

Ha valamilyen jelértékelő szoftver vagy a radiológiai vizsgálat kétdimenziós képet szolgáltat, akkor a képek pixelenként vonhatók össze. Ez a módszer segít kezelni azt az esetet, ha több vizsgálat képei elárasztják az értékelő szakembert.

A TriAs rendszer jelfeldolgozó szoftverét az ULISES programot a spanyol Tecnomat cég szállította. A reaktor vizsgálatára, így a TR1 etalon hegesztési varratának vizsgálatára is nyolc csatornát használtunk. E nyolc csatorna értékelése után nyert C- és D-képeket vontuk össze egy-egy képpé pixelenként statisztikai átlagolással. A keresztmetszeti, D-kép átlagolásának eredményét a 8. ábrán mutatjuk be. A kép jól

mutatja, hogy a tervezett műhibák mellett számos természetes hiba is van a varratban. Az átlagolás során az is kiderült, hogy a módszer zajszerűsége is kiválóan alkalmas.

Természetesen elkezdtük a munkát más fúziós módszer kipróbálására is. A fuzzy-logic elméletre alapozott módszer biztat a legjobban használható eredménnyel, mert az alkalmazott technikák és technológiák megbízhatóságát is figyelembe veszi.

Összefoglalás

Az elvégzett elemzések bizonyították, hogy a TriAs rendszer alkalmas a reaktortest megbíz-

ható és rekonstruálható vizsgálatára. Az eredmények összevethetőek a reaktor belső vizsgálatának eredményeivel. A modell elemzésénél használt módszerek, különösen a megfelelő adatfúziós elemzés, alkalmazhatóak lesznek a reaktortest vizsgálatánál is, és eszközei lehetnek egy szakértői rendszernek.

952 057 003/160

Irodalom

- [1] Fücsök Ferenc–Palásti József: A reaktortest-modell ultrahangos vizsgálatai, Gép 1994. március 44–48. old. (á. 7. h. 3.)
- [2] X. E. Gros, P. Strachan, D. Lowden, I. Edwards: NDT Data Fusion. Proc. of 6th ECNDT 24–28 October 1994. Nice, France pp. 355–359.

Reaktortartály-vizsgálatok eredményeinek értékelése

Dr. Pinczés János*

Bevezetés

A reaktortartály külső vizsgálatánál alkalmazott USZK rendszer kiváltása a TriAs rendszerrel új lehetőségeket teremt a tartályok állapotának figyelése terén (lásd az 55. oldalon). Az USZK rendszer alapvető feladata a tervező által veszélyesnek ítélt hibák felderítése volt, (lásd az 51. oldalon).

Az USZK alkalmazásakor az anyagvizsgálóknak az ultrahangos (UH) képernyő alapján azonnal döntenie kellett a reflexió további „sorsáról”. A rendszer csak kézi adatregisztrációra volt alkalmas.

A TriAs vizsgálatok során alkalmazott UH vizsgálófejek, illetve az automatikus gépi adatgyűjtés eredményeként hatalmas mértékben megnőtt a tartályok állapotáról rendelkezésünkre álló információ, (lásd az 53. és az 55. oldalon). Az eddigi „hibakereső” vizsgálatot felváltotta az állapotfigyelő vizsgálat. A TriAs rendszerre jellemző igen jó jel/zaj viszony lehetővé teszi a viszonylag kis méretű reflexiók felderítését is, ami megfelelő alapot szolgáltat a reflexiók statisztikai feldolgozásához. Az eddigi vizsgálatok azt mutatják, hogy speciális kritériumok alapján célszerű kiszűrni az egyértelműen megjelenő reflektorokat a felvételen szereplő egyéb jelek közül (lásd az 55. oldalon). Ez azért lényeges, mert másképp kell értelmezni az egyszeri vizsgálatok során keletkező információt, illetve a többszörösen igazoltan jelenlévő reflektorokra jellemző adatokat.

A reflektorok jellemzői

Amikor reflektorokról (reflexiókról) beszélünk, általában azok egyedi jellemzőire gondolunk. Ilyen egyedi jellemzők:

- a reflektor jellege (típusa);
- a reflektor mérete;
- a reflektor helye;
- a reflektor „életrajza”.

Hibakereső eljárások esetén a reflektor fejlődésére vonatkozóan általában nem rendelkezünk információval. Állapotfigyelő vizsgálatok során ez a négy jellemző közel azonos rangra emelkedik.

Állapotfigyelés során új tényezőként jelennek meg a reflektorhalmazok jellemzői. A vizsgált területen elhelyezkedő reflektorok alapvető csoportosított jellemzői:

- a reflektorok mennyisége;
- a területen belüli eloszlásuk;
- nagyság szerinti eloszlás;
- a csoportok „életrajza”.

Az állapotfigyelésre, állapotértékelésre kiépülő adatbázis – a jelenlegi elképzeléseink szerint – a fenti jellemzők köré csoportosítva működhet sikeresen.

Az állapotfigyelés alapvető feltételei

A reflektorok, reflektorcsoportok jellemzőinek pontos feltérképezéséhez elengedhetetlen a következő feltételek megléte:

- megfelelő mennyiségű vizsgálat;
- fejlett vizsgálóeszközök;
- fejlett vizsgálati technológia;
- gépi alapértékelés;
- statisztikai kiértékelési rendszer.

Ezen feltételek jelentős része rendelkezésre áll a reaktorvizsgálatok során. Hosszabb távon (4–5 év) az automatikus gépi vizsgálatokra alapozva kiépíthető egy komplex számítógépes adatbázis, amely gyors és megbízható adatszolgáltatásra képes.

Az eddigi eredmények összegzése

A TriAs rendszerrel végzett közel két éves munka során sok tapasztalatot sikerült összegyűjteni. Jelenleg ezen tapasztalatok általánosítása, pontosítása folyik.

A reflektorok egyedi jellemzőivel kapcsolatban a következő tapasztalatokat szűrtük le:

1. Eddig (1995. március) csupán egyetlen varrat van, amelyet a TriAs rendszerrel, két egymást követő évben vizsgáltunk (1993 és 1994). Lényegében csak ezt a varratot vehetjük alapul – a reflektorok általunk megfogalmazott kritériumai miatt (lásd az 55. oldalon) – a részletesebb értékeléseknél. Ugyanakkor megállapítható, hogy az itt feltárt összefüggések jellemzőek a többi varratnál eddig „csak” reflexióként kezelt jelekre is.

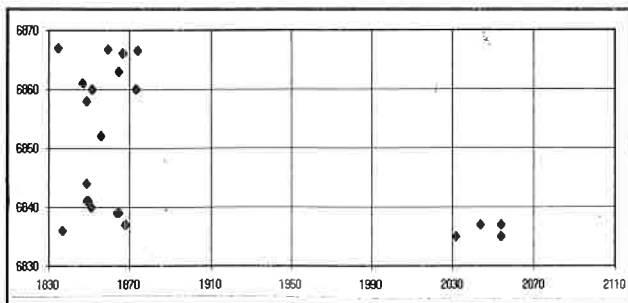
2. A különböző, egymástól teljesen független vizsgálatok – (pl. külső és belső vizsgálat, illetve két különböző évben végzett TriAs vizsgálat) – során kapott koordináták, az egyértelműen reflektorként jelölt jelek esetén, jó megfelelést mutatnak. A fentebb említett varratnál található két reflektor (11. és 41. sorszámuak) fontosabb adatait az 1. táblázat tartalmazza. A 11. számú reflektort gyakorlatilag 7 független vizsgálat során regisztráltuk. Ezen reflektor elhelyezkedésére vonatkozóan szemléletes képet ad az 1. ábra, ahol X-Y koordináta-rendszerben, illetve a 2. ábra, ahol X-Z koordináta-rendszerben láthatóak a táblázatbeli adatok. Az 1983-as adatok a beszállításkor végzett kézi vizsgálat eredményeit tükrözik. A gépi vizsgálatok között fellelhető koordináta-eltérések alapvetően a kiindulási koordináták felvételekor elkövetett apróbb hibákra vezethetők vissza. A 2. ábrán látható, hogy a viszonylag nagy mélység és a különböző besugárzási szög ellenére a mélységkoordináták (Z) között minimális eltérés tapasztalható.

Az itt bemutatott eltérések (pontosság) jellemzőek az eddig elvégzett többi vizsgálat során is. Erre alapozva foglalmaztuk meg a reflektorokra vonatkozó kritériumokat is.

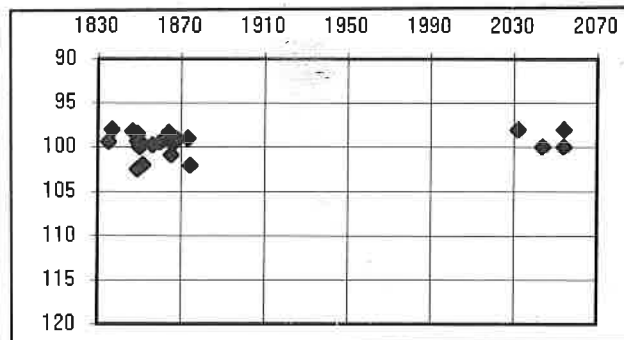
* Paksi Atomerőmű Rt.

Reflektor sorszáma	Sorszám az adatbázisban	Vizsgálófej besug. szög, °	Besugárzási irány	X, mm	Y, mm	Z, mm	DKTRkr (korrigált), mm	Vizsgálat éve
11	32	0	0	1835	6867	99	3,9	1994
11	8	35	0	1837	6836	98	1,3	1993
11	16	35	0	1847	6861	98	1,4	1994
11	9	35	180	1849	6841	99	1,3	1993
11	10	0	0	1849	6844	99	3,8	1993
11	22	45	0	1849	6858	103	1,1	1994
11	11	60	0	1850	6841	100	1,5	1993
11	12	45	180	1851	6840	100	1,5	1993
11	14	0		1852	6860	102	7,1	1993
11	2	35	180	1860	6867	100	1,6	1994
11	13	45	0	1864	6839	98	1,0	1993
11	14	60	180	1865	6839	99	1,6	1993
11	15	35	0	1865	6863	101	1,4	1994
11	9	0	180	1867	6866	99	4,1	1994
11	15	0	180	1868	6837	99	4,2	1993
11	14	0		1873	6860	99	10,0	1989
11	4	45	180	1874	6867	102	1,5	1994
11	1			2032	6835	98	4,2	1983
11	2			2044	6837	100	3,0	1983
11	3			2044	6837	100	4,0	1983
11	4			2054	6835	98	3,0	1983
11	5			2054	6837	100	3,8	1983
11	6			2054	6837	100	4,5	1983
41	2	0		11125	6900	106	8,5	1991
41	2	0		11142	6895	94	12,0	1989
41	60	35	0	11144	6874	102	1,1	1993
41	59	35	180	11144	6873	102	1,1	1993
41	61	45	180	11147	6871	107	1,0	1993
41	62	0	0	11148	6874	102	2,9	1993
41	63	0	180	11162	6877	102	2,9	1993
41	37	0	0	11164	6901	103	3,9	1994
41	64	45	0	11167	6876	103	1,0	1993
41	35	45	0	11171	6899	102	1,3	1994
41	12	0	180	11174	6899	102	3,9	1994
41	10			11231	6903	98	2,0	1983
41	12			11231	6903	102	2,5	1983
41	11			11231	6903	102	3,6	1983
41	13			11231	6870	100	4,5	1983

1. táblázat. A 11. és 42. sorszámú reflektorok fontosabb adatai



1. ábra. A 11. reflektor elhelyezkedése az X-Y koordináta-rendszerben



2. ábra. A 11. reflektor elhelyezkedése az X-Z koordináta-rendszerben

3. A reflektorok típusára vonatkozóan a jelenlegi TriAs technológia kevésbé kidolgozott. A most készülő fejlesztések ezen a téren is minőségi előrelépést tesznek lehetővé.

Az eddigi tapasztalatok szerint az alapanyagban feltárt reflektorok kivétel nélkül térfogatos jellegűek. A plattírozás és az alapanyag határfeületén plattírozástapadási rendellenességeket tártunk fel. Ez főleg az I-es tartályra jellemző.

4. Az egyes reflektorok méretére, illetve „életrajzára” vonatkozó információk alapjait most rakjuk le. Az 1. táblázatban szereplő két reflektor adatai jól mutatják, hogy a belső vizsgálat és az egyéb (TriAs és kézi) vizsgálatok méretmeghatározásának eredménye jelentősen eltér egymástól (merőleges fej). Mai álláspontunk szerint az adott reflektorok valós méretét illetően a TriAs és kézi vizsgálatok eredményei járnak közelebb a valósághoz.

A reflektorok csoportos jellemzőinek elemzésekor a következő tapasztalatokra tettünk szert:

1. A reflektorok területi elhelyezkedésére vonatkozó általános következtetések leszűréséhez még nem áll elég adat a rendelkezésünkre. Várhatóan az év (1995) végére jutunk olyan adatbázishoz, amely segítségével az UH vizsgálatok alapján is kijelölhetjük a tartályok „reflektorok által sűrűn lakott” területeit, illetve a tartályok állapota szempontjából érdekes reflektorok körzeteit. Az már most megállapítható, hogy a plattírozástapadási anomáliák külön kérdéskört alkotnak.

2. A nagyság szerint eloszlás vizsgálata mind a reflektorok, mind a reflexiók esetében elvégezhető. Az eddigi elemzések alapján leszűrt tapasztalatok:

- a reflektorok többfajta statisztikai eloszlással is leírhatók mind elméletileg, mind gyakorlatilag;
- az általánosan használható eloszlás az exponenciális. Alapvető formája az adott esetben:

$$N = N_0 \cdot \exp[-\lambda(D-D_0)]$$

ahol

N – az adott osztályba tartozó reflektorok száma;

N_0 – szórótényező (pl. legjobb illeszkedés alapján);

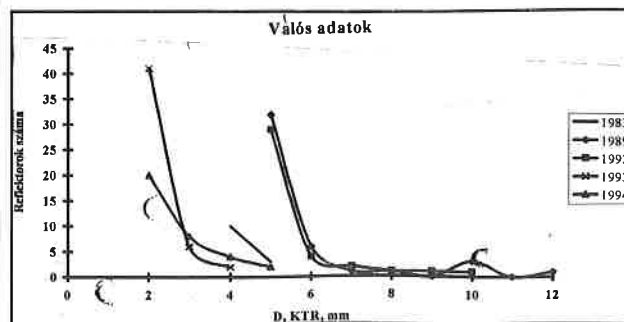
λ – valószínűségi változó;

D – ekvivalens D_{KTR} ;

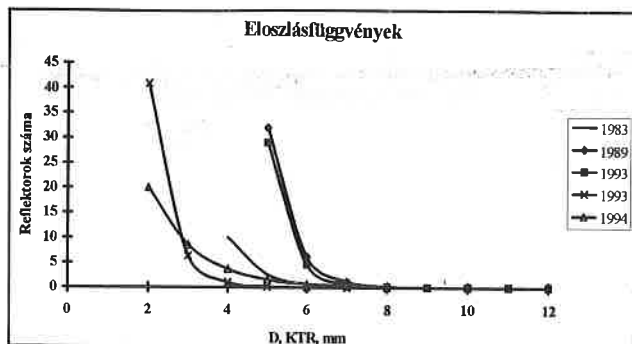
D_0 – „érzékenységi” szint.

A 3. ábrán az eredeti adatok alapján készült eloszlások láthatók (a TriAs rendszerrel kétszer vizsgált varrat esetén). A 4. ábra az optimalizált exponenciális eloszlásokat mutatja ugyanezen adatbázis esetén.

A szakirodalomban az állapotfigyelés területén – a TriAs vizsgálatok eredményeinek feldolgozása során alkalmazott módszerektől függetlenül – hasonló eloszlások bevezetésére található javaslat [5].



3. ábra. Valós eloszlások



4. ábra. Exponenciális eloszlások

3. Az eloszlásfüggvények alapján levonható néhány következtetés:
– az egyes gépi vizsgálatok eredményei alapvetően a D_0 érzékenységi szintben térnek el egymástól;

– az egyes vizsgálatcsoportokon belül (pl. TriAs) kimutatható a technológiai-váltás hatása (pl. értékelés módszerében történő változás). Ez igen fontos szempont lehet az egyes évek eredményeinek összehasonlítása során, illetve az új vizsgálatok eredményeinek elfogadásakor.

952 059 161

Irodalom

- [1] Palásti József–Dr. Pinczés János: A TriAs vizsgálatok kezdeti tapasztalatai. (Előadás; TriAs '93 konferencia, Paks; 1993)
- [2] Dr. Pinczés János: A reaktortartály ultrahangos vizsgálata. (Előadás; II. Diagnosztikai továbbképzés, Balatonfüred; 1993. 11. 22.–11. 25.)
- [3] Dr. Pinczés János: Az I. blokki reaktortartályon eddig végzett ultrahangos vizsgálatok elemzése, néhány gondolat a tartály állapotáról. (Előadás; III. Diagnosztikai továbbképzés, Balatonfüred; 1995. 01. 30.–02. 01.)
- [4] Dr. János Pinczés: Conclusion of 1 year TriAs operation (Előadás; TriAs '95 konferencia, Paks; 1995. 02. 14.–02. 15.)
- [5] Dr. Rittinger János: A roncsolásmentes vizsgálat komplex fejlesztése állapotellenőrzés számára. (Előadás; III. Diagnosztikai továbbképzés, Balatonfüred; 1995. 01. 30.–02. 01. és lapunk 49. oldalán)

Csonkmodell megvalósítása az ultrahangos vizsgálat fejlesztéséhez

Tarnai György*

Mire vállalkoztunk?

A reaktortartályok időszakos ellenőrzésében 1993-ban bevezetésre került – a PA Rt. által koordinált és a NAÜ által támogatott fejlesztési program keretében – az új ultrahangos vizsgálorendszer.

A fejlesztés első szakaszában – elsősorban – az volt a kitűzött cél, hogy az USZK által ellenőrzött anyagréteg ultrahangos vizsgálatát korszerűen, reprodukálható módon és üzembiztos körülmények között lehessen elvégezni.

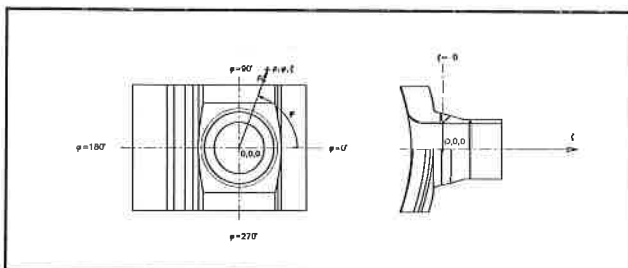
A munka során – természetesen – a PA Rt. már számolt a nemzetközileg elfogadott igényekkel is. A korszerűsítési tervekben megfogalmazódtak a reaktortartály vizsgálatfejlesztésben szándékolt folytatás legfontosabb irányai, melyeket az első lépésben megteremtett ultrahangos feltételekre lehet alapozni.

Az előbbieknél megfelelően került előtérbe a reaktortartály ellenőrzésének egyik kritikus feladata, a **csonkok és** – tágabb értelemben vett – **környezetük** vizsgálata.

Ezen a területen a geometria, a plattírozás, a tranzienstől és az ausztenites hőhatásövezet összetett vizsgálati problémát jelent. Ezért a kidolgozott vizsgálattechnológiák érzékenysége, csak az erre a célra kifejlesztett, gyártott speciális etalonok segítségével igazolható, illetve fejleszthető.

A Welmat, a PA Rt. megrendelése alapján, arra vállalkozott, hogy elkészít egy csonkmodell etalont, amely anyagában, geometriai, illetve gyártástechnológiai jellemzőiben elfogadhatóan azonos a valós helyzettel és egy tervezett műhibarendszert tartalmaz.

A kialakításra kerülő **modell** a reaktortartály főkeríngető vezetékhévez tartozó **reaktorcsonkból** (egy 1200×1700 mm-es palástdarabból), az



1. ábra.

* Welmat

átmeneti kötésből, az ún. **első kötésből** illetve a vizsgálatok modellezéséhez szükséges hosszúságú **csőszakaszokból** áll (1. ábra).

Az ábrán – két nézetben – látható a csonkmodell és a koordináta-rendszer, amely a műhibák pozicionálását szolgálja.

A munkát két – egymással szorosan összetartozó – feladatra lehet bontani,

- a csonkmodell funkcionális megtervezésére, amelynek kulcsfontosságú része a műhibarendszer megtervezése, és
- az átadott részegységek (reaktorcsonk, közdarab és egy NA 500-as csőszakasz) felhasználásával, a csonkmodell elkészítésére.

A modell kialakítása még nem fejeződött be. Előadásunkban a tervezési munkáról és a gyártás, jelen állapotához tartozó tapasztalatairól és a tervekről kívánunk beszámolni.

Először – a műhibarendszer megtervezése előtt – összegeztük a csonkmodell legfontosabb alkalmazási területeit.

A **csonkmodell felhasználásával tervezett vizsgálatfejlesztés elsődleges célja a hibakimutatás érzékenységének, reprodukálhatóságának a növelése**. Az elhelyezett műhibák segítségével el kell érni, hogy az alkalmazásra kerülő ultrahangos vizsgálattechnológiák – az adott technikai lehetőségek mellett – maximális vizsgálati biztonságot adjanak az anyaghiányok kimutatásában. A csonkmodellen elvégezhető mérésekkel lehet, kell igazolni, hogy a vizsgálati követelményeket kielégíti az adott technológia. A technikai lehetőségek fejlődése, az igények növekedése, magával hozza a technológiai változásokat is. A műhibarendszernek ezért a várható követelményeket kell modellezni.

Az ultrahangos eljárás sajátosságaiból következik, hogy a vizsgálati eredmények – ún. kisreflektorok esetében – az ismert mérőszámokban kifejezett reflexióképesség meghatározásán alapulnak. Világszerte keresik, fejlesztik azokat a módszereket, amelyekkel meg lehet növelni az ultrahangos ellenőrzés információ-tartalmát. Az egyszerűbb eljárásoknál a rutin ellenőrzés során rögzített eredmények feldolgozásával (grafikus megjelenítésével stb.) javítják az értelmezési lehetőséget. Más esetben a pontosságra kijelölt részeket újra vizsgálják az eredetileg alkalmazott eszközökkel, de eltérő paraméterekkel (pl. sürített lépésekkel). Az analízis legfejlettebb formájában, a kiemelt fontosságú helyeken megismételt vizsgálatoknál, speciális módszereket (hardvert, szoftvert) alkalmaznak.

A PA Rt. célkitűzésében is szerepel az analízissal kapcsolatos nemzetközi kutatások eredményeinek az átvétele. A csonkmodell – részben – ezeknek a módszereknek a bevezetését is szolgálja.

Az időszakos vizsgálatok során – gyakorlatilag – csak repedések keletkezését, méretnövekedését kívánjuk ellenőrizni. A vizsgálatfejlesztés célja az, hogy ezen a területen legyen a leghatékonyabb az ellenőrzési biztonság. A fejlesztés egyik legfontosabb célkitűzése az, hogy – az