

A felületi érdesség hatása a hegesztett rozsdamentes acél korróziós ellenállására

Surface Roughness Effect in the Case of Welded Stainless Steel Corrosion Resistance

Tóth László,¹ Haraszti Ferenc,² Kovács Tünde³

^{1,3} Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag és Gyártástudományi Intézet, Anyagtechnológiai Intézeti Tanszék, Budapest, Magyarország

² Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag és Gyártástudományi Intézet, Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, Magyarország, haraszti.ferenc@bgk.uni-obuda.hu

³ kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

Ismert, hogy az ömlesztőhegesztéssel közölt hő a stabilizálatlan korrózióálló acélok esetében a hőhatásövezetben korróziós ellenállásromlást okozhat. Ennek a problémának az az oka, hogy a hegesztési hő [a hőhatásövezetben (HHÖ)] hatására krómkarbid (Cr_{23}C_6) kiválások jönnek létre, miközben a helyi szemcsehatárokon a krómtartalom lecsökken. A korrózióállósági szintet a krómtartalom biztosítja. Szintén ismert a felületi érdesség és a korrózióállóság közötti kapcsolat. Összefüggést akartunk találni a korrózióállóság és a felületi érdesség között hidegen hengerelt és hőkezelt (hegesztési hő hatásának szimulációjával) korrózióálló acélnál [1–3].

Kulcsszavak: korrózió, kiválás, korróziós ellenállás, felületi érdesség, hőhatásövezet (HHÖ).

Abstract

It is known that fusion welding can cause a decrease in the corrosion resistance of the heat affected zone of unstabilized stainless steels. The reason for this problem is that the welding heat (in the heat affected zone (HAZ)) can cause chromium-carbide (Cr_{23}C_6) precipitation with the simultaneously reduction of chromium content at the local grain boundaries. The chromium content dictates the corrosion resistance level. The relationship between surface roughness and corrosion behaviour is well known. We sought to find the difference between corrosion resistance and surface roughness relationship in the case of cold rolled stainless steel, and in the case of heat treated (welding heat effect simulated) stainless steel [1–3].

Keywords: corrosion, precipitation, corrosion resistance, surface roughness, heat affected zone (HAZ).

1. Bevezetés

A rozsdamentes acélokat széles körben alkalmazják, az ipari és mindennapi ipari gyakorlatban egyaránt. A rozsdamentes acélok széles választéka ismert, melyek eltérő tulajdonságokkal és kémiai összetétellel rendelkeznek. Az ausztenites rozsdamentes acélok jó alakíthatósággal és magas korróziós ellenállással rendelkeznek, melyet az ötvözők biztosítanak. Hő hatására azon-

ban a fémtani törvényeket követve kiválások képződhetnek, melyek megkötve a passzíváló ötvözőket ronthatják a korrózióval szembeni ellenálló képességet [4, 5].

Másik jól ismert törvényszerűség, hogy a felületi érdesség befolyásolja az acélok korrózióval szembeni viselkedését. Érdes felületű acélok esetében agresszívebben jelentkezik a korrózió, mint a finom felületűek esetében [6, 7]. Az acéllemezek gyártása hideghengerléssel történik, miközben a

felületen passzív réteg képződik az ötvözők hatására. Esztétikai okok miatt, főként építőipari alkalmazások esetében, a felület csiszolását kéri a megrendelő. A felület esztétikai megjelenése ennek hatására javul, de a passzív réteg eltávolításra kerül, valamint a felületi érdesség is megváltozik.

Elméletileg a rozsdamentes acéllemez felületén a passzív réteg rövid időn belül ismét kialakul. A réteg felépülését azonban a felületcsiszolással megváltoztatott felületi érdesség ronthatja [8].

2. A vizsgált acéllemezek

2.1. Ausztenites acél (1.4307)

Az alkalmazott ausztenites acél kémiai összetételét az **1. táblázat** mutatja be. A kémiai összetétele szerint ez az acéltípus nem tartalmaz stabilizáló ötvözőket (pl. Ti, Ta, Nb), bár a széntartalma igen kicsi.

1. táblázat. A vizsgált acéllemezek vas melletti összetétele tömegszázalékban (%)

C	Mn	S	P
0,026	1,71	0,004	0,004
Si	Ni	Cr	N
0,23	8,15	18,3	0,09

Az alkalmazott acél magas korróziós ellenállással rendelkezik. A pittink korróziós index értéke (angolul: pitting resistance equivalent numbers, PREN) a következő összefüggéssel számítható, a kémiai elemek tömegszázalékából:

$$PREN = Cr + 3,3 Mo + 16 N \quad (1)$$

$$PREN = 19,74 \quad (2)$$

2.2. A próbatetek felületének előkészítése

A próbatetek felületét különböző finomságú és anyagú csiszolópapírral tisztították és készítették elő. Az alkalmazott csiszolóanyagok jellemzőit a **2. táblázat**ban foglaltuk össze.

2. táblázat. A vizsgált próbatetek felület-előkészítése alumínium-oxid szemcséjű csiszolópapírral

	1	2	5	6
Szemcse-szám	P120	P180	P320	P400
Átlagos felületi érdesség Ra (µm)	2,353	1,412	0,677	0,54

2.3. A próbatetek hőkezelése

A rozsdamentes acélok esetében is jellemző, hogy az egyes elemeket ömlesztő hegesztési eljárással kapcsolják egymáshoz. Ez a hegesztési eljárás jelentős hőbevitellel jár, melynek hatására fémtani folyamatok indulhatnak el a hőhatásövezetben. Minden darabot 800 °C-on egy órán át tartottunk, majd nyugvó levegőn hűtöttünk.

3. Korróziós kísérletek

A felületi érdesség, valamint a hő okozta anyag szerkezeti változások miatt számítani lehet a korrózióállóság megváltozására. A folyamatot laborkísérlettel gyorsítottuk fel [9–11]. A vizsgált darabokat Fe(III)Cl-oldatban tartottuk 96 órán keresztül 30 °C fokon. Ennek következtében a lemezek anyagvesztéset szenvedtek, melyet mérni tudtunk [12].

A vizsgált darabokat mikroszkópos vizsgálatnak is alávetettük, melynek az eredménye a **3. táblázat**ban található. A felületen észlelhető lyukkor-

3. táblázat. A próbatetek tömegváltozása

Jelzés	Nem hőkezelt	Hőkezelt
1	0,4217 g	0,9608 g
2	0,4005 g	1,2904 g
5	0,4468 g	1,0636 g
6	0,561 g	1,7667 g



1. ábra. Az 1. jelű darabok hőkezelés nélkül és hőkezelt állapotban



2. ábra. A 2. jelű darabok hőkezelés nélkül és hőkezelt állapotban



3. ábra. Az 5. jelű darabok hőkezelés nélkül és hőkezelt állapotban



4. ábra. A 6. jelű darabok hőkezelés nélkül és hőkezelt állapotban

róziót szemrevételezéssel sztereomikroszkóppal (100x nagyítás) mellett is jól meg tudtuk határozni (1–4. ábra), az ábrákon 10×10 mm-es felületegységek láthatók.

Míg a hőkezelés nélküli darabok esetén a romló felületi érdesség hatására a korrózió jelentősebb

ben jelenik meg, a hőkezelt darabok esetén sokkal agresszívebb ez a jelenség, viszont itt a felületi érdesség hatása kevésbé jelentős.

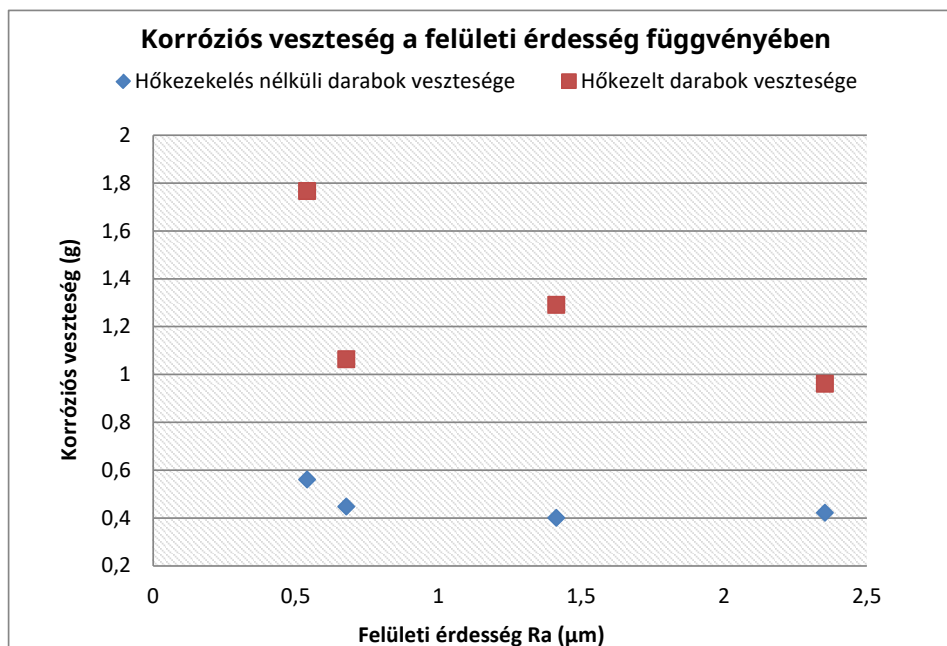
A korrózió mértéke sztereomikroszkópos vizsgálattal (100x nagyítás) 10×10 mm felületegységeken (1–4. ábra) és tömegvesztés-méréssel egyaránt meghatározható. \

4. Következtetések

A kísérletek eredményeként megállapítottuk, hogy minden vizsgált darab esetében a csiszolt felület korrózióállósága a hidegen hengerelthez képest romlott.

Az eredmények értékelése során azt is megállapítottuk, hogy a hőkezelt darabokon jelentősebb a korróziós károsodás, mint a hőkezelés nélküliek esetében.

- I. A felületi érdesség és a korróziós veszteség között kapcsolatot találtunk.
- II. A hőkezelés hatására a korrózióállóság további romlást mutatott.
- III. Megállapítottuk, hogy korróziós szempontból a rozsdamentes acélok felületének csiszolása nem javasolható és a csiszolással létrehozott felület érdessége a korrózióállóságot befolyásolja, a korrózióállóság és a felületi érdesség közötti kapcsolat kimutatható a vizsgált minták esetén.



5. ábra. A korróziós veszteség hőkezelt és hőkezelés nélküli darabok vizsgálata esetén

IV. Vizsgálatainkat a szálcsiszolást követően rövid időn belül végeztük, ez alatt az idő alatt valószínűleg nem alakult ki a felületet védő passzíváló réteg. Feltételezhető, hogy a szálcsiszolást követően a felületen újra kialakulhat a passzíváló réteg, amennyiben elegendő idő áll rendelkezésre.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton kívánnak köszönetet mondani a munkánkhoz nyújtott anyagi támogatásért az EFOP-3.6.1-16-2016-00010. számú projekt keretében a magyar államnak és az Európai Uniónak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Haraszti F., Kovács T.: *Plastic deformation effect of the corrosion resistance in case of austenitic stainless steel*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 175. (2017).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/175/1/012048>
- [2] Tedmon Jr. C. S., Vermilyea D. A., Rosolowski J. H.: *Intergranular corrosion of austenitic stainless steel*. Journal of the Electrochemical Society, 118/2. (1971) 192–202.
<https://doi.org/10.1149/1.2407966>
- [3] Bagyinszki Gy., Bitay, E.: *Hegesztéstechnika II. Berendezések és mérések*. EME, Kolozsvár/Cluj, 2010.
<http://hdl.handle.net/10598/15438>
- [4] Haraszti F., Kovács T.: *Galvanic corrosion occurs heat experiments by thermographic camera*. IOP Conference Series: Journal of Physics: Conf. Series 1045. (2018).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1045/1/012016>
- [5] Haraszti F.: *Korrózió vizsgálatok alapjai*. In: A XXI. Fiatal műszakiak tudományos ülésszak előadásai. Proceedings of the 21th international scientific conference of youngth engineers. Műszaki Tudományos Közlemények 5., EME, Kolozsvár/Cluj, Románia, 2016. 189–192.
<http://hdl.handle.net/10598/29058>
- [6] Kovács T., Kuzsella L.: *High energy rate forming induced phase transition in austenitic steel*. Journal of Physics Conference-Series, 790. (2017).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/790/1/012039>
- [7] Szigeti Á., Kovács-Coskun T.: *Magas hőmérsékletű korrozív közegben üzemelő acélrugó gyártástechnológiai tervezése*. In: A XXI. Fiatal műszakiak tudományos ülésszak előadásai. Proceedings of the 21th international scientific conference of youngth engineers. Műszaki Tudományos Közlemények 5., EME, Kolozsvár/Cluj, Románia, 2016. 377–380.
<http://hdl.handle.net/10598/29111>
- [8] Dománkova M., Kocsisová E., Slatkovský I., Pinke P.: *The microstructure evolution and its effect on corrosion properties of 18Cr-12Ni-2,5Mo steel annealed at 500–900 °C*. Acta Polytechnica Hungarica, 11/3. (2014) 125–137.
https://www.uni-obuda.hu/journal/Domankova_Kocsisova_Slatkovsky_Pinke_49.pdf
- [9] Nyikes Z., Rajnai Z.: *Big Data, as part of the critical infrastructure*. 2015 IEEE 13th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY), Subotica, Serbia, 2015. 217–222.
<https://doi.org/10.1109/SISY.2015.7325383>
- [10] Reti T., Kovacs T.: *A phenomenological method for the prediction of damage accumulation processes under varying external conditions*. In: Materials Science Forum, 414–415. (2003) 317–322.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.414-415.317>
- [11] Tokody D., Flammini F.: *Smart systems for the protection of individuals*. Key Engineering Materials, 755. (2017) 190–197.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.755.190>
- [12] ASTM Standard Practice in A 262 for Detecting Susceptibility to Intergranular Corrosion in Austenitic Stainless Steels (1995).

ERRATUM

Az Erdélyi Múzeum-Egyesület mint kiadó és az Acta Materialia Transylvanica szerkesztősége sajnálattal értesíti a szerzőket és az olvasókat, hogy a folyóirat 2018-as évfolyam 1 és 2. lapszámaiban a cikkek magyar nyelvű változatainál a DOI-azonosítók prefixei hibásan jelentek meg.

A cikkek fejléceiben a magyar nyelvű változatnak megfelelő DOI prefix helyesen: **10.33923**, nem 10.2478.

A prefixek 2023 szeptemberében a lapszámok honlapján:

<https://eme.ro/publication-hu/acta-mat/acta2018-1.htm> illetve

<https://eme.ro/publication/acta-mat/acta2018-1.htm>

és

<https://eme.ro/publication-hu/acta-mat/acta2018-2.htm> illetve

<https://eme.ro/publication/acta-mat/acta2018-2.htm>

minden cikkben javításra kerültek, feltüntetve az eredeti, hibás és az új, helyes azonosítót is.

A DOI-azonosítók helyes számra történő cserélése a Magyar Tudományos Művek Tárában (MTMT) is megtörtént.

A hibáért minden szerző és olvasó szíves elnézését kérjük és tisztelettel kérjük, hogy ezentúl az új, helyes azonosítót legyenek szívesek használni!

Az Erdélyi Múzeum-Egyesület Kiadó és az Acta Materialia Transylvanica Szerkesztősége nevében:


Bitay Enikő
főszerkesztő

ERRATUM

The Erdélyi Múzeum-Egyesület as Publisher, and the Editorial Office of Acta Materialia Transylvanica regret to inform the authors and readers that the prefixes of the DOI identifiers of the Hungarian versions of the articles in issues 1 and 2 of the journal in 2018 were incorrectly published.

In the article headings, the DOI prefix corresponding to the Hungarian version of the article is **10.33923**, not 10.2478.

In September 2023, the prefixes were corrected in all articles on the websites of the journal issues:

<https://eme.ro/publication-hu/acta-mat/acta2018-1.htm> respectively

<https://eme.ro/publication/acta-mat/acta2018-1.htm>

and

<https://eme.ro/publication-hu/acta-mat/acta2018-2.htm> respectively

<https://eme.ro/publication/acta-mat/acta2018-2.htm>

showing the original incorrect one crossed out and the new, correct identifier.

The replacement of the DOI identifiers with the correct number has also been done in the Hungarian Repository of Scientific Works (MTMT).

We apologize to all authors and readers for this error, and respectfully request that you use the new, correct identifier from now on!

On behalf of the Erdélyi Múzeum-Egyesület Publisher and the Editorial Office of Acta Materialia Transylvanica:



Bitay Enikő

Editor-in Chief