



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

SÁRGARÉZ ÉS ÓNBRONZ ÖTVÖZETEK TERMODINAMIKAI ÁTRENDEZŐDÉSEINEK TANULMÁNYOZÁSA DMTA MÉRŐBERENDEZÉSSSEL

EXAMINATION OF THERMODYNAMIC REALIGNMENTS OF BRASSES AND TIN-BRONZES BY DMTA TECHNIQUE

BÉRES Gábor⁽¹⁾, KIS Dávid⁽²⁾, DUGÁR Zsolt⁽³⁾, HANSÁGHY Pál⁽⁴⁾,
ÁDÁM Balázs⁽⁵⁾

(1) Kecskeméti Főiskola, GAMF-Kar, Anyagtechnológia Tanszék, Magyarország 6000 Kecskemét, Izsáki út 10., E-mail: beres.gabor@gmail.com

(2) Kecskeméti Főiskola, GAMF-Kar, E-mail: david.istvan.kis@gmail.com

(3) Kecskeméti Főiskola, GAMF-Kar, E-mail: dugar.zsolt@gmail.com

(4) Kecskeméti Főiskola, GAMF-Kar, E-mail: hansaghy@gmail.com

(5) Kecskeméti Főiskola, GAMF-Kar, E-mail: adam.balazs@gamf.kefo.hu

Abstract

The researcher work pushes the borders of the application of a high efficiency equipment, in the matter of metals. With this equipment, which already testified in the compound industry, a flasher query of some metal-related technological parameters could be easily available.

Towards the searching, we shaped different compound copper-alloy samples, in different grades, and accordingly we monitored the realignments. Following the shaping, the DMTA detected such microscopic transformations (as we expected), according to heating rate, whereby we could determine the specialities of the transformations.

Taking into account the chemical compound of the samples, we distinguished tin-bronzes and brasses. Our main object was the monitoring of the recrystallization, and the investigation of the influential factors of this process, but other transitions were also regarded. Those measurements' results, that the DMTA presented, had been compared with DSC and hardness analysis, whereby we try to conclude to the utility of DMTA, in matter of metal alloys.

Keywords: DMTA, recrystallization, DSC, hardness analyze, brasses, tin-bronzes

Összefoglalás

A kutatómunka, egy a műanyagok iparában már bizonyított, nagy hatásfokú mérőgép alkalmazhatóságának határait feszegeti a fémek világába átültetve. Ezzel a módszerrel elérhetővé válna egyes fémek és fémötvözetek technológiai paramétereinek gyors lekérdezése, amely nagyban segíti a későbbi feldolgozást.

A dolgozat elkészítéséhez, többféle összetételű rézötvözetet alakítottunk különböző mértékben, így a vizsgálat során két változó mennyiséget is (összetétel, alakítottság mértéke) figyelemmel tudtunk kísérni. Az alakítást követően a DMTA mérőgép hevítési idejétől függően, olyan jellegű mikroszkopikus változások következtek be (a várhatóakkal egyezően) amelyekből következtetni tudtunk az átalakulás sajátosságaira.

A minták, összetételüket tekintve sárgaréz és ónbronoz ötvözetek voltak. A legfőbb célunk az újrakristályosodás, és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata volt, de más átalakulásokra is nagy hangsúlyt fektettünk. A DMTA mérési eredményeit, DSC és keménységmérések eredményeivel vetettük össze, így próbáltunk rávilágítani a DMTA alkalmazhatóságára, a fent említett ötvözetek tekintetében.

Kulcsszavak: DMTA, újrakristályosodás, DSC, keménységmérés, sárgaréz, ónbronoz

1. Bevezetés

A kutatócsoport mind ipari, mind különleges felhasználású fémek átalakulásait vizsgálja DMTA mérőberendezéssel. Az irodalomkutatás hamar világossá tette, hogy ugyan nem mi vagyunk az elsők, akik rézötvtözeteket vizsgálnak DMTA-val, de az elődeink nem magának a rézötvtözetnek a vizsgálatára törekedtek, inkább valamilyen, csekély mértékű rezet is tartalmazó különleges anyag kutatása volt a cél. Tang et al. például, vékony, réz filmréteggel bevont electropolyurushiol mintákat vizsgált DMTA-val, de az EPU-Cu₂₊ a réztartalma nem haladta meg a 8.63 %-ot [4].

A DMTA periódikusan ismétlődő, feszültséggerjesztés elvén működő, nagyérzékenységű berendezés, mellyel a feszültség-deformáció fáziseltolódását lehet mérni [1]. A DSC, az anyagban végbemenő fázisátalakulás kísérő jelenségeként lezajló energia felszabadulásból, vagy energia elnyelődésből keletkező hőáramot érzékeli. A két műszer, tehát más módon érzékeli a mechanikai tulajdonságok megváltozását. A keménységmérés némi pontatlanságot hordoz magában, a hőkezelő kemence hőmérsékletének ingadozásából eredően [2].

Viszko-elasztikus anyagok esetében, a DMTA mérés során a deformáció, δ szöggel előresiet a hajlító feszültség amplitúdójához képest. A δ szög tangense a veszteségi tényező, mely nagysága utal az anyag belső tompítási tulajdonságaira. Mivel a fémek elasztikus anyagok, a feszültségamplitúdónak és a deformációnak ugyanabban a fázisban kellett volna lennie, tehát a $\tan\delta$ értékének nullát kellett volna mutatnia [1]. Ezzel szemben a méréseink során tisztán kivehető volt a veszteségi tényező megjelenése, tehát bizonyos esetekben, a fémek belső tompítási tulajdonságai is kimutathatók DMTA berendezéssel.

2. Mérési eljárás

A lemezeket eleinte melegen, 500°C-on alakítottuk. A vizsgálati lemezekből két különböző méreten, 2 illetve 4 milliméteren mintát vettünk, és 1 órás izzítással lágyítottuk. Ezek után, az összes mintát tovább alakítottuk 1mm-es vastagságig, hideghengerléssel. Így az alakítás mértéke a 4mm-esek esetében 75%, míg a 2mm-esek esetében 50% lett. Ezek alapján, a kísérletek során, figyelemmel tudtuk kísérni mind az összetételnek, mind pedig az alakváltozásnak, a mérési eredményekre gyakorolt hatását.

A minták számozása, és anyagösszetétel meghatározása a Miskolci Egyetemen történt:

- 31. minta (10. minta): 58,8 % Cu 40,9 % Zn;
- 24. minta: 61,3 % Cu 26,8 % Zn > 5 % Ni;
- 21. minta: 91,5 % Cu 6,19 % Sn;
- 23. minta: 95,8 % Cu 3,70 % Sn.

A sárgarezek esetében a 24-es minta összetételét tekintve, az átlagos Zn tartalom nem éri el a 30%-ot, és több mint 5%, a Ni tartalom, azaz a 24-es minta az alakítható sárgarezek kategóriájába tartozik. A 31-es minta, a magas Zn tartalom miatt, bár rideg ötvözetnek tűnhet, egyéb jelentős mértékű ötvözők hiányában, az alakítható sárgarezek, ólommentes osztályába sorolható [3].

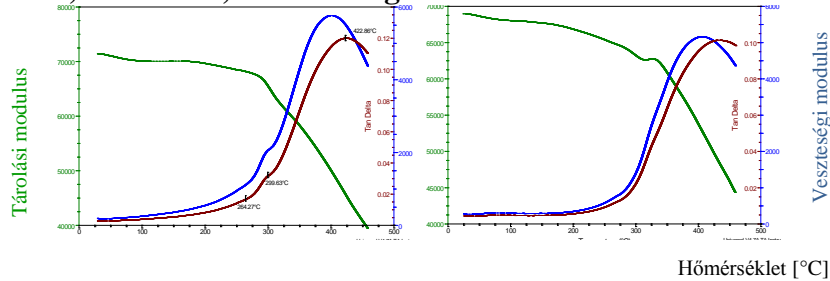
A két ónbronzz próbatest esetében az átlagos Sn tartalom 2-14% között van, és nem található az öntészeti ónbronzzokra jellemző ötvöző sem, így magától értetődő, hogy a próbatestek képlekenyen alakítható ónbronzz ötvözetek [3].

3. Mérési eredmények

Amint azt a korábbiakban említettem, a méréseink során a $\tan\delta$ veszteségi tényező értékének nullát kellett volna mutatnia, ami a rézötvtözetek elasztikus mivoltával lett volna

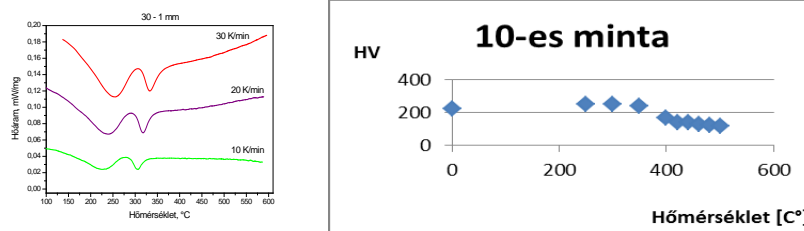
magyarázható. Ezzel szemben, ugyan rendkívül kis mértékben, de megjelent a veszteségi tényező értéke a diagramokon. A méréseink a legnagyobb tan δ csúcsot 0,15 körüli értéknél jelezték.

3.1 10-es minta: 58,8 % Cu 40,9 % Zn sárgaréz



1. ábra. 75%-os és 50%-os alakítottságú 10-es minta DMTA görbéje

Méréseinkből arra tudunk következtetni, hogy 300°C körüli hőmérsékleten kezd újrakristályosodni a darabunk. 50%-os alakításnál még nem igazán látszik, a 75%-os esetén tisztán kivehető. A $\beta - \beta'$ átalakulás jól látható, magasabb hőmérséklet tartományban, 420°C közelében. Továbbá megállapítható, hogy magasabb a $\beta - \beta'$ átalakulás hőmérséklete a kisebb mértékben alakított darab esetében, míg a nagyobb görbe alatti terület, a nagyobb alakítást elszenvedett mintára vonatkozik.

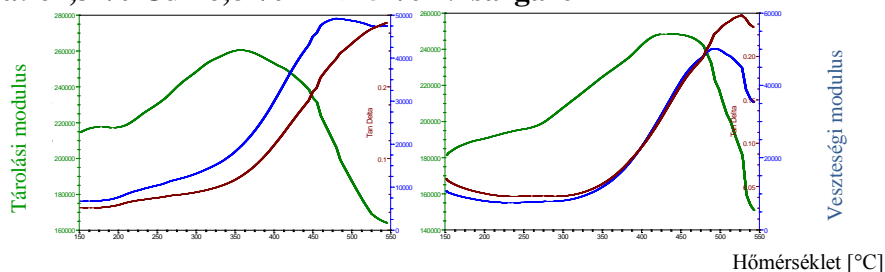


2. ábra. 10-es minta DSC görbéje, és keménység lefutása

A DSC fűtési sebességének változtatásával némileg változtak a csúcsertékek, de mindegyik csúcs a DMTA-hoz hasonlóan 300°C és 350°C közé teszi az újrakristályosodást.

A keménységmérések is, a vártakkal egyezően, ugyanebben a hőmérséklet tartományban mutatják az újrakristályosodást.

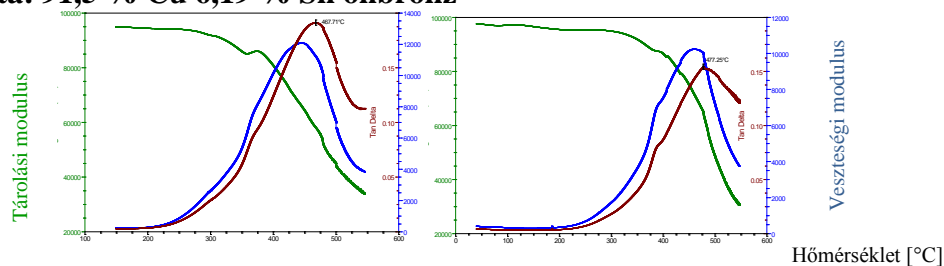
3.2 24-es minta: 61,3 % Cu 26,8 % Zn > 5 % Ni sárgaréz



3. ábra. 75%-os, és 50%-os alakítottságú 24-es minta DMTA görbéje

A nagyobb mértékben alakított darab diagramjában ugyan felfedezhető némi bizonytalanság 450°C körül, ahol a keménységmérés és DSC eredmények szerint az újrakristályosodás lezajlott, mégis nagy biztonsággal csak a $\beta - \beta'$ átalakulás paraméterei közölhetők. Az alacsonyabb hőmérsékleten viszont (~200-250°C) óvatosan következtetni lehet a megújulásra.

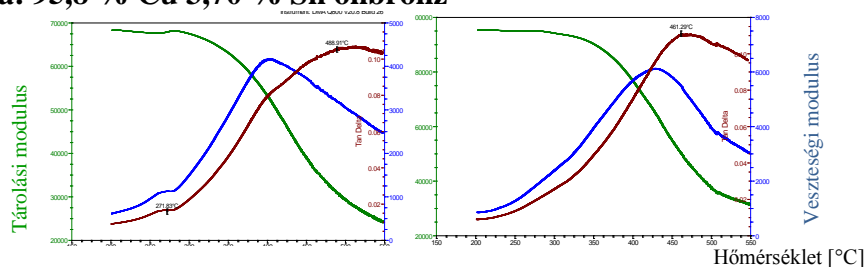
3.3 21-es minta: 91,5 % Cu 6,19 % Sn ónbronz



4. ábra. 75%-os, és 50%-os alakítottságú 21-es minta DMTA görbéje

Mindkét görbén jól látható a $\beta - \beta'$ átalakulás, ami 470 °C körül a fő csúcsokat adja. A vártakkal egyezően, a 75%-ban alakított mintán némileg alacsonyabb a $\beta - \beta'$ átalakulás, és az újrakristályosodás hőmérséklete is, és nagyobb a görbe alatti terület. Az újrakristályosodást, a keménység- és DSC mérések alapján, a 400 °C körül lévő kisebb csúcsok mutatják.

3.4 23-as minta: 95,8 % Cu 3,70 % Sn ónbronz



5. ábra. 50%-os, és 75%-os alakítottságú 23-as minta DMTA görbéje

A $\beta - \beta'$ átrendeződés mindkét esetben egyértelmű, tiszta. Az újrakristályosodásra, 400°C körül, az 50%-os alakítottság esetében látható görbületváltás enged következtetni. A megújulás szintén, tisztán leolvasható.

4. Konklúzió

Rézötvözetekben lejátszódó átalakulásokat tanulmányoztunk, különböző körülmények között, DMTA, DSC, és keménységmérés vizsgálati módszerével. Az átrendeződéseket több esetben sikerült kimutatni: a $\beta - \beta'$ átalakulás, minden grafikonon tisztán kivehető. Az újrakristályosodás a sárgarezeknél, a 75%-ot elérő alakítottságnál jól látszik, kisebb mértékű alakításnál nem kivehető. Az ónbronzoknál, a 21-es minta esetében mind a két diagramon jól látszik az újrakristályosodás, míg a 23-as minta eredményeiben egyenletesen fut fel a görbe, amíg be nem következik a $\beta - \beta'$ átalakulás. Alacsonyabb hőmérséklet tartományokban a megújulás több esetben is kimutatható. A méréseink alapján kijelenthető, hogy a veszteségi tényező egyértelmű értéket ad rézötvözetek vizsgálatakor, tehát a termodinamikus mérési eljárás alkalmas, a rézötvözetekben lejátszó átalakulások tanulmányozására.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0029 "Járműipari anyagfejlesztések: célzott alapkutatás az alakíthatóság, hőkezelés és hegeszthetőség témaköreiben" pályázat támogatásával valósult meg.

Irodalom

- [1] Joel R. Fried: *Polymer Science and Technology*
- [2] Raymond A. Higgins: *Engineering Metallurgy, Applied Physical Metallurgy*, HHG 1993.
- [3] ASM Metals Handbook Desk Edition 2001. Volume 2: Properties and Selection: *Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials*
- [4] Tang, JY (Tang, JY); Zhang, WG (Zhang, WG); Shen, GC (Shen, GC); Gao, F (Gao, F): *Coordination structure of copper electropolyurushiol film and its catalytic performance for methyl methacrylate*, Chinese Journal of Catalysis Volume: 22 Issue: 2 Pages: 119-123, mar. 2001