XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

ACÉL PRÓBATESTEK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA MIKROKEMÉNYSÉGMÉRÉSEL

KOVÁCS-COSKUN Tünde, PINKE Péter

Abstract

In our age the surface coating and the surface modification is very common technology in case of the tools and the piece of the manufactory. These samples are much cheaper than the other made by the traditional technology, because the bulk material can be cheap and only the surface have to be hard and strong. The surface layers are very thin it means some micrometer or nanometer thickness. Usually we have very poor information about the surface layers chemical composition and the surface technology, because this is almost industrial secret, but we have to say something about these samples lifetime and quality. The most usable parameter about these products is the hardness. The traditional hardness test in case this thin films can't give us the result about the layer hardness, because the hardness tester tool penetration depth is much bigger than the thickness of the film. So, we have to need some other measurement technique who can give us usable result.

Key words:

micro hardness, thin film

Összefoglalás

A szerszám és alkatrészgyártás területén egyre jobban terjed a vékony felületi rétegek alkalmazása. Ez lehetővé teszi, hogy olcsóbb alapanyagot felhasználva, majd azt kopásálló réteggel bevonatolva, vagy a felületet módosítva nagy élettartamú szerszámot illetve alkatrészt gyárthassanak. Ezek a rétegek a technológiák fejlődésének köszönhetően egyre vékonyabbak, jelenleg mikro-, illetve már nanométeres rétegvastagságú szerkezetekről beszélhetünk. Sok esetben természetesen a technológia és a bevonat kémiai összetétele nem hozzáférhető, azonban a bevonat viselkedését mindenképpen vizsgálni szükséges, hogy az darab élettartamára valamilyen becslést mondhatunk. Elsődleges vizsgálatként a keménységmérést használjuk, azonban ezeknél a vékony rétegeknél a hagyományos mérési eljárások alkalmazása korlátokba ütközik. Elsődleges korlát a rétegvastagság és a keménységmérő szerszám behatolási mélységének aránya, ami ebben az esetben azt jelenti, hogy hagyományos mérés esetén a szerszám a réteget átszakítva mélyebbre hatol, ezáltal a mérési eredmény nem ad információt a bevonat keménységéről. Olyan eljárást kell tehát alkalmazni, mely esetében ez a geometriai korlát figyelembe vehető és a méréssel használható eredményt kaphatunk.

Kulcsszavak:

mikrokeménység, vékony réteg

1. Bevezetés

A dolgozó felületen a vékony rétegek keménysége jelentősen, akár nagyságrendekkel meghaladhatja a hagyományos technológiával elérhető keménységet. A felületi rétegek (PVD, CVD, lézeres felületkezelés, stb.) élettartamának előzetes becslése nem egyszerű feladat. Mivel a kopásállóság a keménység-

gel jól korrelál, ezért célszerűnek tűnik a keménységmérés, mely természetesen más kísérletekkel kiegészítve nyújthat támpontot az adott réteg viselkedéséről. Hagyományos keménységmérési módszerekkel, mint a Rockwell vagy a Vickers ezek a bevonatok nem minősíthetők, mivel a méréskor alkalmazott erő hatására a gyémánt mérőfej a bevonatot átszakíthatja, így a rétegről információt nem ad. Szükséges tehát a mikro- vagy nanokeménységmérés, amely esetén valóban a felületi réteg keménységét mérhetjük. [1, 2, 3, 4, 5] A mérések elvégzéséhez a CSM Instruments cég MHT (mikrohardness tester) berendezése használható, a keménységmérés feltételeit is erre a berendezésre vonatkozóan foglaltuk össze.

2. Az alkalmazott mikrokeménységmérő

A keménységmérő (1. ábra) motoros mozgatószékű, a próbatestet mikronos elmozdulás pontosságú asztalra fogtuk fel. A keménységmérés elve Vickers gyémánt behatolási mélységének mérésén alapul (maximális behatolási mélység 200 µm), a környezetből származó rezgések nem kívánt hibát okozhatnak, ezért a berendezés rezgéscsillapító asztalon áll. A berendezés mind a felterhelés, mind a leterhelés ideje alatt folyamatosan méri a behatolás mélységét (2. ábra), melyből szoftvertámogatás segítségével keménységet és rugalmassági modulust is meg tudunk határozni.

1. ábra. Az alkalmazott CSM mikrokeménységmérő

2. ábra A leterhelés alatti és utáni lenyomat a felületen

3. Az eredmények meghatározásának összefüggései

$$\text{Keménység a behatolási mélységből: } h_c = h_m - \varepsilon \frac{F_m}{S} \quad (1)$$

ahol h_c a terhelés alatti behatolási mélység, h_m a gyémánt gúla hegye és az eredeti felület közötti távolság, F_m a terhelő erő, ε az alakváltozás mértéke és S pedig a terhelés változásának függvényéből szár-

maztatott meredekségi tényező.

$$\text{Számított érintkezési felület: } A_p = C_0 h_c^2 + C_1 h_c + C_1 h_c^{\frac{1}{2}} + \dots + C_8 h_c^{\frac{1}{128}} \quad (2)$$

$$\text{Számított keménység: } H_{IT} = \frac{F_m}{A_p} \quad (3)$$

A vizsgált anyag rugalmassági modulusa ahol ν a Poisson tényező [1,2]:

$$E_{IT} = \frac{(1 - \nu^2)}{\frac{1}{E_{IT}^*} - \frac{(1 - \nu^2)}{E_i}} \quad (4)$$

3. Összehasonlító keménységmérések

A vizsgált acélminőségek egyike hagyományosan csapágyak készítésére alkalmas edzett BG42 jelű acél (ezután A), melynek kémiai összetételét az I. táblázat mutatja meg, míg a másik két vizsgált acélminőségről a gyártó nem közölt adatokat, csak annyit, hogy porkohászati eljárással készült anyagokról van szó (jelölésük B, C). Az összehasonlító vizsgálat célja, hogy a három anyagminőséget összehasonlítva, keménységi szempontból javaslatot tegyünk, hogy a hagyományos igen költséges anyag, kiváltható-e a másik két vizsgált acélminőség valamelyikével.

Mérések során az A és B próbatesteken 5-5 mérést, míg a C jelű próbatesten 4 mérést végeztünk el. Ezek eredményeként a mikrokeménységet (HV) valamint a rugalmassági modulust (E) határoztuk meg. A méréseket mikrokeménységmérő szoftverével értékeltük ki. Ennek segítségével vettük fel a keménységmérés során a terhelés maximumig történő növekedéséből, majd a leterhelés függvényéből a dódó behatolási mélységet.

I. táblázat Az A jelű próbatest kémiai összetétele

C %	Mn %	Si %	Cr %	Mo %	V %
1,15	0,50	0,30	14,50	4,00	1,20

A mérési eredmények átlagértékeit valamint minimum, maximum és medián értékeit a 2. táblázat foglalja össze. Jól látható, hogy a HV keménységi értékek mindhárom próbatest esetén közel azonos eredményt adtak. Az A jelű acél keménysége a legnagyobb, de ettől csak igen kis mértékben marad el a B és C jelű.

Vizsgálati körülmények:

- Választott Poisson tényező: 0,3;
- Felületi érdesség: $R_a=0,63 \mu\text{m}$;
- Terhelési sebesség: 2000 nm/ min;
- Maximális terhelés: 1000mN.

A próbatestek előkészítése valamint a mérések során alkalmazott vizsgálati körülmények azonosak voltak.

2. táblázat. A mérési eredmények kiértékelése

	B	A	C
	HV		
Átlag	800.487	1095.729	865.728
Min	753.703	1003.806	833.901
Max	822.908	1229.974	914.271
Median	810.029	1081.612	849.067
	E (GPa)		
Átlag	240.720	265.414	254.526
Min	230.518	250.322	239.931
Max	245.564	274.731	268.418
Median	242.505	265.692	251.798

4. Következtetések / Összefoglaló

Mivel a három anyag vizsgálata során a gyakorlatban csapágyakhoz alkalmazott A jelű anyagtól kismértékben eltérő jellemzőket mutattak a B és C jelű próbatestek, egyértelműen nem mondható ki, hogy helyettesíthetik az A jelű anyagot. Az általunk végzett vizsgálati eredményeket tehát további anyagvizsgálatokkal szükséges kiegészíteni a gyakorlati alkalmazást megelőzően.

Irodalom

- [1] Kovács-Coskun T., Pinke P.: *CSM MHT keménységmérő alkalmazása vékony felületi rétegek vizsgálatánál*, Nemzetközi Gépész, Mechatronikai és Biztonságtechnikai Szimpózium, 2010. november 10-11, Óbudai Egyetem, Budapest
- [2] *CSM Handbook on Instrumented indentation*, CSM Instruments, Switzerland, Peseux 2010
- [3] Bitay E.: *Ceramic Particle Dispersion Analysis in Laser Surface Alloying*, Material Science Forum Vol. 508-509. pp. 295-300. Switzerland, 2006
- [4] Bitay E., Roosz A.: *Acélfelületek keménységének növelése lézeres átolvasztással*, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka III. Erdélyi Múzeum Egyesület pp.253-256. 1998. Kolozsvár, Románia
- [5] Bitay E.: *Lézeres felületkezelés és modellezés*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, 2007. pp. 21-26. Kolozsvár, Románia

dr. Kovács-Coskun Tünde, főiskolai docens
Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai
Mérnöki Kar
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary
Tel: +36/1 666 5327
E-mail: kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

dr. Pinke Péter, egyetemi adjunktus
Szlovák Műszaki Egyetem Pozsony
Anyagtechnológiai Kar Nagyszombat
Paulínska 16, 917 24 Trnava,
Slovenská Republika
Tel.: +421/33 552 1007
E-mail: peter.pinke@stuba.sk