.

A viszkoelasztikus, reverzibilis, félkemény, szívósan kemény, mereven kemény habokban egyik vagy másik mechanizmus jut érvényre, némelyikben pedig ezek kombinációja. Az optimális tulajdonságú energiaelnyelő habokat a valódi felhasználás körülményei között lehet kiválasztani.

Az energiaelnyelő habok vizsgálata

Az energiaelnyelő habokat rendszerint sztatikus nyomóvizsgálatokban kis, 2,5 mm/min deformációs sebességgel vizsgálják. Az energiaelnyelést a nyomás-feszültség görbe alatti területből az 1. ábra szerint számítják ki. Viszkoelasztikus tulajdonságú habok görbéje más formájú lehet. Bizonyos haboknál csökken az energiaelnyelés, ha nő a habok nyúlása. Az energiaelnyelést befolyásolja a ütőtest tömege és formája, továbbá a habréteg vastagsága is. A sok befolyásoló tényező miatt a sztatikus vizsgálatok kevésbé alkalmasak az energiaelnyelő habok hatásfokának megítélésére.



1. ábra Összenyomódás-erő görbe.
Az energiaelnyelés, $EA = B/(B+C)$, %

Ezért *dinamikus vizsgálatokat végeztek egy fej formájú ütőtestet tartalmazó, 201U típusú berendezéssel*. A vizsgálandó habot 13 mm vastag acéllemezből készített mintatartóba helyezték, amely hab nélkül 1600-as HIC értéket adott. Félkemény, szívósan kemény és mereven kemény habokat vizsgáltak. Mérték a HIC érték függését a nyomóterheléstől, a habok kémiai összetételétől, a próbatest vastagságától, és az eredményekből olyan modellt állítottak fel, amelyből meg lehetett határozni az optimális energiaelnyelésű hab paramétereit.

A habok keménysége közelítően arányos a sűrűséggel, amely 48–96 kg/m³ között, a próbatestek vastagsága pedig 20, 25 vagy 37 mm volt. A következőket figyelték meg:

- a 20 és 25 mm vastag habok HIC görbéje konkáv formát adott, azaz egy meghatározott sűrűségű habnál kapták a legkisebb (optimális) HIC értéket. A 37 mm vastag minták görbéje ezzel szemben folyamatosan emelkedett a sűrűség növekedésével. Ezek mindhárom habtípusra érvényesek;
- növekedő habvastagsággal csökken HIC értéke;
- a mereven kemény hab HIC értéke kisebb, mint a másik kettőé, ami különösen nagyobb mintavastagságnál volt szembetűnő.

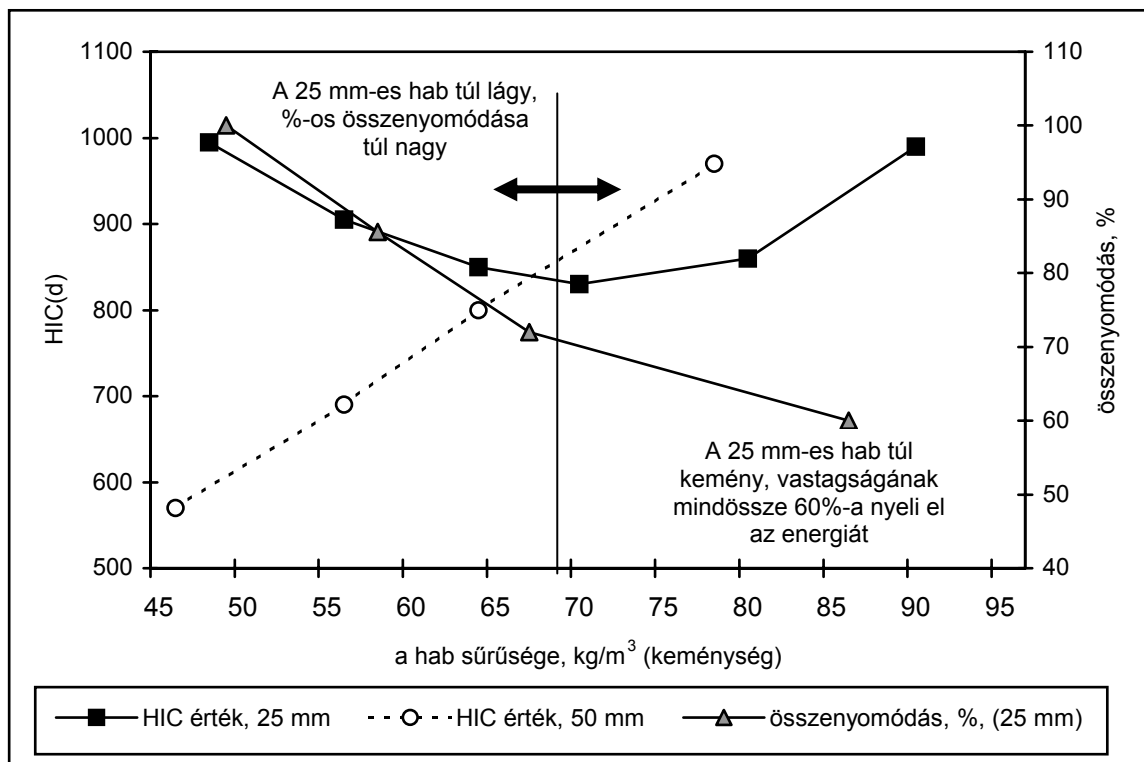
A szívósan kemény hab konkáv görbiformája a 2. ábrán látható. Az optimális HIC érték 70 kg/m³-os sűrűség körül van, és a fej formájú ütőtest benyomódása a sűrűség növekedésével a hab eredeti vastagságának 100%-áról 60%-ra csökken. Ha túl kicsi a hab sűrűsége, az utas fejét képviselő ütőtest végül is a kemény fémfallal ütközik, mert a 25 mm-es vastagság nem elegendő az ütközési energia elnyelésére, és ez magas HIC értéket eredményez. A túl nagy sűrűségű (túl kemény) hab ezzel szemben csak 60%-ig nyomódik össze, ami viszont az utas fejét a kelleténél gyorsabban fékezi le, és ez túl nagy nyomófeszültséget fejt(ene) ki az utas fejére, egyúttal nagyobb HIC értéket is ad. Ennek a habtípusnak az esetében tehát a 70 kg/m³ körüli sűrűség és a 70%-os összenyomódás adja a legnagyobb fokú védelmet.

Növekedő habvastagsággal eltűnik a görbe konkáv jellege; HIC értéke a hab sűrűségével arányosan nő anélkül, hogy az ütköző testre ható nyomófeszültség növekedne. A fékezés időtartama különösen a lágyabb habokban nő meg, ami mérsékli a fejre ható fékezőerőt.

Az optimális energiaelnyelő hab

*Az optimális energiaelnyelő hab kiválasztásakor azt a célt tűzték ki, hogy a hab 20 mm-es vastagságban adja a FMVSS 201 U szabvány szerint ajánlott 800-as HIC(d) értéket. A különböző típusú habok összehasolításakor kiderült, hogy ezt a mereven kemény habokkal a legkönnyebb elérni. Új ismereteik birtokában a **Woodbridge Foam** cég fejlesztőinek sikerült előállítaniuk az **Enerflex HE** márkanevű poliuretánhabot, amely 20-25 mm-es vastagságban*

810 HIC(d) értéket ad. Ugyanilyen vastagságban a DuPont cég extrudált polipropilén energiaelnyelő habjának HIC-értéke 820. 25 mm-es vastagságban az Enerflex HIC értéke 690, a PP-habé 740.



2. ábra 25, ill. 50 mm vastag szívósan kemény habminta HIC értéke az energiaelnyelésben aktív d vastagságra vonatkoztatva és a 25 mm vastag hab összenyomódása a sűrűség (ill. az azzal arányos keménység) függvényében

Pál Károlyné

PUR foam technology eliminates metal springs in furniture. = Plastics Technology, 51. k. 2. sz. 2005. p. 27.

PUR spray-skin equipment makes comfortable seats. = Plastics Technology, 51. k. 2. sz. 2005. p. 27.

Automotive industry products. FMVSS 201. = www.tmsi-usa.com/auto.htm

Kriterien zur Crash-Analyse Version 1.6.2. Kapitel 1. Beschreibung der Kopfkriterien – HIC. = Arbeitskreis Messdatenverarbeitung Fahrzeugsicherheit. p. 1–2.

NG, G.; Schmidt, H.; Frick, S.: Maßgeschneiderter PUR-Schaumstoff für den Aufprall. = Kunststoffe, 94. k. 8. sz. 2004. p. 107–110.