FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

NEMESÍTHETŐ ALUMÍNIUMÖTVÖZETEK KIVÁLÁSI FOLYAMATAINAK VIZSGÁLATA

LENDVAI László, MUCSI András

Abstract

This paper deals with the investigation of precipitation processes in AA6082 aluminium alloy using DSC measuring technique and hardness testing. After performing solution heat treatment of sample deformed with various degrees we analyzed the relationships between the progress of precipitation processes and hardness.

Key words:

precipitation hardening, aluminium alloys, DSC

Összefoglalás

A cikk ismerteti az AA6082 jelzésű alumíniumötvözetben végzett DSC vizsgálatokkal párosított keménységmérések eredményét, majd megállapításokat tesz a szegregáló fázisok és a keménység kapcsolatáról. Elemzi a mesterséges öregítés során lejátszódó oldódási és kiválási folyamatokat eltérő mértékben alakított próbatestek esetén.

Kulcsszavak:

kiválósos keményedés, szegregációs nemesítés, alumíniumötvözet, DSC

1. Bevezetés

Az AA 6082-es alumíniumötvözetet nagy mennyiségben használják szerkezeti elemként, az autóiparban valamint űrtechnikai berendezésekben is. Az ötvözet az ún. hőkezelhető (öregíthető) típusok közé tartozik, tehát megfelelő hőkezeléssel a mechanikai tulajdonságok beállíthatók. Mesterséges öregítés során a nemesíthető alumíniumötvözetekben az egyes kiválási/oldódási folyamatok végbemenetele következtében hő szabadul fel/nyelődik el. Ezen hőjelenségek kimutatására alkalmasak a DSC berendezések. Az ötvözetre jellemző DSC görbe ismeretében megállapítható, hogy adott mértékű öregítés után milyen fázisok lehetnek jelen. Az egyes fázisokhoz tartozó keménységi értékek eltérőek, a szegregációs nemesítés folyamatába történő speciális beavatkozásokkal (hevítési sebesség változtatása, közbeiktatott képlékenyalakítás) megváltoztathatóak.

2. A kísérleti program ismertetése

A kísérletek során az AA 6082 jelzésű, nemesíthető alumíniumötvözet oldódási és kiválási folyamatait elemeztük a kialakuló keménység függvényében. A vizsgálathoz a Perkin – Elmer DSC-8000 típusú

teljesítménykompenzációs berendezést alkalmaztuk. A kb. 6 mm átmérőjű és 1 mm magas korong alakú próbatesteket 560 °C-on, egy órán át tartó oldó izzításnak vetettük alá, majd vízben történő hűtéssel biztosítottuk a túltelített szilárd oldat jelenlétét. Ezt követően a DSC berendezés segítségével különböző sebességű, lineáris hevítési függvény mellett vizsgáltuk a próbatestekben lejátszódó hőjelenségeket szobahőmérséklettől 550 °C-ig, majd szakirodalmi források [1] alapján beazonosítottuk az egyes hőeffektusokat. Az eredmény ismeretében további próbatesteket készítettünk elő, melyeket az adott intervallumon belül különböző mértékig hevítetve – mesterségesen öregítve –, majd vízben lehűtve keménységmérést végeztünk rajtuk.

Ezt követően az ismertett vizsgálatokat az oldó izzítás és a mesterséges öregítés közé iktatott képlékenyalakítással kiegészítve ismételtük meg, így elemezve a deformáció hatását a kiválási folyamatokra. Alakító eljárásként egytengelyű nyomó igénybevételt /zömítést/ alkalmaztunk. Ilyenkor a logaritmikus alakváltozási tényező értéke az alábbi módon határozható meg:

$$\lambda_{(A)} = \left| \ln \left(\frac{z_0}{z_{(A)}} \right) \right| \quad (1)$$

ahol:

z_0 - a próbatest kezdeti magassága; $z_{(A)}$ - a próbatest aktuális magassága

3. A kísérletek eredményei alakítatlan próbatestek esetében

A DSC vizsgálat, valamint a keménységmérések eredményei az 1. ábra jobb oldalán láthatóak. A görbén jól elkülöníthetők az AA 6082-es ötvözetre jellemző kiválási is oldódási folyamatok /1 - Si-nak betudható atomcsoportosulások, clusteresedés; 2 - GP I. zónák kiválása; 3 - Atomcsoportosulások és GP zónák részleges visszaoldódása; 4 - Koherens Mg_2Si ($\square''$) fázis kiválása; 5 - Félkoherens ($\square'$) fázis megjelenése; 6 - Félkoherens fázis visszaoldódása; 7 - Egyensúlyi fázis ($\square$) kiválása; 8 - Egyensúlyi fázis oldódása/.

1. ábra. A hőfluxus és a keménység alakulása a mesterséges öregítés hőmérsékletének függvényében 50 K/min hevítési sebesség mellett

A mérési eredmények alapján a keménység a 4-es és az 5-ös számmal jelölt hőjelenség közt vette fel a maximumát. Ezt a tartományt részletesebben megvizsgálva észrevehető – mint az 1. ábra bal oldalán is látható –, hogy a két hőjelenség közti „völgy” nem éri el a DSC mérés extrapolált alapvonalát, tehát a két effektus az adott tartományban fedi egymást. A csúcsokra haranggörbékét illesztve láthatóvá válik: a legnagyobb keménység a félkoherens fázis megjelenési előtti pillanatban mérhető.

A vizsgálatokat különböző hevítési sebességek mellett megismételve megállapítottuk, hogy amennyiben csökkentjük a felfűtés sebességét, úgy csökken az egyes folyamatok megkezdődéséhez szükséges hőmérséklet. Mivel a keménység alakulása elsősorban a kiválásoktól függ, így természetesen annak maximuma is alacsonyabb hőmérsékleten jelentkezik, értéke pedig a hevítés sebességének csökkentésével lineárisan növekszik.

4. Kismértékű képlékenyalakítás hatása a kiválási folyamatokra

Az ismertetett kísérletek ezt követően az oldó izzítás és a mesterséges öregítés közé beiktatott két különböző mértékű zömítés elvégzése mellett kerültek megismételésre. Ennek eredménye látható a 2. ábrán. Az egyes DSC görbék közti számos különbség közül csupán a legszembetűnőbbeket kiemelve:

- Az alakítás mértékének függvényében az egyes folyamatok alacsonyabb hőmérsékleten mennek végbe
- A félkoherens fázissá történő átalakulás hőjelenségéhez tartozó csúcs alakított próbatestek esetében nem észlelhető.

2. ábra. A hőfluxus alakulása 50 K/min hevítési sebességgel végzett mesterséges öregítés mellett, különböző mértékben alakított próbatestek esetén

Ez utóbbi jelenségre az egyes folyamatok lejátszódása alatt felszabadult, illetve elnyelt hőmennyiség vizsgálata során találtunk magyarázatot. DSC mérések esetében ezt az értéket az egyes csúcsok alatti területből származtathatjuk. Megállapítottuk, hogy alakítás hatására az adott hőeffektusokhoz tartozó hőmennyiségek abszolútértéke csökken. Ez alól egyetlen folyamat a kivétel, a koherens fázis kiválása, mely az alakítatlan és a kis mértékben alakított próbatestek közt növekvő tendenciát mutatott. Ezt az információt a DSC-görbe megváltozásával összevetve arra a következtetésre jutottunk, hogy a félkoherens fázissá történő átalakulás nem maradt el, csupán a koherens fázis kiválásával párhuzamosan játszódott le, így a két folyamat lejátszódása során felszabadult hőmennyiségek összeadódtak.

5. Összefoglalás

Kísérletek segítségével meghatároztuk az AA 6082 ötvözet szegregációs nemesítése közben kialakuló nem egyensúlyi fázisok kiválási folyamatainak jellegzetes hőmérséklettartományát, továbbá az egyes fázisok jelenlétekor mérhető keménységet. Vizsgálataink alapján a koherens Mg_2Si fázis jelenlétekor tapasztalható a legnagyobb keménység. A kísérletek többszöri megismétlésével kimutattuk a mesterséges öregítés során alkalmazott hevítési sebesség csökkentésének keménységnövelő hatását. Továbbá megállapítottuk, hogy az oldó izzítás és az öregítő hőkezelés közé beiktatott képlékenyalakítás hatására a koherens fázis kiválása, illetve annak átalakulása félkoherens változáttá párhuzamosan játszódik le.

Irodalom

- [1] Y Birol: *DSC analysis of the precipitation reactions in the alloy AA6082*, J. Therm. Anal. Cal., Vol. 83 (2006) 1, 219-222
- [2] Lendvai László: *Nemesíthető alumíniumötvözetek kiválási folyamatainak vizsgálata*, TDK dolgozat, Óbudai Egyetem, 2011

Lendvai László, hallgató

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyagtudományi és

Gyártástechnológiai Intézet, Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoport

1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

E-mail: lendvai.laszlo.88@gmail.com

Mucsi András, MSc

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyagtudományi és

Gyártástechnológiai Intézet, Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoport

1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

E-mail: mucsi.andras@freemail.hu