FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

BEVONATOLT GYORSACÉLOK KOPÁSÁLLÓSÁGA

BITAY Enikő

Abstract

Of machine parts and tools – more specifically, their material – wear resistance and service life of the design knowledge is very important in industrial practice. The ball crater wear equipment suitable for the comparative wear tests, this can be set up in different materials – the same conditions – sorted by wear. The TiN-coated specimen studies evaluating the wear factor is used, which is reciprocal value abrasion and wear of the worn volume of space derived from the same experimental parameters, and road. The tests also confirmed that the hardness – which generally correlates well with the wear resistance – clearly not be regarded as measuring the number of wear resistance, hardness, because the sequence is often not the same as the sequence abrasion resistance.

Keywords:

wear, wear coefficient, coating, surface treatment, microhardness

Összefoglalás

A gépalkatrészek és a szerszámok – pontosabban anyaguk – kopásállóságának ismerete és élettartamának tervezése igen fontos az ipari gyakorlatban. A golyós kráterkoptató berendezés alkalmas összehasonlító koptató vizsgálatok elvégzésére, ezáltal felállítható különböző anyagok – azonos körülmények közötti – kopásállósági sorrendje. A TiN-bevonatú próbatesteken végzett vizsgálatok értékelése során alkalmazható a kopási tényező, ami a kopásállóság reciprokértéke, és a kikoptott térfogataból származtatható azonos kopási út és kísérleti paraméterek mellett. A vizsgálatok is alátámasztják, hogy a keménység – mely általában jól korrelál a kopásállósággal – egyértelműen nem tekinthető a kopásállóság mérőszámának, mert a keménységi sorrend gyakran nem egyezik meg a kopásállósági sorrenddel.

Kulcsszavak:

kopás, kopási tényező, bevonat, felületkezelés, mikrokeménység

1. Bevezetés

A kopás jelensége összetett jelenség, mely modellezése laboratóriumi körülmények között igen körülményes, mert nemcsak a súrlódásból keletkező kopás, de a folyamat közben esetlegesen fellépő kémiai reakciók, felületi érdességdurvulás, valamint a keletkező hő és az ebből adódó anyagszerkezeti változások is bonyolultabbá tehetik a folyamatot. A felületek különböző technológiákkal történő keményítése, bevonatolása növeli az alkatrészek kopásállóságát [1]. Amennyiben a felületi réteg több különböző vékonyságú rétegből áll, a koptatóvizsgálat során a kopás kinetikájának változását tapasztalhatjuk. A duplex felületkezelési eljárások már igen elterjedtek, ami azt jelenti, hogy az alkatrész felületén több rétegből álló, mind hőkezeltség, mind kémiai összetétel szempontjából eltérő anyagminőséget találunk [2].

A kopásállóság elemzése és különböző darabok esetén kísérleti összehasonlító vizsgálata során a vizsgálati paramétereket célszerű állandó értéken tartani, és ezek között az alkalmazott berendezés is fontos tényező. Kísérleteimhez az Óbudai Egyetemen fejlesztett berendezést használtam [3].

A munkadarab felületén található PVD-bevonat igen vékony, ezért ennek a keménységét csak mikrokeménység-méréssel lehet meghatározni [4]. A felület és a darab anyagminőségének eltérése miatt a kopás kinetikája, a koptatógolyó behatolásának sebessége megváltozik, amint a felületi bevonatot átkoptatta [5].

2 Kísérleti elrendezés

2.1. Golyós koptatóberendezés

A koptatást az **1. ábra** szerinti koptatóberendezéssel végeztük, mellyel a kopást egy 20 mm átmérőjű edzett acél golyó és a koptatott sík/felület közötti súrlódás okozza. A próbatestek a golyó felett helyezkednek el egy rugós erőkarra függesztve, ugyanezen karon keresztül még egy állandó normál irányú terhelés is adható. A golyó a kopási folyamat során egy gömbsüveg alakú krátert mélyít a próbatestben, vagyis a golyó „behatol” a felületbe. A gömbsüveg egyre növekvő mélysége a koptatóvizsgálat során folyamatosan regisztrálható a Windaq adatgyűjtő program segítségével [3].

1. ábra. Golyós koptatóberendezés [3]

2.2. Kiértékelés módszere

Mivel a különböző próbatestek esetén eltérő kopási kinetika figyelhető meg a felvett idő–kopási mélység függvényében, szükséges egy olyan összefüggés felírása, mely az eltérő esetek esetén is alkalmazható a kopási tényező meghatározására. A kopási folyamat előrehaladásának matematikai leírásához az esetek zömében az Archard-féle egyenletet [5] alkalmazzák, amelynek általános alakja:

$$V = K \cdot N_C \cdot S. \quad (1)$$

Az (1) egyenletben V a kopási térfogat (m^3), S az ún. kopási úthossz, (m), N_C a koptatott felületre merőleges erőkomponens (normálerő) nagysága (0,86 N), K pozitív konstans, az ún. kopási tényező (m^3/Nm). A golyós készülékkel létrehozott kráteres kopási folyamat során képződő h mélységű gömbsüveg határolta gömbszelet V térfogata a kopási térfogattal azonos. Feltételezve, hogy golyós kopási folyamatok leírására az Archard-egyenlet alkalmas, felírható:

$$K = \frac{V}{N_c \cdot S} \quad (2)$$

A térfogatot a h kopásmélységből kifejezve és behelyettesítve, ahol n a fordulatszám (1481 (1/perc)), ahol t a kísérleti idő (2,5 perc):

$$K = \frac{h^2}{2 \cdot N_c \cdot n \cdot t} \quad (3)$$

3 Kísérletek

3.1. Vizsgált próbatestek

HS 6-5-2 (anyagszám: 1.3343) szerszámacélok, melyek felülete PVD eljárással, TiN-réteggel bevonatolt. A szerszámacél bevonatolás előtti hőkezelése: 1180 °C-ról edzés, majd megeresztés 540, 500, 600 és 560 °C-on. Az így kapott keménység: 58 HRC. A **B** jelű próbatest bevonatolása 400 °C-on 60 percig, míg a **C** jelűé 400 °C-on 120 percig tartott. Az **A** jelű próbatest a bevonat nélküli, referenciának tekintett szerszámacél.

2. ábra. *B jelű próbatest törete*
SEM 2000x 25 kV [4]

3. ábra. *C jelű próbatest törete*
SEM 2000x 25 kV [4]

A **B** és **C** jelű próbatestek töretén végzett SEM-vizsgálatok felvételein (**2. és 3. ábra**) jól látható, hogy a **B** jelű próbatest bevonata jóval vékonyabb, mint a **C** jelű próbatesté, emellett látható mindkét bevonat szerkezete is.

3.2. Vizsgálati eredmények

A mikrokeménység-méréshez alkalmazott berendezés egy kalibrált Hysitron Triboindenter 2D transducer és egy Berkovich-indenter, maximális terhelés 10 mN.

A 2.1. szerint végzett koptatóvizsgálatok eredményeit, valamint a keménységértékeket az **1. táblázat** foglalja össze. Feltételeztük, hogy a bevonat homogén szerkezetű, vagyis a koptatás során a kopási tényező állandó. A három próbatest közül a legkisebb keménységet a bevonat nélküli darab mutatta, míg a másik két bevonatos próbatestnél igen jelentős különbséget tapasztaltunk. Annak ellenére, hogy a **B** jelű próbatest bevonati rétege jóval vékonyabb a **C** jelűnél, a keménysége mégis nagyobb. Megjegyzendő, hogy az indenter maximális behatolási mélysége nem haladta meg a 0,1 µm értéket. A

keményység és kopásállóság kapcsolatát a **4. ábra** mutatja, melyben a kopásállóságot a kopási tényező reciprokaként értelmezzük, tehát a legkisebb kopási tényezőjű próbatest kopásállósága a legnagyobb.

1. táblázat. A kikopott kráter, a kopási tényező valamint a mikrokeménység értékei különböző próbatestek esetében

Próbatest jele	h kikopott kráter mélysége [m]	K kopási tényező [m^3/Nm]	Mikrokeménység 10mN terhelés [GPa]
A	$8,47 \cdot 10^{-8}$	$1,126 \cdot 10^{-18}$	10
B	$5,28 \cdot 10^{-8}$	$0,437 \cdot 10^{-18}$	15
C	$4,49 \cdot 10^{-8}$	$0,316 \cdot 10^{-18}$	12

4. ábra. A próbatestek kopásállósága a keménység függvényében

Összefoglalás

Az eredmény a rétegvastagságok és a rétegek szerkezetének különbségéből következik, mely az eltérő bevonatolási technológiák következménye. A mérési eredményekből megállapítható, hogy a kopási folyamat szempontjából a bevonatolt munkadarabok esetében nem elegendő a felületi réteg keménységének ismerete, de igen fontos a bevonat szerkezetének valamint vastagságának ellenőrzése is. A levont következtetések irányadóak lehetnek a PVD bevonatolási technológia paramétereinek beállításához.

Köszönetnyilvánítás

A szerző ezúton fejezi ki köszönetét az Óbudai Egyetem Bánki Donát Karán dolgozó Anyag és Alakítástechnológiai Szakcsoport munkatársainak, hogy lehetővé tették a kísérletek elvégzését, és a kutatást támogatták, valamint Nagy Péter tudományos főmunkatársnak (MTA, KKK) a mikrokeménység méréseért.

Irodalom

- [1] Gy. Bagyinszki: *Wear Resistance Characterization of Surface Treatment Layers*, Eurotrib'93 - 6th International Congress on Tribology, Budapest, Hungary, August 30 – September 2, Volume 3., 1993. 350–353.
- [2] Bagyinszki Gy. – Kovács T. – Kálazi Z. – T. Bell: *Acélok duplex felületkezelése*. Gép LII. évfolyam, 2001/9. szám, 16–22.
- [3] Kovács T., Horváth L., Réti T.: *Kopási károsodási folyamatok modellezése*. Műszaki Tudományos füzetek FMTÜ VII. Kolozsvár, 2002. 87–91.
- [4] Kovács T., Pinke P.: *Mikrokeménység mérés vékony felületi rétegben*. Műszaki Tudományos füzetek FMTÜ XVII. Kolozsvár, 2012. 215–218.
- [5] Réti T., Kovács T.: *A Phenomenological Method for the Prediction of Damage Accumulation Processes under Varying External Conditions*. Material Science Forum Trans. Tech. Publications, Switzerland Vols.414–415. 2003. 317–322.

Bitay Enikő, egyetemi docens, Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem,
Műszaki és Humántudományok Kar, Gépészmérnöki Tanszék,
540485 Románia, Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1. C,
E-mail: ebitay@ms.sapientia.ro