X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

KÉT KÜLÖNBÖZŐ MÓDSZERREL MEGHATÁROZOTT KOPÁSI EGYÜTTHATÓ ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Kuzsella László, Kovács Tünde

Absztrakt

Egy gépalkatrész élettartamának meghatározásakor legegyszerűbb, ha az egész gépet üzemi körülmények között működtetve vizsgáljuk az adott gépalkatrész tönkremenetelének folyamatát. Azonban ez nem mindig tehető meg, például gazdasági okok, továbbá a vizsgálat rendkívül nagy időigénye miatt. A kopási folyamatok vizsgálatára ezért számos berendezést kifejlesztettek a vizsgálatok költségének ill. időszükségletének csökkentése érdekében. A cikk egy már jól ismert vizsgálati módszer az ún. „pin-on-disk” jellegű tribométerrel és egy teljesen új fejlesztésű szintén golyó/sík érintkezési felületen lejátszódó, csúszó súrlódást megvalósító lokális koptató berendezés által mért adatok bemutatásával foglalkozik [1,2].

1. Bevezetés

A súrlódás, elmozdulást vagy mozgást gátló hatás, amely két test közötti érintkező felületen alakul ki. Az egymással érintkező felületeket nyomóerő szorítja össze, miközben egymáson relatív sebességgel csúsznak. A hétköznapi értelemben vett súrlódás, az egymáshoz szorított szilárd testek felületein kialakuló kölcsönhatások eredménye, ami ellenállást fejt ki az elmozdítási kényszerrel szemben, vele párhuzamos, de ellentétes erőt hoz létre, mely elmozdulás esetén energia veszteséget, elsősorban kopást, de szinte minden esetben hőfejlődést is okoz.

A kopás tehát a súrlódás hatására kialakuló anyagvesztés, mely a súrlódási folyamat alatt megjelenő mechanikai és termikus igénybevételek, valamint kémiai reakciók miatt alakul ki.

Az egyes kopástípusoknak megfelelően különböző koptató berendezések jöttek létre, melyek megpróbálják modellezni a különböző kopásfajták körülményeit. A különböző berendezésen meghatározott kopást jellemző mérőszámok nem minden esetben egyeznek meg, még abban az esetben sem, ha azonos kopástípust vizsgálnak.

2. „Pin-on-disk” rendszerű tribométer

„Pin-on-disk” rendszerű tribométer esetén forgó korongra állandó tangenciális erővel ellenanyagot nyomva vizsgáljuk a két anyag közt fellépő csúszó súrlódási erőt, illetőleg adott fordulat vagy megfelelő idő eltelte után a kopás mértékét. Az ellenanyag geometriája tulajdonképpen tetszőleges lehet, leggyakrabban azonban golyót alkalmaznak, golyó/sík érintkezési felületet valósítva meg a kopási felületen.

Az 1. ábra a berendezés elvi rajzát mutatja.

1. ábra. Pin-on-disk rendszerű tribológiai mérés elvi rajza

A vizsgálóberendezés, a tribométer, a koptatás során folyamatosan regisztrálja a két anyag között fellépő súrlódási erőt, valamint a kopási úthosszt.

A kopás eredményeképpen egy kopási gyűrű keletkezik, mely gyűrű alakját sugárirányban vizsgálva parabolikus gödör figyelhető meg. A kopási vályút a 2. ábra szemlélteti.

2. ábra. A kopásnyom pin-on-disk rendszerű tribométer esetén

A mérés befejeztével felületanalitikai módszerek alkalmazásával, ún. profilométerrel meghatározható a parabolikus gödör felülete ill. a kopási vályú térfogata, vagyis a minta felületéről lekopott anyag mennyisége.

A lekopott anyagmennyiség, a terhelőerő és a kopási úthossz ismeretében meghatározható az anyag kopási együtthatója, a következő képlet segítségével.

$$K = \frac{V_w}{F_N \cdot s}; \quad [K] = \frac{\text{mm}^3}{\text{MJ}} \quad (1)$$

ahol,

K: kopási együttható; V_w : kikopott térfogat; F_N : a normál irányú terhelés; és s : a kopási úthossz.

A méréssorozathoz egy a svájci székhelyű CSM Instruments által gyártott pin-on-disk berendezést használtuk, melynél a terhelőerő a mérés előtt tetszőlegesen megválasztható, a kopási úthosszt pedig, folyamatosan jelzi a berendezés szabályozószoftvere.

A méréssorozatnál a kísérleti paraméterek a következők voltak.

Normál irányú terhelés:	$F_N = 15 \text{ N}$
Koptató golyó sugara:	$R = 3 \text{ mm}$
Koptatási sugár:	$r = 6 \text{ mm}$
A forgás kerületi sebessége:	$v = 10 \text{ cm s}^{-1}$
Kopási úthossz:	$s = 1000 \text{ m}$

3. Lokális koptató berendezés

3. ábra. Lokális koptató berendezés

Lokális kopásvizsgálatra kifejlesztett berendezést mutat be a 3. ábra. A berendezés lehetőséget nyújt pontszerű koptatás végzésére. A próbatest sík, míg a koptatást végző alkatrész gömb geometriájú. Az érintkezés a kísérlet kezdetén pontszerű. A berendezés lehetőséget biztosít arra, hogy adott terhelés (normálerő), adott fordulatszám, és elhanyagolható mértékben változó felületi érdesség mellett vizsgáljuk a próbatestek viselkedését.

A koptatógolyó felületi érdessége azért nem változik, mert a golyó bolygó mozgást végez, ezáltal elhanyagolható a felületi érdesség változása. A fordulatszám biztonsággal átadható a kúpos behajtással a csapágytámasz segítségével. A normálerő a függőleges terhelés miatt, valamint a célszerűen kialakított műszerkaros megfogás miatt állandó. A próbatesten bekövetkező kopás és súrlódási tényező változás a terhelést nem változtatja meg.

A fejlesztett készülékkel azonos feltételek esetén elvégzett vizsgálatok eredményei kis szórással reprodukálhatóak voltak.

A vizsgálatoknál 20mm átmérőjű GO3 edzett acélgolyót alkalmaztunk koptatóként. A normálerő 0,49N volt. A fordulatszámot a behajtó motor határozta meg, melyen nem változtattunk a kísérletek során (752 fordulat/perc).

Az anyag, kopási tulajdonságát jellemző K , kopási együtthatót a lokális koptató berendezés estén is a kikopott térfogatból, a terhelőerőből és a kopási úthosszból lehet meghatározni a (1) egyenlet segítségével, ám a mérési módszer különbözőségéből adódóan a kikopott térfogat és a kopási úthossz meghatározása eltérő.

Ennél a mérési eljárásnál a kopás eredményeként gömbsüveg alakú kopásnyom keletkezik, ennél fogva a kikopott térfogat a következő képletek segítségével határozható meg.

Gömbsüveg mélysége h (mm):

$$h = R - \sqrt{R^2 - \frac{d^2}{4}} \quad (2)$$

ahol d a kopás során keletkezett gömbsüveg átmérője

Kopási térfogat V (mm³):

$$V_w = \frac{\pi \cdot h}{6} \left(\frac{3}{4} d^2 + h^2 \right) \quad (3)$$

A kopási úthossz ebben az esetben nem volt mérhető közvetlenül, hanem a fordulatszám és a koptatás idejének segítségével lehet meghatározni.

Kopási út s (m):

$$s = n \cdot 2R\pi \cdot t \quad (4)$$

A méréssorozathoz a kísérleti paraméterek a következők voltak.

Normál irányú terhelés:	$F_N = 0,49 \text{ N}$
Koptató golyó sugara:	$R = 10 \text{ mm}$
Fordulatszám:	$n = 752 \text{ s}^{-1}$
Koptatás időtartama:	$t = 15 \text{ perc}$

4. A próbatestek ismertetése

A vizsgálatok elvégzéséhez CrV3 anyagból készült Jominy próbatest véglaphűtéses vizsgálat utáni (a véglaptól adott távolságra kivett) szelvényeit használtuk fel. Ezen szelvények keménységértékei

különbözőek, hiszen a véglaphűtésnek köszönhetően az egyes szakaszokban különböző hűtési sebesség különböző szövetszerkezetet és változó keménységet eredményezett.

A következő táblázat a Jominy próbatestekből készült vizsgálati darabok keménységeit mutatja a véglaptávolság függvényében. A mérési eredmények illeszkednek az adott anyagra az irodalomban [3] közölt Jominy görbére.

1.táblázat. Az egyes minták keménysége a véglaptávolságnak megfelelően

Véglaptávolság, (mm)	Keménység (HV)
5	763
18	404
39	321
51	253

A próbatesteket úgy alakítottuk ki, hogy belőlük 3 mm vastagságú lapokat vágunk, majd a vizsgálati felületet metallográfiai előkészítés módszereivel csiszoltuk és políroztuk ($R_a=0,75\mu\text{m}$ átlagos felületi érdességre).

5. Eredmények

A két mérési módszer eredményeit összefoglalva a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. A kopási tényezők a kétféle berendezés alapján

Véglaptávolság (mm)	Kopási tényező, K (mm^3/MJ)	
	Pin-on-disk	Lokális koptató
5	34,30	0,56
18	33,46	0,52
39	49,51	0,48
51	166,32	2,10

A két különböző mérési módszerrel meghatározott kopási együtthatók között jelentős különbség figyelhető meg. Azonban, ha az eredményeket grafikusán ábrázoljuk azonos diagramban, a két különböző mérési módszernek megfelelően, két vertikális tengely szerint (4. ábra) a hasonlóság szembeötlő.

4. ábra. A mérési eredmények grafikusán ábrázolva

8. Összefoglalás

Jominy minták kopási tényezőjét vizsgáltuk a véglaptól mért távolság függvényében két különböző koptató berendezésen, egy rendkívül széles körben alkalmazott ún. pin-on-disk rendszerű tribométeren és egy újfejlesztésű koptató berendezésen.

A különböző módszerrel meghatározott kopási együttható értékek nagymértékben eltérnek egymástól, azonban az eredményeket közös diagrammban ábrázolva megfigyelhető, hogy különböző mérési eredmények a véglaptól mért távolság függvényében azonos tendenciát mutatnak.

A mérési eredményekből megállapítható, hogy a vizsgálatok, bár elvükben különböznek azonos kopásállósági sorrendet határoznak meg a véglap-távolság függvényében.

A kopási együttható mind a két vizsgálati módszer esetében nagyon jó egyezést mutat a keménységértékekkel. A véglaptól mért távolság növekedésével a kopási együttható növekszik, vagyis egyre kevésbé kopásálló az anyag.

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Bagyinszki Gyula, Kovács Tünde, Kálazi Zoltán, Tom Bell: Acélok duplex felületkezelése Gép, LII. évfolyam, 2001. 9. szám, p. 16-22.
- [2] Kovács T., Dévényi L.: Golyó/sík érintkezés elvén alapuló lokális kopásvizsgálati eljárás alkalmazási feltételeinek elemzése, FMTÜ Konferencia, Kolozsvár 2004. p.155-162.
- [3] Kovács T., Kuzsella L., Dévényi L.: Wear resistance of hypereutectic Al – Si - Ni alloy as a function of forming rate and comparison of aluminium and steel sample microCAD 2004. International Scientific Conference 2004.03.18-19. p.163-167.

Kuzsella László

egyetemi tanársegéd

Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar

3515, Miskolc-Egyetemváros

femkuzsy@uni-miskolc.hu

00 36 46 565 111/ 2074