Számítógéppel irányított melegmikroszkóp "in situ" vizsgálatokhoz

Tóth László, Erdélyi Ágoston

When the temperature of metals and alloys is changed they go through structural transformations. For the investigation of this transformation, an optical microscope is used. The microscope is attached to a furnace heated by tungsten element. The specimen is placed in the furnace chamber. There is a vacuum in the furnace chamber, which makes it able to be heated to over 1000 °C. Up to now, the controlling of heating and cooling units was done manually by the vacuum furnace operator, but now it is automatically done by the computer. The computer, using an analog-to-digital converter, can determine the temperature of the furnace and control the heating and cooling units depending on the temperature. [1]

The main features of this computerized system are the following :

- multiple function capabilities,
- increased speed of measurement and response to process changes,
- higher precision of measurement and control,
- increased accuracy in record keeping and reporting.

Bevezetés

Fémek és ötvözeik tulajdonságait alapjában meghatározza azok szövetszerkezete. A szövetszerkezet vizsgálata történhet a darab pillanatnyi állapotának vizsgálatával, vagy pedig a hőkezelési eljárás, azaz egy teljes folyamat elemzésével. Az "in situ" vizsgálat az utóbbit jelenti, a hőkezelési eljárást folyamatosan nyomon követjük, a próbatest állapotát minden pillanatban rögzítjük későbbi elemzés céljából. Ily módon sokkal több tapasztalatot, adatot nyerhetünk az anyagszerkezet alakulásáról, mintha csak a próbatest kezdeti és végállapotát látnánk. Az ilyen vizsgálat közben melegmikroszkóp segítségével megfigyelhetők például a kristallitok szerkezetének részletei, sajátosságai és határai, az olvadás kezdeti időszaka, a kristallitok növekedésének kinematikája, aztán lehűlés közben vizsgálhatók a különböző

allotrop átalakulások, ikerkristályok képződése. A hőkezelési ciklus ismételtesével láthatóvá válik, hogy hogyan függ a hőkezelés eredménye a darab kiindulási állapotától. [2]

A vizsgálatot végző berendezést tehát úgy kell kiépíteni, hogy a darab felülete mind annak felfűtése, mind lehűtése közben látható legyen, és a látott képek a darab hőmérsékletének függvényében megőrizhetőek legyenek.

Berendezések ismertetése

A kemence, melyben a próbatestet elhelyezzük egy dupla falú meleg kamra, amely egy vákuumberendezéssel és egy argon gázt tartalmazó palackkal van összeköttetésben. A kemence egy hagyományos optikai mikroszkópra van szerelve. Ez a mikroszkóp csak tárgylencsájének fókusz távolságában tér el a megszokottól, mivel annak legalább 12-15 mm-nek kell lennie. Ez a távolság megvédi a lencsét a felmelegedéstől. A kemence két részből álló rozsdamentes acélból készült, amelyben a próbatest radiáció (hősugárzás) útján történik két wolframlemez segítségével. A kamra kettős fala között hűtővíz áramlik. A két részt csavarok rögzítik egymáshoz, a légmentes zárást tömítőgyűrű biztosítja. A próba a kamrában elméletileg 1800 Celsius fokig hevíthető. A hőkezelést végző kemencéhez egy mikroszkóp csatlakozik, az abban látható képeket pedig videómagnó rögzíti. A próbatest fűtő fűtőszál egy toroid tekercshez kapcsolódik. [2]

Nagy vákuum (10^{-7} Torr) esetén gyakorlatilag eltűnik a gáz egyes molekulái és a próba atomjai közötti kölcsönhatás. A nagy vákuum létrehozására egy rotációs és egy diffúziós vákuumszivattyút használunk.

A próbatest megfelelő hevítéséhez és hűtéséhez szükséges a próba hőmérsékletének folyamatos mérése. Ez egy Pt-PtRh termoelem segítségével valósul meg, amely közvetlenül a próbatest felületéhez van hegesztve. A termoelem a próbatest hőmérsékletének megfelelően folyamatosan egy adott feszültségű jelet ad le.

A számítógépes vezérlés előnyei

A vizsgálatokat jelentősen megkönnyíti a számítógép használata. Egyrészt a számítógép folyamatosan elmenti a próbatest hőmérsékletének értékét, ezáltal kiértékelhetővé teszi a hőkezelési ciklust, másrészt elvégzi a kemence fűtésének és hűtésének vezérlését. Számítógép használata nélkül egy embernek kellene figyelnie a hőmérséklet értékét, ennek megfelelően beállítani a fűtést illetve a hűtést, továbbá gondoskodnia kellene róla, hogy a kamera optikája minden pillanatban megfelelően be legyen állítva, a felvett képek élesek, jó minőségűek legyenek. A vezérlés feladatát számítógépre bízva a vizsgálat

folyamata közben a vizsgálatot végzőre mindössze annyi feladat hárul, hogy a felvételeket figyelje. A folyamat befejeztével a rögzített képek és a számítógép által elmentett adatok összevethetőek, az átalakulás kielemezhető. A számítógépes vezérlés alkalmazását indokolja továbbá, hogy használatával a hőkezelési ciklus pontosan leírható, bármikor megismételhető. Ez kézi vezérlés segítségével lehetetlen lenne.

A hőkezelési ciklus vázlata :

A számítógépes vezérlés által lefolytatott hőkezelési ciklus :

A program működése

A hőkezelési ciklus legelső, a próbatestet az első hőtartás hőmérsékletére felfűtő szakaszát külön eljárás irányítja. Az eljárás működése egyszerű. Egy adott idő-egység elteltével az eljárás mindig kiszámítja, hogy ha az idő-hőmérséklet görbe egyenes, akkor mi az a hőmérséklet, amit az adott idő alatt el kell érnie. Ha ezt a hőmérsékletet elérte, akkor azon tartja a próbatestet, mígnem egy újabb egység le nem telik, s a célhőmérséklet új értéket nem kap.

A hűtést vezérlő eljárás a változók kezdőértékeinek megadása után egy maximum 0 és 100 közötti számláló segítségével szabályozza a szelep nyitásának és bezárásának időzítését mindaddig, amíg a próbatest hőmérséklete le nem hűl a megadott értékig. A számláló elindul nullától. A szelep nyitva van. Amikor a számláló egy bizonyos értéket meghalad (a hűtés teljesítményének megfelelőt), akkor a szelepet a program elzárja. Amikor a számláló eléri a maximumát, akkor a számlálás előről kezdődik a szelep kinyitásával.

Az eljárások által elmentett hőmérséklet adatokat tartalmazó file formátuma igen egyszerű, egy sorban egyetlen hőmérséklet adat található, illetve minden másodperc határán egy olyan sor, melyben csak a "SEC" szöveg található.

Ugyanakkor ebből a file-ből kikövetkeztethető minden, amit a program a vizsgálat lefolytatásakor végzett. Mivel az adatok folyamatosan voltak elmentve, ezért nyilvánvalóan két SEC jelzés között az

adatok egy másodpercen belül egyenlő időközönként lettek elmentve. Ez alapján meghatározható az adott hőmérséklet mérésének pontos időpontja. Ezt a program egy külön eljárása végzi el a vizsgálat befejezésekor.

Ennek a file-nak a segítségével a vizsgálat eredményei kiértékelhetők. A file tartalma például összevethető a videómagnó által rögzített képekkel, vagy egy táblázatkezelő program segítségével elkészíthető belőle a hőkezelést mutató idő-hőmérséklet diagramm.

Összefoglalás, célkitűzések

A fémek és ötvözeik szerkezeti átalakulásainak "in situ" vizsgálatára használt vákuumkemence egy igen hasznos lehetőséget biztosít a különböző fém alapú anyagok tulajdonságainak megfigyelésére, azok vizsgálatára. Ennek a rendszernek a használatát jelentősen megkönnyíti a számítógépes vezérlés alkalmazása. Segítségével a vizsgálatot végzőnek jóval kevesebb dologra kell figyelnie a vizsgálatok közben, a vizsgálat adatai rögzíthetők, a vizsgálat pontosan megismételhető, a kapott eredmények kielemezhetők.

A videófelvevételekről digitalizált képeket képelemző program szeretnénk a jövőben tanulmányozni. Ennek segítségével például megadlíthatóak lennének az ausztenit szemcsenagyságok, stb. A képelemző használata sok új adat nyerésének lehetőségét jelentené a fémek szerkezeti átalakulásairól.

Felhasznált irodalom

[1] : Tóth László, Erdélyi Ágoston : Programming of a computerized system for in situ investigations of transformation in metals and alloys

Bulletin of The Polytechnic Institute of Jassy Tomul XLII (XVII) 1996.

[2] : Tóth László : Kis karbontartalmú mikroötvözött acélok átalakulási folyamatainak vizsgálata

Microcad Nemzetközi Számítástechnikai Tudományos Konferencia 1996.

Tóth László adjunktus

Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest 1081. Népszínház u. 8.

303-2027

Erdélyi Ágoston végzős hallgató

Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest 1081. Népszínház u. 8.