

HŰTŐKÖZEGEK VISELKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA SPECIÁLIS PRÓBATESTEK SEGÍTSÉGÉVEL

INVESTIGATION OF THE BEHAVIOUR OF QUENCHANTS USING SPECIAL TEST PIECES

Mucsi András¹, Felde Imre², Kerekes Gábor³, Kocsisné Baán Mária⁴

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Kar, Cím: 1081 Budapest, Népszínház u. 8. Telefon / Fax: +36-1-6665352, mucsi.andras@bgk.uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem, Neumann János Informatikai Kar, Cím: 1034 Budapest, Bécsi u. 96/B. Telefon / Fax: +36-1-6665528, felde.imre@nik.uni-obuda.hu

³Miskolci Egyetem, Anyagtudományi és Anyagszerkeztani Intézet, 3515 Miskolc, Egyetemváros, Telefon / Fax: +36-46-565111/18-47 metkg@uni-miskolc.hu

⁴Miskolci Egyetem, Anyagtudományi és Anyagszerkeztani Intézet, 3515 Miskolc, Egyetemváros, Telefon / Fax: +36-46-565111/18-47 m.kocsis.baan@uni-miskolc.hu

Abstract

In this paper, a novel specimen for characterising the cooling ability of quenchants has been presented. The cylindrical specimen having 20 mm diameter and 225 mm length was heated up to 880 °C and cooled down in water. The specimen was equipped by 8 thermocouples along its length. The quenchant used for cooling had different initial temperatures, causing different wetting during cooling. The movement of wetting front was investigated using video and temperature records. The most intensive wetting phenomenon was investigated at 70 °C initial water temperature.

Keywords: *quenching, quenchants, wetting.*

Összefoglalás

A cikkben az edzésnél használatos hűtőközegek minősítésére használható, új típusú próbatest kerül bemutatásra. A hengeres, 20 mm átmérőjű és 225 mm hosszú próbatest 880 °C-ra volt felhevítve, majd vízben lehűtve. A próbatest hossza mentén 8 termoelem szolgált a hőmérséklet mérésére. A hűtőközeg különböző kiinduló hőmérsékletű volt, ez különböző gőzpárnaképződést eredményezett. A nedvesítési front mozgását videófelvétellel és hőmérsékletmérés segítségével elemeztük. A legintenzívebb gőzpárnaképződés 70 °C-os kiinduló vízhőmérséklet alkalmazásakor jelent meg.

Kulcsszavak: *edzés, hűtőközeg, gőzpárna képződés.*

1. Bevezetés

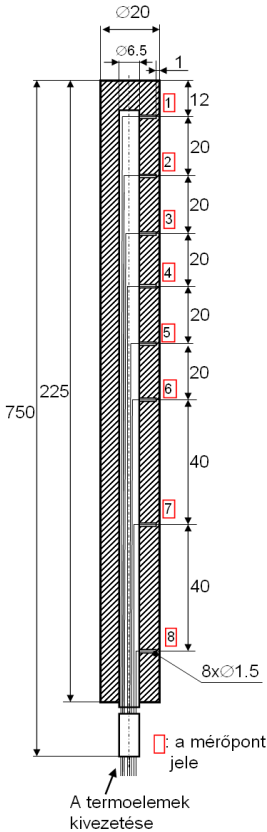
A hűtőközegek minősítése egyre nagyobb szerepet játszik az ipari technológiatervezés folyamatában. A hűlési paraméterek és a keletkező szövetelemek mennyisé-

gének és tulajdonságainak (pl. keménység) előrejelzése lehetetlen a hűtadási függvények ismerete nélkül [1]. Több kutatómunka irányult a hűtadási függvények becslésére, a különböző hűtőközegekre vonatkozó hűtadási függvények adatbázisának létrehozására [2]. A jelen cikk arra próbál példát

mutatni, hogy a kérdéses alkatrész lehűlési függvénye nem csupán a hűtőközegre jellemző hőátadási tényező – hőmérséklet függvény (HTC) és a darab geometriája illetve hőfizikai adatai, hanem a próbatest körül kialakuló komplex áramlások eredményeként alakul ki.

2. A speciális próbatest felépítése

A hűtőközegek minősítésére egy nagy hossz/átmérő aránnyal bíró próbatest került kifejlesztésre. A próbatest egy 20 mm átmérőjű, 225 mm hosszú hengeres, ausztenites korrózióálló acélból készült rúd, melyben nyolc termoelem elhelyezésére került sor. A próbatest az 1. ábrán látható.



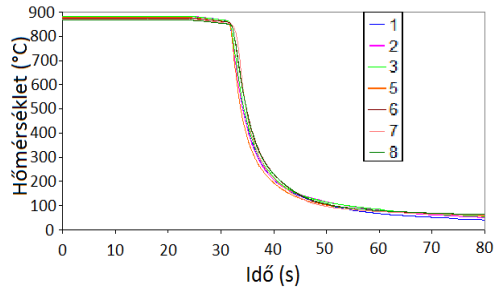
1. ábra. A hűtési kísérletekhez használt speciális próbatest

A termoelemeket a próbatest közepében elhelyezett, 6.5 mm átmérőjű furaton keresztül vezettük ki, a próbatesten kívül pedig egy 8 mm átmérőjű cső vezette őket a csatlakozási pontokhoz. A termoelemek vége a hengerpalásttól 1 mm távolságra helyezkedik el. A próbatestben elhelyezett termoelemek jelét egy DataQ DI220 típusú, 12 bites, ± 30 mV méréshatárú A/D konverter és a hozzá tartozó szoftver rögzítette. A mintavételi időköz 0.03 másodperc volt, minden egyes csatornánál.

A mérésekhez 4.250 liter térfogatú víz szolgált hűtőközeggént. A víz egy hengeres átlátszó edényben került elhelyezésre. A hűtőközeg (a 15 °C-os eset kivételével) előmelegített állapotban került vizsgálatra, így 15, 29, 44, 57 és 70 °C-os kiinduló hőmérsékletű vízben végeztünk vizsgálatokat. A próbatest kiinduló hőmérséklete minden esetben 880 °C volt. A próbatest felfűtésére egy 400x400x400 mm kemencetérrel rendelkező, ellenállásfűtésű kemence szolgált. A próbatestek kemencébe való helyezésétől a kivételig eltelt idő 20 perc volt.

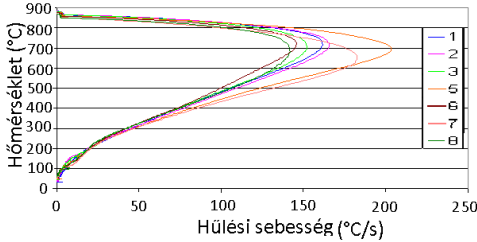
3. Mérési eredmények

Az első mérés során a kiinduló vízhőmérséklet 15 °C volt. A mérőpontok hőmérsékletének időbeli alakulása, a próbatest hűtőközégbe való helyezés után a 2. ábrán látható.



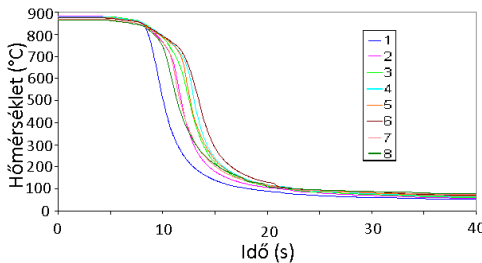
2. ábra. A mérőpontok hőmérsékletei (15 °C-os kezdeti hűtőközeg hőmérséklet).

Hasznos információt nyújtanak az egyes mérőpontok lehülési sebességei. A **3. ábrán** a mérőpontok hülési sebességei és azok pillanatnyi hőmérsékletei közötti összefüggés látható.



3. ábra. A mérőpontok hülési sebessége (15 °C-os kezdeti hűtőközeg hőmérséklet).

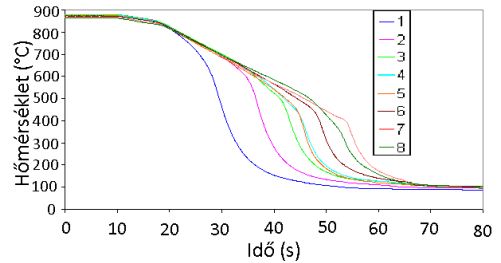
Az ábrán látható, hogy igen intenzív, 120-200 °C/s a legnagyobb hülési sebesség, mely minden mérőpont esetén a 650-720 °C-os tartományban jelentkezik. A 44 °C-os kiinduló vízhőmérséklet esetén már észrevehetünk gőzpárna képződést a 800-720 °C-os tartományban. Ez az 1-es mérőpont kivételével mindegyik mérőponton észrevehető, és a lehülési sebességeken is markánsan megjelenik. A 44 °C-os kezdeti hőmérsékletű vízben hűtött mérőpontok hőmérsékletei az **6. ábrán** láthatók.



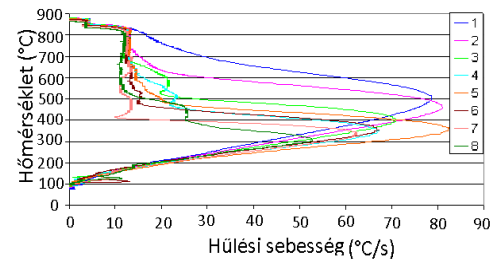
4. ábra. A mérőpontok hőmérsékletei (44 °C-os kezdeti hűtőközeg hőmérséklet).

A gőzpárnaképződés hatása megjelenik a lehülési sebesség-hőmérséklet görbékben is. Ahol intenzív gőzpárnaképződés történt, ott a lehülési sebesség nem haladja meg a

20°C/s-ot. A leglátványosabb gőzpárna képződés 70 °C-os kiinduló vízhőmérsékletnél jelent meg. A gőzpárna eltűnése alulról kezdődik, rendre az 1-2-3-(4,5 egyszerre) 6 mérőpont kerülnek át a gőzfázisú nedvesítés állapotából a víz erélyesebb hűtésének állapotába. Ezután a 8. mérőpont, majd utolsóként a 7. mérőpont kerül a vízzel való érintkezés állapotába. Ennek oka az, hogy fentről, a 8. mérőpont környezetéből is elindul egy nedvesítési front. Ez a videón és a képsorozaton is látszik. A hűtőközegbe való behelyezés kb. 20 s-nál történt. A 70 °C-os kezdeti hőmérsékletű vízben hűtött próbatest mérőpontjainak hőmérsékletei a **5. ábrán**, hülési sebességei pedig a **6. ábrán** tekinthetők meg.

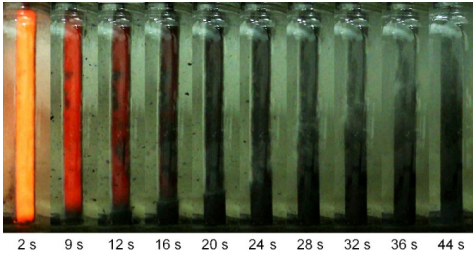


5. ábra. A mérőpontok hőmérséklete (70 °C-os kezdeti hűtőközeg hőmérséklet).



6. ábra. A mérőpontok lehülési sebessége (70 °C-os kezdeti hűtőközeg hőmérséklet).

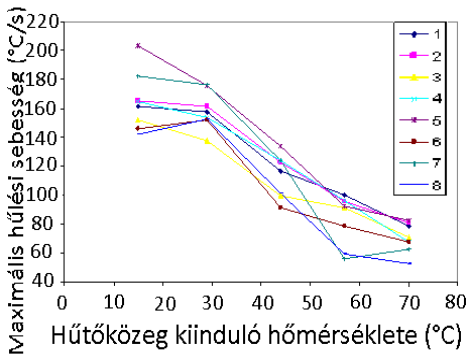
A 70 °C-os kezdeti hőmérsékletű vízben hűtött próbatestról készült sorozatfelvétel a **7. ábrán** látható.



7. ábra. A nedvesítési front mozgása (70 °C-os kezdeti hűtőközeg hőmérséklet).

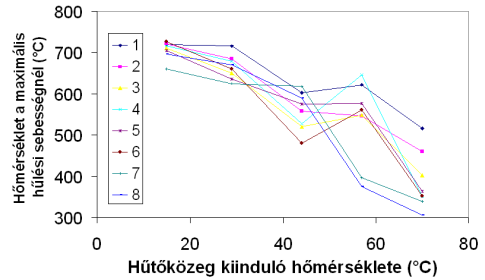
3. Következtetések

A lehülési sebességek és a maximális lehülési sebességhez tartozó hőmérsékletek elemzése az egyes mérőpontokra és kiinduló vízhőmérsékletekre vonatkoztatva igen érdekes lehet. A 8. ábra a hűtőközeg kiinduló hőmérsékletének függvényében mutatja a lehülési sebességek maximális értékét az egyes mérőpontokban.



8. ábra. A mérőpontok lehülési sebessége (70 °C-os kezdeti hűtőközeg hőmérséklet).

A 15 °C-os hűtőközeg esetén elért átlagos 170...180 °C/s-os lehülési sebesség 70 °C-os hűtőközeg alkalmazásakor 70...80 °C/s-ra csökken. A 9. ábra a maximális lehülési sebességhez tartozó hőmérsékletet mutatja a hűtőközeg kiinduló hőmérsékletének függvényében, minden egyes mérőpontra vonatkoztatva.



9. ábra. A maximális hűlési sebességhez tartozó hőmérséklet és a hűtőközeg kezdeti hőmérsékletei közötti összefüggés.

Az ábrán látható, hogy a maximális lehülési sebesség és az ahhoz tartozó hőmérséklet között összefüggés van, a mért adatok egy sávban helyezkednek el. Minél kisebb a hűtőközeg erélyessége, azaz a hűlési sebesség, annál kisebb hőmérsékleten jelentkezik a lehülési sebességnek a maximuma.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Özisik, M. N., Orlande, H. R. B.: *Inverse Heat Transfer: Fundamental and Applications*, Taylor & Francis, New York, 2000.
- [2] Felde, I., Kocsis, B. M., Shi, W.: *Characterisation of heat transfer during quenching by using optimisation techniques*, 2nd International Conference on Energy and the Future of Heat Treatment and Surface Engineering, Peking, 2014. 1 318-322.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 projekt eredményeire alapozva a TÁMOP-4.2.2/A-11/1-KONV-2012-0029 jelű projekt részeként – az Új Széchenyi Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.”