

Erőműi kazán hibakereső anyagvizsgálata

Lehoczky Judit*

Kulcsszavak: kazán, csőfal-csővég beheszesítés, repedések
Keywords: boiler, tube wall – tube end welding-in, cracks

Summary

Damage examination of a power plant boiler. After about half year in-service time cracks were detected along the welding-in of back tube wall of a boiler. On the basis of our testing was established that the cracks are fundamentally due to careless welding-in of tubes (insufficient penetration in the roots generally and in weld beads occasionally).

Előzmények

Laboratóriumunkat kérték fel egy rövid üzemidő után meghibásodott új kazán hibakereső anyagvizsgálatára.

Az egyéb műszaki okok miatt leállított kazán II. huzam hátsó csőfalánál folyást észleltek, ezért felferült a csőfal-csővég beheszesztések repedésének gyanúja. A pár hónapos üzemidő alapján gyártási hiba vagy durva üzemeltetési anomália jöhetett szóba.

A hátsó csőfalon végzett mágnesezhető poros repedésvizsgálat a 130 db csővégbeheszesztés közül 30 db-on mutatott ki repedéseket. A repedések kiterjedésének feltérképezése céljából néhány repedt varratot kimartak, de ezek egy részén is hibaindikáció jelentkezett, az ismételt felületi repedésvizsgálat során.

A repedések minden esetben a varratból indultak ki és több esetben továbbterjedtek a csőfal alapanyagába is, sőt egy esetben a cső is megrepedt. A repedések radiális irányúak voltak, néhány varratban egyszerre több repedés is előfordult.

A repedések feltérképezése után a kazán gyártója kérte fel laboratóriumunkat, a repedések kialakulásához vezető okok feltárására.

Vizsgálatok

Helyszíni szemrevételezésünk során megállapítottuk, hogy a csővégek többségének beheszesztésekor a csővég csak részlegesen olvadt át, a kézi varratoknál varratalak egyenetlen, illetve, hogy a meghibásodott csövek többsége a csőfal külső köríve mentén helyezkedik el (1., 2. ábra).

Szemrevételezéssel a károsodás okát nem lehetett megállapítani, ezért kivágattuk a csőfalat úgy, hogy a csövek a víztér felől, kb. 10-15 mm-re kinyúljanak a 20 mm vastag csőfalból (3. ábra csőfalak). A kivágott csőfalon kijelöltünk néhány jellegzetes hibát, illetve egy, a roncsolásmentes vizsgálattal hibátlannak mutató csővégbeheszesztést.



1. ábra. A csőfal jobb oldala

Fig. 1: The right side of the tube wall



2. ábra. Egy kimart varrat az ismételt repedésvizsgálat után

Fig. 2: One of the milled out weld after magnetic crack detection

*ÁEF Anyagvizsgáló Laboratórium Kft.,
anyagvizsgáló osztályvezető

Bemutatjuk a labort

The laboratory is introduced

A laboratóriumi vizsgálatra kijelölt minták között volt, amelyiken a varratkoronát már lemunkálták és volt olyan is, amelyiknél a varratkorona eredeti állapotú volt. A próbatestek egy részét metszetben, másik részét pedig a lemunkált homlokfelületen vizsgáltuk az alábbiak szerint:

- A csőfal alapanyag, a varrat és a cső alapanyag vegyi összetételének vizsgálata.
- Makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatok a kimunkált mintákon.
- Az alapanyag, a hőhatásövezet és a varrat keménységének a mérése a kimunkált mintákon.



3. ábra. A kivágott hátsó csőfal; kékkel jelöltük a hibás csővégbehegesztéseket

Fig. 3: The cut out back tube wall; the cracked weld in of tube are marked with blue

Vizsgálati eredmények

Az elvégzett széles körű laboratóriumi vizsgálatok alapján az alábbi eredményekre jutottunk:

- A vegyi összetétel vizsgálatok kimutatták, hogy a csőfal, cső és a közöttük lévő varrat kémiai összetétele megfelel a gyártási dokumentációban szereplő anyagminőségnek (lásd a táblázatban).
- A csőfal hőhatásövezetében mért keménység több helyen a megengedhető 350 HV10 értékhez volt közel, ezen kívül a varrat keménysége is aránylag nagy értéket mutatott (210-250 HV10). A csőfal, a cső alapanyaga és a cső hőhatásövezete megfelelő keménységűnek bizonyult.
- A homlokfelületi csiszolatok vizsgálata egyértelműen bizonyította, hogy a repedések a varratban keletkeztek, és ezek a repedések terjedtek tovább a csőfal és a cső felé (4. ábra). A repedések több esetben a rideg bénit-martenzites szövetszerkezetű csőfal hőhatásövezetben, interkristallin jelleggel terjedtek tovább (5. ábra).



4. ábra. Homlokfelületi csiszolat makroszkópos felvétele

Fig. 4: Macroscopic picture about the frontal surface of a micro-section

Jel Mark	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Mo %	Cu %	Al %	V %	W %
Csőfal alapanyag	0,18	0,29	1,11	0,0059	<0,018	0,023	0,068	0,038	0,0065	0,041
Csőfal varrata	0,072	0,82	1,13	0,096	<0,018	0,043	0,056	0<0,0027	0,027	<0,0018
Cső	0,12	0,21	0,39	<0,018	<0,018	<0,0018	0,049	0,020	0,0078	0,067
MSZ EN 10028-2 P295GH (csőfal)	0,08-	≤0,40	0,90-	≤0,30	≤0,30	≤0,08	≤0,30	≤0,020	≥0,02	-
MSZ4747 A35.47 (cső)	≤0,17	max. 0,35	0,40- 0,80	-	-	-	-	-	-	-
Böhler EMK6	0,10	0,90	1,40	-	-	-	-	-	-	-
ESAB OK 55.00	0,08	0,60	1,50	-	-	-	-	-	-	-

Bemutatjuk a labort

The laboratory is introduced

– A varratok metszeti csiszolatai alapján egyértelműen bizonyítható, hogy a meghibásodásokat a cső anyagának elégtelen beolvadása okozta. A kétrétegű hegesztés során, a gyökvarrat – szinte minden vizsgált mintán – nem olvasztotta be a cső anyagát, esetenként a cső-csőfal közötti kötést csak a korona vékony, pár mm vastag rétege tartotta.

A 6. ábrán egy, a roncsolásmentes vizsgálat szerint repedésmentes varrat metszete látható. A koronareszt ezen a varraton lemunkálták, az alsó varratrétegnél a cső kismértékű beolvadása figyelhető meg, a lemart koronareszt alakjából valószínűsíthető, hogy a korona beolvadása megfelelő volt. Ilyen kismértékű beolvadás még nem okozott repedéseket a rövid üzemidő alatt.

A 7. ábrán egy átrepedt csőfal-csővég behégesztés metszete látható. A repedés behatol a csőfal alapanyagába is.

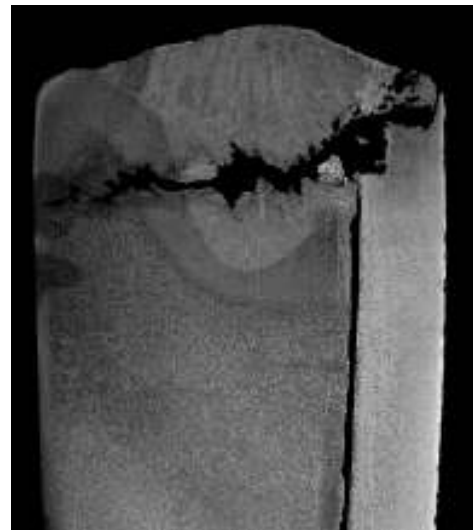
A gyökvarratnál nincs átolvasztás, és a kb. 1 mm-es vastag koronavarrat tartja a csővéget. Hasonló varratalak látható a 8. ábrán, mely egy gát metszete. A jobb oldali varratnál a gyök egy kissé beolvadt, viszont a korona „elcsúszott” a csővégtől. A bal oldalon gyökbeolvadás nincs.

– A repedések környezete alakváltozás-mentesek, továbbterjedésük pedig tranz- és interkristallin jellegűek voltak.



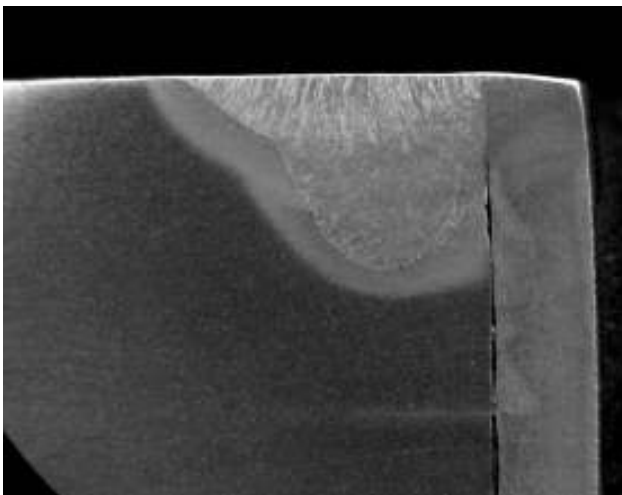
5. ábra. A homlokkfelületi csiszolat csőfal felőli hőhatásövezete, N = 500x

Fig. 5: Microscopic picture about a head effective zone of a frontal micro-section from the tube wall



7. ábra. Átrepedt varrat keresztmetszete

Fig. 7: Cross section of a cracked across weld

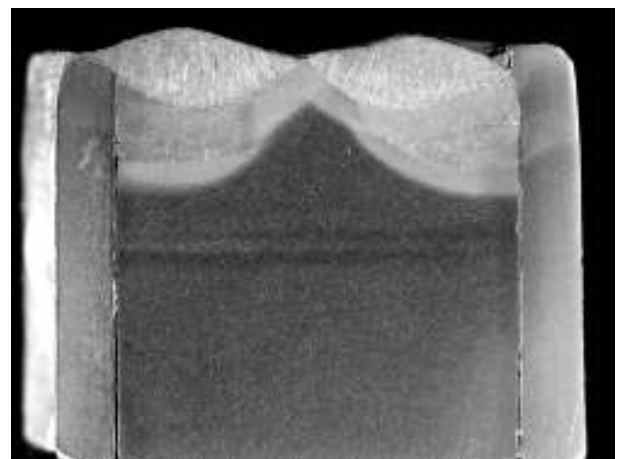


6. ábra. Lemart felületű, repedésmentes varrat

Fig. 6: Free from crack weld with milled out surface

8. ábra. Gát-varrat makroszkópos felvétele

Fig. 8: Macro picture about a cross section of a welded obstacle



Bemutatjuk a labort

The laboratory is introduced

Összefoglalás

A kb. fél éves üzemidő után meghibásodott kazán károsodásának okai a következők voltak:

- A csőfal-csővég hegesztési varratainál, főként a gyökér részben, de esetenként a koronánál is beolvadási hiányosságok voltak, melyek csekély üzemidő után is varratrepedésekhez vezetnek.
- A varratok és esetenként a hőhatásövezet viszonylag nagy keménysége elősegítette a repedések kialakulását, továbbterjedését.
- Nem volt szerencsés a csőfal él-előkészítése sem, mert az 1/2U alak esetében nehezebb a cső beolvasztása, mint például az 1/2V alakú varratnál lett volna.
- A hegesztés előtti csővégbehengerlés megnehezítette volna a repedések kialakulását.
- A repedések kialakulását elősegítette, hogy a kazánt gyakran leállították, majd újraindították, ami fokozott igénybevételt jelent a kazán kritikus egységeinél.