XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ALUMÍNIUM ÖTVÖZET HŐKEZELÉSE

Barta István - Borossay Béla

Heat treatment of aluminium alloys

The paper deals with aluminium alloys. It gives a summary of the usual heat treatments by literature review in addition to the survey of the special experiment series results of AlMgSi1 grade. The strength of the alloy depends on the heat treating parameters. The main aim was to determine the length of time at which the highest hardness is produced by elevated-temperature ageing. It was approved by the tests performed that the evolving final strength of heat treatment depends to a great extent on the starting hardness preceded by the solution heat treatment. Since the alloy can be aged not only artificially but naturally as well, the final hardness can be increased by aging in an artificial way previously. It follows from this statement that the strength can be increased up to a particular limit by several, deliberately accomplished elevated-temperature aging. Theoretically, this is determined by the optimal grain size, the ideal dissolved alloying content of the solid solution phase in addition to the optimal form and distribution of the segregations.

Alumínium ötvözet hőkezelése

A dolgozat ismerteti az alumínium ötvözeit. Irodalmi adatok alapján összefoglalja a szokásos hőkezeléseket, és ismerteti egy AlMgSi1 jelű anyaggal végzett konkrét kísérletsorozat eredményeit. Az anyag szilárdságváltozása a hőkezelési paraméterek függvényében alakul. A mesterséges öregítés különböző hőmérsékletein a legnagyobb keménységet eredményező idő meghatározása volt a cél. Az elvégzett kísérletek alapján bebizonyosodott, hogy a hőkezelési folyamat végén kialakuló szilárdságot nagymértékben befolyásolja a kiinduló - az oldó hőkezelés utáni - szilárdság. Mivel az anyag nem csak mesterségesen, hanem természetesen is öregszik, a végső elérhető szilárdság növelhető, ha az anyag előzőleg mesterségesen öregedett. Ebből az is következik, hogy többszöri tudatosan elvégzett mesterséges öregítéssel a szilárdság bizonyos határig tovább növelhető. Ez elvileg az a határ lenne, ami az anyag optimális szemcseméretéből, a szilárd oldat fázis optimális oldott ötvöző tartalmából, valamint a kiválások méretének és eloszlásának legkedvezőbb formájából elméletileg is következne.

Célkitűzés

Az alumíniumötvözeteket leggyakrabban valamilyen hidegalakító művelet után lágyítják, illetve amennyiben összetételük ezt lehetővé teszi, szegregációs nemesítik. A dolgozatban ez utóbbi hőkezelés elvét ismertetjük, és egy konkrét anyagminőségen végzett kísérletsorozat eredményét közöljük.

A szegregációs nemesítés fémteni alapja

Szegregációs nemesítésre azok az ötvözetek alkalmasak, melyek olyan ötvözőt tartalmaznak, amelyik az alapfémekben korlátozottan oldódik, és vele vegyületet képez. A hőkezelés elve az, hogy a primer kristályosodás során kialakuló közel egyensúlyi szerkezetet, mely a vegyületfázist durva eloszlásban tartalmazza, olyan szerkezetté alakítjuk, melyben a vegyületfázis diszperz eloszlású. Ezt két lépésben tehetjük meg. Először olyan hőmérsékleten tartjuk hűn az ötvözetet, melyen egyensúlyi körülmények között az alapfém az összes ötvözőt feloldja. Ezután gyors hűtést alkalmazva létrehozunk egy túltelített szilárd oldatot. Második lépésben ezt a nem egyensúlyi szerkezetet alacsony hőmérsékletre hevítve, a rendszert az egyensúly felé mozdítjuk el. Ekkor a túltelített szilárd oldatból újra kiválik a vegyületfázis, eloszlása azonban ekkor már rendkívül finom, diszperz lesz.

A kialakuló szerkezet nagy szilárdságot, és jó villamos vezetőképességet eredményez. Ennek az a magyarázata, hogy a keletkező rendkívül finom eloszlású vegyület illetve átmeneti fázisok méretüknél fogva képesek a diszlokációk blokkolására, aminek következtében a szilárdság nagymértékben megnő, ugyanakkor a mátrix ötvöző tartalma lecsökken, ami a vezetőképesség javulását eredményezi. Mind az oldó hőkezelés folyamatát, mind a kiválási folyamatot több, egymással ellentétes hatású részfolyamat irányítja. Ebből az következik, hogy gyakorlatban a hőkezelés paramétereit szinte minden esetben egyedileg, a konkrét anyagminőség, a kiinduló szerkezet, és a megkívánt felhasználási tulajdonságok figyelembe vételével lehet meghatározni.

Az AlMgSi1 jelű alumíniumötvözet hőkezelése

Az AlMgSi1 ötvözet nemesíthető ötvözet kb. 1% szilíciumot, és valamivel kevesebb magnéziumot tartalmaz. A hőkezelés 535–545 °C-on végzett „edzésből” és 150–190 °C-on végzett mesterséges öregítésből áll. Az öregítés során a túltelített szilárdoldat bomlása a GP zónákon (Ginier – Preston növekvő képes csírák fázisa), tűs fázisokon, rúd alakú átmeneti fázisokon keresztül megy végbe. A szilárdságcsúcs akkor érhető el, amikor a tűs fázis megkezdheti átfordulását az átmeneti fázisba. Az AlMgSi1 ötvözetekben a csíráképződés a befagyasztott vakanciákból (üres hely a rácsban) kialakult

gyűrűkön a Si beépülésével kezdődik, tehát a Si-felesleg javítja a diszperzitást és ez által a szilárdságot. Az átmeneti fémek, de a vas is, további kristálycsírákat képezhetnek az Mg_2Si számára. [6] A vonatkozó szabványok csak a hőkezelések hőmérsékleteit írják elő, de sem az oldó, sem az öregítő hőkezelés időtartamára nem tesznek javaslatot.

A kísérleti program

Négy kísérletsorozatot végeztünk. Az oldó izzításokat laborméretű kamrás kemencében, az öregítő hőkezeléseket olajfürdőben hajtottuk végre. Az egyes hőkezelések után a darabok HB keménységét mértük.

1. Homogenizáló izzítás 550 °C-on 15...165 percig 15 perces lépésekben.
2. Homogenizálás 550 °C-on 20 percig, öregítés 160 °C-on 10...120 percig 10 perces lépésekben.
3. Homogenizálás 550 °C-on 20 percig, öregítés 170 °C-on 10...120 percig 10 perces lépésekben.
4. Homogenizálás 550 °C-on 240 percig, öregítés 175 °C-on 10...120 percig 10 perces lépésekben.

A kísérleti eredmények

1. ábra: A hőntartási idő hatása a homogenizáló izzítás után kialakuló keménységre

2. ábra: A keménység változása az időfüggvényében 160 °C-on történő öregítés során, 20 percig végzett oldó hőkezelés után

3. ábra: A keménység változása az időfüggvényében 170 °C-on történő öregítés során, 20 percig végzett oldó hőkezelés után

4. ábra: A keménység változása az időfüggvényében 175 °C-on történő öregítés során, 240 percig végzett oldó hőkezelés után

Az eredmények értékelése

A különböző ideig végzett oldó hőkezelés után a legnagyobb keménységet valamivel rövidebb, mint 2 órás hőntartás után mértük. Az öregítési hőmérsékletek közül a 170 °C-on végzett eredményezte a legnagyobb keménységet. Az öregítő hőkezelés időszükséglete is ezen a hőmérsékleten bizonyult a legrövidebbnek. A harmadik kísérletsorozatból az is látható, hogy az öregítési folyamat után kialakuló, valamint a homogenizáló izzítás után mérhető keménység között korreláció van.

Összefoglalás

AlMgSi1 jelű ötvözetten különböző paraméterekkel szegregációs nemesítést végeztünk. A kísérletek alapján bebizonyosodott, hogy a hőkezelési folyamat végén kialakuló szilárdságot nagymértékben befolyásolja az oldó hőkezelés utáni szilárdság. Ebből következik, hogy üzemszerűen megbízható eredményekhez csak úgy juthatunk, ha az öregítő hőkezelés előtt biztosítani tudjuk a hőkezelendő darabok azonos kiindulási tulajdonságait. A végső elérhető szilárdság növelhető, ha az anyag előzőleg mesterségesen öregedett. Ebből következik, hogy a hőkezelési folyamat többszöri megismétlésével a szilárdság bizonyos határig tovább növelhető. Ez elvileg az a határ lenne, ami az anyag optimális szemcseméretéből, a szilárd oldat fázis optimális oldott ötvöző tartalmából, valamint a kiválások méretének és eloszlásának legkedvezőbb formájából elméletileg is következne.

Irodalom:

- [1] Alumínium kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977. 71-76. o.
- [2] Dr. Zorkóczy Béla: Metallográfia és anyagvizsgálat. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996. 175-181. o.
- [3] Verő József - Káldor Mihály: Fémtan. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996. 433-438. o.
- [4] Dr. Gillemot László: Anyagszerkezetten és anyagvizsgálat. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996. 167-176. o.
- [5] Dr. Kisfaludy Antal - Réger Mihály - Tóth László - Szerkezeti anyagok II., BMF jegyzet, 1995.
- [6] Dr. Lendvai János: Metastabil ötvözetek. http://www.unimiskolc.hu/home/web/wwwkoh/materialworld/tartalom/2000/okt/aktualis/lendvai_janos.htm

Barta István
főiskolai hallgató

BMF Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar H-1082 Budapest, Népszínház u. 2-8.
Telefon: +36204759875

barta_i@freemail.hu

Borossay Béla
okl. kohómérnök, mérnök-közgazdász

Telefon: +36702948744

borossay.bela@bgk.bmf.hu