

## Karcálló adalékok műanyag termékek szép felületének megőrzésére

### 2. rész. Kompaundok és vizsgálati módszerek

A műanyag termékek legtöbbször vonzó küllemű, szép színű, kívánatos tárgyak. Sajnos azonban, hogy legtöbbször könnyen karcolódnak, megkopnak, színeik megfakulhatnak, a felületükre migráló adalékok miatt a por, a piszok rájuk tapad és nehezen távolítható el, ezért már akkor „elhasználtnak” tűnhetnek, amikor funkciójukat még tökéletesen ellátják. Az adalékgyártók erősen dolgoznak azon, hogy termékeik révén ezek a tárgyak hosszú ideig megőrizzék szépségüket, és a műanyag-kompaundálók is kínálnak ilyen alapanyagokat. A kutatók pedig újabb vizsgálati módszereket próbálnak kifejleszteni, amelyekkel a műanyagok karcállóságát, egyúttal azok felületminőségének megőrzését a jelenlegi, jórészt szubjektív megítélésen alapuló vizsgálatok helyett reprodukálható, objektív eredményeket adó eljárásokkal lehessen ellenőrizni. A MISZ előző számában olvasható publikációnk 1. részében a jelenleg hozzáférhető karcállóságot javító adalékokat mutattuk be; jelen számban található 2. részben a kompaundálók karcálló alapanyagainra hívjuk fel a figyelmet, továbbá a karcállóság megítélésére kifejlesztett, és a jelenleg alkalmazottaknál megbízhatóbb vizsgálati módszert mutatjuk be.

*Tárgyszavak: műanyag termék; küllem; felületminőség; karcállóság;  
karcálló kompaundok; karcállóság vizsgálata; új módszer.*

### Karc- és kopásálló alapanyagok a kompaundálók kínálatában

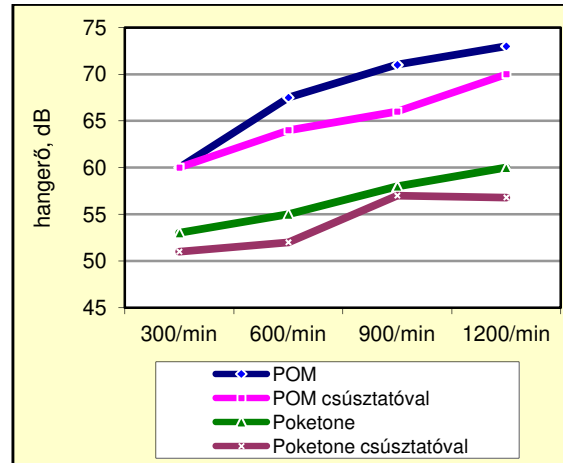
A különböző polimerekből feldolgozásra alkalmas alapanyagokat készítő műanyaggyártók és kompaundálók nagy erőfeszítéseket tesznek azért, hogy gyártmányaikból tartósan szép felületű termékeket lehessen fröccsönteni, extrudálni, hőformázni vagy más feldolgozó eljárással előállítani anélkül, hogy a feldolgozóknak külön adalékokat vagy felületbevonatokat kelljen erre a célra alkalmazni.

A BASF pl. a Friedrichshafenben rendezett 2017-es Fakuma kiállításon mutatta be *Ultamid Deep Gloss* márkanevű speciális poliamidját, amelynek egyszerre olyan jó a vegyszerállósága, mint a részlegesen kristályos poliamidoké, olyan magas a fénye, mint az amorf műanyagoké, és UV-állósága is kiváló. Ezt a poliamidot gépkocsik belső terének elemeihez szánják, amelyektől elvárják, hogy szépek legyenek, és szépségüket a gépkocsi teljes élettartama alatt megőrizzék külön felületi védelem nélkül is. Az új poliamidot jelenleg kísérleti mennyiségben tudják szállítani. A bemutatott de-

monstrációs elemeken (5. ábra) bevonat nélkül sem lehetett látni semmiféle hegedési vonalat. Az alapanyag koptatási vizsgálatokban sokkal nagyobb ellenállást mutatott, mint a hasonló célra szánt más bevonat nélküli anyagok. Az új poliamid könnyen fröccsenhető varioterm szerszámtechnológia nélkül is.



5. ábra A BASF Ultramid Deep Gloss poliamidjából készített demonstrációs elemek a 2017-es Fakuma kiállításon



6. ábra POM-ból és Poketone-ből készített fogaskerekek okozta hangerő

A dél-koreai Hyosung *Poketone* márkanévű alifás poliketonjainak fejlesztésekor az elhasználódás lassítására és a jó kopásállóságra helyezte a hangsúlyt. A cégnél a nagy viszkozitású *Poketone M630A* típusra alapozva készítenek különböző kopásálló kompaundokat, továbbá üvegszállal és ásványi anyagokkal töltött változatokat, amelyek kopásállósága hasonló a poliacetálokéhoz (POM), de kopásállóságuk 1,5-2-szer, ütésállóságuk 30-szor nagyobb. A *Poketone* poliketonokra jellemző a rezgések és a hangok csillapítása is. A *Poketone*-ből készített fogaskerek több mint 10 dB-lel halkabban futnak, mint a POM fogaskerek (6. ábra). A hangtompító hatást a *Poketone* DMA-val (dinamikus mechanikai analízis) mért veszteségi modulusából és tg  $\delta$  értékéből származtatják, amely 3,5-ször nagyobb, mint a POM-é frekvenciától és hőmérséklettől függetlenül.

## A karc- és kopásállóság vizsgálata

A Darmstadti Műanyagtechnikai Intézet (Institut für Kunststofftechnik – ikd) már hosszú ideje foglalkozik a műanyagfelületek sérülésének vizsgálatával. Erre a különböző laboratóriumokban számos eljárást dolgoztak ki, és közülük többet nemzetközi szabványokban vagy iparági szabványokban rögzítettek. Az autóiparban különösen sokféle vizsgálati módszert alkalmaznak. Ilyen pl. az *ISO 1518* szabvány szerinti eljárás, amelyben a felületre merőleges karcolóító terhelését addig növelik, ameddig azzal megindul a karcképződés. Ismeretes az ún. ceruzakeményégi próba (7. ábra) és az ún.

körömpróba (Fingernagelprobe, *BMW GS 97034-2*). Az egyik Erichsen berendezésben a karcállóságot korongon vizsgálják (8. ábra). A *PV 3975* szerinti *Martindale* eljárásban a dörzsállóságot vizsgálják, textilfelületeken is. A létrehozott karcok közelebbi vizsgálatát írja le az *ISO 19252* szabvány és az Erichsen rácsvágó eljárást tartalmazó *PV 3952* vagy *GME 60180* szabvány. További ajánlott eljárások és ezek fő jellemzői a 2. táblázatban találhatóak.



7. ábra Az Erichsen cég ceruzakeménységet mérő eszköze



8. ábra A Wacker laboratóriumában az Erichsen cég berendezésével korongon mérik a karcállóságot

A karcokat általában vizuálisan, mikroszkóp alatt vizsgálják, ezért értékelésük meglehetősen szubjektív.

Valódi újdonságot jelent a würzburgi Innowep GmbH egyetemes felületvizsgáló eszköze (*Universal Surface Tester, UST*, amelynek két típusa az *UST 100* és *UST 1000*). Ez az eszköz az ún. *Mistral-eljárás*on alapszik, amelynek lényegét a 9. ábra mutatja.

A vizsgálóeszközök jelenleg 0,7 és 1000 mN közötti terheléssel és 0,01–2,5 mm közötti karcsebességgel végzett mérésekre alkalmasak. A hozzá tartozó tapogatók között vannak különböző geometriájú gyémánt- és acélhegyűek, ezért a készülékkel a felületi sérülések széles változatait lehet tanulmányozni. A vizsgálat a készülék kezelőjétől függetlenül, teljesen automatikusan megy végbe, ezért az eredmények jól reprodukálhatók. A felületen bekövetkező deformálódások mérése alapján a vizsgált anyagok sérülékenysége objektíven értékelhető.

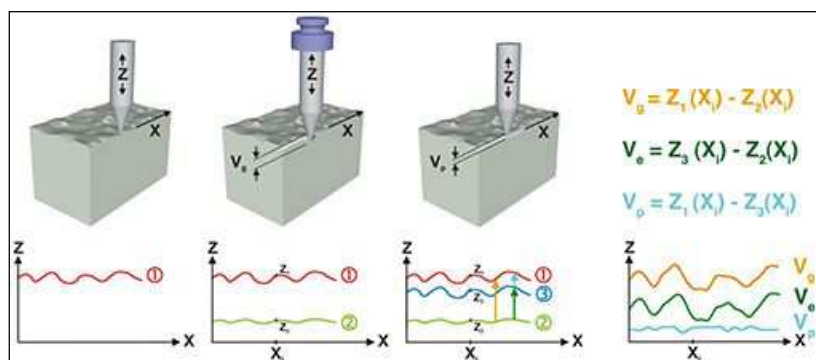
A hagyományos eljárásokban a felületet a karc felvitele után vizsgálják fénymikroszkóppal. Ennek az eljárásnak hátránya nemcsak az értékelés szubjektivitása, hanem az is, hogy a sérülés látványát a felület fényessége vagy átlátszósága is befolyásolhatja. Sokkal több információt lehet kapni a karcoldásról, ha azt a kialakulás folyamata alatt

is megfigyelik, és az ilyenkor észlelt jelenségekkel kiegészítik a mikroszkópos adatokat. Ilyen megfigyeléseket végeztek oldalirányból pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM), más vizsgálatokban pedig átlátszó anyagok vizsgálatakor alulról CCD kamerával követték a karcolást végző tű útját. Kerámiabevonatok karcállóságának in-situ vizsgálatát fénymikroszkóp alatt már szabványok (*ASTM C1624-5*, *ISO 20502*) is leírják.

2. táblázat

Átlátszó műanyagok karcállóságának meghatározásához alkalmazott vizsgálati módszerek

Vizsgálati módszer	Szabvány	Károsodás kiváltása	Értékelés	Okozott károsodás mélysége, $\mu\text{m}$
Ledörzsölt tömegveszteség	DIN 53754	dörzspapír	tömegveszteség	100–150
Karcolási keménység	ISO 4586-2	90 $\mu\text{m}$ sugarú gyémánttű	tapintás	<85
Kopásállóság (Taber)	ASTM D 1044	ásványi szemcsével borított tárcsa	homályosság növekedés	1–5
Több ujjas karcolási vizsgálat	Ford FLTM 80 162-01	1 mm átmérőjű karcolótű	szemrevételezés	<10
Homokszórás	DIN 52 348-A1	szórt homok	homályosság növekedés ASTM D 1003	<5
Amtec-Kistler mosás	DIN EN ISO 20566	0,8 mm PE sörte, víz-homok szuszpenzió	fényesség-csökkenés	<5
Crockmaster	DEL 7384 2009-04	textillel borított koptatófej	szemrevételezés	<1
Kopásállóság acélszállal szemben	nincs	000 keménységű acélszál (acélszivacs)	szemrevételezés	<5
Karcállóság Oesterle szerint	modell 435 (Erichsen)	műanyag korong	szemrevételezés	<50
Keménységmérő pálca	ZHT 2092 (Zehnter)	0,75 mm átmérőjű fémcsúcs	szemrevételezés	<50
Ceruzakeménység	ISO 15184	9B-9H keménységű ceruzabél	szemrevételezés	<50
Golyóbenyomódási keménység	ISO 2039-1	5 mm átmérőjű golyó	benyomódás mélysége	150–350
Tapadásvizsgálat rácsvágással	ISO 2409	kés, Tesa ragasztófolia	szemrevételezés	3–100



9. ábra A Mistan eljárás mérési elve: az 1. lépésben a terhelés nélküli tapogató a kijelölt pályán felveszi a felület topográfiáját (1. görbe).

A 2. lépésben a tapogató előre meghatározott terheléssel elvégzi a karcolást.

(A 2. görbe a karc mélységét jelzi.) A 3. lépésben a tapogató ismét terhelésmentesen halad végig a pályán, és felveszi a 3. görbét, amely a karc mélységét a rugalmas visszaalakulás után méri.  $V_g$  a polimer teljes deformációja, a karc eredeti mélysége;  $V_p$  a maradó plasztikus deformáció; a kettő különbsége,  $V_e$  a rugalmas visszaalakulás.

$Z$  a tapogató függőleges irányú mozgása, amely alapján a mélységet mérik

Az ikd-ben egy UST készüléket társítottak a Keyence Deutschland GmbH (Neu-Isenburg) *VHX 500* típusú digitális fénymikroszkópjával, amellyel 25 mm távolságból figyelték meg a karc kialakulását. A folyamatot 1600x1200 pixeles videokamerával rögzítették. Az UST berendezés módosításával a karcolással egy irányú és arra merőleges irányú erőket is tudták mérni. A mikroszkóp állványa 90°-ban mozgatható volt, ezért a minta felületét többféle szög alatt is meg lehetett figyelni.

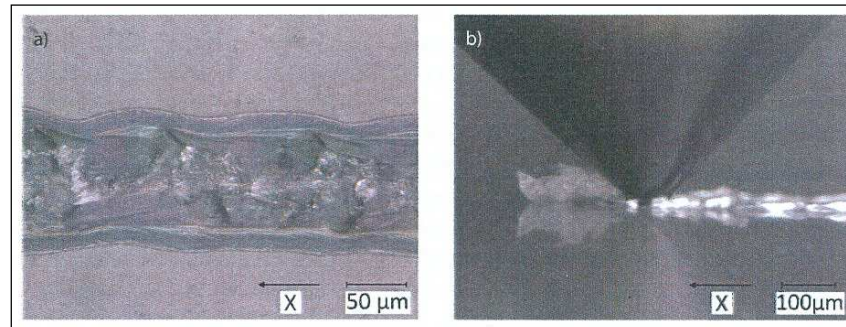
Ezzel a rendszerrel egy átlátszó, merev polisztirolt (*Styrolution 165N*, Ineos) és egy rugalmas polietilént (*Hostalen GC 7260*, LyondellBasell) vizsgáltak a karcolás alatt és után. A 10. ábrán látható, hogy a gyémánthegyű tű karcolás közben részben forgácsolta a PS-t, a sérülés anyaglehardással járt, a karc pedig roncsolt felületű volt. A 11. ábrán látható PE karcolásakor ezzel szemben nem képződött forgács, a karc alja sima, szélei ritmikusan ismétlődő fonásszerű mintázatot mutattak, amelyet az oldalra túrt polimer deformációja hozott létre.

A kutatók vizsgálták a tű geometriájának hatását is. Egy PP (*Metocene HM648T*, LyondellBasell) felületét az előbbiekhöz hasonlóan 0,1 mm/s sebességgel és 1000 mN terheléssel karcolták. A 90°-os kúpszögű tűvel a PE-hez hasonló formájú, forgácsmentes karcot kaptak, az 50° kúpszögű tű ezzel szemben már forgácsképződéssel karcolta a polimer felületét.

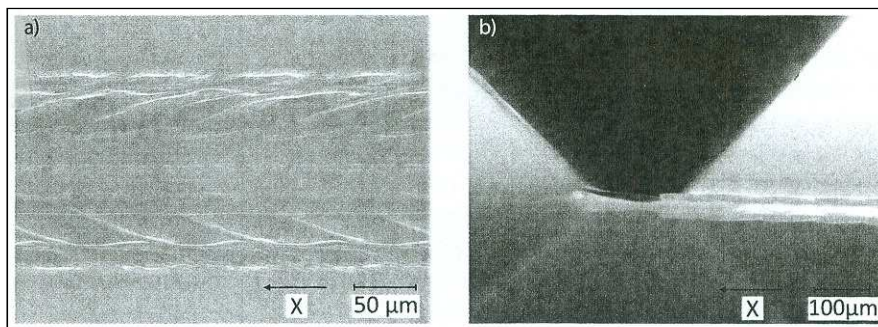
Az UST karcoló berendezés és az in-situ fénymikroszkóp összekapcsolása új módszert ad a műanyagok karcállóságának reprodukálható, objektív vizsgálatára. A vizsgálathoz nincs szükség újfajta mérőeszközre, mindkét szükséges elem könnyen beszerezhető. Elvileg bármilyen felület (sötét/világos, matt/fényes, struktúrált/sima) és bármilyen műanyag (hőre lágyuló, hőre keményedő, elasztomer, erősített/nem erősített) vizsgálható vele. Ezzel az eljárással nem csak a minőség ellenőrizhető (pl. az au-



tógyártásban), hanem a kutatók is sokkal mélyebben ismerhetik meg a műanyag felületek sérülékenységének okait és mechanizmusait. Az alapanyaggyártók is hasznát vehetik, amikor az optimális adalékot akarják kiválasztani kompaundjaikhoz.



10. ábra A PS karcolás alatti (jobb oldali kép) és karcolás utáni (bal oldali kép) mikroszkópos felvétele. A karcolást 90°-os gyémánttűvel, 0,1 mm/s sebességgel és 1000 mN terheléssel végezték. X a karcolás iránya. A karcolás folyamatát 400-szoros, magát a karcot 900-szoros nagyítással vették fel



11. ábra A PE karcolás alatti (jobb oldali kép) és karcolás utáni (bal oldali kép). A vizsgálat paramétereit és a nagyításokat azonosak a 10. ábráéval

Az ikd vállalkozik arra, hogy együttműködjön azokkal a vállalatokkal, amelyek karcálló műanyagokat vagy műanyag termékeket akarnak gyártani. Az Intézet további terveiben – a MoScratch projekt keretében – ki akarja terjeszteni a vizsgálati módszert a nagyobb terhelések és nagyobb sebességek irányába, továbbá újabb kutatásokat kíván végezni a strukturált felületek és az erősített műanyagok karcállóságának jobb megismerésére.

Összeállította: Pál Károlyné

Mapleston, P.: Keeping up appearances. Plastics are versatile materials, but can susceptible to surface scratching = Compounding World 2017. nov. p. 53-54, 56, 58, 60, 62. [www.compoundingworld.com](http://www.compoundingworld.com)

Evans, D.; Edwards, G.; Marshall, R.: Organoton macht kratzfest = Kunststoffe, 107. k. 1. sz. 2017. p. 68–74.

New approach to Nylon mar/scratch resistance with Solid-TT = [www.tenasitech.com/docs/TenasiTech SOLID-TT%20Nylon 1%20Page July%202016.pdf](http://www.tenasitech.com/docs/TenasiTech%20SOLID-TT%20Nylon%201%20Page%20July%202016.pdf)

Seeger, P.; Moneke, M.; Stengler, R.: Kleinsten Kratzen auf dem Spur = Kunststoffe, 107. k. 1. sz. 2017. p. 25–28.

Möglichst ohne Kratzer = Kunststoffe, 104. k. 1. sz. 2014. p. 66–70. (Ennek a cikknek magyar nyelvű tömörítvénye 2015-ben a MISZ 4. számának elektronikus változatában jelent meg.)

High gloss in automotive interiors = <https://www.basf.com/en/company/news-and-media/news-releases/2017/10/p-17-328.html>