FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

AZ ACÉL KARBONTARTALMÁNAK HATÁSA A KOPÁSI FOLYAMATRA

PINKE Péter

Abstract

It is known that the hardness of steels and alloys show strong correlation with the carbon content. Also it can find a many papers about the wear properties of the high hardness steels. I wanted to analyse the possible correlation between the martensite hardness and the wear properties of low alloyed, hypoeutectoid structural steels during dry friction.

Keywords:

wear, martensite, hardness

Összefoglalás

Ismert, hogy a keménység és a kopásállóság egymással igen jól korrelál. A keménység és az acél karbontartalmának kapcsolata valamint a martenzit keménységének karbontartalom-függése szintén közismert. Kísérleteim során összefüggést kerestem az alacsony karbontartalmú és ötvöztött szerkezeti acélok kopásállósága és a karbontartalma között.

Kulcsszavak:

kopás, martenzit, keménység

1. Bevezetés

A kopási folyamat igen összetett jelenség, melyet a gépészeti gyakorlatban a keménységgel, mint egyszerűen mérhető paraméterrel jellemeznek. A keménység az acél kémiai összetételétől és szerkezetétől, vagyis hőkezeltségi és alakíthatósági állapotától függ [1-2]. Kopásállósági sorrend meghatározásához különböző kráterkoptató berendezések használatosak. Az Óbudai Egyetem Anyag és Alakítástechnológia Szakcsoportja által kifejlesztett kráterkoptató berendezés [3-4] eredményesen alkalmazható összehasonlító vizsgálatokhoz. A kopási folyamat vizsgálata során több megállapítás vált ismertté, amely a szövetszerkezet és a kopásállóság kapcsolatát tárgyalja. A kis karbontartalmú alacsony ötvöztött acélok különböző hőkezeltségi állapotban végzett összehasonlító kopásvizsgálatainak eredményeként a szakcsoport munkatársai megállapították, hogy a bénites darabok keménysége elmarad a martenzites szövetszerkezetű darabokétól, de kopásállóság szempontjából a különbség csekély [6,7]. A martenzit keménysége a karbontartalomtól függ [5]. Felmerül azonban kérdésként, hogy a karbontartalomnak milyen hatása van kopásállósági

szempontból. A kopási folyamat kinetikájára szintén hatással van az acél szerkezete és homogenitása is [8]. Munkámban kísérleti úton kerestem válaszokat ezekre a kérdésekre.

2. Kísérletek és próbatestek

A kísérleteket az Óbudai Egyetem Anyag és Alakítástechnológia Szakcsoportjának laboratóriumaiban végeztem el. A koptató kísérletekhez kráterkoptató berendezést (1. ábra) használtam. Azonos kémiai összetételű acélok esetén a bénites és a martenzites szerkezetű darabok között keménység szempontjából jelentős különbség tapasztalható, míg kopásállóságuk közel azonos, sőt számos esetben, a gyakorlatban (örlő malmok, vasúti sínek) előnyösebbek a bénites állapotú acélok [2].

2.1. Kísérleti elrendezés

A koptató kísérletek elvégzéséhez az 1. ábra szerinti berendezést használtam. A kopási folyamat során a kikoptatott kráter mélységét Cary típusú elmozdulásmérővel mértem, ennek pontossága $0,1\mu\text{m}$.

1. ábra Kráterkoptató berendezés elvi ábrája [4]

A kopási tényező számításához a következő Archard összefüggést alkalmaztam:

$$K = \frac{C_K^2}{2 \cdot N_C \cdot f} \quad [\text{m}^2/\text{N}] \quad (1)$$

Ahol: S : kopási út [m], t : kopási idő 5 [min], h : a kikoptott kráter mélysége [m]. A tengely fordulatszáma $f = 500$ [1/min], a függőleges irányú terhelés $N_C = 0,86$ [N] volt, amely egy konstans súlyterhelésből és a tapintó terheléséből adódik.

A krátermélységre érvényes

$$h = C_K \cdot \sqrt{t} \quad [\text{m}], \quad (2)$$

ahol

$$C_K = \sqrt{2KN_C f} \quad (3)$$

2.2. Próbatestek

A próbatestek edzés után közel tiszta martenzites állapotúak voltak, a vizsgált próbadarabok kémiai összetételeket az 1. táblázat foglalja össze, míg a hőkezelés paramétereit a 2. táblázat mutatja be. A próbatestek $\text{Ø}4 \times 2$ mm méretű tárcsák voltak.

A martenzit keménysége a karbontartalomtól erősen függ (2. ábra). A vizsgált acélok esetében a mért keménység (3. ábra) kisebb volt az elvárt értékeknél, valószínűleg a megeresztés következményeként. Az alacsony hőmérsékletű megeresztést viszont nem lehetett elhagyni, mert a gyakorlatban megeresztés nélküli martenzites szerkezetű alkatrészt nem alkalmaznak.

2. ábra A martenzit keménysége a karbontartalom függvényében [5]

3. ábra A kísérleti acélok keménysége a karbontartalmuk szerint

1. táblázat A próbatestek kémiai összetétele (tömeg%)

Acélminőség	C%	Cr%	Si%	Mo%	Mn%	V%
1.7242 (16CrMo5)	0,16	1,15	0,25	0,25	0,65	0,05
1.0503 (C45)	0,43	-	0,2	0,1	0,8	0,1
1.7039 (41CrS4)	0,42	1,12	0,2	0,1	0,7	0,05
1.6753 (23MnNiMoCr6-4)	0,28	0,21	0,2	-	1,45	0,13

2. táblázat A próbatestek hőkezelési paraméterei

Acélminőség	Auszténitizációs hőmérséklet (°C)	Hűtés	Megeresztés (°C)
1.7242 (16CrMo5)	870	víz	200
1.0503 (C45)	850	víz	200
1.7039 (41CrS4)	850	víz	200
1.6753 (23MnNiMoCr6-4)	900	víz	200

3. Eredmények és következtetések

A vizsgált acélok keménységét és a kiszámított kopási tényezők értékeit a 3. táblázat foglalja össze. A kopásállóság a kopási tényező reciproka értékével jellemezhető. A kopásállóság és a vizsgált acélok karbontartalma közti kapcsolatot a 4. ábrán látható diagram mutatja.

3. táblázat A vizsgált acélok keménysége és kopási tényezői

Acélminőség jele	Keménység HV30	Kopási tényező K (m ³ /Nm)
1.7242 (16CrMo5)	425	16,3·10 ⁻¹⁶
1.0503 (C45)	720	8,33·10 ⁻¹⁶
1.7039 (41CrS4)	650	6,34·10 ⁻¹⁶
1.6753 (23MnNiMoCr6-4)	580	13,2·10 ⁻¹⁶

4. ábra A kopásállóság változása a karbontartalom függvényében

7. Összefoglaló

A kísérleti eredmények alapján elmondható, hogy a kopásállóság és a keménység között egyértelmű kapcsolat van, amely a kopásállóság és a karbontartalom közti összefüggésre vezethető vissza, ennek leírására azonban további kísérleti eredmények szükségesek. Az elvégzett kopásvizsgálatok alapján megállapítható, hogy közel azonos karbontartalom, de eltérő ötvözettség mellett, eltérő kopási tényezők adódnak, amely arra utal, hogy az ötvözők hatására a kialakult martenzit kopásállóbb lett. Amennyiben a karbon, mint ötvöző hatását kívánjuk megismerni, akkor nagyszámú különböző karbontartalmú ötvözetlen acél vizsgálata szükséges.

Irodalom

- [1] Bagyinszki Gy. – Réti T. – Kálazi Z. – Felde I. – Sun Y. – Bell T.: *Duplex surface treatment of a 40CrMnMo7 steel based on the combination of plasma nitriding and laser hardening* 14th International Conference on Surface Modification Technologies, 11-13 September, Paris, 2000.
- [2] Kovács T. – Dévényi L.: *The effect of microstructure on the wear phenomena* Material Science Forum Vols. 537–538. Trans. Tech. Publications Switzerland, (2007.) pp. 397–404.
- [3] E Bitay, A Roos: *Investigation of Phenomena Taking Place in Laser Surface Alloying Steels of WC-Co Materials* Science Forum Vol. 508-509: 2006 pp. 301-308.
- [4] Kovács T., Dévényi L.: *Kopásvizsgálati eljárás fejlesztése*, Anyagok Világa 5:(1) p. 12. (2004)
- [5] Gáti J.: *Hegesztési zsebkönyv*, Cokom Kft. Miskolc 1996. pp. 31.
- [6] Bitay E. – Kovács T.: *The effect of the laser surface treatments on the wear resistance* Materials Science Forum 649 (2010.) pp. 107-112.
- [7] Kovács T. – Pinke P.: *The Effect of Microstructure on the Local Wear Behavior of Heat Treated Structural Steel*, Periodica Polytechnica-Mechanical Engineering 55:(1) (2011) pp. 38-42.
- [8] Reti T. – Kovacs T.: *A phenomenological method for the prediction of damage accumulation processes under varying external conditions* Material Science Forum Vols. 414-415: (2003) pp. 317-322.

Dr. Pinke Péter, egyetemi adjunktus
 Szlovák Műszaki Egyetem Pozsony
 Anyagtechnológiai Kar Nagyszombat
 Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovenská republika
 Tel.: 00421/33 [552 1007](tel:00421335521007) email: peter.pinke@stuba.sk