

# XIV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2009. március 26-27.

## KOPÁSVIZSGÁLATOK DUPLEX FELÜLETKEZELÉSŰ PRÓBATESTEKEN

Dr. Kovács Tünde

### Abstract

In case of the analyzed samples the surface was modified at first step by laser surface quenching and the second technology was the plasma nitriding. The laser technology parameters was different in case of the different samples surface layer and was gave logically different results during my experiments. I determined in every work piece surface layer micro hardness test, surface roughness and I made local wear tests.

We made our wear resistance experiments by to local wear tester in the laboratory of Material Science Department of the BGK. The tests were made by the same parameters after the cutting and preparation process (dry sliding tests). During the tests the most important wear behavior was the abrasive wear even that some other wearing behaviors weren't eliminated, but the effects of them are irrelevant. I made in every sample 5 parallel experiments and I calculated the results by mathematical process.

### Key words:

wear, duplex surface treatment, laser quenching, plazma nitridation

### Összefoglalás

Az acél szerszámanyagok felületének módosítására számos bevonatolási és hőkezelési technológiát alkalmaznak. Ezen technológiák közül a duplex felületkezelési eljárás – mely az egyik legmodernebb, kutatás alatt álló technológia – területén még számos kérdés merül fel. A kiválasztott próbatestek felületét lézeres edzéssel és plazmanitridálással kezelték, így alakították ki a végső felületi réteget. A lézeres felületedzés paramétereiben az egyes darabok esetén eltértek. A kísérleteket egy szintén golyó-sík elven működő a főiskola Anyag és Alakítástechnológia Szakcsoport laborjában fejlesztett berendezésen végeztük.

### Kulcsszavak:

kopás, duplex felületkezelés, lézer edzés, plazmanitridálás

### 1. Bevezetés

Napjainkban, a technológiai fejlődés, és a növekvő termelési igények következtében egyre nagyobb darabszámban előállított alkatrészek miatt, fontos feladat a megmunkáló szerszámok élettartamának növelése. A szerszámok tervezésénél másik jelentős problémát jelent az anyagkiválasztás során, hogy a szerszám felületének és magjának különböző igénybevételekkel szemben kell megfelelnie. A szerszám magja szívós, míg a felület kemény kopásálló kell hogy legyen. Acéloknál a nagy szívósság általában alacsony szilárdsággal, míg a nagy szilárdság ridegséggel, tehát kis szívóssággal párosul. Tehát egy szerszámon belül különböző mechanikai tulajdonságokat kell biztosítani az igénybevételeknek megfelelően. A hőkezelő technológiák fejlődése erre számos alternatívát kínál. Jól ismertek a hagyományos felületmódosító termokémiai hőkezelések, mint a nitridálás, betétedzés, boridálás, stb. Vala-

mint a felület edző eljárások, mint a láng-, indukciós-, vagy lézerezés, valamint a modern eljárások, mint a CVD és a PVD felületbevonatoló technológiák. Ezek a technológiák biztosítják, hogy a szerszám felülete és a magja megfeleljen a különböző igénybevételeknek.

A hagyományos technológiák fejlődése mellett azonban már újabb technológiák is megjelentek, pl. a duplex felületkezelő eljárások, melyre egy példa a felület lézerezése majd az azt követő plazmanitridálás. Ennek eredményeként két felületkezelő technológiát alkalmaznak, melynek hatására a felület keménysége és kopásállósága jelentősen megnövekszik.

A kialakuló felületi minőséget azonban lézeres felületedzés technológiájánál igen sok paraméter befolyásolja. Ezeket a paramétereket úgy kell beállítani, hogy a kívánt igénybevételnek leginkább megfelelő tulajdonságokkal rendelkező felületi réteget kapjuk. Ezen paraméterek meghatározására számos kísérlet elvégzése szükséges.

Célunk a nagy kopásállósággal rendelkező duplex felületkezeléssel kialakított próbatestek vizsgálata volt. A próbatestek felületén különböző lézer sebességet alkalmaztak azonos lézerteljesítmény mellett, majd minden darabot plazmanitridáltak. Ezeket a próbatesteken összehasonlító kopásvizsgálatot végeztem, valamint az alapanyag lézerezés nélküli, plazmanitridálással elkészített próbatest kopási viselkedésével is összehasonlítottam. A kísérletek lehetőséget nyújtottak mind a lézerezés paramétereinek hatásvizsgálatára, mind a plazmanitridált és a duplexen hőkezelt felületek összehasonlítására.

## 2.A próbatestek paraméterei

Kísérleteinkhez a 40 CrMnMo7 jelű, 1.2311 anyagszámú (Werkstoff-Nummer), BÖHLER választékában "M201 ECOPLUS" elnevezéssel szereplő, nitridálható "műanyag-megmunkáló szerszámacélt" (ötvözött megalakító szerszámacélt) választottuk.

*1.táblázat. 40 CrMnMo7 jelű, 1.2311 anyagszámú acél összetételi adatai [1]*

	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %
<b>elemzés szerint</b>	<b>0,37</b>	<b>0,29</b>	<b>1,50</b>	-	-	<b>1,88</b>	<b>0,17</b>	<b>0,39</b>

A 200x100x30 mm szállítási méretű acéltömbökből kísérleteink céljára 200x30x30 mm-es hasábokat készítettünk, mely oldalfelületeinek lézeres felületedzésénél a P lézerteljesítményt és a próbadarabok  $v_r$  relatív (lézersugarhoz viszonyított) sebességét ill. e két paraméterből származtatható  $q = P/v_r$  [J/mm] fajlagos hőbevitelt (vonalenergiát) a 2. táblázat szerint választottuk meg.

- 1.Lézeres felületedzés TRUMPF TLC 105 típusú, max. 5000 W kimeneti teljesítményű, 5 tengelyes CNC-vezérléssel ellátott CO<sub>2</sub>-lézeres megmunkáló cellán (Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány Anyagtudományi és Technológiai Intézet);
- 2.Termokémiai kezelés "Klöcker Ionen" gyártmányú, egyenáramú, 60 kW teljesítményű, max.

Ø 0,8 x 0,8 m munkatérfogató "Metaplas" plazmanitridáló berendezésben (Wolfson Institute for Surface Engineering, School of Metallurgy & Materials, Faculty of Engineering, The University of Birmingham).

2. táblázat A lézeres felületedzés paraméterei

$v_r$ [mm/min]	P [W]	q [J/mm]
1000	3150	189
1200	3150	175,5
1500	3150	126

### 3. Kopásvizsgálatok

A próbatestek felületét lokális golyós koptatóberendezéssel azonos körülmények között koptattuk. Az on-line módon regisztrált mérési eredmények pontjaira a módosított Archard-összefüggés (1) szerinti függvényt illesztettem, melyeket a 1. ábra mutat be. A kopási tényezők, 96 s vizsgálati idő után számított értékeit a 3. táblázat tartalmazza.

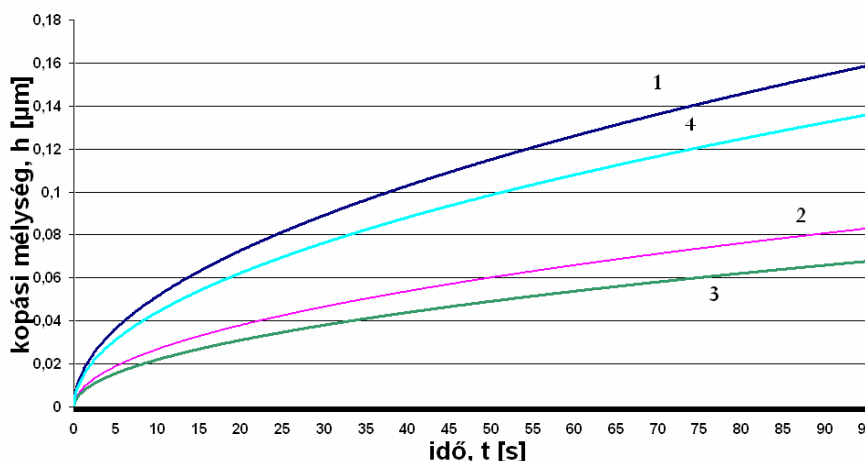
Kopási tényező (K) számítása a módosított Archard egyenlettel:

$$h^2 = 2 \cdot K \cdot N_c \cdot f \cdot t \quad (1)$$

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

Ahol:  $h$  – a kopási mélység [m],  $N_c$  – a normálirányú erő [N],  $F$  – a hajtó tengely fordulatszáma [1/min],  $t$  – a vizsgálat időtartama [min],  $K$  - kopási tényező [ $m^2/N$ ]

Kopáskinetika függvények



1. ábra. A mérési eredményekre illesztett függvénygörbék

A módosított Archard-egyenlet felhasználásával kiszámítottam a kopási tényezők értékeit, az eredményeket a 3. táblázatban foglaltam össze. A kopási tényezőt tekintve a kopásállóság jellemzőjeként a

legnagyobb kopásállósággal a 3-as jelű próbatest rendelkezik.

**3.táblázat. A kopástényezők értékei**

Próbatest	h [ $\mu\text{m}$ ]	K [ $\text{m}^2/\text{N}$ ]
1.	0,155	$6,315 \cdot 10^{-18}$
2.	0,081	$1,723 \cdot 10^{-18}$
3.	0,066	$1,151 \cdot 10^{-18}$
4.	0,133	$4,632 \cdot 10^{-18}$

#### 4. Összefoglaló

A kopási tényezőt tekintve a kopásállóság jellemzőjeként az az eredmény adódik, hogy a duplex felületkezelésű próbatestek kopásállósága nagyobb volt a referenciaként szintén vizsgált plazmanitridált próbatesthez viszonyítva. A három duplex felületkezelésű próbatest esetében három különböző sebességű lézeres edzést (1000 mm/min, 1200 mm/min, 1500 mm/min) alkalmaztak. Ezek közül a közepes sebességű lézeres edzéssel (1200 mm/min) létrehozott felület mutatta a legjobb kopásállóságot amennyiben a kopásállóság mértékének a kopási tényezőt tekintjük jellemzőnek. Az eltérés okainak feltárása további kísérletekre lenne szükség, melyhez a vékony rétegek miatt speciális berendezések szükségesek. A kapott eredmények azonban irányadóak lehetnek a duplex felületkezelési technológia lézérparamétereinek meghatározásakor.

#### Irodalom

- [1] EQUIST2000: *A szabványos acélok adatbázisa*, SACIT Acéltanácsadó Kft. Budapest, 1999.
- [2] Kovács T. - Dévényi L.: *The effect of microstructure on the wear phenomena*, Trans. Tech. Publications Switzerland Materials Science Forum 2007. Vols. 537-539 pp.397-404
- [3] Magyar Péter: *Szakedolgozat*, Budapest, 2008, 55-57. oldal.
- [4] Bitay Enikő: *Lézeres felületkezelés és Modellezés*. Erdélyi Múzeum egyesület, Kolozsvár, 2007. 17.-26. oldal
- [5] Endler, I., Dománková, M., Pinke, P.: *The Study of Carbon Nanostructures Growth by HFCVD*. COMATTECH 2000, 8th International Scientific Conference, Vol.1 Material Science, 19-20 October 2000, Trnava, Slovakia, ISBN 80-227-1413-5, pp. 33-38.

**Kovács Tünde**, PhD (főiskolai docens)

Munkahely: Budapesti Műszaki Főiskola-BGK-Anyag és Alakítástechnológiai Szakcsoport

Cím: 1041, Hungary, Budapest, Népszínház u. 8

Telefon / Fax: +36-1-666-5327

E-mail: kovacs.tunde@bgk.bmf.hu