



# K340 Isodur szerszámacélok szövetszerkezete a hűlési viszonyok függvényében

## The cooling condition effects on microstructure of K340 Isodur steels

<sup>1</sup>Fábián Enikő Réka, <sup>2</sup>Tóth László,

<sup>1</sup>Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag-Gyártástudományi Intézet. Budapest, Magyarország, [fabian.reka@bgk.uni-obuda.hu](mailto:fabian.reka@bgk.uni-obuda.hu)

<sup>2</sup>Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag-Gyártástudományi Intézet. Budapest, Magyarország, [toth.laszlo@bgk.uni-obuda.hu](mailto:toth.laszlo@bgk.uni-obuda.hu)

---

### Összefoglalás

Az elektroszalakosan gyártott Böhler K340 Isodur szerszámacél termékeket 1060°C-on való ausztenítés követő nitrogénnel való hűtés, majd nagy hőmérsékleten háromszor megeresztve vizsgáltuk. A masszív karbidok jellege hasonló volt a kisméretű és nagy méretű daraboknál is. A lassabban hűlő daraboknál martenzites szerkezetbe ágyazódott finom karbidkiválások finomabb szerkezetű töretfelületet és nagyobb keménységet eredményeztek, mint azt a gyorsabban hűlő daraboknál tapasztalhatunk.

Kulcs szavak: szerszámacél, karbidok, maradék ausztenit

---

### Abstract

Böhler K340 Isodur tool steel products, manufactured by the electro-slag remelting (ESR) method, were studied after cooling with nitrogen after 1060°C austenitization and tempering three times at high temperature. The nature of the massive carbides was similar for each of the small and large size pieces. The fine carbide precipitates embedded in the martensitic structure of the slower cooling large pieces resulted in a finer fractured surface and higher hardness than the faster cooling small pieces.

Keywords: tool steel, carbides, retained austenit

---

## 1. Bevezetés

A szerszámacélok, gyorsacélok és különleges alapanyagok területén a Voestalpine a világ legjelentősebb gyártói közé tartozik. A cég által gyártott Böhler K340 Isodur acélt elektroszalakos átolvasztással gyártják, aminek köszönhetően ez az acél nagy tisztaságú, csekély a zárvány tartalma, és homogén szerkezetű. A hőkezeléskor is kiváló mérettartósságú Böhler K340 Isodur minőségű szerszámacélból gyártott termékek kiválóan polírozhatók, jó kopásállóságúak, különösen az adhéziós kopással szemben. Szívóssága és nyomószilárdsága kiváló. Nagyon jó megeresztésállósága, csekély és egyenletes a hőkezelési méretváltozás, illetve kiváló szikraforgácsolhatóság jellemzi az acélt [1]. A Böhler K340 ISODUR acél univerzálisan felhasználható hidegalakító acél, különösen alkalmas akár vastagabb lemezek vágó- és kivágószerszámainak (vágólapok és bélyegek). Számos esetben gyártanak belőle mélyhúzó szerszámot, folytatószerszámot, sajtoló szerszámot, hajlítószerszámot, menethengerlő szerszámot,

ipari és gépkéceket, hideghengerlő szerszámokat, érmeverő szerszámokat, famegmunkáló szerszámokat és esetenként gépelemeket is. A fenntartható technikák alkalmazásának ösztönzése érdekében a gépészetben és a gyártástechnológiában, valamint a termelékenység javítása, a termék élettartamának javítására és a gyártási költségek csökkentésére a szerszámköltségek nagyon fontos szempontok [2], [3].

A szerszámacéltermékek, szövetszerkezete, keménysége a hőkezelési paramétereiktől függ [1], [4]. A szakirodalmi ajánlások az elért keménység tekintetében az 1 - 3 g-os teszt darabokkal felvett folyamatos lehülési diagramok jó kiindulás a hőkezelési paraméterek beállítása érdekében, de a valós daraboknál, főleg nagy méretű daraboknál nem egyforma a lehülés mértéke a darab felületén és a magban, a hűlési sebességeknek köszönhetően, így ezeknél a daraboknál például a mélyhűtés kiváló szemcsefinomító hatása [5-7] illetve a maradék ausztenit csökkentés [8-10] sem tud feltétlen érvényesülni a teljes darabban.

## 2. Anyagok és technológiák

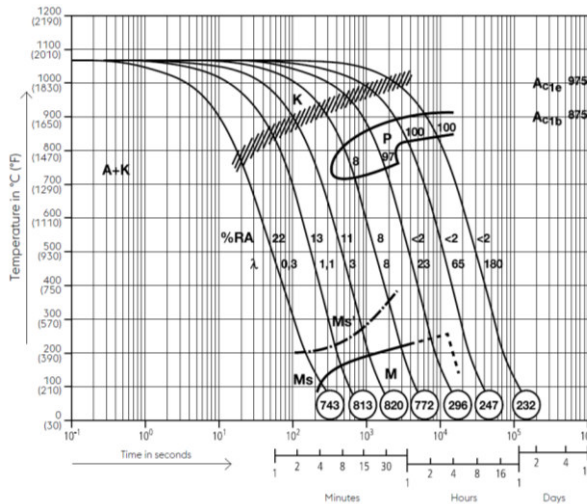
A Böhler K340 isodur anyagból készült termék keménységét erőteljesen befolyásolja az edzés előtti ausztenítésési hőmérséklet, illetve az ezt követő megeresztések [1].

Kísérleteinkhez használt acél vegyi összetételét (1. táblázat) a Hitachi PMP2 típusú hordozható spektrométerrel állapítottuk meg.

Table 2. táblázat A vizsgált acélminták vegyi összetétele

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Mo (%)	V (%)
1,12	0,92	0,39	8,25	2,19	0,40

A hőkezeléseket az IU72/1F 2RV 60x60x40 cm hasznos méretű, akár 10 bar nitrogénnel dolgozó CP Schmetz típusú vákuum kemencében végeztük. A cél a folyamatos lehülési diagram alapján (1. ábra) a martenzites szövetszerkezet kialakulása volt.



1. ábra A Böhler K340 ISODUR acél folyamatos lehülési és átalakulási diagramja 30 percig tartó 1060°C-on való ausztenítésési követően [1]

A hőkezelés során Pt-PtRh termoelem segítségével mértük a kemence hőmérsékletét, illetve egy flexibilis Cr-CrNi termoelemmel mértük a munkadarab magjának a hőmérsékletét. A kísérleteket három különböző tömegű mintán végeztük (4 kg; 57 kg; illetve 80 kg). Az ausztenitesítési hőmérsékletre (1060°C) való hevítés vákuumban történt. Az ausztenitesítési hőmérsékletre való hevítéskor az A<sub>1</sub>, illetve A<sub>3</sub> átalakulási hőmérsékletek alatt 650°C-on, illetve 850°C-on, valamint az ausztenitesítési hőmérsékleten (1060°C-on) hőkiegyenlítő lépcsőt alkalmaztunk. Az ausztenitesítési hőmérsékleten a hőkiegyenlítődé után még 25 perces hőtartást alkalmaztunk a homogén ausztenit kialakulása végett. A hűtést 7 bar nyomású nitrogén védőgázban végeztük miközben mértük a kemence, illetve a mag hőmérsékletét. A szekunder keményedés érdekében minden esetben háromszoros nagyhőmérsékletű megeresztést alkalmaztunk, az [1] alapján. A 80 kg-os szerszám



2. ábra A 80kg-os szerszám hőkezelési diagramja

hőkezelési diagramja a 2. ábrán látható.

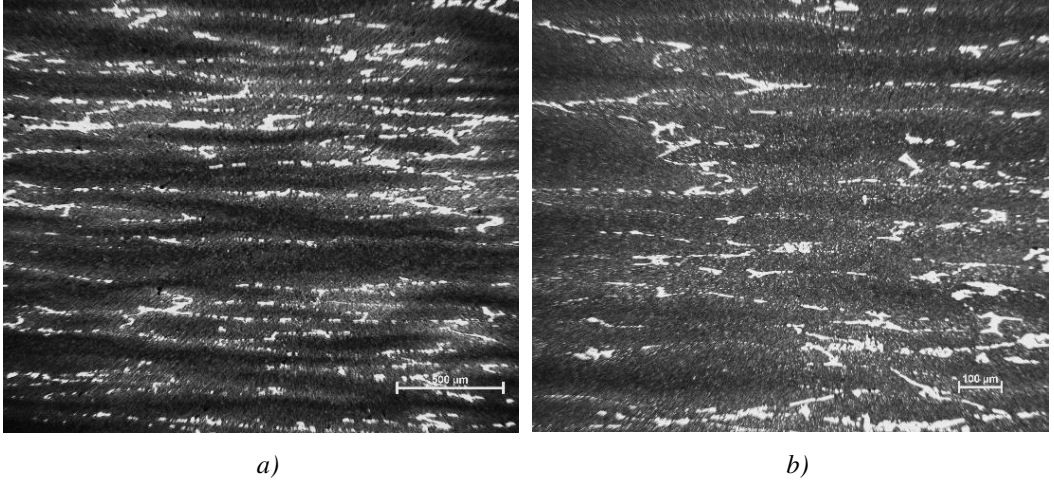
A minták szövetszerkezetét az Olympus DSX illetve Neophot 2 fénymikroszkópokon tanulmányoztuk, úgy polírozott mintáknál, mint nitálos maratást követően. A Charpy féle vizsgálat után a próbatestek törezeit Jeol 5310 pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk, míg a keménységméréseket egy ERNST típusú univerzális keménységmérő segítségével mértük.

Mindhárom munkadarab esetében a hűtési görbék alapján megállapítottuk a kemence és a mag közötti hőmérséklet különbség értékeit 1060°C-ról 50°C-ig való lehűtés esetében (2. táblázat).

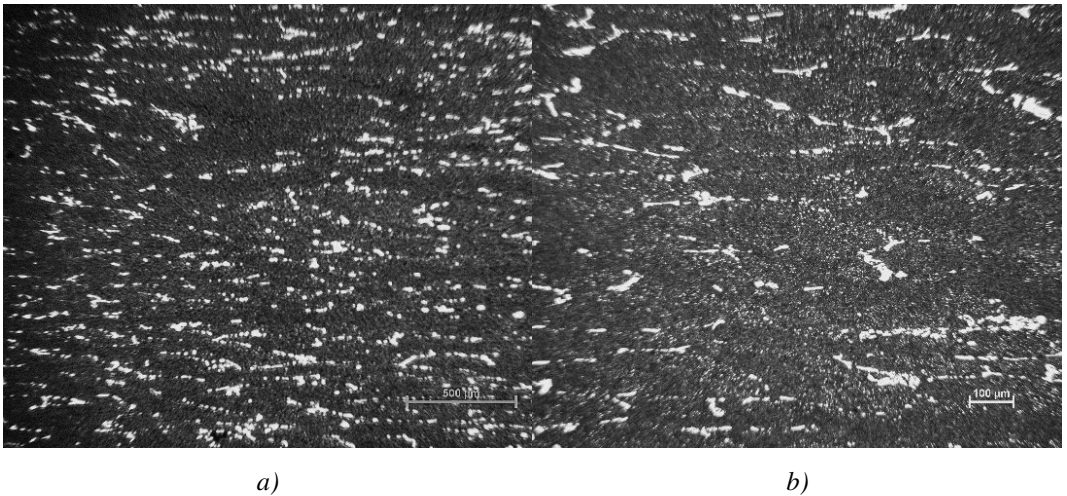
1. táblázat Hűtési paraméterek és a hőmérséklet gradiens

Sor szám.	Darab, tömeg	Kemence hűtési idő 1060°C-ról 50°C-ra	Mag hűtési idő 1060°C-ról 50°C-ra	Hőmérséklet különbség
	kg	sec	sec	°C
1	4	420	480	60
2	57	660	1560	900
3	80	840	2160	1320

A 2%-os nitállal maratott minták fénymikroszkópos vizsgálatai alapján megállapítható, hogy a kisebb méretű darabban a karbid sorosság jobban kirajzolódik (3. ábra), míg a nagyobb tömegű darabban a masszív karbidok eloszlása egyenletesebb (4. ábra). A nagyobb felbontású képeken a maradék ausztenit is megkülönböztethető a finom szerkezetű megeresztett martenzit és a gömbszerű kis karbidok között, bár mértéke mindegyik mintánál kicsi (5. ábra).

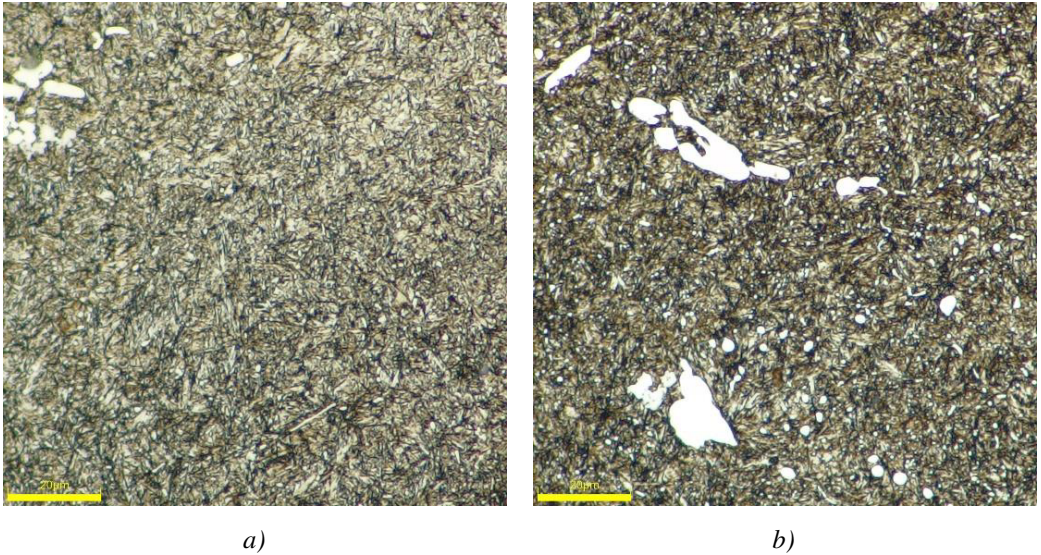


3. ábra A masszív karbidok eloszlása az 1 jelű mintán a)  $N=50\times$  b)  $N=100\times$



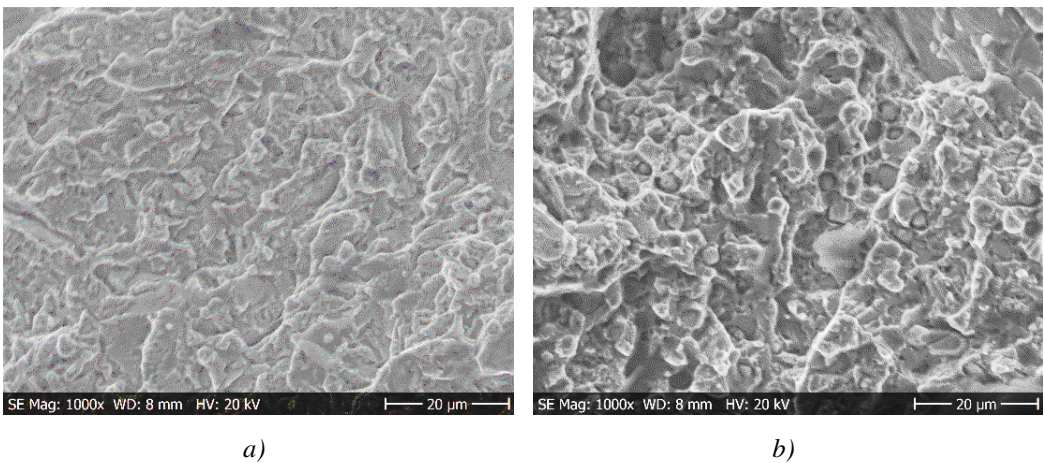
4. ábra A masszív karbidok eloszlása a 3 jelű mintán a)  $N=50\times$  b)  $N=100\times$

Ferde megvilágítású, nagyfelbontású felvételeken a megkülönböztethetők a szekunder karbidkiválások és a maradék ausztenit is a finomszerkezetű megeresztett martenzitben. Az ausztenit mennyisége a nagyobb mintában kevesebb, mint a kis méretűben, de szemmel láthatóan kevesebb, mint azt az 1. ábrán bemutatott folyamatos lehülési diagram alapján vártunk (~5 %), ami mindegyik mintánál a háromszoros nagyhőmérsékletű megeresztésnek köszönhető.



5. ábra Nagyfelbontású felvételek a mintadarabokról ferde megvilágításban a) 1. jelű minta b) 3. jelű minta

A mintadarabokkal hasonlóan hűtött Charpy féle próbatetek ütőmunkája kicsi (2-8 J), a kis minta a legridegebb, keménysége 61HRC, miközben leglassabban hűlt minta ütőmunkája 8 J , ugyanakkor keménysége 63 HRC. A töretek ridegek, de a gyorsabban hűlt minta törete durvaszerkezetű, a lassabban hűlt minta finomtöretű. A pásztázóelektronmikroszkópos vizsgálatoknál a finomtöretű mintáknál egyértelműen látszanak a finom, gömbszerű primerkarbidok megjelenése (6. ábra). Ez a karbidkiválás okozza a lassabb hűléskor az ausztenit szénttartalmának csökkenését és a martenzit kialakulásának kezdeti hőmérsékletének emelkedését, ami így már hűléskor kisebb maradék ausztenitet eredményez.



6. ábra SEM felvételek a mintadarabok töretéről a) 1. jelű minta b) 3. jelű minta

### 3. Következtetések

A gyorsabban hűlő, kisebb méretű darabban a karbidsorosság jobban kirajzolódott, míg a nagyobb tömegű darabban a masszív karbidok eloszlása egyenletesebb, és számos apró gömbszerű karbid is megjelent. A maradék ausztenit mennyisége a háromszoros nagy hőmérsékletű megeresztésnek köszönhetően nagyon kicsi, jóval kevesebb, mint azt az ausztenites tartományból való hűlés után várható. Bár mindegyik minta ridegen törik, a lassabban hűlő minta finomabb töretű, melyen finom gömbszerű primerkarbidkiválások SEM felvételeken megjelennek.

### 4. Hivatkozások

- [1] [https://www.bohlersteels.co.uk/app/uploads/sites/92/2020/12/productdb/api/k340en\\_isodur.pdf](https://www.bohlersteels.co.uk/app/uploads/sites/92/2020/12/productdb/api/k340en_isodur.pdf)
- [2] Ghosh, S., & Rao, P. V. (2015). Application of sustainable techniques in metal cutting for enhanced machinability: a review. *Journal of Cleaner Production*, 100, 17-34.
- [3] Jayal, A. D., Badurdeen, F., Dillon Jr, O. W., & Jawahir, I. S. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(3), 144-152.
- [4] Rausa, I., D'urica, J., Martinkovič, M., Čička, R., Pašák, M., & Jurči, P (2021). The influence of austenitizing temperature level on microstructure development in chromium ledeburitic tool steel.
- [5] Das, D., Dutta, A. K., & Ray, K. K. (2009). Correlation of microstructure with wear behaviour of deep cryogenically treated AISI D2 steel. *Wear*, 267(9-10), 1371-1380.
- [6] Fábián, E. R., Tóth, L., & Huszák, C. (2019). Examination of Heat Treatment on the Microstructure and Wear of Tool Steels. *Acta Materialia Transylvanica*, 2(2), 87-92.
- [7] Ray, K. K., & Das, D. (2017). Improved wear resistance of steels by cryotreatment: the current state of understanding. *Materials Science and Technology*, 33(3), 340-354.
- [8] Das, D., Sarkar, R., Dutta, A. K., & Ray, K. K. (2010). Influence of sub-zero treatments on fracture toughness of AISI D2 steel. *Materials Science and Engineering: A*, 528(2), 589-603.
- [9] Tóth L.; Fábián E.R., Pártl F. (2019). A 1.2379 minőségű szerszámacél szerkezeti átalakulásai különböző hőkezelési technológiák hatására, XXVIII. Hőkezelő és anyagtudomány a gépgyártásban országos konferencia és szakkiállítás külföldi résztvevőkkel, Balatonfüred 2018, Budapest: Gépipari Tudományos Egyesület, Hőkezelő Szakosztály, pp 212-217.
- [10] Tóth, L., & Fábián, R. (2019). The Effects of Quenching and Tempering Treatment on the Hardness and Microstructures of a Cold Work Steel. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 4(1), 286-294.