

Roncsolásmentes vizsgálati eredmények ellenőrzése roncsolásos módszerrel

Bödök Károly¹ – Dóczi Miklós²

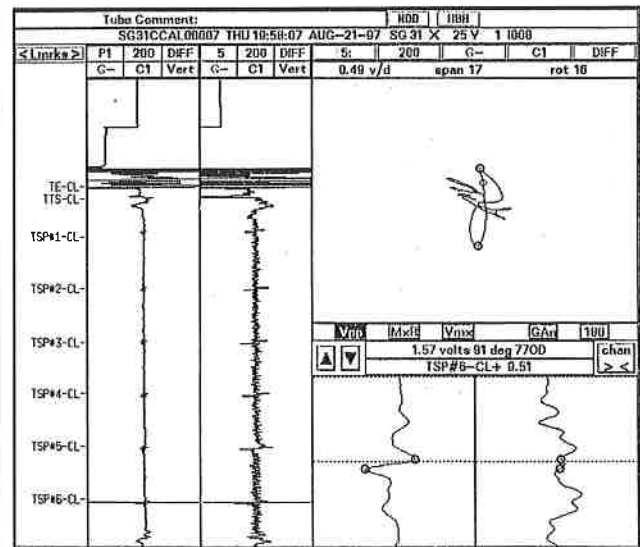
Magyarország egyetlen atomerőművéként jelenleg a Paksi Atomerőmű biztosítja a hazai villamosenergia-fogyasztás mintegy 40%-át. Az erőmű primer- és szekunderköri főberendezéseinek megbízható működése kiemelkedő jelentőséggel bír az atomerőmű biztonságos üzemelése, folyamatos rendelkezésre állása szempontjából. Az erőmű négy, egyenként 440 MW névleges teljesítményű blokkból áll, melyek mindegyikéhez 6–6 gőzfejlesztő berendezés tartozik.

A gőzfejlesztők fekvő elrendezésűek, egyenként 5536 db ausztenites (08H18N10T anyagminőségű) acélból készült hőátadó csövet tartalmaznak. A csövek mérete $\varnothing 16 \times 1,4$ mm, hosszúságuk átlagosan 12 m. A hőátadó csövekre ható károsodási folyamatok eredetük szerint – két fő csoportra osztva – mechanikai és kémiai okokra vezethetők vissza. Az első csoportba tartoznak a fáradásból, a vibrációból, az egymással érintkező szerkezeti elemek kopásából, a folyadékáramlás hatására bekövetkező eróziós hatásokból, a berendezésbe véletlenül bekerült idegen testek okozta beütődésekből származó meghibásodások, míg a második csoportba a sorolhatók a primer- és szekunderköri hőhordozóban található szennyeződések hatására megindult korróziós, feszültségkorróziós, réskorróziós folyamatok.

Az esetleg megindult károsodási folyamatok időben történő felderítésére, a detektált hibák monitorozására meghatározott időközönként a hőátadó csövek örvényáramos vizsgálatra kerül sor.

Rendkívül fontos, hogy amennyiben a vizsgálat a gőzfejlesztő felső csősorában tár fel indikációt, minden esetben sor kerül a kérdéses cső roncsolásos vizsgálatára is. Ennek a vizsgálatnak kettős célja van. Egyrészt lehetőséget biztosít a károsodás jellegének pontosabb megismerésére, másrészt ez által összehasonlíthatóvá válik az elvégzett roncsolásmentes vizsgálattal jelzett hibaméretet a valós – roncsolásos vizsgálattal meghatározott – hibamélységgel.

kapunk, ami alapján láthatóan pontosan meg tudjuk határozni a falvastagság csökkenés mértékét, de a hiba jellegéről, morfológiájáról szinte semmiféle információt nem nyerünk. Érdekes és tanulságos lehet összehasonlítani a kiértékelt örvényáramos szignált és az adott helyen a valóságban elhelyezkedő hibát. Az 1. ábrán a 25/1 koordinátájú hőátadó csövön lévő hibáról kapott örvényáramos szignált láthatjuk, a 2. ábrán pedig az adott helyen lévő anyaghibákról készült felvételt.



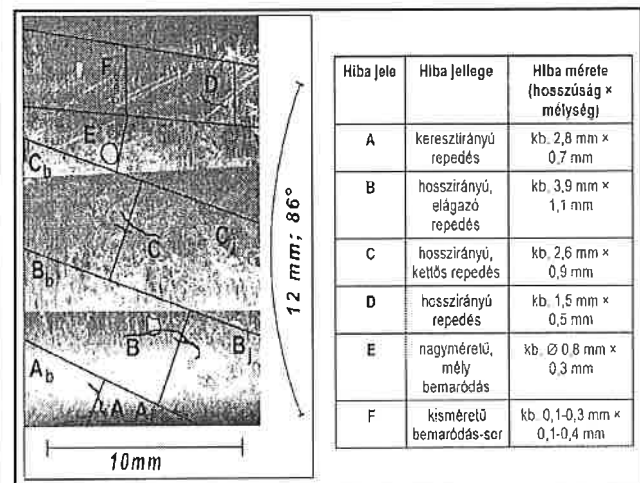
1. ábra

1. táblázat

Év	Blokk	GF	cső koordináta	örvényáramos vizsgálat eredménye	roncsolásos vizsgálat eredménye
1997	2	3	25/1	77%	79%
1998	3	3	33/1	61%	57%
1999	4	1	63/1	77%	85%
2000	2	3	17/1	94%	95%
2002	3	3	61/1	80%	70%

Az 1. táblázatban az eddig elvégzett összehasonlító vizsgálatok eredményeit foglaljuk össze. A táblázatban látható %-os értékek a hiba mélységét a falvastagság %-ában fejezik ki. Látható, hogy az örvényáramos vizsgálat rendkívül jó „előjelzést” adott a hiba valós mélységére. Az eltérés a roncsolásmentes és a roncsolásos vizsgálat eredménye között egy esetben sem haladta meg a falvastagság 10%-át, ami igen jó eredménynek mondható. Természetesen a felső csősorból kivágott csőminta metallográfiai vizsgálata egyéb előnyökkel is jár. Az örvényáramos vizsgálat során a hibáról – az adott vizsgálati módszerrel („bobbín” szondás mérés” – mindössze egy örvényáramos hibajel

A 2. ábrán jól látható, hogy a kérdéses területen nem csak egy, hanem több hiba is előfordult. Az örvényáramos vizsgálat eredményével történő összehasonlításkor természetesen a legmélyebb hibaindikációt („B” jelű hiba, mélysége 1,1 mm) vettük figyelembe.



2. ábra

¹ CORWELD Kft., Budapest

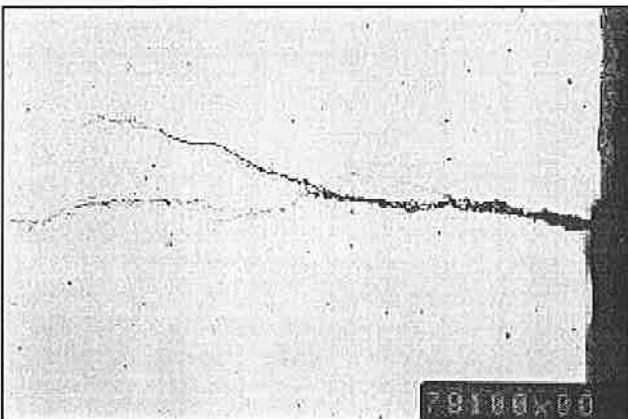
² ET3 (MSZ EN 473), Level 2A QDA (SNT-TC-1A), főberendezés-vizsgáló csoportvezető, Paksi Atomerőmű Rt. Anyagvizsgálati Osztály, Roncsolásmentes Laboratórium

A 3. és a 4. ábrán a 25/1 koordinátájú hőátadó csőről készült további felvételek láthatók.

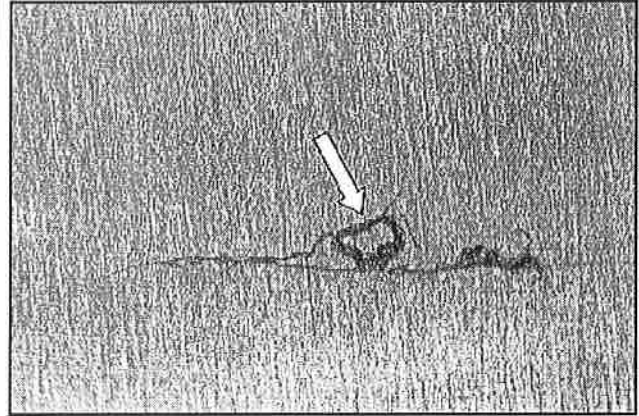
Mint az 1. ábrán is látható, az örvényáramos szignál feszültség



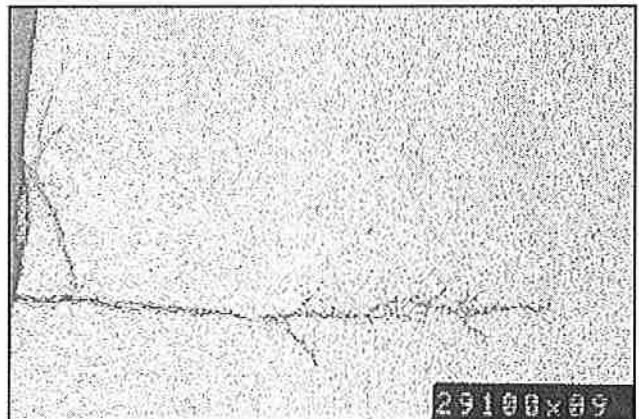
3. ábra



4. ábra



6. ábra

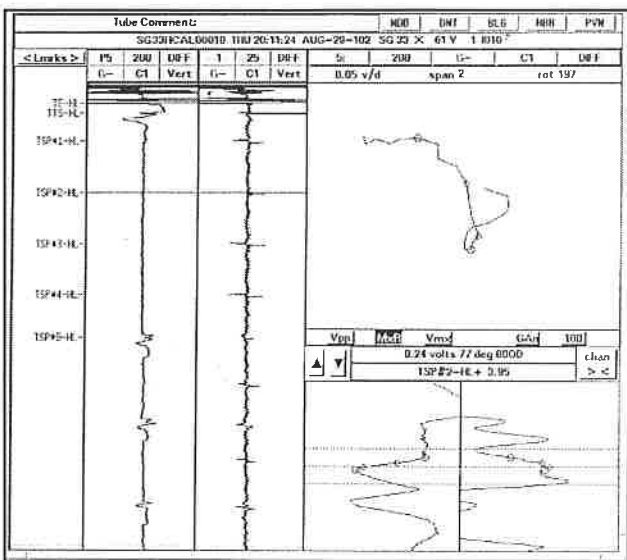


7. ábra

értéke (amplitúdója) 1,57 V, tehát a jelet viszonylag nagy térfogati jellemzővel bíró hibaként lehetett értékelni. Az elvégzett metallográfiai vizsgálat visszaigazolta ezt az előrejelzést, hiszen az adott keresztmetszeten több hibát is feltártak.

A 2002-ben kivágott 61/1 koordinátájú hőátadó csövön az örvényáramos vizsgálat 80% mélységű, nagyon kis amplitúdójú hibát azonosított (0,24 V). A nagyon felerősített örvényáramos szignál az 5. ábrán látható. Az elvégzett roncsolásos vizsgálat az adott területen hajszálrepedéseket tárt fel, 70%-os maximális mélységgel (6. és 7. ábra).

Ebben az esetben a különbség az örvényáramos mérés eredménye között 10%, ami az eddig kivágott 5 db csőminta eredményét figyelembe véve a legnagyobb különbség, de elmondható, hogy nem nagyobb, mint az örvényáramos vizsgálat mérési bizonytalanságának a szakirodalomban megtalálható mértéke. A szakirodalom tanulmányozása során ekkora hibamélységnél általában $\pm 10\%$ -ot említenek, sekélyebb hibák esetében az eltérés lényegesen nagyobb is lehet. A viszonylagosan nagyobb eltérést a jelamplitúdó csekély mértékével lehet magyarázni, hiszen a hibamélység megállapítása a jel fázisszögének meghatározásával történik, ami ebben – mint az 5. ábrán is látható – nem teljesen egyértelműen volt megállapítható. Ilyen körülmények között a 80%-os mélység meghatározás kifejezetten értékelhető. Figyelemre méltó, hogy amíg a jelerősítés (span) értéke az 1. ábrán bemutatott jel esetében 17 volt, az 5. ábrán bemutatott esetben mindössze 2, ami a jel maximális felerősítését jelenti.



5. ábra

Összefoglalás

Amennyiben a vizsgálat a gőzfejlesztő felső csősorában tár fel indikációt, minden esetben célszerű a kérdéses cső roncsolásos vizsgálata is. Ennek a vizsgálatnak kettős célja van. Egyrészt lehetőséget biztosít a károsodás jellegének pontosabb megismerésére, másrészt ez által összehasonlíthatóvá válik az elvégzett roncsolásmentes vizsgálattal jelzett hibaméret a valós – roncsolásos vizsgálattal meghatározott – hibamélységgel. A Pakson végrehajtott cső kivágások és az elvégzett roncsolásos vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy az örvényáramos vizsgálat megbízhatóan detektálja az előforduló anyagfolytonossági hiányokat, és a vizsgálattal meghatározott hibamélység jól közelíti a valóságos értéket, még a kifejezetten vékony, hajszálrepedések esetében is.