

## HŐKEZELT 22MnB5 ACÉL KOPÁSÁLLÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

### WEAR REISTANCE TEST OF HEAT TREATED 22MnB5 STEEL

Kovács-Coskun Tünde<sup>1</sup>, Pinke Péter<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,  
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet, 1081, Magyarország, Budapest,  
Népszínház utca, 8; Telefon / Fax: +36-1-6665386, kovacs.tunde@bkgk.uni-obuda.hu  
pinke.peter@bkgk.uni-obuda.hu

#### Abstract

The steel industrial application is significant in now days. In view of economic the low alloyed but high strength steels are important. The chosen steel is also a member of this steel group because its strength improves by hot forming and fast cooling. In case of different quenching parameters we received different mechanical properties. The tested steel hardness and wear resistance depend on the heat treating parameters. In this aim we present our tests investigations and mechanical properties results in case of different heat treating temperatures.

*Keywords:* wear resistance, boron alloyed steel, heat treatment.

#### Összefoglalás

Az acélok ipari felhasználása napjainkban is jelentős. A gazdaságosság miatt azonban előtérbe kerülnek a nagyobb szilárdságot mutató, de alacsony ötvözöttségű acélok. Az általunk választott acél is ebbe a csoportba tartozik, hiszen meleg alakítással és gyors hűtéssel a szilárdsága jelentősen növelhető. Az edzési hőmérséklet függvényében eltérő mechanikai tulajdonságokat kaptunk. A vizsgált acél keménysége és kopásállósága a hőkezelés paramétereitől erősen függött. Dolgozatunkban bemutatjuk a választott hőkezelésekkel elért eredményeket és a vizsgálati módszereket.

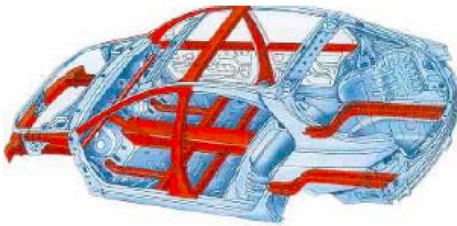
*Kulcsszavak:* kopásállóság, bórötvözésű acél, hőkezelés.

#### 1. Bevezetés

Napjaink korszerű műszaki gyakorlatában is jelentős mennyiségben alkalmaznak vasalapú ötvözeteket (acélokat, öntöttvasakat) különböző gépkatrészek, berendezések, járművek gyártása során. A felhasznált fém anyag mennyiségének csökkentése azonban kiemelt jelentőségűvé vált. A járműipar esetében ez tömegcsökkenést, ezzel együtt

gazdaságosabb üzemeltetést, tehát versenyképesebb termékelőállítását jelent. Ennek következtében egyre jobban előtérbe kerül a növelt szilárdságú acélok alkalmazása. Egyes nagyszilárdságú acélok esetében a szilárdságnövelést nem az ötvöző tartalom növelésével, hanem az acél mikroszerkezetének hőkezeléssel vagy irányított hőmérsékleten történő meleg alakításával állítják be. Ez a típus a kis és közepes széntartalmú, alacsony ötvözésű

acélokhöz tartozik. Hőkezelés nélküli állapotban, melegen hengerelve alacsony szilárdsággal rendelkezik. A hőkezelés során nagyon fontos az ausztenítési hőmérséklet megválasztása, mely egyértelműen meghatározza, hogy a gyors hűtést követően milyen szövetszerkezetet és ezzel együtt milyen mechanikai tulajdonságokat kapunk. Az általunk vizsgált acélt járműipari alkatrészek gyártásához használják (1. ábra), mert a szilárdsága nagyobb alacsony ötvözőtartalma mellett is, mint a hagyományos acéloké, emellett a szívóssága is megfelelő. Vizsgálataink során kapcsolatot kerestünk a kopásállóság és az alkalmazott hőkezelési paraméterek között.

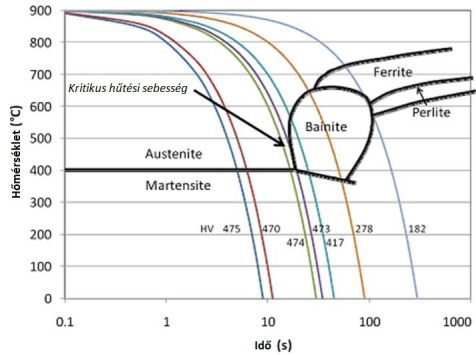


1. ábra. Személyautó nagyszilárdságú acél elemei [1]

## 2. A vizsgált acél hőkezelése

Jellemző, hogy a választott acélminőség (22MnB5) alacsony ötvözöttség mellett is növelt szilárdságot mutat. Ezt az acél edzési hőmérsékletének megválasztásával lehet beállítani [3,4].

Az acél ausztenites állapotából nagy sebességgel hűtve martenzites szövetszerkezet állítható elő. A gyakorlatban ez egy ausztenites állapotú alakítást követő gyors hűtést jelent. Ezeknek az acéloknak a folyamatos hűtési görbéje eltér az ötvözetlen acéloktól, mivel a bór annak ellenére, hogy mennyisége kicsi, a ferrit mezőt erősen jobbra tolja, amint a 2. ábrán látható.



2. ábra. 22MnB5 acél folyamatos hűtési görbéje 900°C-ról [3]

Az alkalmazott hőkezelés célja: eltérő ausztenítési hőmérsékletekre való hevítéssel és gyors (vízben történő) hűtéssel a kívánt szövetszerkezet létrehozása. A választott hőmérsékletek: 750 °C, 800 °C, 850 °C és 900 °C voltak. Magasabb hőmérsékletre való hevítéssel nagyobb lesz az ausztenit aránya a ferrittel szemben, ami a megfelelően gyors hűtésnek köszönhetően martenzitté alakul. A hőkezelés során alkalmazott hűtési idő 5 perc volt.

Az alkalmazott acélminőség (22MnB5) volt, amely kis széntartalmú, mangán és bór ötvözésű duál fázisú acél. Kémiai összetétele (összetétel-intervalluma) tömeg %-ban: 0,2-0,25 % C, 0,2-0,4 % Si, 1-1,4 % Mn, max. 0,03 % P, max. 0,01 % S, 0,14-0,26 % Cr, 0,0015-0,0050 % B. A mechanikai tulajdonságokat az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. 22MnB5 acél mechanikai tulajdonságai

	Folyáshatár (Re, MPa)	Szakítószilárdság (Rm, MPa)	Nyúlás (A80%)
Lágy állapot	300 - 340	480 - 500	26 - 28
Edzett állapot	1000	1500 - 1590	6 - 7

## 2. Kopásvizsgálat

A kopásvizsgálatokhoz golyós koptató berendezést alkalmaztunk. A megfelelő finomságú felület eléréséhez a próbatesteket metallográfiai csiszolatkészítés módszerével készítettük elő. A különböző ferrit-martenzit tartalmú darabokon összehasonlító koptató vizsgálatot végeztünk azonos vizsgálati paraméterek mellett.

## 3. Vizsgálatok eredményei

A hőkezelt követően a minták felületének előkészítését végeztük el: a metallográfiai csiszolatkészítés módszereit alkalmazva polírozott felületminőséget alakítottunk ki. A darabokon keménységet és felületi érdességet mértünk, majd kopásvizsgálatokat végeztünk.

### 3.1. Keménységmérés

A próbatestek keménységmérését (darabonként 5 mérés) Vickers keménységmérővel végeztük 30 kg terhelés mellett. Az átlagkeménység értékeket a 2. táblázatban foglaltuk össze. A hőkezelt nélküli referencia darabon mért átlagkeménység 183HV<sub>30</sub> volt.

2. táblázat. 22MnB5 acél mechanikai keménysége az edzési (ausztenitesítési) hőmérsékletek függvényében

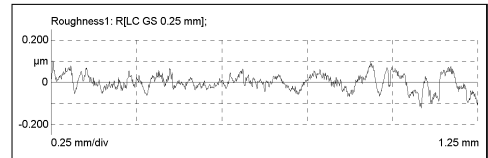
Edzési hőmérséklet (°C)	750	800	850	900
HV(30)	197	448	752	775

A vizsgálati eredményekből látható, hogy keménység az alkalmazott edzési hőmérséklet függvényében jelentősen változott.

### 3.2. Felületi érdesség

A felületi érdességet Mahr Perthometer berendezésen mértük 3. ábrán látható érdességképeket kapva. Az egyes

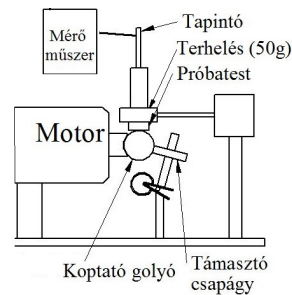
darabokon végrehajtott mérésekből adódó átlagértékek a következők voltak: R<sub>a</sub>=0,0292µm, R<sub>z</sub>=0,1541 µm.



3. ábra. Felületi érdesség, profilképe

### 3.3. Kopásvizsgálatok

A kopásvizsgálatokat golyós koptató berendezésen (4. ábra) hajtottuk végre, 50g normálterhelés, 20 mm átmérőjű (GO3 acélminőségű) koptatógolyó, 500 ford/perc motorfordulatszám alkalmazása mellett 5 perccig.



4. ábra. Koptató berendezés elvi felépítése

Kopási úthossz meghatározására érvényes az alábbi összefüggés (1), ahol D a koptató golyó átmérője, n a motor fordulatszama, t pedig a koptatási idő:

$$s = D \cdot \pi \cdot n \cdot t \quad [m] \quad (1)$$

A kikopott gömbsüveg kráter mélységének meghatározására érvényes (2), ahol r a kráter átmérője:

$$h = R - \sqrt{(R^2 - r^2)} \quad [m] \quad (2)$$

A kopási térfogatra írható (3):

$$V = \frac{h \cdot \pi}{6} \cdot \left( \frac{3}{4} \cdot D^2 - h^2 \right) \quad [m^3] \quad (3)$$

A kopási tényező pedig (4), ahol F a terhelő erő :

$$K = \frac{V}{s \cdot F} \left[ \frac{m^3}{Nm} \right] \quad (4)$$

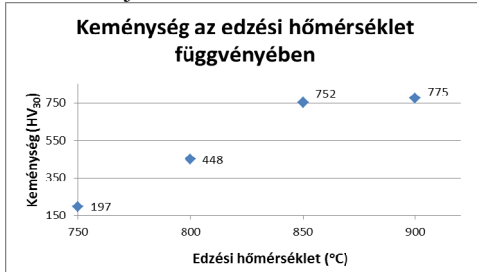
A mérési eredményeket a **3. táblázat** foglalja össze.

**3. táblázat.** Mérési eredmények

Edzési hőmérséklet (°C)	Kopási tényező (K) (m <sup>3</sup> /Nm*10 <sup>-12</sup> )	Kráter átmérő (d) (mm)
750	25	0,5
800	20,2	0,45
850	9	0,3
900	6,2	0,25

#### 4. Következtetések

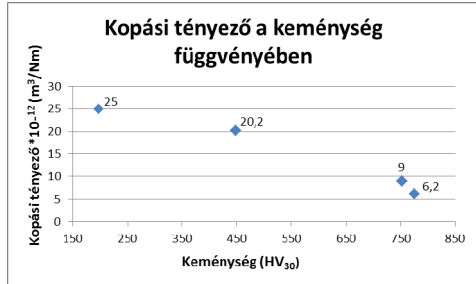
A próbatestek keménysége az edzési hőmérséklettől függő eredményt adott. Az edzési hőmérséklet, a képződött martenzit mennyisége és a keménység összefüggése ismert. A hőkezeléssel elért keménységet az edzési hőmérséklet függvényében az **5. ábra** mutatja.



**5. ábra.** Edzéssel elért keménység az ausztenítési hőmérséklet függvényében

A kopásállóság és a keménység egymással jellemzően jól korrelál. A vizsgált anyag esetében is megállapítható, hogy legnagyobb keménységű darabokon mért kopási tényező a legkisebb, tehát ezek a próbadarabok rendelkeznek a legjobb kopásállósággal.

Azt a következtetést is levonhatjuk, hogy az alkalmazott acél esetében 850 °C és 900 °C edzési hőmérsékletről való hűtés eredményeként nem kaptunk jelentős keménység különbséget, ezzel szemben a kopási tényező értéke 30%-al csökkent. A kopási tényező és a keménység kapcsolata tehát nem lineáris. A kopási tényező és a keménység összefüggését a **6. ábra** mutatja.



**6. ábra.** Kopási tényező értéke a keménység függvényében

#### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki Pinczehelyi Dávid egyetemi hallgatónak, a kopásvizsgálatok elvégzésében nyújtott segítségével valamint Barányi Istvánnak, aki a próbadarabok felületi érdességének meghatározásával támogatta munkánkat.

#### Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Shrikant P. Bhat: *Advances in high strength steels for automotive applications*, ArcelorMittal, 2012, 1-33.
- [2] <http://manufacturing-science.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleID=1881050> 2015.02.15.
- [3] B. T. Tang et al.: *Influence of Temperature and Deformation on Phase Transformation and Vickers Hardness in Tailored Tempering Process: Numerical and Experimental Verifications*, *J. Manuf. Sci. Eng.* 136(5), 2014, 1-14
- [4] Bagyinszki Gyula: *Járműipari anyag- és technológiafejlesztések jó gyakorlatának elemzése hegesztés szakterületen*, ÖE, Egyetemi segédlet, 2014. 1-74.