XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ACÉL PRÓBATESTEK KOPÁSVIZSGÁLATA

Molnár Gyula, Kovács Tünde, Nagyné Halász Erzsébet

Abstract

Wear, as known in common, is defined as a progressive material loss from a surface as a result of relative motion between two or more surfaces, has long been a subject of practical interest, yet until recently has not received a great deal of theoretical attention. Wear testing has been used in engineering to be able to select the most appropriate material, or solution for a given application. There is strong need to carry out a test, which are standardised, repeatable, convenient, do have short testing time, and not to forget the simple measuring and ranking techniques. In this essay firstly we reflect on the main types of wear, then we introduce an abrasive type wear measuring method, based on the ball-plane impact that has been developed recently in the institute. We would like to point to the correlation between wear rates, hardness, and microstructure.

Összefoglalás

A kopást általánosságban anyagvesztésként definiáljuk, mely két vagy több felület súrlódása eredménye képpen jön létre. A kopás mérése a mérnöki munkában az anyagok kiválasztásában lehet segítségünkre. Ehhez szükség van egy olyan mérési rendszerre, mely megismételhető, szabványos, rövid időintervallumban lefuttatható, továbbá egyszerű mérési technikákat alkalmaz. A dolgozatban először áttekintjük a főbb kopásfajtákat, majd bemutatjuk az intézetben kifejlesztett golyó-sík érintkezés elvén működő abrázációs koptatóeljárást. Végül szeretnénk rávilágítani a kopás, a keménység és a szövetszerkezet közötti kapcsolatra.

1. Bevezetés

A kopás a súrlódási folyamatnak mindig fellépő jelensége. Az egymással súrlódó felületekről anyagrészecskék válnak le. A felület alakja mérete minden esetben megváltozik. A kopás mértékét a kopási folyamat során leváló anyagmennyiséggel jellemezhetjük. A súrlódó szerkezetek tehát olyan rendszereknek tekinthetők, amelyek legfontosabb elemei a két kölcsönhatásban levő szilárd test, az azok érintkező felületei között levő közbelső anyag (pl. kenőanyag, kopadék vagy szennyezés) és az ezeket az elemeket körülvevő környezet. A rendszer elemek, azok fizikai-mechanikai és kémiai tulajdonságai, valamint az elemek közötti kapcsolatok, kölcsönhatások együttesen alkotják a rendszer szerkezetét.

2. Kopásformák

2.1. Adhéziós kopás

Az adhéziós vagy hegedéses kopás elsősorban fémes anyagok egymáson kis sebességgel de nagy felületi nyomás mellett történő elmozdulásakor jön létre. A hegedéses kopás a súrlódó felületek

intenzív elroncsolódását okozzák. A tökéletesen tiszta, szennyeződéstől, oxidoktól, kenőanyagtól és egyéb adszorbeált molekuláktól mentes, felületek érintkezésekor a felületi atomok kölcsönhatásba lépnek egymással, adhéziós kötés jön létre. A további elmozdulás során a lágyabb anyagból a szilárdabb anyag fémrészecskéket szakít ki. Az adhéziós kopás kialakulásában szerepet játszanak vegyi hatások is amelyek méretnövekedéssel, feszültségkoncentrációval járnak, és elősegítik a kopási részecske leválását. A hegedéses kopás kent felületeknél is előfordulhat mert az induláskor a hidraulikus kenőanyag film nem jön létre.

2.2. Abráziós kopás

Abráziós kopás folyamán a keményebb felületből kiálló csúcsok elmozdulás közben a lágyabb felületet karcolják. A súrlódási felületek érintkezésénél, ha a behatoló kemény idegen részecske lényegesen keményebb, mint a karcolt felület, és a behatolás mélysége elég nagy, a súrlódás során a benyomódó csúcsok képlékenyen alakítják, karcolják, forgácsolják a lágyabb ellenfelületet. A karcolt árok nagysága az érintkező felületek keménység különbségétől és a csúcs élességétől függ. Az árok nagyságát, s így a kopási térfogatot a behatoló kemény csúcs alakja, (lekerekítési sugara, élessége) az árok hossza (súrlódási úthossz) és a behatolás mélysége (a terhelés és az anyag keménysége) határozza meg.

2.3. Fáradásos kopás

Súrlódó felületek elroncsolódásának mechanizmusa. Az ismétlődő feszültségek kifárasztják a felületi réteget, aminek a hatására mikro repedések keletkeznek, ami a felület gödrösödéséhez, lepattogzásához vezet. Az egymással érintkező testek tényleges érintkezési felületein kialakuló rugalmas és képlékeny alakváltozások nagy igénybevételeket idéznek elő, amelyek az elmozdulás során állandóan ismétlődnek. A fáradásos kopást külső súrlódás esetén a szilárd test felszíni rétegének ez az ismétlődő alakváltozása okozza. A felület kifáradása szempontjából a felszín alatt, a felülettel párhuzamosan keletkező, váltakozó nyíró feszültség a legkritikusabb. Jelentős súrlódás mellett a maximális nyírófeszültség a súrlódó felület irányába eltolódik, adott esetben a súrlódó felületen helyezkedhet el. Ez a kopásforma a normális üzemi körülmények között működő súrlódó kapcsolatokban gyakran előfordul és ha más, intenzívebb hatású kopásformával nem párosul, gyors tönkremenetelt nem idéz elő.

3. Kopást meghatározó tényezők:

Igénybevétel szempontjából: súrlódás jellege, terhelés, hőhatás.

Súrlódó anyagok szempontjából: mechanikai tulajdonságok, fizikai tulajdonságok, kémiai tulajdonságok.

A próbát a hűtőberendezésben függőleges helyzetben kell elhelyezni, majd a véglapjára irányított, egyenletes vízszugárral kell hűteni. A készüléknél fontos beállíthatóság, hogy a vizsgálat alatt a

víznyomás állandó maradjon. A víz hőmérsékletének 5-30 °C között kell lenni. A vízszugárral történő hűtés időtartamának legalább 10 percre kell lennie. A próbatest lehűlését követően elkezdhető az edzés utáni keménységmérés. A keménységméréshez két vizsgálati síkot kell készíteni amelyek egymással párhuzamosak. A készítés közben ügyelni kell a hűtésre mert a felület megváltozhat ami a mérési eredményeket befolyásolhatja. A keménységmérést Vickers, vagy Rockwell eljárással végezzük. A mérés távolságát a véglaptól pontosan meg kell határozni. A keménység a vízzel hűtött véglap közelébe eső része (0...15mm) igen gyorsan ($\approx 700^\circ\text{C/s}$), a véglaptól távolabb eső része sokkal lassabban ($\approx 3^\circ\text{C/s}$) hűl. A lehűlés sebességének irányításával olyan szövetszerkezetet tudunk létrehozni, amelyre a leginkább szükségünk van. Az edzés folyamatát az ausztenitesedési hőmérséklet és az ausztenit átalakulás jellemzi. Az ausztenitesítés hőmérséklete hosszú hevítés esetén ötvözetlen és gyengén ötvözött acélokra az egyensúlyi diagramban is kijelölhető a C tartalom függvényében. Hevítés esetén ausztenitesítési diagram ismerete szükséges, mely a hevítési sebesség függvényében mutatja az átalakulások idő és hőmérséklet szükségletét. Az ausztenitesítési idő hosszának megválasztásánál az ausztenit szükséges homogenitását és szemcsenagyságát kell figyelembe venni.

Az ausztenit átalakulását az átalakulási diagram (C görbe) szemlélteti, mely a lehűlési sebesség függvényében adja meg az átalakulások időszükségletét, a létrejövő szövetszerkezetet, valamint az elérhető keménységet. A koptató vizsgálatához felhasznált próbatesteket a hőkezelt darabból állítjuk elő. A Jominy próbatestet feldaraboljuk úgynevezett pogácsákat készítünk belőle. Darabolás után készítenünk előkészítjük a koptatni kívánt felületet a polírozáshoz. A polírozással elérjük, hogy az átlagos felületi érdesség $Ra \sim 0,25\mu\text{m}$ legyen. Megállapítható, hogy a szövetszerkezet változása kopásállósági szempontból egy adott összetételű acélon belül is kapcsolatot mutat. A próbatestek vizsgált felületét a metallográfiai csiszolatkészítés módszerével, polírozva, készítjük elő a vizsgálatához. Az átlagos felületi érdesség $Ra \sim 0,75\mu\text{m}$ volt. A kopást vizsgáló rugócsuklós mechanizmust az esztergagép keresztszánján található szerszámbefogóba rögzítjük. A rögzítés oly módon történik, hogy a tálcára felragasztott próbadarab, terhelés nélkül érintse a golyó egy pontját. A golyót nem ragasztjuk be a tokmányba fogott kúpos hengerbe. A támasztást egy csapággal biztosítjuk, hogy a terhelés miatt ne essen ki a golyó belső kúpból. Egy koptatóvizsgálatot 15 percig végzünk. Egy próbatesten a vizsgálatot háromszor végezzük el majd a kapott eredményeket átlagoljuk. Az esztergagépen 752 fordulat/perc fordulattal állítunk be. A golyó/sík érintkezés elvén működő kopás vizsgálati módszerek egyszerűségük és kiértékelhetőségük miatt széles körben elterjedtek. Ezen módszerek nagy előnye, hogy a kopási folyamat lokálisan vizsgálható. A golyó gömbsüveg alakú kopási nyomot hoz létre a próbadarabokon. A vizsgálat során a gömbsüveg nagysága növekszik. A koptatott felület növekedésével fajlagos felületi terhelés csökkenés megy végbe az idő függvényében. A vizsgálatok során alkalmazott készülék az irodalomban található berendezésektől eltér, de elve a golyó/sík érintkezésen alapul. A mérési eredmények alapján megállapítható, hogy azonos keménységű próbatestek lehetnek különböző szövetszerkezetűek is. A

kopásállóság a keménységgel jól korrelál (hasonló trend) de nem használható a kopásállóság egyértelmű jellemzésére. A kopásállóság meghatározására nem elegendő a keménység ismerete a szövetszerkezet vizsgálata is lényeges ennek meghatározásához. A mérési eredményeinkből jó látható, hogy nem a legkeményebb próbatestek voltak a leginkább kopásállóbbak, hanem a kevésbé rideg szövetszerkezetű darabok. A martenzites szövetű darabok keménysége a legnagyobb. A martenzit szilárdsága nagy szívóssága kicsi, ez magyarázhatja a kapott eredményeket.

Összefoglalás

A kopási folyamatot befolyásoló tényezők vizsgálata során kapcsolatot kerestünk a keménység, szövetszerkezet és a kopásállóság között. Megállapítható, hogy a szövetszerkezet változása kopásállósági szempontból egy adott összetételű acélon belül is kapcsolatot mutat. Az azonos keménységgel rendelkező, különböző kémiai összetételű anyagok esetén a különböző szövetszerkezet különböző kopásállósági értéket eredményez. A vizsgálatok lehetőséget adhatnak arra, hogy a kopásállóságot ne a keménység, hanem tisztán a szövetszerkezet függvényében vizsgálhassuk.

Irodalom

- [1] K-H. Zum Gahr: Microstructure and wear of materials, Elsevier, Amsterdam, 1987.
- [2] Bharat Bhushan: Handbook of Micro/Nano tribology, CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C. 1999.
- [3] Gy. Bagyinszki: Wear Resistance Characterization of Surface Treatment Layers, Eurotrib'93 - 6th International Congress of Tribology, Budapest - Hungary, August 30 - September 2, 1993, Volume 3., pp. 350-353.
- [4] T. Kovács, L. Dévényi: The analysis of the application conditions in local wear-testing phenomenon based on the theory of ball-plane impact Proceedings of the fourth conference on mechanical engineering 2004. p. 107-110. Gépészet 2004. Konferencia
- [5] Bitay Enikő: Lézeresen kezelt felületek kopásállóvizsgálata, VI. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, FMTÜ 2001, Cluj-Napoca, Romania, 23. 03. 2001, ISBN 973-8231-03-5, 111-118 oldal.

Molnár Gyula, főiskolai hallgató
Kovács Tünde főiskolai adjunktus
Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar,
Anyag és Alakítástechnológiai Tanszék, Budapest 1081 Népszínház u. 8.
Kovacs.tunde@bmk.bmf.hu