

Örvényáramú csővizsgálatok

Skopál István* – Klausz Gábor*

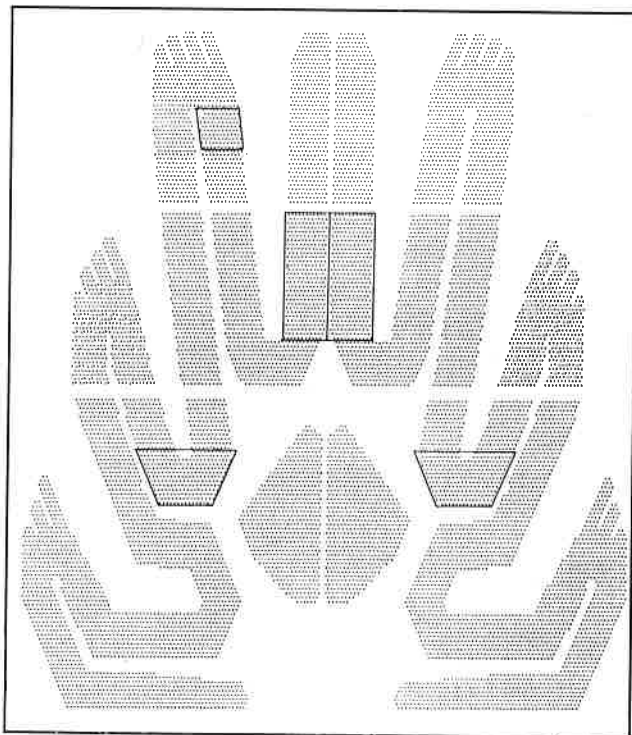
Bevezető

Az utóbbi évek folyamán az AGMI Rt. Rongcsolásmentes Vizsgálati Laboratóriumának egyik fő tevékenységévé vált a különféle csőrendszer-ek örvényáramú vizsgálata. Megbízások alapján rendszeresen foglalkozunk ilyen jellegű állapotellenőrzésekkel és speciális célú – a vizsgálati technológia kidolgozását is magában foglaló – fejlesztésekkel. (*) A következőkben ismertetésre kerülő munkák egy-egy, legalább is hazai viszonylatban újszerű vonásukkal tűnnek ki ezen, az egyébként már hagyományosnak tekinthető, területen.

Atomerőművi hőcserélő csövek vizsgálata

Immár hatodik éve, a jelenlegi mérőrendszerrel negyedik éve, vizsgáljuk a Paksi Atomerőmű Rt. szekunderköri kondenzátoraihoz tartozó, sárgaréz hőátadó csöveket. A csövek átmérője 28 mm, falvastagsága 1 mm, a vizsgálati hossz 9 m.

Az eredeti, Nukem ECU 20.00 típusú, kétfrekvenciás, belső differencia szondával dolgozó berendezést számítógépes mérésadatgyűjtővel egészítettük ki, megteremtve egyúttal az automatikus kiértékelést és a hosszú távú archiválást is. A számítógép tárolja azt a csőtérképet is, amelyen kijelölhetők a vizsgálandó szektorok és nyomon követhetők a már ellenőrzött csövek (1. ábra).

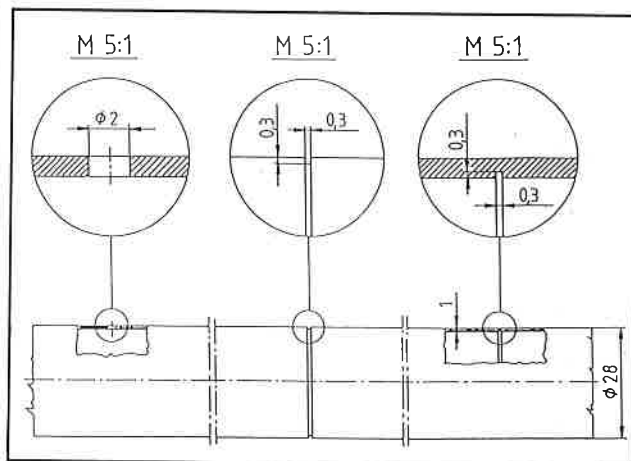


1. ábra. Csőtérkép a vizsgálatra kijelölt szektorokkal

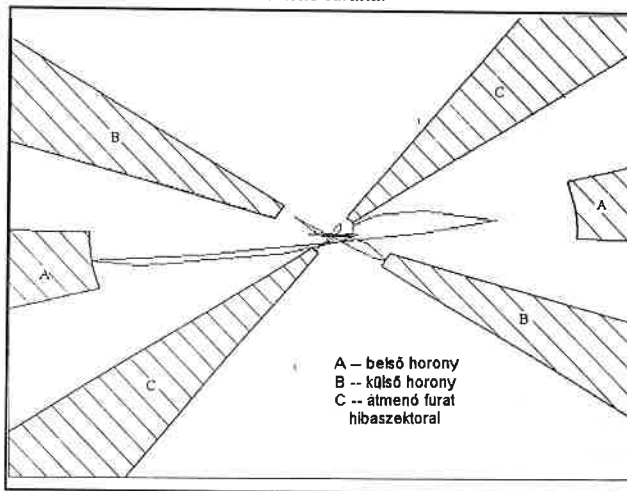
A rendszert egy mesterséges hibákat (furat, valamint külső és belső, gyűrű alakú horony) tartalmazó etalon hőcserélő cső (2. ábra) segítségével kalibráltuk. Ezzel határoztuk meg azt az optimális frekvenciapárt is, amelyen az említett háromféle hiba az indikációk fázishelyzete alapján jól megkülönböztethető egymástól (3. ábra).

Az ez ideig észlelt hibák 99%-a belső felületen kialakult korróziós kráter volt. Túl a közvetlen hibakimutatáson, – a korrodált csövek egy részét kivágatva és a hibákat föltárva – összefüggést állapítottunk meg az örvényáramú indikációk mértéke és a hibák súlyossága között (4. ábra).

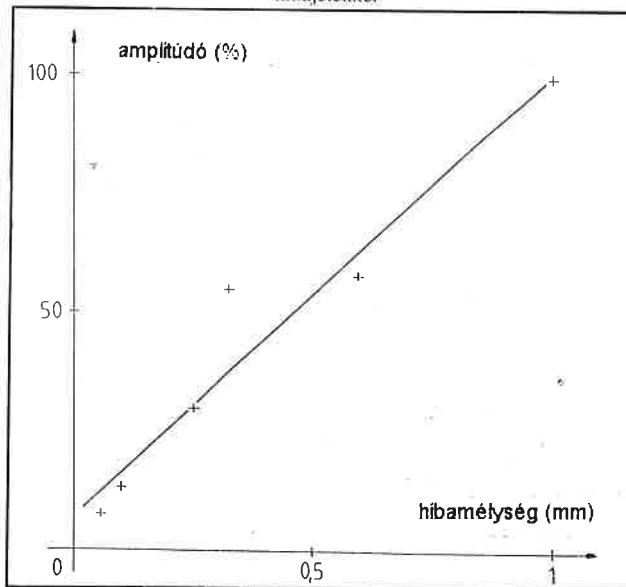
* Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt. (AGMI Rt.)



2. ábra. Kondenzátorcső – etalon külső és belső horonnyal, valamint átmenő furattal



3. ábra. Vektordiagram a hibatartományokkal és az etalonról kapott hibajelekkel



4. ábra. A föltárt belső hibák indikációinak nagysága a mélységük függvényében

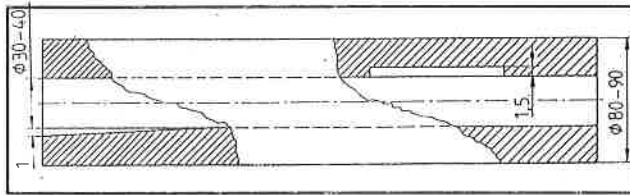
Hangsúlyozandó, hogy a hibák (legnagyobb) mélysége mellett azok térfogata is lényeges. Ezért előfordulhatnak az egyszerű arányosság egyeneséhez képest kiugró pontok is a diagramon. A hibafeltárás azért fontos, mert így nem csak a mesterséges hibák jeleire vagyunk utalva a kiértékelésnél, a talált összefüggés pedig azért, mert igazolja azt, hogy a belső horony adekvát referencia hibája a korróziós krátereknek, legalább is az adott esetben.

Távlati célként a csövek várható élettartamának becslését tűztük ki. Az ezt elősegítő számítógépes program elkészítése a közeljövő egyik feladata.

Vegyipari reaktorcsövek vizsgálata

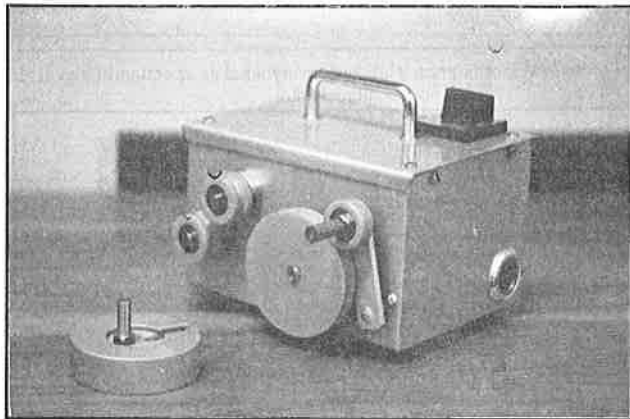
Nagy nyomásnak és magas hőmérsékletnek kitett, vastag falú reaktorcsövek belső palástján kialakuló fáradási repedések földelésére egy belső abszolút szondás vizsgálórendszert fejlesztettünk ki a Tisza Vegyi Kombinát Rt. részére.

A csövek gyártástechnológiája és az üzem közben fellépő feszültségek miatt csak hosszirányú repedések várhatók. Ennek megfelelően készült el az etalon, egy állandó és egy egyenletesen változó mélységű hosszanti horonnyal (5. ábra).



5. ábra. Etalon reaktorcső hosszanti, 0,6 mm széles homyokkal.

A rendszer újdonsága az, hogy az örvényáramú készüléket két, személyi számítógépbe épített elektronikus kártya helyettesíti. Ezekre épül a gerjesztés és a jelfeldolgozás, maga a számítógép pedig, természetesen, kijelzőként és tárolóként is funkcionál. Minden vizsgálati paraméter szoftveres úton állítható be, a kiértékelést – ideértve az állapotkövetést is – program támogatja. (E téma részleteit egy külön poszteren mutatjuk be.) Saját tervezésű és készítésű a szondamozgató egység is, amely nélkül a többször tízméteres csőszakaszok igen nehezen lennének vizsgálhatók (6. ábra). A szondát sűrített levegővel lövik be a csőbe és mechanikus vontatóval – egyenletesen – húzzák vissza onnan. A visszahúzás és a mérés szinkronizált.

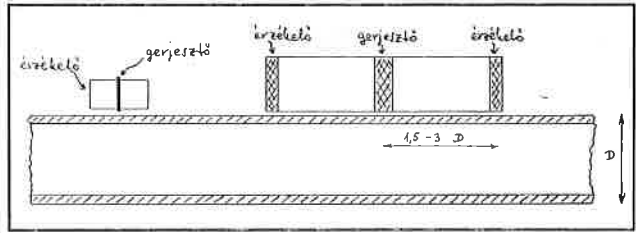


6. ábra. A szondamozgató segédesszközei: kábelvontató és fűvókás fel-

Erőművi forrcsövek vizsgálata

A Dunamenti Erőmű Rt. megbízásából végzett eszközfejlesztés és a közös munkával jelenleg is folyó üzemi próbák célja az, hogy gyors és olcsó módszert adjon a kazánokban lévő forrcsövek állapotának rendszeres ellenőrzésére, kiváltva a sokkal kevésbé hatékony és nagy előkészületet igénylő ultrahangos falvastagságmérést. A közvetlen feladat a csövek belső korróziója vagy eróziója miatt kialakult, veszélyes mértékű falvékonyodások földelése.

A megoldás érdekessége, a ma még ritkán alkalmazott, a távoli tér érzékelésén alapuló szonda [1,2]. Ilyen szondában az érzékelő tekercset a gerjesztő tekercstől több, mint egy csőátmérőnyire helyezik el, tehát az attól távoli – a csőfalban indukált örvényáramok által is befolyásolt – mágneses tér kelt bennük feszültséget (7. ábra). Ez az elrendezés azért

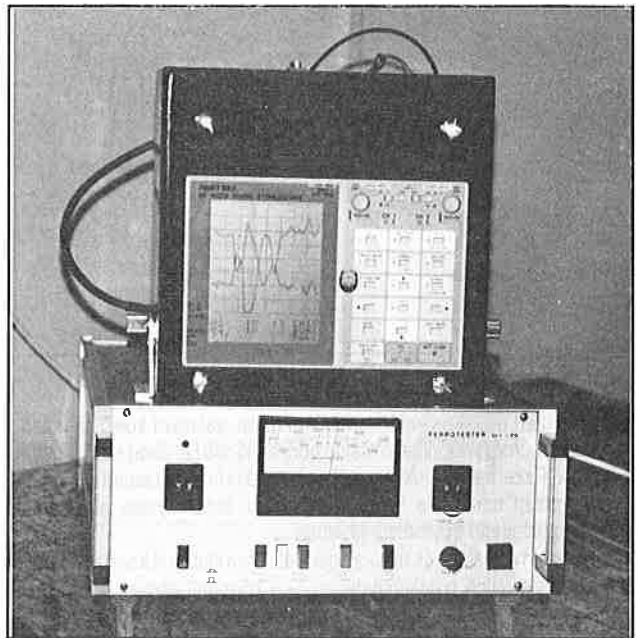


7. ábra. Egy hagyományos szegmensszonda és egy távoli térű szonda

előnyös, mert vele még vastag falú csöveknél is közel azonos érzékenységgel mutathatók ki a külső és a belső hibák. Jelen esetben az 5-6 mm falvastagságú, ferromágneses forrcsövek belső felülete vált így kívülről vizsgálhatóvá (8. ábra).

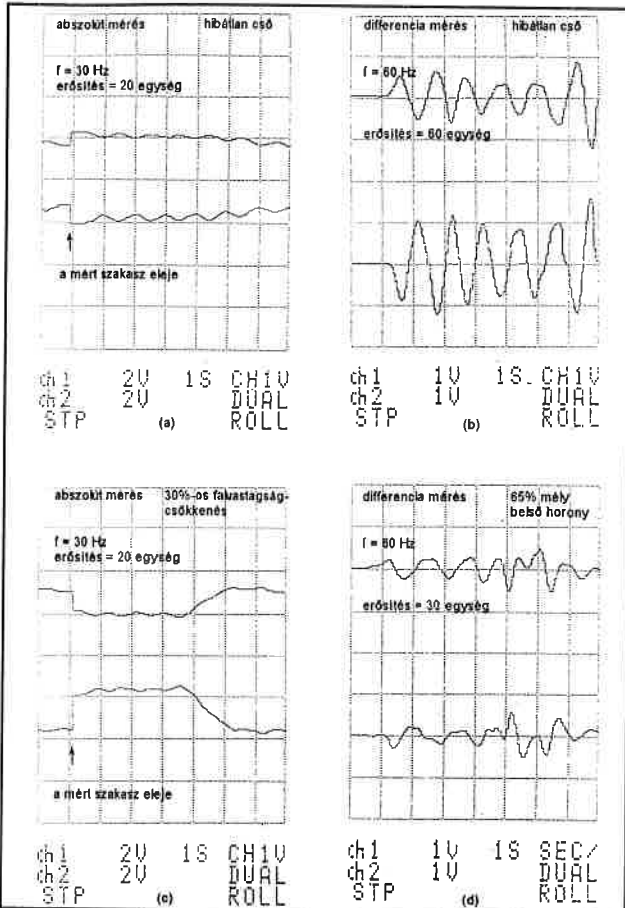


8. ábra. Egyenes forrcsőszakaszok vizsgálatára kifejlesztett szonda



9. ábra. A forrcsővizsgálat örvényáramú készüléke (Ferrotest MT-29; KFK1)

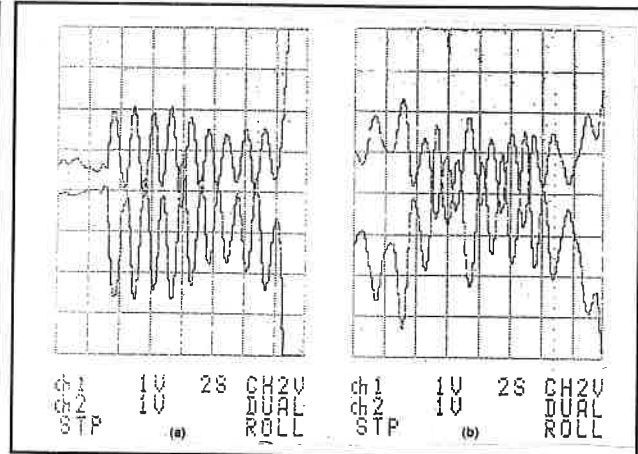
A szonda gerjesztését és jelének földolgozását a KFKI gyártmányú, Ferrotester MT-29-es típusú – tároló oszcilloszkóppal, mint kijelzővel és archiválóval felszerelt – készülék végzi (9. ábra). A mérőrendszer egyaránt működtethető abszolút és differencia üzemmódban. Abszolút méréssel föltérképezhető a nagy méretű csőhibák kiterjedése és súlyossága, míg a differencia mérés a kisebb kráterek kimutatásának lehet érzékeny módszere.



10. ábra. Etalon-források regisztrátumai

Aszonda és az eljárás alkalmasságát demonstrálják a 10. ábra regisztrátumai, amelyeket 57×5 mm névleges méretű etalon forrásokon vettünk föl. A kétféle mesterséges hiba – az 500 mm hosszú, 30%-os, koncentrikus falvastagság-csökkenés és az 50 mm hosszú, 20 mm széles, 65% mélységű, ívelt fenékű horony – kiterjedt faleróziót, illetve helyi korróziós krátert hivatott modellezni.

A 11. ábrán az egyik kazánból kivágott két csőszakasz differencia üzemen készített regisztrátumai láthatók. Az egyik cső hibás volt: kb. 200 mm hosszan három helyen indult meg benne a réz okozta korrózió, és a kis kráterek legnagyobb mélysége meghaladta az eredeti falvastagság 20%-át. A másik csőben viszont, endoszkóppal végignézeve, nem találtunk



11. ábra. Kazánból kivágott hibátlan (a) és korróziós krátereket tartalmazó (b) cső jele; differencia mérés, frekvencia = 30 Hz

belső falhibát. Ez a cső a többiekéhez képest jóval nagyobb jelhullámosságával tűnt ki, ami – az utólagos mérések szerint – csak a keménység nagyobb mérvű ingadozásához köthető. A hibákra tehát, összevetve a két jelet, a hullámosság szabálytalansága utal ez esetben. A jelhullámosság a raktárból származó etalon csőveknél is megfigyelhető (10. ábra), és végső soron a gyártástechnológiával hozható összefüggésbe. Ennek a zavaró tényezőnek a kiszűrése a továbbfejlesztés egyik iránya.

A módszer érzékenységét jól jellemzi az, hogy 0,2 mm-nél nem mélyebb – ultrahanggal észrevehetetlen – korróziós foltokat is sikerült vele kimutatni. Két kérdés azonban fölvetődik ezzel kapcsolatban: Milyen egyéb olyan elváltozások történhetnek itt a csőfalban, amelyek végül – dacára az elhanyagolható anyaghiánynak – észrevehető hibaindikációt eredményeznek? Továbbá, mennyire súlyosnak tekintendő egy ilyen hiba?

Az üzemi próbákat a kivágott csőveken elvégzett feltárások és mechanikai, esetleg egyéb más mérések követik. Ezekre támaszkodva próbálunk a jelenleginél pontosabb hibakritériumokat megállapítani.

Összefoglalás

Az itt vázolt, csőrendszerek üzemi ellenőrzésére használt örvényáramú vizsgálatok igen nagy anyagfelületek gyors végigpásztázására adnak módot, tehát az ellenőrzés alkalmanként az összes csőre és azok teljes hosszára kiterjedhet. Ezzel pedig megalapozható az ilyen rendszerek állapotának hosszú távú követése, amire föltétlenül szükség van, akár élettartamot akarunk becsülni, akár az esetenkénti talált elváltozások veszélyességét akarjuk megítélni, kellő biztonsággal.

* A fejlesztő munkában állandó partnerünk a Központi Fizikai Kutató Intézet Szilárdtestfizikai Kutató Intézetének Tóth Ferenc vezette laboratóriuma.

952 071 149/166

Irodalom

- [1] T. R. Schmidt: Materials Evaluation Vol 42 pp 225–230, 1984.
- [2] Tóth Ferenc: Roncsolásmentes anyagvizsgálati eljárások és lehetőségek; KFKI Budapest, 1992.

INSPEC és SPOTCHECH PENETRÁLÓ ANYAGOK

ellenőrző etalonok

Az Ön partnere az anyagvizsgálatban

GRIMAS® IPARI KERESKEDELEM

tel: 277-4470 fax: 276-0557

MÁGNESES VIZSGÁLÓESZKÖZÖK

kézimágnes, Berthold-tárcsa, UV lámpák, és
egyéb eszközök