

# ÉLELMISZERIPARI BERENDEZÉSEKNÉL ALKALMAZOTT KORRÓZIÓÁLLÓ ACÉLSZEGMENS KÁROSODÁSÁNAK VIZSGÁLATA

## INVESTIGATION OF DAMAGE TO THE STAINLESS STEEL SEGMENT USED IN FOOD INDUSTRY

Nagy Nóra\*, Kovács András\*\*

### ABSTRACT

The aim of this article is to investigate the failure of an alcohol-distillation equipment during operation. At the equipment, the gas-space and the water-space are enclosed by a stainless steel flange. During operation, the flange became punctured and water began to leak. In the framework of this work we investigated the possible causes of the damage. The investigations and results are reported in this study.

### 1. BEVEZETÉS

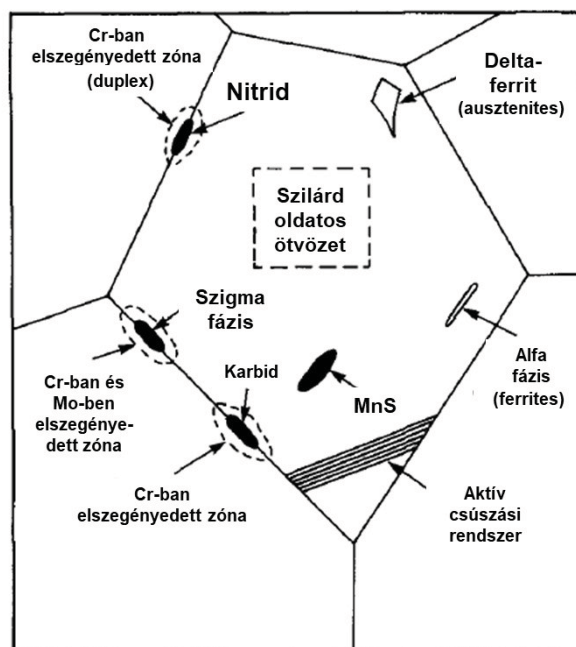
Az ausztenites korrozíóálló acélokat a gépészmérnöki gyakorlatban széles körben alkalmazza a vegyipar, élelmiszeripar, gyógyszeripar és nukleáris ipar is. Elterjedésük nem csak kiváló korrozíós tulajdonságuknak köszönhető, hanem könnyű megmunkálhatóságuknak és viszonylag nagy hőmérsékleten való alkalmazhatóságuknak is.

A korrozíóálló acélok korrozíóval szembeni ellenállása a  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ -nak köszönheti, ami a felületen egy vékony, homogén, passzív védőréteget képez. Ez a réteg a levegővel érintkezve képződik és sérülés esetén képes újraépíteni önmagát. Ha azonban ez passzív réteg lokálisan eltűnik, pl. az anyag heterogenitása, zárványok, második fázisok vagy szemcsék jelenléte, klorid felhalmozódása miatt, veszélyes helyi feszültségkorrozíós folyamatok indulhatnak meg, amik a szerkezetek meghibásodásához vezetnek [1],[2].

A feszültségkorrozíós repedések hatására a szerkezetek ridegtörése következik be. Előfordulásához a feszültségek és a környezet szinergikus fellépése szükséges. Egy kialakult nézet szerint a feszültségkorrozíóhoz szükséges maradó húzófeszültség lehet a makroszkopikus folyáshatár alatti, de az anyagban lévő hibák környezetében lokálisan ébredő maradó feszültségek ebben az esetben már meghaladhatják az anyag makroszkopikus szilárdságát.

Ausztenites korrozíóálló acélok esetében ismert, nagy hőmérsékletű tömény, klorid oldatban, kloridokkal szennyezett gőzzel, oxidáló nagy hőmérsékleten tiszta vízzel vagy savakkal érintkezve hajlamosak a feszültségkorrozíóra.

A korrozíóálló acélok szövetszerkezete is nagymértékben meghatározza a feszültségkorrozíóra való hajlamot. A legjobb ellenállást a duplex szövet szerkezetű, ferrit-ausztenites acél mutatták kb. 40%-os ferrit tartalomig, de ezen acélok esetében is bizonyos karbonitridek, a hidegmegmunkálás és egyéb kiválások szintén rontják az ellenállást. A ferrit és ausztenit szemcsék jelenléte növeli a szemcsehatárok hosszát, amin a repedéseknek át kell haladniuk, illetve meg kell kerülniük [4],[5].



1. ábra A korrozíóálló acélok mikroszerkezetének vázlatja [3]

\* tanársegéd, Miskolci Egyetem Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet

\*\* ügyvezető igazgató, Hagyó Kft.

Az ausztenites korrózióálló acélok esetén is a ferrit felelős a nagyobb fokú feszültségkorrózióval szembeni ellenállásért, habár ezen szövetszerkezetű acélok ellenállása még mindig háromszor kisebb, mint a duplex szövetéüké [6],[7].

A feszültségkorróziós repedések lehetnek interkristallin vagy transzkristallin repedések - ez utóbbi inkább jellemző - de megjelenhetnek vegyesen is a felületen [8],[9].

## 2. A ZÁRTSZELVÉNY KÁROSODÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A vizsgált acél zártszelvény egy gázüzemű alkohol-lepárló berendezés üstjébe kerül beépítésére. Fő funkciója, hogy a duplafalú üst vízterét és füstterét elválasztja egymástól. A szelvény üzemelés közben átlukadt és a víz szivárogni kezdett.

A károsodott szegmens anyagminősége 316L, ausztenites korrózióálló acél, ami a beépítés során egyik oldalról a lepárlóberendezés vízterével, a másik oldalról a berendezés füstterével érintkezik.



2. ábra A károsodott acélszegmens [10]

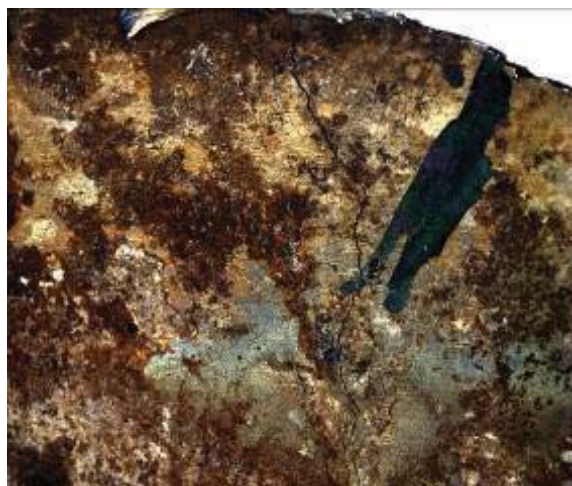
Gyártáskor a zártszelvényt hajlítással karimává alakítják, majd hegesztik. A hegesztéstechnológiáról elmondható, hogy a technológiai paraméterek megfelelnek az alapanyag hegesztésére vonatkozó előírásoknak.

A tönkremenetel módjának és okainak megállapításához makro- és mikroszerkezeti vizsgálatokat végeztünk, amik eredményét a következőkben ismer-tetjük.

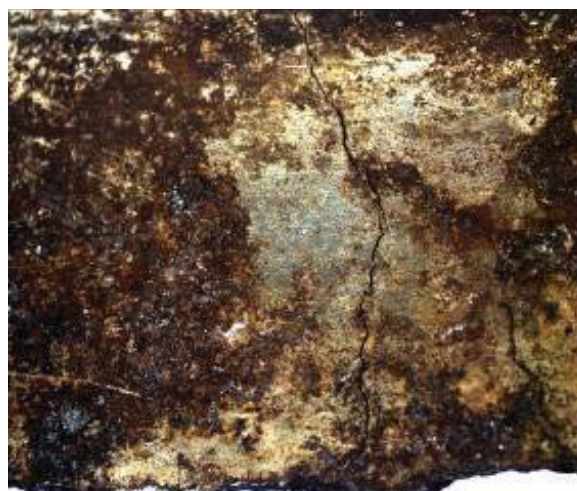
### 2.1. A makroszerkezeti vizsgálat

Már a szemrevételezéses vizsgálat során is egyértelműen megállapítható volt, hogy a repedések kialakulásában a füstgáz, mint korróziós közeg jelenléte meghatározó volt. A repedések a füstgázzal érintkező oldalon alakultak ki.

Nagyobb nagyítású felvételek készítéséhez Zeiss Stemi 200C típusú sztereo mikroszkópot használtuk, ami segítségével megállapítottuk, hogy a repedés-terjedés iránya a hajlított szegmens sugáriránya a külső felülettől befelé haladva. A jellemző repedések fotói a 3. ábrán láthatók.



a) 1-es mintavételezési hely



b) 2-es mintavételezési hely

3. ábra A sztereo mikroszkópos felvételek a jellemző repedésekről (N=10x)[10]

### 2.2. A mikroszerkezeti vizsgálat

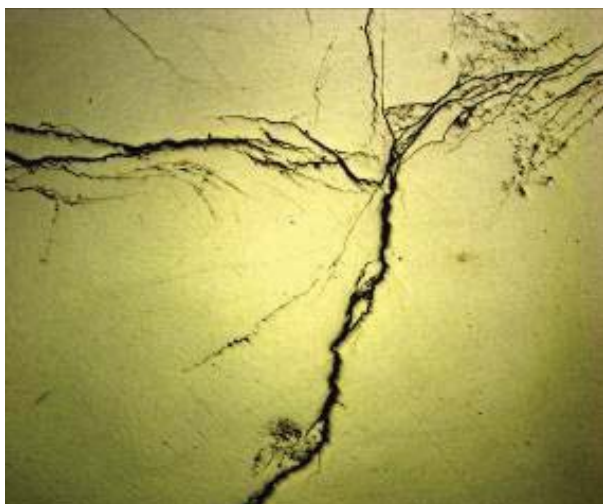
A mikroszerkezeti vizsgálatához a fenti ábrán található repedéseket tartalmazó részeket kivágtuk és beágyasztuk majd polírozás után az Anyagszerkezettani és Anyagtechnológiai Intézetben lévő Axio Observer D1m (Zeiss) inverz mikroszkóppal elemeztük.



4. ábra Jellemző repedés polírozás után, 1-es mintavételezési hely (N=25x) [10]



a)



5. ábra Jellemző repedés polírozás után, 2-es mintavételezési hely (N=25x) [10]



b)



c)

A repedések jellegének vizsgálatához a próbatesteket királyvízzel marattuk. A maratás utáni fotók a 6. és 7. ábrákon láthatók.

A maratott felületek vizsgálata alapján megállapítható, hogy a repedések transzkrisztallin haladásúak, amely a feszültségkorróziós repedésre jellemző [10].

6. ábra Jellemző repedések maratás után, 1-es mintavételezési hely különböző részein (Királyvíz, N = 200x) [10]



a)



b)



c)

7. ábra Jellemző repedések maratás után, 2-es mintavételezési hely különböző részein (Királyvíz,  $N = 200x$ )[10]

### 3. ÖSSZEFOGLALÁS

A makro- és mikroszerkezeti vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy a szegmens tönkremeneteleinek módja feszültségkorrózió, amit kiválthatott a füstgáz miatt fellépő korrózió, az előzetes alakítás és

hegesztés okozta maradó feszültségek vagy akár maró hatású halogenidek jelenléte is vagy ezen tényezők együttes jelenléte az üzemelés során.

A tönkremenetel nagyobb biztonsággal történő megállapításához szükség lenne a szereléskor alkalmazott hegesztési technológiai paraméterek pontos ismeretére, a víztér és a füsttér üzemelés közbeni hőmérsékletének és a füstgáz összetételének pontos ismeretére [10].

### 4. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

### 5. IRODALOM

- [1] KHATAK H. S., RAJ B.: *Corrosion of austenitic stainless steels*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2002., ISBN 1-85573-613-6
- [2] RAJA, V. S., SHOJI, T.: *Stress corrosion cracking*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2011., ISBN 978-1-84569-673-3
- [3] SEDRIKS, A. J.: *Corrosion*, Vol42 (No.7), 1986, p376
- [4] SPEIDEL, M. O.: *Stress corrosion cracking of austenitic stainless steels*, 1977, Ohio State University report to the Advanced Research Projects Agency, ARPA order no. 2616, Contract no N00014-75-C-0703
- [5] SEDRIKS, A. J.: *Effect of alloy composition and microstructure on passivity of stainless steels*, 1986, *Corrosion*, 42(7), 376–389.
- [6] SEDRIKS, A. J.: *Corrosion of stainless steels*, 1996, 2nded, John Wiley and Sons, New York
- [7] ANDRESEN P. L., ANGELIU T. M., YOUNG L. M.: *Immunity, thresholds, and other SCC fiction*, 2001, Proc. Stahle Symp. on Chemistry and Electrochemistry of Corrosion and SCC, The Materials Society
- [8] LOGAN H. L.: *Stress corrosion cracking of stainless steels*, 1966, in *The Stress Corrosion of Metals*, John Wiley and Sons, New York, pp100–155
- [9] HANNINEN H. E.: *Influence of metallurgical variables on environment sensitive cracking of austenitic alloys*, 1979, *International Metals Reviews*, 24(3), 85–135.
- [10] SZILÁGYINÉ DR. BÍRÓ, A., NAGY, N.: *Jelentés a lepárló edény tönkremeneteli okának feltárása c. K+F témában végzett munkáról*, 2018, Miskolci Egyetem