XIII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2008. március 14-15.

NÉHÁNY ACÉLTULAJDONSÁG SZERKEZETFÜGGÉSE

Barta István, Borossay Béla, Réger Mihály

Abstract

Mechanical, formability and wear tests have proved the different formability properties of samples with identical chemical composition and yield strength but with different microstructure. The same conclusion can be drawn concerning the wear properties of samples with identical hardness. The formability and wear properties can be estimated only with considerable error on the basis of traditional mechanical tests.

Összefoglalás

Ismert szerkezetű próbatesteken végzett mechanikai, alakíthatósági, és kopásállósági vizsgálatok alapján bizonyítottuk, hogy két – azonos összetételű – azonos folyáshatárú anyag más alakíthatósági tulajdonságokkal, két azonos keménységű anyag pedig eltérő kopási tulajdonságokkal rendelkezik, ha szerkezetük különböző. A hagyományos mechanikai vizsgálatok alapján az alakíthatósági és kopási tulajdonságok bizonytalanul becsülhetők.

Adott kémiai összetétel és feszültségállapot esetén az anyagok tulajdonságait a szerkezetük határozza meg. Az egész térfogatukban azonos szerkezetű, fémből készült tárgyakat valamilyen izotermás hőkezeléssel lehet előállítani. Az így gyártott próbatesteket különböző vizsgálatoknak alávetve magának a szövetszerkezetnek a tulajdonságai mérhetők, az eredmények pedig modellezésre alkalmas adatokat szolgáltatnak. [1] Összegyűjtöttünk olyan mérési eredményeket, melyek ismert szerkezetű próbatesteken végzett mechanikai, alakíthatósági, és kopásállósági vizsgálatok során keletkeztek [2, 3, 4], és azt igyekeztünk kideríteni, hogy a hagyományos, legegyszerűbb anyagvizsgáló eljárások (szakítóvizsgálat, keménységmérés) milyen támpontot adhatnak a körülményesebb vizsgálatot igénylő alakíthatósági és kopási tulajdonságok megítélésére.

Az adott szerkezetű, 16CrMo4 jelű betétedzésű acél próbatestek keménység, folyáshatár, alakíthatóság, és kopás vizsgálatának adatait tartalmazza az **1. táblázat**. A hőmérséklet adatok a hűtési izotermát, illetve az edzést követő megeresztés hőmérsékletét jelentik. Az n és c értékei a $k_f = c\lambda^n$ alakú folyásgörbe paraméterei, melyek hengeres próbatest zömítő vizsgálatából származnak, W pedig a $\lambda_0=0$ és $\lambda_1=0,025$ összehasonlító alakváltozás között végzett fajlagos alakváltozási munka. K a $V=KN_cS$ alakú – 20 s időtartamú szárazkopás vizsgálatra vonatkozó –, a tradicionális Archard-féle kopás-kinetikai modell átalakításával nyert összefüggés kopási tényezője, mely a kopásállósággal fordítottan arányos [4].

	Szövet-szerkezet	T [°C]	HV30	n	c [N/mm ²]	W [J/cm ³] λ_1 =0,025	Rp _{0,2} [N/mm ²]	K 10 ⁻¹⁶ [m ² /N]
Hűtés hatására kialakuló szerkezetek	ferrit+perlit	700	171	0,184	734	194	350	49,48
	ferrit+perlit	640	182	0,122	735	216	387	54,36
	ferrit+perlit	580	201	0,099	1039	318	584	29,88
	bénit	410	240	0,068	1188	383	803	19,18
	martenzit	20	425	0,008	1406	504	1343	16,28
Hevítés hatására kialakuló szerkezetek	szferoidit	470	348	0,004	954	344	1000	29,41
	szferoidit	580	290	0,015	843	298	796	52,55
	szferoidit	690	240	0,046	732	245	628	77,3

1. táblázat Különböző szerkezetű 16CrMo4 jelű acél tulajdonságai

Összes	T	HV	n	c	W	Rp _{0,2}	K
T		0,705	0,316	0,865	0,916	0,809	0,576
HV	0,705		0,715	0,458	0,695	0,949	0,232
n	0,316	0,715		0,219	0,452	0,406	0,055
c	0,865	0,458	0,219		0,932	0,651	0,761
W	0,916	0,695	0,452	0,932		0,863	0,625
Rp _{0,2}	0,809	0,949	0,406	0,651	0,863		0,367
K	0,576	0,232	0,055	0,761	0,625	0,367	

2. táblázat Az egyes mennyiségek páronkénti lineáris regressziós együtthatója

Hűtés	T	HV	n	c	W	Rp _{0,2}	K
T		0,976	0,863	0,856	0,921	0,99	0,659
HV	0,976		0,775	0,766	0,843	0,956	0,545
n	0,863	0,775		0,876	0,921	0,874	0,727
c	0,856	0,766	0,876		0,987	0,914	0,940
W	0,921	0,843	0,921	0,987		0,96	0,877
Rp _{0,2}	0,99	0,956	0,874	0,914	0,96		0,741
K	0,659	0,545	0,727	0,940	0,877	0,741	

3. táblázat Az egyes mennyiségek páronkénti lineáris regressziós együtthatója, külön vizsgálva a hűtés hatására keletkező szerkezetek csoportját

Hevítés	T	HV	n	c	W	Rp _{0,2}	K
T		0,924	0,394	1	0,996	0,957	0,766
HV	0,924		0,642	0,925	0,952	0,995	0,948
n	0,394	0,642		0,394	0,454	0,577	0,818
c	1	0,925	0,394		0,996	0,957	0,766
W	0,996	0,952	0,454	0,996		0,977	0,814
Rp _{0,2}	0,957	0,995	0,577	0,957	0,977		0,911
K	0,766	0,948	0,818	0,766	0,814	0,911	

4. táblázat Az egyes mennyiségek páronkénti lineáris regressziós együtthatója, külön vizsgálva a hevítés hatására keletkező szerkezetek csoportját

Az egyes tulajdonságok közötti kapcsolat minősítéséhez a legkisebb négyzetek módszerével az 1. táblázatból páronként kiválasztott adatokra egyenest illesztettünk, majd kiszámítottuk az

$$r = (\Sigma(y_{\text{átlag}} - y_i)^2 - \Sigma(Y_i - y_i)^2) / \Sigma(y_{\text{átlag}} - y_i)^2$$

regressziós együtthatót, ahol Y a számított, y pedig a mért értékeket jelenti. Ezeket tartalmazza a **2. táblázat**. Az eljárással az volt a célunk, hogy megállapítsuk, létezik-e a vizsgálati eredmények között olyan egyszerű kapcsolat, melyre támaszkodva a könnyen elvégezhető keménység- és szakítóvizsgálatból az alakíthatósági és kopási tulajdonságokra következtethetünk. A táblázatban szereplő értékek átlaga 0,59. Viszonylag szoros összefüggés látszik a szövet keletkezési hőmérséklete és keménysége, valamint az alakíthatóságát leíró paraméterek között, továbbá a keménység és a folyáshatár között. A kopásállóságot jellemző tényező azonban nem sok összefüggést mutat a többi jellemzővel.

Ezek után a próbadarabokat két csoportra osztottuk. Külön vizsgáltuk a hűtés, és külön a hevítés során kialakuló szerkezetek tulajdonságait. Az így kapott korrelációs együtthatókat a **3. és 4. táblázat** tartalmazza. A 3. táblázatban szereplő értékek átlaga 0,86, a 4. táblázat adatainak átlaga 0,82. Ezek a számok már önmagukban arról tanúskodnak, hogy így már lényegesen szorosabbak az összefüggések az egyes vizsgálatok eredményei között. Ugyanakkor arra hívják fel a figyelmet, hogy a szövetszerkezet sokkal inkább meghatározója a technológiai és kopási tulajdonságoknak, mint önmagában akár a keménység, akár a folyáshatár.

A **1. ábra** a fajlagos alakítási munkát mutatja a folyáshatár függvényében, a **2. ábra** pedig a kopásállóságot a keménység függvényében. Mindkét diagramon élesen különválnak a hűtés és a hevítés közben kialakult szövetszerkezetek különböző tulajdonságai.

1. ábra: A fajlagos alakítási munka a folyáshatár függvényében

2. ábra: A kopási tényező a keménység függvényében

Bebizonyosodott, hogy két – ugyanabból az anyagból készült – azonos folyáshatárú anyag más alakíthatósági tulajdonságokkal rendelkezik, ha szerkezete ferrit-perlites, vagy szferoidites. Az is látható, hogy két azonos anyagú, azonos keménységű alkatrész is egészen más kopásállóságú a szövetszerkezete függvényében. [5, 6] A gyakorlat számára ez többek között azt jelenti, hogy az alakításra optimalizált féltermékeket célszerű magas hőmérsékleten végzett A_1 alatti lágyítással, illetve izotermás lágyítással alkalmassá tenni a technológiára, a kopásnak kitett alkatrészeket pedig nem szabad magas hőmérsékleten megereszteni. Az adatok hasonló szemléletű feldolgozásával további gyakorlati megállapításokat tehetünk. Kíváncsnak látszik a szövetszerkezet, és más technológiai tulajdonságok, például a forgácsolhatóság hasonló megközelítésű tanulmányozása.

A keménységmérés késztermék esetén elsősorban a kérgesített alkatrészek és a szerszámok, féltermék minősítésénél a forgácsolhatóság megítélésére szolgál. Az említett késztermékeket általában koptatás, vagy hasonló elsőrendű igénybevétel éri. A manapság elsősorban gazdasági okok miatt elterjedt nemesített állapotban történő forgácsolás azt a veszélyt rejtheti magában, hogy a keménysége alapján jónak ítélt alkatrész kopási tulajdonságai nem lesznek megfelelők. A képlékeny hidegalakításra optimalizált anyagok megmunkálása során is előfordulhat, hogy ha nem állnak rendelkezésre technológiai jellemzők, hibás technológiát tervezünk. A keménységmérés és a szakítóvizsgálat eredményéből csak akkor vonhatók le biztonsággal felhasználható következtetések, ha az anyagok szerkezetét is ismerjük.

Irodalom:

- [1] Barta I., Borossay B.: Adott szerkezetű acél próbatestek előállítása. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XII, Kolozsvár 2007.
- [2] Veress Gy.: A betétedzésű acélok alakíthatóságának szövetszerkezet függése. TDK, Budapesti Műszaki Főiskola 2007.
- [3] Barta I.: Adott szerkezetű acél próbatestek előállítása és néhány tulajdonsága. Szakdolgozat, Budapesti Műszaki Főiskola 2008.
- [4] Kovács T.: Kopásvizsgálatok tervezési szempontjai. Kolozsvár Műszaki Tudományos füzetek VIII. p. 99-102. 2003.03.21. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka VIII. Kolozsvár
- [5] Réti T., Kovács T.: A Phenomenological Method for the prediction on damage Accumulation Process under Varying External Conditions. Materials Science Forum Vols. 414-415 (2003) pp.317-322 Trans Tech Publication, Switzerland
- [6] Kovács T.-Dévényi L.: Investigation of the Wear Process by Using a Gradient Method. Material Science Forum Vols. 473-474 (2004) pp. 213-218 Trans. Tech. Publications Switzerland

Barta István
gépészmérnök
barta_i@freemail.hu

Borossay Béla
kohómérnök
borossay.bela@bgk.bmf.hu

Dr. Réger Mihály
kohómérnök, főiskolai tanár
reger.mihaly@bgk.bmf.hu

Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8.