

Dinamikus keménységmérés melegen, Equotip készülékkel*

Manfred Tietze** – Michael Kompatscher**

Abstract

Hot rebound hardness testing by Equotip instrument. In situ high-temperature rebound hardness testing according to the Equotip® principle is useful to steady effects of secondary hardening on strength and thermal stability, e.g., of highly alloyed tool steels. In-line material characterisation and in-production testing are now feasible and offer new possibilities for production control and materials design.

– ❖ –

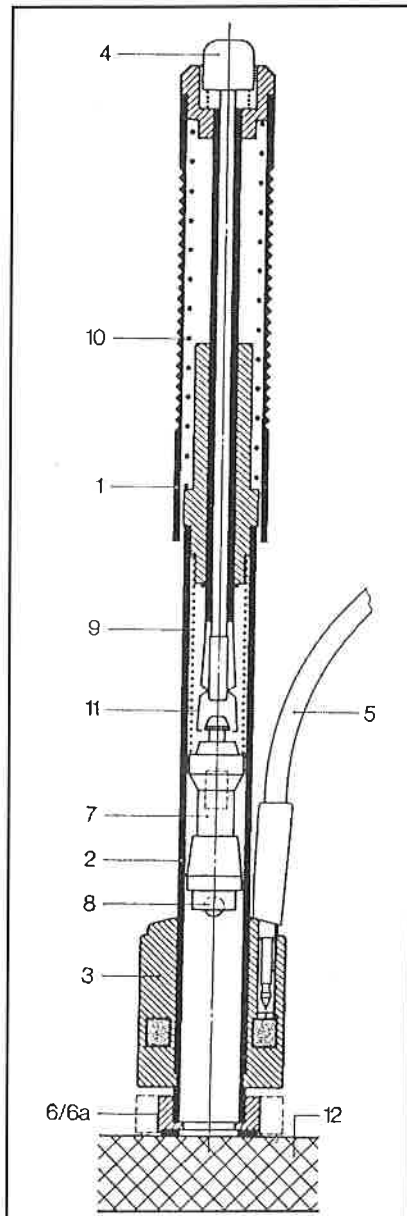
Mint ismeretes, fémötvözetek edzésekor – fázisátalakulással vagy a nélkül – túltelített szilárd oldat keletkezik. Az edzést követő megeresztés közben végbemenő, mechanikai tulajdonságváltozással is járó anyagszerkezet-változások követéséhez eleddig a hőtartást meg kellett szakítani, és a szobahőmérsékletre lehűtött anyagmintán elvégezni a keménységmérést, vagy más mechanikai vizsgálatot. De ugyancsak ilyen feladat a lágyítás közbeni folyamatok követése is.

Am, egyrészt a hőkezelés megszakítása is anyagszerkezet-változást okozhat, másrészt az így módon végzett vizsgálat körülményes, ezért régi törekvés a hőkezelés közbeni anyagszerkezet-változás okozta mechanikai tulajdonságváltozás in situ követése. Ennek egyik, viszonylag egyszerű módja lehet a keménységmérés meleg állapotban.

Az Equotip-elv és készülék

A különféle gépalkatrészek és szerkezeti elemek keménységének gyors, megbízható és dokumentált ellenőrzésére jól bevált a dinamikus elven mérő, hordozható **Equotip készülék**, amely a borító BII. oldalán mérési helyzetben is látható. A készülék mintegy három évtizedes használatával szerzett kedvező tapasztalatok alapján az eljárást és a készüléket szabványosították ASTM A 956-96 megjelöléssel, mégpedig az acél-, az acélontvény és öntöttvas termékek keménységének a mérésére. A Equotip dinamikus keménységmérési eljárás az első, amelyet szabványosítottak [1].

A mérőfej 1,5 m hosszú kábellel csatlakozik a készülék jel- és adatfeldolgozó mikro-



1. ábra. A mérőfej vázlatos felépítése.

1 – terelő cső, 2 – vezető cső, 3 – a megfogóba ágyazott tekerecs, 4 – indítógomb, 5 – háromeres csatlakozó kábel, 6/6a – cserélhető támasztó gyűrű, 7 – ütőtest, 8 – volfrámkarbid golyó, 9 – rugó az ütőtest felfüggesztéséhez, 10 – terhelő rugó, 11 – ütőtest-csapda, 12 – a vizsgálandó tárgy

számítógépes egységéhez. A szabványosított mérőfej elvi felépítését az 1. ábra szemlélteti. Főbb részei: az ütőtest, amely állandó mágnesből készül, és az alsó része volfrámkarbid golyóban (Ø 3 vagy 5 mm-es) végződik (kivéve az E típust); továbbá az ütés energiáját meghatározó rugó; a befogó, amely az ütőtestet indító helyzetben tartja; s végül alul egy tekerecs, amely az ütőtest becsapódási és visszapatnási sebességét méri a mozgó mágneses ütőfej által indukált feszültség alapján.

A mérés elve: a mérőfejet ráállítva merőlegesen a mérendő tárgy felületére és megnyomva az indítógombot az ütőtest becsapódik a tárgy felületére, majd visszapattan. A készülék méri a tárgy felülete felett 1 mm-re mind a becsapódási (A), mind a visszapattanási (B) sebességet, amelyekből – a módszer kidolgozójáról: Dietmar Leebról elnevezett – Leeb-keménység mérőszáma:

$$HL = \frac{B}{A} 1000$$

A készülékhez, a mérési feladattól függően, a hat mérőfej valamelyike csatlakoztatható (lásd a borító BII. oldalán). A mérőfej jelét a HL mérőszám alsó indexében kell feltüntetni. A készülék szakszerű használatát könnyítő tartozékokat és az egyéb előírásokat az [2] közlemény ismerteti.

A melegkeménység mérése Equotip-elven

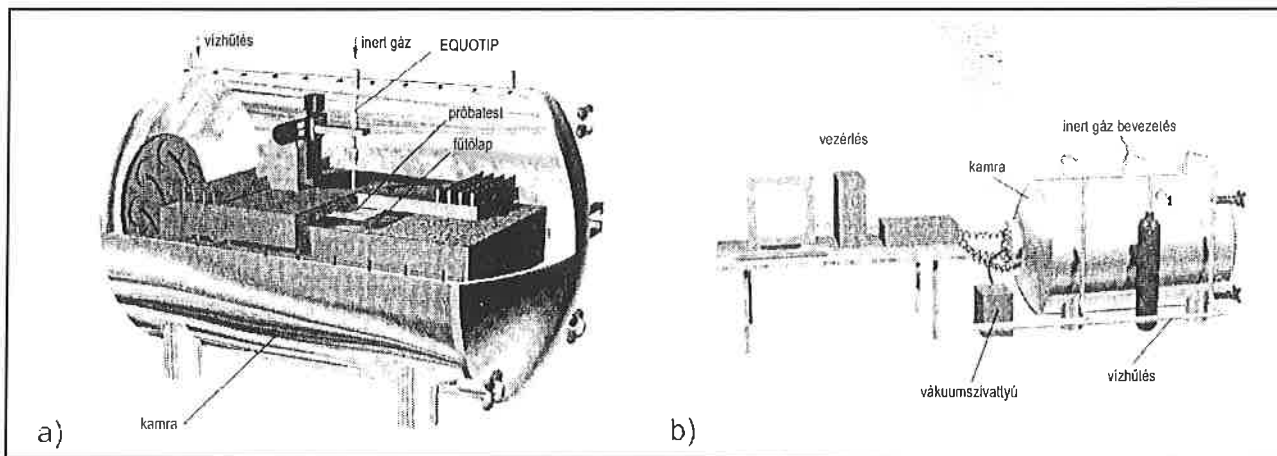
A hagyományos, statikus (pl.: a Vickers vagy a Rockwell-féle) keménységmérési eljárások alkalmazását növelt hőmérsékleten – a dinamikus méréssel ellentétben – a szűrőszám és a felhevített minta érintkezésének módja és időtartama korlátozza. Ugyanis a gyémánt szűrőszám kémiai reakcióba lép a mérendő acélmintával, mely szenet vesz fel a gyémántból. De növelt hőmérsékleten a lenyomat méretének meghatározásához az optikai rendszer sem használható.

Viszont az Equotip dinamikus keménységmérő ütőtestje csak igen rövid ideig érintkezik a mérendő meleg tárggyal. Továbbá, a HL keménység értéke közvetlenül átszámítható HV Vickers-keménységre, és szoros korrelációban van a melegsakításból nyert szilárdsági jellemzővel.

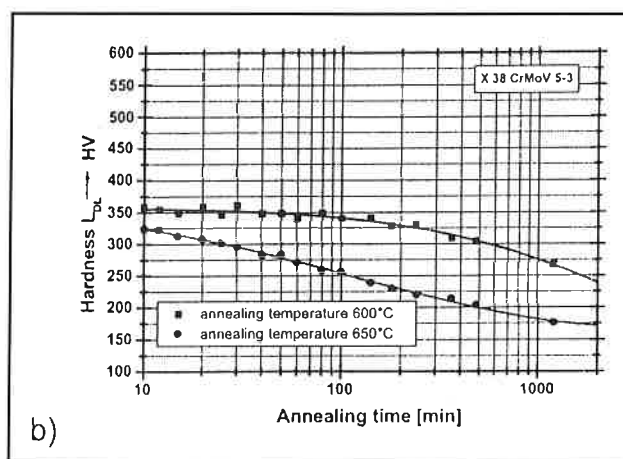
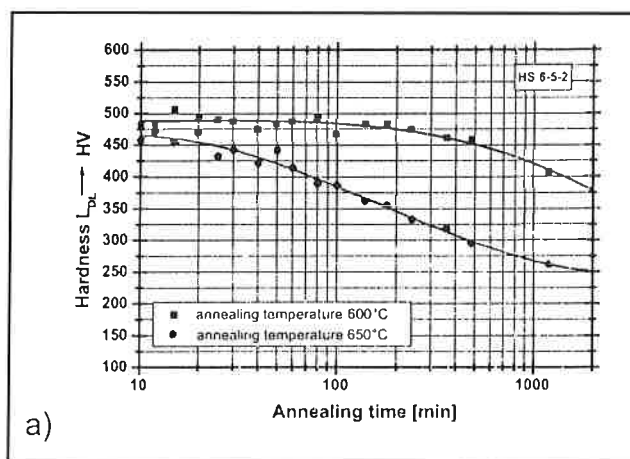
Ezen előnyök felismerése készítette a Leobeni Anyagkutató Központ (MCL–Austria) munkatársait arra, hogy az előírás szerint edzett és megeresztett állapotú HS6-5-2 jelű (Cr-W-Mo-ötvöztetésű) gyorsacél és az X38CrMoV5-3 jelű melegalakító szerszámacél megeresztésszerűségének in situ tanulmányozáshoz Equotip DL mérőfejjel szerelt, fél automatikus keménységmérőt építsenek be a 2. ábrán látható hőkezelő célberen-

* A szerzők Predicative Hardness Testing for Production Control and Materials Design című kéziratainak az Equotip-elv új alkalmazására lerövidített és szerkesztett változata.

** Proceq SA. Svájc



2. ábra. A melegkeménység-mérő berendezés a) mérőkamra; b) mérőrendszer



3. ábra. Megeresztésállósági görbék a) a HS6-5-2 gyorsacélra az edzést (10 min, 1200 °C) és megeresztést (3 h, 615 °C) követő, ill. b) az X38CrMoV5-3 megalakító szerszámacélra az edzést (50 min, 1050 °C) és megeresztést (1 h, 550 °C + 2 h, 610 °C) követő 600 ill. 650 °C-on a tartós hűntartás hatására

dezésbe [3]. A hűntartás a vízhűtéses köpenyű, előzetesen légtelenített, majd argonnal feltöltött kamrába zárva megy végbe számítógéppel vezérelten. A nagy teljesítményű fűtőlappra helyezett, a keménység-méréshez előkészített felületű, illetve megfelelő vastagságú és tömegű acélminta (100 x 100 x 20 mm méretű) akár 10 perc alatt is felhevíthető 700 °C hőmérsékletre, és az előválasztott hőmérsékleten szűk határok között hűntartható. Az acélminta keménységét pedig a három irányban mozgatható koordinátakarra szerelt Equotip DL mérőfej – az előválasztott számítógépesített program szerinti helyeken és gyakorisággal – automatikusan méri akár 48 órán át.

A 3. ábra a kétféle szerszámacél megeresztésállóságát szemlélteti 600 és 650 °C hőmérsékleten 24 órás hűntartás hatására, mégpedig a dinamikus HL_{DL} melegkeménység értékekről HV-ra átszámított keménységváltozás alapján. A kísérlet eredménye egyben igazolta az Equotip dinamikus keménységmérő készülék alkalmazhatóságát növelt hőmérsékletű vizsgálatokhoz. A dinamikus melegkeménység-mérés szabványosításához még szükséges vizsgálatok folyamatban vannak.

Hivatkozások

1. ASTM A 956-96: Standard Test Method for Leeb Hardness Testing of Steel Products
2. Lehofer Kornél: Equotip szabványosított dinamikus keménység-mérés, *Anyagvizsgálók Lapja*, 1997/1–2. pp. 46–47.
3. Ebner, R., Leitner, H., Caliskanoglu, D., Marsoner, S., Jeglitsch, F.: Methods for characterizing the precipitation of nanometer-sized secondary hardening carbides and related effects in tool steels. *Zeitschrift f. Metalkunde*, 92 (2001) 7, p. 820.

KBFI UNIO KFT.

1751 Budapest, Pf.: 126 • Tel./fax: 420-4201

E-mail: kbfiunio@nextmail.hu

www.kbfiunio.ini.hu

Radiográfiai eszközök gyártása, javítása, forgalmazása nemzetközileg akkreditált – ISO 9001 – tevékenység keretében:

- ❖ TAK 21 defektoszkóp gyártása, amely megfelel a legmagasabb hazai és nemzetközi követelményeknek, előírásoknak, kielégítve az ISO 3999-94 szabvány előírásait is!
- ❖ Sugárforrások (Ir-192, Yb-169, Co-60, Se-75 stb.) ki-be szerelése
- ❖ Dózisszintjelzők, sugárzást jelző lámpák gyártása
 - ❖ Sugárvédelmi eszközök készítése
- ❖ Egyedi izotópos mérőrendszerek fejlesztése, forgalmazása, felszerelése
- ❖ ADR előírások szerinti felszerelések készítése, forgalmazása
 - ❖ Filmértékelő lámpák, ólomzámok, ólomzamos mérőszalagok, képmínőségjelzők, filmleszorító mágnesek forgalmazása
 - ❖ Ipari röntgenvizsgáló-kabin gyártása