

XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

ÖTVÖZÉS HATÁSA A FELMELEGEDÉSI IDŐRE

VÉGVÁRI Ferenc, KECSKÉS Bertalan

Abstract

There are known different empirical formula for determining the heating time. The heating time is influenced not only by the dimensions of the component, but the way of packing too. The thermal conductivity of steels are decreasing by alloying so on increasing of the diameter higher stresses will be induced during heating of the components. We carried out experiments on alloyed steel for tempering, and measured the temperature differences in components of size between $\varnothing 60 - 100$ mm during heating in a chamber type furnace.

Keywords:

alloying, heating

Összefoglalás

Az átmelegedéshez szükséges felhevítési idő meghatározására különböző tapasztalati összefüggések ismertek. A felhevítési időt nemcsak a munkadarab mérete, hanem az ötvözés mértéke is jelentősen befolyásolja. Ötvözéssel romlik az acélok hővezető képessége és az átmérő növekedésével egyre nagyobb feszültségek keletkezhetnek felhevítés során a munkadarabban. Ötvözött nemesíthető acélt kamrárs kemencében hevítve vizsgáltuk az $\varnothing 60 - 100$ mm közt a munkadarabban fellépő hőmérsékletkülönbségeket.

Kulcsszavak:

ötvözés, felmelegedés

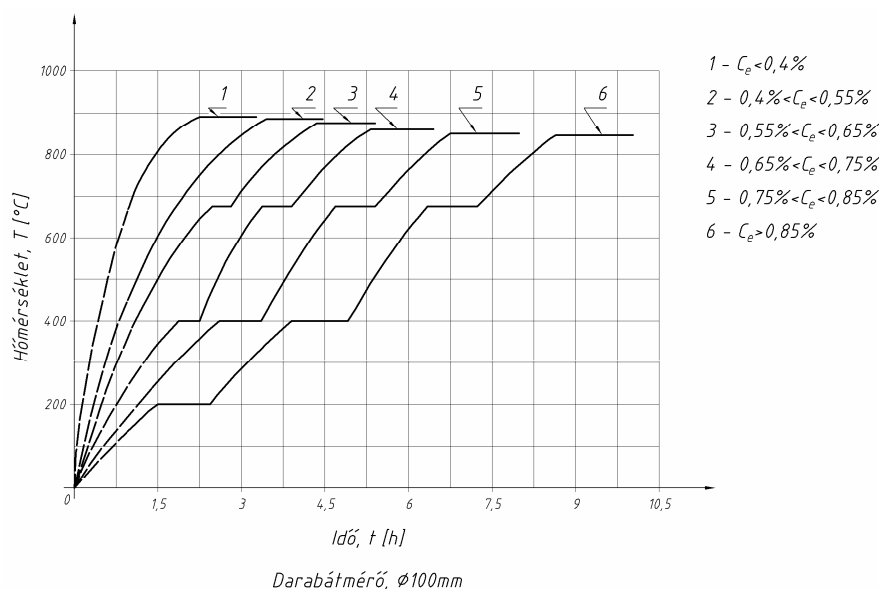
1. Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb mennyiségben van szükség a gépipari alkatrészek gyártásában hőkezelésre. A hőkezelés energiaigényes eljárás, így nagyon fontos, hogy az adott műveletet lehetőleg a minimális energiafelhasználással valósítsuk meg. A hőkezelés műveleti idejének csökkentésével csökkenthető az energiafelhasználás, illetve a gyártási költség. A műveleti idő csökkentésére csak a felhevítési, hűntartási idők csökkentése jöhet szóba. Az adott átalakulások végbemenetelére egy bizonyos hőmérsékletre szükség van, az nem változtatható. A hűntartási idő is a lehető legrövidebb, egy bizonyos idő után nem csökkenthető. A felmelegítési idő csökkentésének egyik lehetősége a felhevítés sebességének növelése. A felhevítés sebességének növelése egyre nagyobb hőmérsékletkülönbségeket hoz létre a hevítendő darabban. A hevítendő darabban keletkező hőmérsékletkülönbségek hőfeszültségeket gerjesztenek, aminek a következménye lehet a munkadarab vetemedése, súlyosabb esetekben a repedése. Ezt minden körülmények közt el kell kerülni. A munkadarabban ébredő feszültségek erősen függenek a munkadarab méreteitől, a felületi hőátadás mértékétől és a munkadarab ötvözésének mértékétől. Minél erősebben ötvözött anyagból készült a munkadarab, annál óvatosabban kell eljárni felhevítés során, mert az ötvözés csökkenti az acélok hővezető képességét, így növekszik adott körülmények közt a munkadarabban kialakult hőfeszültség. Ötvözöttebb acélok esetén javasolt a lépcsős hevítés alkalmazása.

2. Ötvözött acélok felhevítése

Nagyobb átmérőjű – általában 60 mm feletti – ötvözött acélok edzési hőmérsékletre való felhevítésének tervezéséhez ajánlott a H.Ruhfus – Pflamme szerinti C_e szénkvivalens meghatározása és annak ismeretében a hevítést az 1. ábra szerint kell megtervezni.

$$C_e = C + \frac{Mn\%}{5} + \frac{Si\%}{5} + \frac{Cr\%}{4} + \frac{Mo\%}{3} + \frac{Ni\%}{10} + \frac{V\%}{5} + \frac{W\%}{10} + \frac{Al\%}{10} - \frac{1}{10}$$



1. ábra Felhevítés tervezése szénkvivalens alapján, ha a munkadarab átmérő 100mm

A fenti adatok alapján például egy 51CrV4 anyagnak a C_e értéke 0,98 így ennek alapján a $\phi 60\text{mm}$ méretű munkadarabot három lépcsőben 360 min alatt, a $\phi 100\text{mm}$ munkadarabot 540 min idő alatt lehetne felhevíteni az edzési hőmérsékletre [1]. Ez az idő túl soknak tűnik, ezért méréseket végeztünk arra vonatkozóan, hogy indokolt-e ilyen lassan felhevíteni.

3. Felhevítési idő meghatározása kísérleti úton

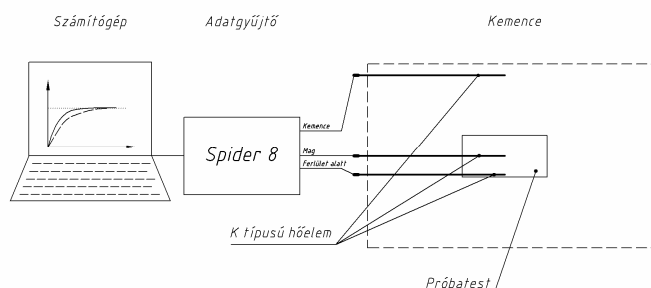
Méréseinket az $\phi 60\text{mm}$ és az $\phi 100\text{mm}$ mérettartományban végeztük el. A választott anyagminőség 51CrV4, amelynek spektrométerrel bevizsgált összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Kémiai összetétel [%]										
C	Mn	Si	S	P	Cr	V	Ni	Al	Mo	Cu
0,49	0,91	0,30	0,013	0,016	1,08	0,128	0,035	0,021	0,014	0,04

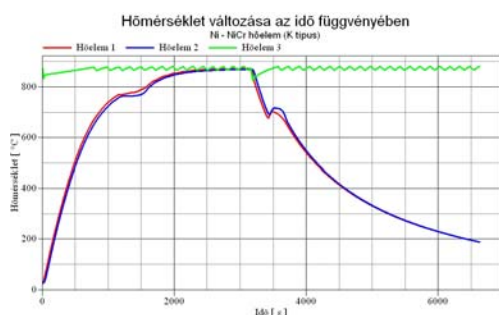
A vizsgált minták átmérője 60, 70, 90, és 100 mm volt. A minták hossza az átmérő kétszerese volt, hogy a munkadarab közepe csak sugár irányban melegedjen át. A kemence villamos fűtésű 8 kW teljesítményű. A kemence munkatere 550×300×200 méretű volt, amely viszonylag nagy a behelyezett munkadarab méretéhez viszonyítva. Egyszerre egy munkadarabot helyeztünk a kemence munkatérében, hogy a több munkadarab árnyékoló hatása ne befolyásolja a mérési eredményeket. A kemence

hőmérsékletét 860°C állítottuk be. Az állandó hőmérsékletet KD 48 típusú hőmérséklet szabályzó biztosította. Mértük a hőmérsékletet a próbatest közepén, a felület alatt 2mm-rel. A mért értékeket egy Hottinger típusú Spider 8 adatgyűjtővel gyűjtöttük és számítógépen tároltuk [2]. A mérés elrendezését a 2. ábrán mutatjuk be.

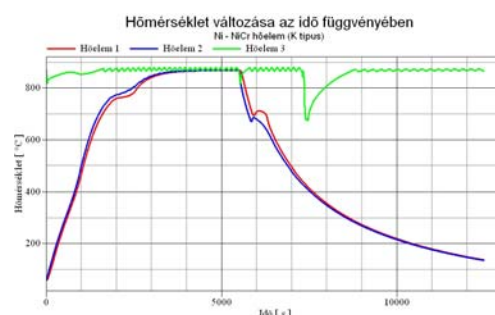


2. ábra Mérés elrendezési vázlata

A számítógépen létrehoztunk egy mérési adatfelületet, ahol a mérési eredmények folyamatosan nyomonkövethető volt. A három mért eredményt folyamatosan kirajzoltuk és felvettük a hőmérséklet változását a felmelegítési idő függvényében. A 3. és a 4. ábrákon az Ø60mm és az Ø90mm mintadarabok felmelegítési diagramjait mutatjuk be.



3. ábra Ø60mm felmelegítési diagramja



4. ábra Ø90mm felmelegítési diagramja

4. Mérési eredmények

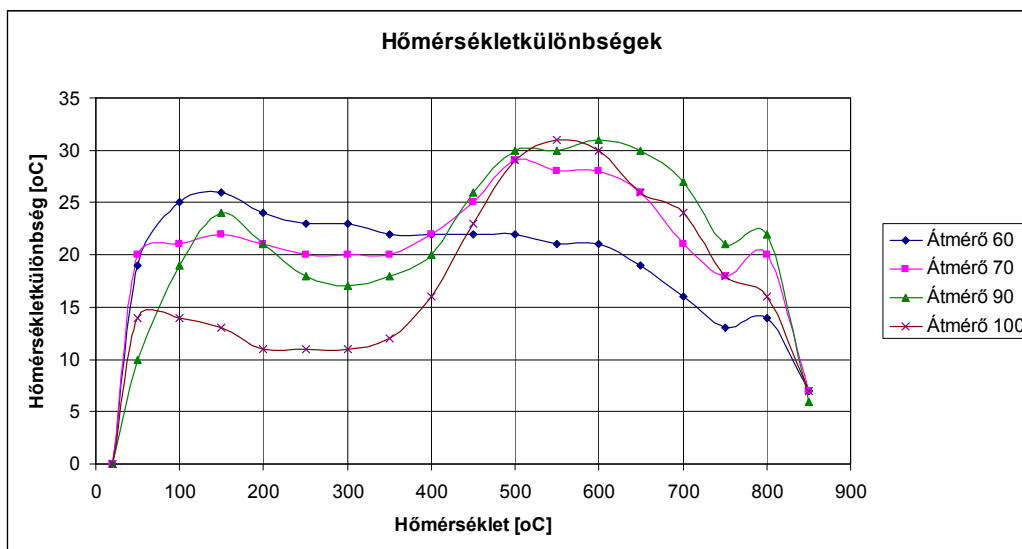
A felhevítés során mért adatok jellemző értékeit a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat

Minta átmérője [mm]	C _e alapján tervezett felhevítési idő [min]	Tényleges felhevítési idő [min]	Maximális hőmérsékletkülönbség [°C]	Max. hevítési sebesség [°C/s]	Fajlagos teljesítmény [kW/kg]
Ø 60	360	40	27	83	3,05
Ø 70	400	50	29	53,4	1,93
Ø 90	480	56	31	59,4	0,90
Ø 100	540	65	31,6	47,7	0,65

A felhevítés során a munkadarab széle és magja közti hőmérsékletkülönbséget mértük. A különböző

átmérőjű darabokban a felhevítés során keletkező hőmérsékletkülönbséget az 5. ábrán mutatjuk be.



5. ábra Munkadarabban ébredő hőmérsékletkülönbség a felhevítés során

Mint az ábrából is látható, lépcsős hevítés nélkül a hideg munkadarabot az edzési hőmérsékletű kemencébe betéve a legnagyobb hőmérsékletkülönbség a 100 mm átmérőjű mintában keletkezett, ami ~32°C. Ilyen hőmérsékletkülönbség hatására a felhevítés során keletkező feszültség nem haladja meg a 90 N/mm² értéket, amely még 600°C-on sem éri el az adott hőmérsékletre jellemző folyáshatár értékét.

5. Összefoglalás

Az 51CrV4 ötvözött nemesíthető acél egy lépésben kamrás kemencében történő felhevítése során a 100mm átmérőjű mintában ébredő hőmérsékletkülönbség sem okoz a munkadarabban veszélyes nagyságú feszültséget. Kamrás kemencében történő hevítéskor indokolatlan a több órás lépcsős felhevítést alkalmazni. A felhevítés gyorsításával a hevítési idő csökkenthető, a hevítéskor felhasznált energia csökkenthető.

Irodalom

- [1] Szombatfalvy Árpád, *A Hőkezelés technológiája*, Műszaki Könyvkiadó Bp. 1985.
- [2] Végvári Ferenc, *Felmelegítési idő meghatározása méréssel*, Országos Gépész Találkozó, OGÉT 2009 április23-26, Gyergyószentmiklós, Románia Műszaki Szemle (Technical Review) XVII. Gyergyószentmiklós, Románia, 405-408. old.



dr. Végvári Ferenc, főiskolai tanár
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Fém- és Műanyagfeldolgozó
Technológiai Intézet,
Mechanikai Technológiai Szakcsoport
Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10
Tel: +36 76 516 373,
Fax: +36 76 516 396
E-mail: vegvari.ferenc@gamf.kefo.hu



Kecskés Bertalan, tanszéki mérnök
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Fém- és Műanyagfeldolgozó
Technológiai Intézet,
Mechanikai Technológiai Szakcsoport
Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10
Tel: +36 76 516 374,
Fax: +36 76 516 396
E-mail: kecskes.bertalan@gamf.kefo.hu