

tási elv felhasználásával modellezve a következő megállapításokra jutottunk:

1. Feltételezve az n Avrami-exponens hőmérséklettől való függését, a (10) differenciálegyenlet, valamint az additivitási elv alkalmazása — a vizsgált lineáris hűtési tartományban — gyakorlatilag azonos, és a mérési eredményekkel kielégítő mértékben egyező eredményre vezetett. Ezt a megállapítást mind a négy eltérő hűtési sebességgel végzett kísérlet eredménye egyaránt alátámasztotta.
2. A (9) differenciálegyenleten alapuló megoldás szisztematikusan tér el a másik két módszer szolgáltatta, valamint a mérésekből adódó eredményektől, ugyanis a (9) egyenlettel kapott eredményekből a valóságosnál lényegesen nagyobb átalakulási sebességekre következtethetünk.
3. Amennyiben az n Avrami-exponens értéke konstans, a (10) differenciálegyenlet és az additivitási elv alkalmazása elvileg szükségképpen azonos eredményre vezet.

IRODALOM

- [1] Decomposition of Austenite by Diffusional Processes, Edited by V. F. Zackay and H. I. Aaronson, (1962). John Wiley and Sons, New York
- [2] Saito, Y. — Shiga, C.: Computer Simulation of Microstructural Evolution in Thermomechanical Processing of Steel Plates, Review. ISIJ International, vol. 32 (1992). p. 414—422
- [3] Inoue, T. — Arimoto, K. — Ju, D. Y.: Theory and Implementation of Heat Treatment Simulation Program „HEARTS”, in Proc. of the 8th Int. Congress on Heat Treatment of Materials, Kyoto, Japan, (1992). p. 569—572
- [4] Scheil, E.: Anlaufzeit der Austenitumwandlung, Archiv f. Eisenhüttenwes. No. 12 (1935). p. 565—569
- [5] Cahn, J. W.: Transformation Kinetic During Continuous Cooling, Acta Met., vol. 4 (1956). p. 572—575
- [6] Christian, J. W.: The Theory of Transformation in Metals and Alloys, (1975). Pergamon Press, p. 535—548
- [7] Unemoto, M. — Tamura, I.: Continuous Cooling Transformation Kinetics of Steel, Tetsu-to-Hagané, vol. 68 (1981). p. 383—392
- [8] Buza, G. — Hougardy, H. P. — Gergeley, M.: „Calculation of the isothermal transformation diagram from measurements with continuous cooling”, Steel research 57. (1986). No. 12. p. 650—653

Az eutektoidos acél ausztenitesedéséről

KÁLDOR MIHÁLY — DOBRÁNSZKY JÁNOS

A szerzők egy kísérletsorozattal eutektoidos, ötvözetlen acél ausztenitesedését befolyásoló tényezők közül a csíráképződés szerepét vizsgálták. Meghatározták az ausztenitesedés aktiválási entalpiáját. A számított értékekből megállapították, hogy nagyobb hőmérsékleten a karbon diffúziója a meghatározó, kisebb hőmérsékleteken azonban az ausztenitcsírá képződése és növekedése.

Az ausztenitesedés több részfolyamatból tevődik össze, ezek: a cementit bomlása, a karbonnak határon való átlépése majd diffúziója, ausztenitcsírák képződése. Nyilvánvaló, hogy az egyes folyamatok a hőmérséklet függvényében más-más súllyal esnek latba. Abban az irodalom egységes, hogy az ausztenitesedés diffúziószabályozta (*carbon diffusion-controlled process*) folyamat, ami nyilván azt jelenti, hogy ez a leglassúbb — az ausztenitesedés menetét meghatározó — részfolyamat.

Dobránszky János diplomáit 1986-ban és 1989-ben szerezte a BME Gépészmérnöki Karán. 1993-ban egyetemi doktori címet szerzett „Bórral mikroötvözött acélhuzal gyors hőkezelése” c. dolgozatával. A MTA Fémtechnológiai Tanszéki Kutatócsoportban dolgozik a BME-n, mint tudományos munkatárs. Érdeklődési területe az acélok hőkezelése, hegeszthetősége, korróziója.

Dr. Káldor Mihály személyi adatait lapunk 1994/2. számában közöltük.

Egy kísérletsorozattal a különböző tényezők közül a csíráképződés szerepét kívánjuk megvizsgálni.

Az ausztenit stabilitásának alsó hőmérsékleti határát a Fe-C binér rendszerben a GOS-SE görbék mutatják. Az eutektoidos összetételű ötvözetnek közvetlenül az S pont feletti hőmérsékleteken ausztenitesednie kell. De ausztenitesedik nagyobb, 900° C körüli hőmérsékleten is. Az utóbbi hőmérsékleteken az eutektoid ferrit fázisa karbon felvétele nélkül is ausztenitesedik, diffúzió nélküli masszív átalakulással, rendkívül gyorsan. Teljesen egyértelmű, hogy ez a karbonban nagyon szegény ausztenit diffúzió révén felveszi a cementit nagy mennyiségű karbonját, és az ötvözet homogén ausztenites állapotba megy át.

Kiseb, az $A_1 = A_3$ -at éppen meghaladó hőmérsékleten azonban az ausztenitesedés összetettebb. A ferrit—cementit határon ausztenitcsíráknak kell kialakulniuk, s ezek növekedésével jön létre a homogén ausztenites állapot. A folyamat előrehaladásában, menetében a csíra keletkezésének jelentős szerepe van. Az elmondottakat kísérletileg törekedtünk megvizsgálni.

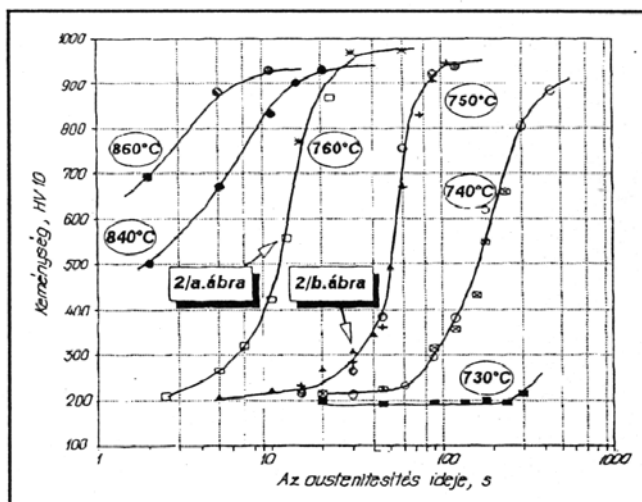
Kísérletek és az eredmények mérlegelése

Gyakorlatilag eutektoidos, ötvözetlen acél (DIN „C”) izotermás ausztenitesedését vizsgáltuk. A próbatesteknek kiinduló állapotban szferoidizált szövetszerkezete volt, amit edzést követő 8 órás megeresztéssel állítottunk elő 700 °C-on. Egy-egy hőmérsékleten az izoter-

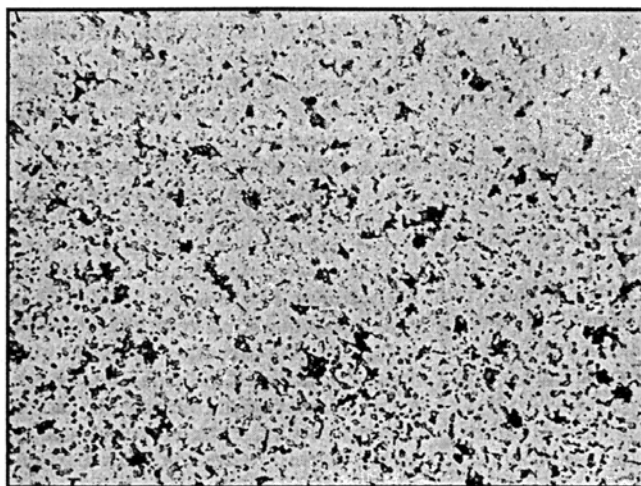


más ausztenitesítő hőkezeléseket többször is megismételtük. A hőmérsékletet minden kísérlet előtt hitelesítettük. A kísérleteket az alábbi hőmérsékleteken végeztük el: 730 °C, 740 °C, 750 °C, 760 °C, 840 °C, 860 °C és 880 °C. A próbatetek vastagsága kb. 1,5 mm volt, az ausztenitesítést 700 °C-on való előmelegítés után alumíniumolvadékba való merítéssel végeztük el, ezt azonnali vízűtés követte. Ez utóbbi művelet során az ausztenit martenzitté alakult, és lehetőséget teremtett a kvantitatív elemzésre optikai mikroszkópon végzett vizsgálatokkal és keménységméréssel.

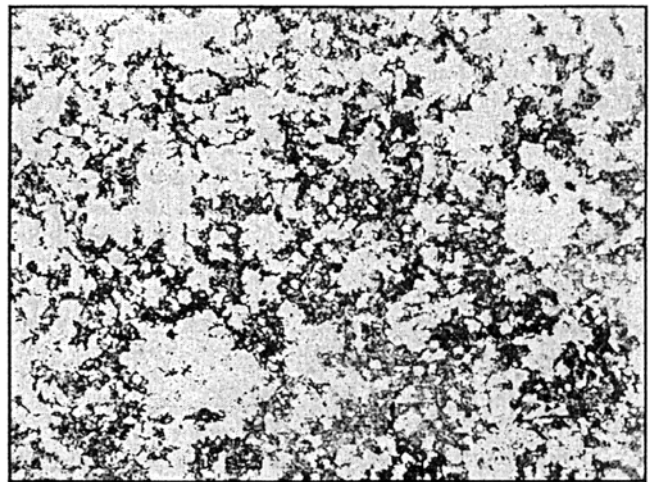
A próbák keménységmérési adataiból korrekciós szigmoid-görbéket nyertünk (a nagy hőmérsékleteken csak részlegeseket), amelyeket az 1. ábrán mutatunk be. Az ausztenitesedés menetét elvileg az ausztenit mennyisége alapján kell meghatározni, a keménység változása kézenfekvőnek látszott a folyamat haladásának vizsgálatára. A keménységmérés mellett természetesen vizsgáltuk a próbatetek szövetét optikai mikroszkópon (nyilván ez a megbízhatóbb mérés, ui. a keménység értékében hibát okozhat az, hogy egy-egy sikertelen edzés nyomán az ausztenit nem martenzitté alakul át). A mikroszkópi vizsgálatokhoz töm-



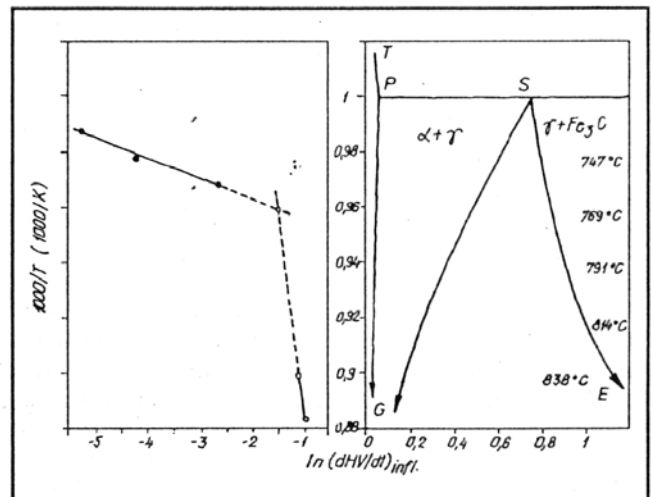
1. ábra. A keménység változása az izotermás ausztenitesedés idejének függvényében



2a. ábra. Átalakult, s át nem alakult szövet. Nitál; 400x



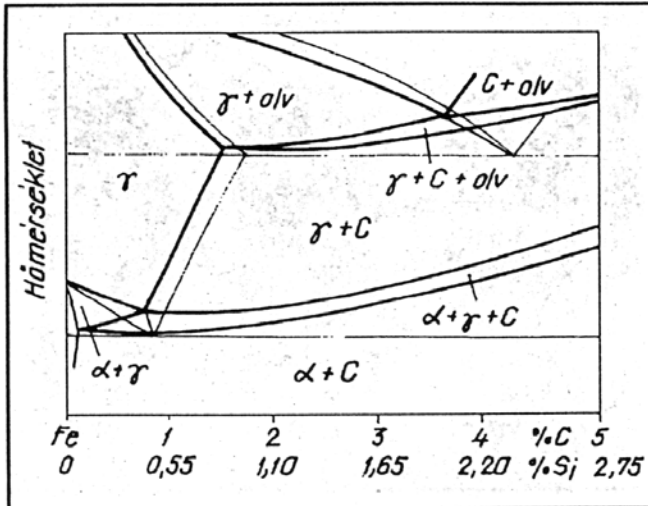
2b. ábra. Átalakult, s át nem alakult szövet. Nitál; 400x



3. ábra. Az inflexiós pontokhoz tartozó idő- és hőmérsékleti értékek $1000/T$ és $\ln t$ koordináta-rendszerben, ahol t az idő, T a hőmérséklet K fokban; A Fe-C diagram koncentráció és $1000/T$ koordináta-rendszerben

nyebb Nitált használtunk, ami a martenzitet erősebben marja az acél többi szöveteleménél: a 2a. ábra egy 3,1%, a 2b. ábra pedig 46,2% martenzitet tartalmazó szövetet mutat 400-szoros nagyításban, amelyek ausztenitesítési paramétereit (T , t , HV10) az 1. ábrán feltüntettük. Az optikai mikroszkópon Quantimet 570 C típusú képelemzővel próbaként legalább tíz látótéren végzett mérések a keménységek adta szigmoid-görbékkel összhangban vannak. Figyelembe kell természetesen venni, hogy a keménység a szövetelemek keménységéből nem határozható meg, keverési szabály, sajnos, nem alkalmazható.

A szigmoid-görbék segítségével meghatároztuk az ausztenitesedés aktiválási entalpiáját. Ehhez a folyamat valamilyen jellegzetes pontján mért összetartozó hőmérsékleti és időadatokra van szükség. Az így kapott adatokból az idő természetes logaritmusát a hőmérséklet reciproka függvényében ábrázoló egyenesek iránytangense adja a folyamatra jellemző Q/R értéket, ahol Q a keresett aktiválási entalpia, R pedig az univerzális gázállandó. A folyamat 50%-os előrehaladását a szigmoid-görbék inflexiós pontjai mutatják,



4. ábra. A szilícium és a karbon együttes hatása a ferrum átalakulási hőmérsékleteire Verő J. nyomán

ezért, mint jól megfigyelhető értékeket, ezeket választottuk a meghatározáshoz.

A Q értéke $740\text{--}760\text{ }^\circ\text{C}$ közötti intervallumban, 1123 kJ/mol érték adódott a 3. ábra kis hőmérsékletekre vonatkozó egyenese meredekségéből számítva. A kapott érték a többszöröse a karbonnak az ausztenitben való diffúziójára az irodalomban szereplő 140 kJ/mol értéknek. Az eltérés egyértelműen mutatja, hogy a folyamatot nem egyszerűen a karbonnak az ausztenitben való diffúziója szabályozta. Folyamatok összehasonlítása során az aktiválási entalpiák egyezése a folyamatok megegyező mechanizmusának szükséges, de nem elegendő feltétele, az entalpiák eltérése azonban mindenképpen más mechanizmusra utal. Az eltérés egyértelműen arra utal, hogy más folyamat is szerepet játszik az ausztenitesedés során. Ilyen folyamat nyilvánvalóan az ausztenitcsíra keletkezése a ferrit-karbid fázishatáron. A csíráképződés aktiválási entalpiája igen nagy, erre Hornbogen is utal [1].

Az irodalomban található egy $2,49\%$ szilíciumot, $3,57\%$ korbont, némi rezet, magnéziumot és foszfort

tartalmazó öntöttvas ausztenitesedésének vizsgálata [2], amelyben hasonló eltérést mutat az aktiválási entalpia meghatározott értéke. Egy ilyen ötvözet ferritje a szilíciumtartalma következtében nagyobb hőmérsékletig stabilis (4. ábra). Nem meglepő tehát, hogy a $900\text{ }^\circ\text{C}$ körüli hőmérsékleten $267,2\text{ kJ/mol}$ -os értéket határoztak meg az ausztenitesedési folyamat aktiválási entalpiájára. Az ausztenitesedés hasonló mechanizmussal mehetett végbe, mint a ferrit-karbid elegy $740\text{--}760\text{ }^\circ\text{C}$ között [3].

Összegzés

Méréseink azt mutatják, hogy nagyobb hőmérsékleteken az ausztenitesedés aktiválási entalpiája megegyezik a karbonnak az ausztenitben való diffúziójával. Nyilván ilyen hőmérsékleteken áll rendelkezésre csíra, a ferritkristályokból masszív átalakulással keletkezett ausztenitkristályok a csíra minden elképzelhető méreténél nagyobbak. Az ausztenitesedés kisebb hőmérsékleteken összetettebb folyamatnak mutatkozik, a csíráképződés jelentős szerepet tölt be, lényegében lassítja a folyamatot, az aktiválási entalpiát növeli.

Az ausztenitesedés kinetikáját így két egyenessel lehet ábrázolni, egy, a kisebb hőmérsékletekre, s egy, a nagyobb hőmérsékletekre vonatkozóval, amely a karbonnak az ausztenitben való diffúziójára utalóval megegyezik (3. ábra).

Köszönetünket fejezzük ki dr. Gácsi Zoltán adjunktusnak és Má-dai Ferenc tanársegédnek, a Miskolci Egyetem oktatóinak, a kvantitatív mérések elvégzéséért.

A dolgozat az OTKA TO 14491 számú szerződés kapcsán készült.

IRODALOM

- [1] Hornbogen, E. — Warlimont, H.: Metallkunde. Springer Verlag, 1991.
- [2] Chou Fao-Min — Lee Jye-Long: Materials Science and Engineering A, vol. A. 158. nov. 1. 1991.
- [3] Verő J.: Vaskohászati enciklopédia II. Az ipari vasötvözetek metallográfiája, Akadémiai Kiadó, 1964. 417. o.

MŰSZAKI-GAZDASÁGI HÍREK

Fény derül a Dimag privatizáció vitatott manipulációira? A parlament plenáris ülésén és a sajtóban már többször érte bíráló az ipar privatizációját (pl. Hasznos Miklós képviselő interpellációja az élelmiszeriparral kapcsolatban). Ezen belül külön hangsúlyt kapott a Dimag privatizációjának zavaros volta. A kérdésekre az illetékes privatizációs miniszter többször is azzal a sztereotíp válasszal szolgált: A korábbi spontán privatizációknál fordultak elő hibák (pl. a néhány millió forintért elkütyevített miskolci szálló), de amióta az ÁVÜ intézi a dolgokat, a privatizáció szabályszerűen, tempósan és korrektül folyik. A nyilatkozatokból azt is megtudhatták a téma iránt érdeklődők, hogy a privatizáció a rendszer-

váltás utáni gazdasági tevékenység egyik sikerágazata. Ezt a kijelentést Pongrácz Tibor az ÁVÜ igazgatótanácsának elnöke 1994. február 13-án megismételte. A nyilvánossággal kapcsolatos kérdéseket, észrevételeket a miniszter általában visszautasította. 1993. április 19-én a parlament plenáris ülésén a privatizációs miniszter az alapítványokkal kapcsolatos állami vagyonszerzésre vonatkozó észrevételeket „a közvélemény hergelésének” nevezte, bár elismerte, hogy a „köz vagyonával, a köz pénzeivel kizárólag nyilvánosan lehet élni”.

1994. február 10-én az állami számvevőszék sajtótájékoztatóján végre tudomást szerezhetett a Dimag privatizáció ügyében tett intézkedésről a szakmán kí-

vül álló érdeklődő lakosság. Az ÁSZ vezetői már 1993 szeptemberében figyelmeztettek azokra az áldatlan állapotokra, amik az ÁVÜ belső ellenőrzését és számviteli fegyelmét jellemzik. 1994 februárjában „a párját ritkító vagyonszerzés miatt szorgalmazták és szorgalmazzák a személyi konzekvenciák levonását”. A privatizációs miniszter értesítette a rendőrhatalóságot az ügyről. Az érintettek valószínűleg bíróságon adnak számot intézkedéseikről. Az iratokat az ÁSZ átadta az ügyészségnek. Két évvel ezelőtt 11 Mrd forint értékű vagyont adott el az ÁVÜ a külföldi székhelyű Nuevométall konzorciumnak, a Dimag Rt. beszállítójának $0,5\text{ Mrd}$ forintért. Igaz, hogy az eladás pillanatában a vagyonerőérték 9 Mrd forint adósság terhelte. A vevő a vételár kifizetése előtt megkapta a tulajdonjogot, tehát szabadon rendelkezhetett a Dimag-gal, és ki is