X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

AZ ÖREGEDÉS HATÁSA MARTENZITES ÁTALAKULÁSOKRA RÉZALAPÚ ALAKEMLÉKEZŐ ÖTVÖZETEK BEN

Benke Márton, Mertinger Valéria, Nagy Erzsébet, Jan Van Humbeeck

Abstract

There is a need to develop much cheaper Cu base alloys besides today's most widely used shape memory alloys, the Ti, Ni and Fe based alloys. Cu base alloys have very favourable shape memory characteristics, but their brittle behavior limits their applications. The aim in developing Cu base alloys is to increase ductility besides keeping the shape memory effect. Shape memory characteristics decay during applications. This phenomena is called ageing. Transformations shift to higher temperatures by ageing, furthermore, they completely disappear in some cases. The effect of ageing on the transformation characteristics was investigated in the well-known CuAlNi and the increased ductility possessing CuAlNiMn and CuAlNiMnFe alloys. Transformations shifted towards higher temperatures upon ageing in CuAlNi alloy. In CuAlNiMn and CuAlNiMnFe alloys the transformations were destroyed by ageing. Only the CuAlNiMn alloy's results are presented [1,2,3,4].

Összefoglalás

A napjainkban leggyakrabban alkalmazott Ti, Ni és Fe alapú alakemlékező ötvözetek mellett igény van a jóval olcsóbb Cu alapú ötvözetek kifejlesztésére. A Cu alapú ötvözetek - viszonylag alacsony árak mellett - kedvező alakemlékező tulajdonságokkal rendelkeznek. Alkalmazhatóságuknak azonban korlátot szab rideg viselkedésük. A Cu alapú alakemlékező ötvözetek kifejlesztésénél a cél a szívósság növelése az alakemlékező effektus megtartása mellett. Az alakemlékező ötvözetek átalakulási tulajdonságai fokozatosan romlanak a felhasználás során. Ez a jelenség az ún. öregedés. Az öregedés hatására az átalakulások egyre magasabb hőmérsékletek felé tolódnak, egyes esetekben pedig el is tűnhetnek. A jól ismert CuAlNi ötvözet mellett a növelt szívósságú CuAlNiMn és CuAlNiMnFe ötvözeteknél az öregedés hatását vizsgáltuk az átalakulási tulajdonságokra. A CuAlNi ötvözet esetében az öregedési időtartam növelésével az átalakulások magasabb hőmérsékletek felé tolódtak. A CuAlNiMn és CuAlNiMnFe ötvözeteknél az öregedés átalakulásra nem hajlamos szerkezetet hozott létre. Cikkünkben csak a CuAlNiMn ötvözet eredményeit ismertetjük [1,2,3,4].

Az öregített CuAlNiMn ötvözet eredményei

Az öregített CuAlNiMn minták nem mutatták a termoelasztikus martenzites átalakulást. Az első DSC ciklusban (3. ábra) hevítéskor endoterm csúcs jelentkezett, melyet egy exoterm folyamat követett (3. ábrán 1-sel jelzett csúcsok). Hűtés során, illetve a második ciklusban nem volt átalakulás a mintában.

3. ábra Az egy percre öregített CuAlNiMn ötvözet első két DSC ciklusa

A hevítéskor jelentkező endoterm csúcs a martenzit→ausztenit átalakulást jelzi. Az ezt követő exoterm csúcs eddig ismeretlen folyamatot jelez. A folyamat lejátszódása után nincs további átalakulás a mintában sem hűtés során, sem a következő ciklusban. Az öregítési időtartam növelésével a csúcsok területe egyre kisebbek lettek, 16 perces öregítés után pedig teljesen eltűntek.

Mivel a 3. ábrán látható viselkedést csak az öregített minták mutatták, az öregítő hőkezelés során végbemenő folyamat jellemzése érdekében egy előzőleg nem öregített mintát felhevítettünk 400°C-ra a DSC-ben. Az eredmény a 4. ábrán látható.

4. ábra A nem öregített CuAlNiMn ötvözet DSC ciklusa 400°C-ra hevítéskor

A diagram szerint hevítés során 300°C körüli hőmérsékleten egy exoterm folyamat játszódott le a mintában. Valószínűsíthető, hogy az öregítő hőkezelés során ugyanez a folyamat zajlik. Ha az öregítés megfelelően hosszú (legalább 16 perc), akkor a folyamat befejeződik a hőkezelés során a darab teljes térfogatában és a minta nem mutat átalakulást a DSC vizsgálat során. Ha azonban az öregítő hőkezelés nem elég hosszú, a folyamat megszakad és az első DSC ciklusban fejeződik be a martenzit→ausztenit átalakulás után. Ez a jelenség látható a 3. ábrán. Függetlenül attól, hogy az exoterm folyamat az öregítő hőkezelés során, vagy az első DSC ciklusban fejeződik be, a folyamat befejeződése után a minta nem mutat termoelasztikus átalakulást.

A DSC-ben 400°C-ra hevített minta szerkezetét mutatja az 5. ábra. Mivel a mintában nem volt átalakulás az exoterm folyamat lejátszódása után, az 5. ábra az exoterm folyamat által létrehozott szerkezetet mutatja.

5. ábra A DSC-ben öregített CuAlNiMn ötvözet szerkezete Nagyítás=25000X

6.

Az 5. ábra szerint az exoterm folyamat által létrehozott szerkezet lemezes, martenzithez hasonló. Az így kialakult szerkezet nem hajlamos további átalakulásra (4. ábra). Ez arra utal, hogy a folyamat során kialakult szerkezet nem termoelasztikus martenzit.

A nem öregített minta (2. ábra) és az öregített minta (5. ábra) szerkezetét összehasonlítva eltérések figyelhetők meg a két szerkezet között. Míg a nem öregített minta TEM felvételén csak nagy, párhuzamos lemezek láthatóak, az öregített minta esetében a nagyobb lemezek mellett kisebb, lencse alakú lemezek is láthatóak. Eszerint az exoterm folyamat által létrehozott szerkezet nem azonos a termoelasztikus martenzittel.

Az exoterm folyamat előtt a minta ausztenites állapotban van (Ezt igazolja a DSC diagram 4. ábra). Az exoterm folyamat által létrehozott szerkezet a martenzithez hasonlóan lemezes. Ezek alapján elmondható, hogy az exoterm folyamat olyan átalakulás, amely során ausztenitből martenzithez hasonló szerkezet jön létre. Az exoterm folyamat során kialakult szerkezet nem hajlamos további átalakulásra (4. ábra). Ez azt igazolja, hogy a folyamat során kialakult szerkezet nem termoelasztikus martenzit.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet mondani Daróczi Lajosnak és a Debreceni Egyetem Szilárdtestfizika Tanszék dolgozóinak a TEM vizsgálatokhoz és az elektrondiffrakciós vizsgálatokhoz nyújtott segítségükért.

Irodalomjegyzék

- [1] K. Otsuka, C. M. Waymann: Shape Memory Materials, Cambridge University Press, 1998, p. 27-49, 105-109, 184-189, 199-201, 203-206, 223
- [2] H. Funakubo: Shape Memory Alloys, OPA (Amsterdam), 1987, p. 1-57,
- [3] T. Daricek, J. Lasek, N. Zarubova, V. Novak, P. Bartuska: Ageing Effects in a Cu-Al-Ni Shape Memory Alloy, Journal De Physique, IV France, 11, 2001
- [4] N. Zárubová, A. Gemperle, V. Novák: Ageing Phenomena in a Cu-Al-Ni Alloy, Journal De Physique, IV France 7, 1997
- [5] Benke Márton: Alakemlékező ötvözetek és vizsgálatuk, diplomatervezési feladat, 2004

Benke Márton / PhD hallgató

Miskolci Egyetem Fémtani és Képlékenyalakítási Tanszék / 3515, Miskolc, Egyetemváros
(46)565111, marton_benke@hotmail.com