



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

MECHANIKAI TULAJDONSÁGOK ÉS A HŐKEZELÉSI HŐMÉRSÉKLET KAPCSOLATA DUÁL FÁZISÚ ACÉLNÁL

RELATIONSHIP BETWEEN MECHANICAL PROPERTIES AND INTERCRITICAL HEAT TREATMENT IN CASE OF DUAL PHASE STEEL

BITAY Enikő⁽¹⁾, POPA-MÜLLER Izolda⁽²⁾

*Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar,
Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C.,*

E-mail: (1) ebitay@ms.sapientia.ro; (2) ipmuller@ms.sapientia.ro

Abstract

The continuously increasing in applications of dual phase steels in the past years is fully justified by their acceptable toughness next to their low carbon concentration, and their good ductility. The toughness is their most important parameter regarding the security of the application that is reached by applying of the intercritical cooling during the elaboration. The value of austenitization temperature determines the proportion of the martensitic and ferritic phase in the mass. This is important because different proportion values of the phases mentioned above are leading to different mechanical properties [1]. The aim of the present paper is the set-up of a dependence between the values of the parameters characterizing the emphasized mechanical properties and the rate of the martensitic and ferritic phase.

Keywords: dual phase steel, intercritical heat treatment, hardness

Összefoglalás

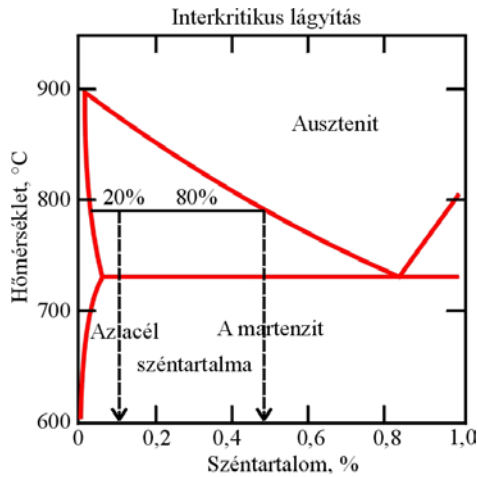
Duál fázisú acélok felhasználása jó alakíthatóságuk és kis karbontartalom mellett is megfelelő szilárdságuk miatt az utóbbi években jelentősen megnövekedett. A felhasználás szempontjából igen fontos a megfelelő szilárdság elérése, melyet a gyártás során alkalmazott interkritikus hűtéssel lehet elérni. Az ausztenitesítési hőmérséklet megszabja, hogy milyen mennyiségben lesz a szövetszerkezetben martenzit és ferrit. Az egyes szövetarányokat a fázisok mennyiségének függvényében különböző mechanikai tulajdonságok jellemzik [1]. Mérési eredményeket felhasználva összefüggést kívántunk felállítani mechanikai tulajdonságok és a ferrit-martenzit arány között.

Kulcsszavak: duál fázisú acél, interkritikus hőkezelés, keménység

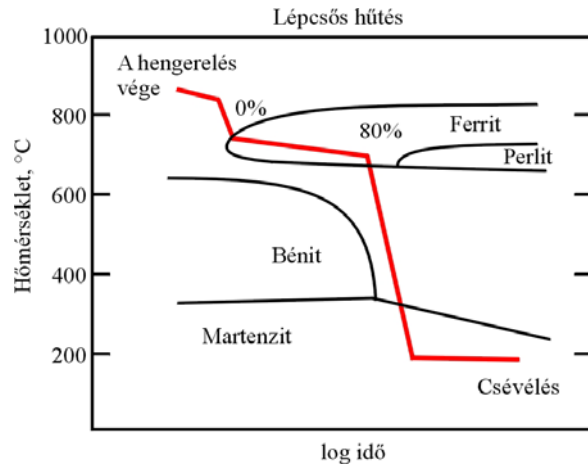
1. Bevezetés

Ismert, hogy az anyagok tulajdonságait kémiai összetételük, valamint szerkezetük határozza meg. A duál fázisú (DP) acélokat egy speciális kétfázisú szövetszerkezet jellemzi, melyben lágy ferrit és a kemény martenzit található egyszerre. A megfelelő mechanikai tulajdonságok elérése érdekében a gyártás során interkritikus hőkezelést alkalmaznak, ami azt jelenti, hogy a megfelelő ausztenit-ferrit hőmérsékletről gyorsan hűtik (**1–2. ábra**). A megfelelő ausztenitesítési hőmérséklet tehát meghatározza a kész darab mechanikai tulajdonságait. A duál fázisú acélok felhasználása főként az autóiparban terjedt el, mivel jó alakíthatóságuk mellett megfelelő szilárdsági tulajdonságokkal rendelkeznek.

Ötvözetlen hipoeutektoidos acélok esetén ismert, hogy egyensúlyi hevítés, illetve hűtés során reverzibilis fázisátalakulás (γ - α , illetve α - γ) megy végbe [3]. A duál fázisú acélok gyártása esetén azonban nem egyensúlyi szerkezetet hozunk létre (α + γ fázisokból α + α') (2. ábra).



1. ábra. Ausztenitesítési hőmérséklettel elérhető ferrit-auszenit arány [2]



2. ábra. Duál fázisú acél gyártása [2]

2. A vizsgált acél jellemzői

A vizsgált, kis karbontartalmú acél kémiai összetételét az 1. táblázat mutatja. Látható, hogy jelentős mennyiségű ötvözőt nem tartalmaz [3].

1. táblázat. A vizsgált acélminőség kémiai összetétele (tömeg %) [3]

C	Mn	Cr	Si	V	Nb
0,28%	1,45%	0,21%	0,20%	0,13%	0,01%

Az acél jellemző mechanikai tulajdonságait szakirodalmi adatok alapján dolgozzuk fel [4–5]. A különböző hőmérsékletekről hűtött próbatestek mérésekkel meghatározott folyáshatárát, szakítószilárdságát, Vickers-keménységét és kifáradási határát, valamint a martenzit mennyiségét foglalja össze a 2. táblázat. A hőkezeléseket adott hőmérsékleten 1 óra hőntartással, majd vízhűtéssel végezték.

2. táblázat. A méréssel meghatározott mechanikai tulajdonságok [3]

Edzési hőmérséklet [°C]	Folyáshatár [MPa]	Szakító szilárdság [MPa]	Nyúlás [%]	Martenzit mennyiség [%]	Keménység [HV]
900	1192	1652	2,1	100	580
779	997	1417	2,5	70	437
754	788	1286	3,2	50	377
737	634	1167	4,2	30	296

3. Fázisarányok és a mechanikai tulajdonságok kapcsolata

Ismert, hogy a martenzit keménysége egyértelműen függ a karbontartalomtól. Természetesen az acél átlagos keménységét a mikroszerkezet, illetve az abban található martenzit mennyisége is befolyásolja.

A keménység és a szilárdság közötti összefüggés ismert, vagyis a folyáshatár és a szakítószilárdság a keménységből származtatható. Mivel az összefüggésben Brinell-keménységgel számolunk, ezért táblázat segítségével a keménységértékeket átváltottuk a (3. táblázat). A folyáshatár és a szakítószilárdság meghatározására a szakirodalomban talált (1) és (2) összefüggéseket alkalmaztuk. Ahol HB a Brinell-keménység, R_{eH} a folyáshatár, R_m a szakítószilárdság [6, 7]:

$$R_{eH} = 3,2 \cdot HB - 262, \tag{1}$$

$$R_m = 3,1 \cdot HB + 179. \tag{2}$$

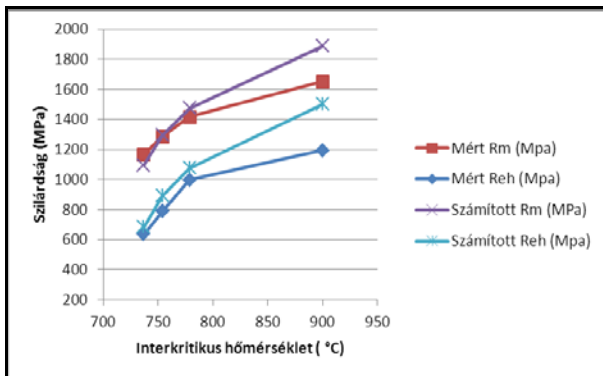
A vizsgált anyagminőségen keménységmérést végeztünk és ennek értékeit is feltüntettük a 3. táblázatban. Mivel a vizsgált darab egyensúlyi állapotú volt (ferrit-perlites), ezért a martenzit-tartalomhoz 0 értéket írtunk, jelezve, hogy nem tartalmaz martenzitet. A táblázat eredményei jól korrelálnak a mérési eredményekhez, egyedül a teljesen martenzites szövetszerkezet esetében tapasztalható nagyobb eltérés, de ez egyfázisú szövetszerkezete miatt nem tekinthető duál fázisúnak.

3. táblázat. Számított mechanikai jellemzők

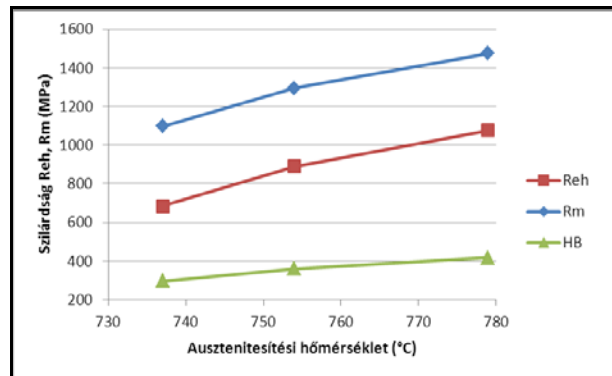
Martenzit mennyisége [%]	Edzési hőmérséklet [°C]	Keménység [HB]	Folyáshatár [MPa]	Szakítószilárdság [MPa]
100	900	551	1501,2	1887,1
70	779	418	1075,6	1474,8
50	754	360	890,0	1295,0
30	737	296	685,2	1096,6
0	-	258	563,6	978,8

A felhasznált (1–2) összefüggésekkel, valamint a 3. táblázat értékeivel az acél hőkezelésének interkritikus hőmérséklete meghatározható az elérendő mechanikai tulajdonságok szerint, amit a 4. ábra is szemléltet. Gyakorlatilag a vizsgált darabok közül csak hárommal szükséges foglalkozni, hiszen a tisztán martenzites, illetve a ferrit-perlites szövetszerkezetű acélok nem tekinthetően duál fázisúnak.

A 30, 50 illetve 70% martenzittartalmú acélok esetében viszont a szilárdság és a hőkezelési hőmérséklet kapcsolata közel lineáris, (3, 4) függvényvel írható le, melyből az interkritikus hőmérséklet jó közelítéssel számítható (4. táblázat).



4. ábra. A szilárdsági értékek az interkritikus hőmérséklet függvényében



5. ábra. Szakítószilárdság, folyáshatár és keménység az interkritikus hőmérséklet függvényében

4. táblázat. Az alkalmazott és a (3–4) összefüggésekből számított interkritikus hőmérsékletek

Alkalmazott	Számított	
$T_{interkritikus}$ [°C]	$T_{interkritikus}$ [°C]	$T_{interkritikus}$ [°C]
779	777,6309	777,64
754	757,359	757,368
737	734,9899	734,999

$$T_{interkritikus} = \frac{(R_{eH} + 6044)}{9,1555} [^{\circ}C], \quad (3)$$

$$T_{interkritikus} = \frac{(R_m + 5422,4)}{8,8694} [^{\circ}C]. \quad (4)$$

4. Összefoglaló

A duál fázisú acélok mechanikai tulajdonságai biztosításának kulcsa a megfelelő interkritikus hőmérsékletre való hűtés. A bemutatott mérési és számítási eredmények azt mutatják, hogy kis hőmérséklet-eltérés is jelentős különbséget eredményezhet a mechanikai tulajdonságok tekintetében. Mivel a gyártási folyamat során az acélterméknek egy elvárt szilárdságot kell elérniük, ezért a technológiai paraméterek meghatározása igen fontos. Eredményeink irányadóak lehetnek a duál fázisú acélok hőkezelésének paraméter-meghatározásához. További vizsgálati eredmények igazolhatják a bemutatott szilárdság interkritikus hőmérséklet kapcsolatát, melyre általános matematikai összefüggés is felírható.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Aknowledgement

This research was supported by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Social Fund in the framework of TÁMOP 4.2.4. A/1-11-1-2012-0001 ‘National Excellence Program’.

Irodalom

- [1] T. Kovács, P. Pinke: *The Effect of Microstructure on the Local Wear Behavior of Dual Phase Steels*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 47 (2013).
- [2] Artinger István: *Gépszerkezetek anyagai*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. Elektronikus jegyzet. Budapest. 2010. <http://www.att.bme.hu/oktatas/BMEGEMT4105/>.
- [3] T. Réti, T. Kovács: *A phenomenological method for the prediction of damage accumulation processes under varying external conditions*. Material Science Forum V.414–415 (2003). 317–322.
- [4] M. Übeyli et al: *Investigation on the ballistic performance of dual phase steel against 7.62 AP projectile*. Material Science and Engineering, Vol 527 (2010). 2036–2044.
- [5] M. Übeyli et al: *Ballistic impact performance of an armor material consisting of alumina and dual phase steel layers*. Materials and Design, Vol 32. no. 3 (2011). 1565–1570.
- [6] Varga Ferenc, Tóth László, Guy Pluvinaige: *Anyagok károsodása és vizsgálata különböző üzemi körülmények között*. Miskolci Egyetem, 1999. 33. <http://edu.bzlogi.hu/mtesting/szoftverek/kemenys.pdf>
- [7] Szilágyi G., Kovács-Coskun T.; Pinke P.: *Az összeállítási pontatlanság hatása a hegesztési paraméterek korrekciójára sarokvarratok esetén*. FMTÜ XVIII. EME, Kolozsvár, (2013). 383–386.