

Méret-meghatározások kísérő (SAT) jelek segítségével

Palásti József* – Dr. Pinczés János* – Szabó Dénes*

Bevezetés

A Paksi Atomerőmű reaktortartályainak gépi ultrahangos vizsgálatait az elmúlt évek során folyamatosan fejlesztettük. A vizsgálóberendezés és a vizsgálófejek alapvető változást hoztak a technológiában, és igen korszerű megoldások mindennapi alkalmazását tették lehetővé [1, 2]. A fázisvezérelt ultrahangos vizsgálófejek (phased array-PA) használata vizsgálatunkat megbízhatóbbá és méréseinket pontosabbá tette.

A reaktortartályoknak a vizsgálat szempontjából egyik legkritikusabb része a plattírozás alatti terület. A plattírozás alatti repedések méretének pontosabb meghatározása már évek óta mindennapos feladatunk. Ehhez a kísérő jelek adnak nagyon jó lehetőséget. Az első vizsgálatunk biztató eredményeket adtak. Erről 1999-ben számoltunk be [3].

A további munkánk során célul tűztük ki, hogy a szokásos ultrahangos mérési pontosságnál jobb regisztrációs pontosságot érjünk el. A helyzetet bonyolította az, hogy a meglévő etalonjainkban változatos, de sajnos nem minden esetben jól definiált méretű reflektorok állnak rendelkezésre.

Méréseink során sikerült statisztikai méretű „sokaságot” felvenni, és ezzel a kvantitatív módszerek alkalmazása is lehetővé válik.

Az ultrahangos mérések

A roncsolásmentes vizsgálatok első legfontosabb szempontja az anyagban található anyagfolytonossági hiányok biztonságos regisztrálása.

A regisztrálás után a reflektor méretének lehető legpontosabb meghatározása következik. Ez már mérési feladat, és annak pontossága más kategóriába esik, mint a szokásos esetekben.

Tájékozódásaink során az ultrahangos szakemberek az következő értékeket adták meg:

Általános esetben a reflektor körtárcsa egyenértékének (KTR) meghatározási pontossága: $\pm 1,0 - 1,5$ mm.

Általános esetben a reflektor X, Y, Z koordináta irányába eső méretének meghatározási pontossága: $\pm 2,0 - 5,0$ mm.

Mind ezek erősen függnek a hiány anyagban elfoglalt helyétől, orientációjától és az alkalmazott vizsgálóegységtől, de leginkább az ultrahang-nyaláb méretétől. A cél tehát olyan vizsgálati rendszerek kialakítása, amelyek ennél kisebb tűréssel és gyorsabban tegyik lehetővé a méret-meghatározást.

A kísérő (satellit) jelekkel történő méréshez meg kell találni a reflektort, meg kell keresni azt a pozíciót, ahol a satellitek a lehető legjobban regisztrálhatók. Meg kell mérni a jelek távolságát, és egy átszámítás után rendelkezésünkre áll a reflektor kalkulált mérete. Szándékaink szerint ezzel még közelebb lehet kerülni az anyagfolytonossági hiány valódi méretéhez.

Mind ezek előtt meg kell határozni azt az átszámítási eljárást, mely kapcsolatot teremt a két érték között. Ehhez a Paksi Atomerőmű Anyagvizsgáló Osztályán fellelhető ultrahangos etalonokat használtuk, de elsősorban a TR1-es etalont.

Reflektorok méretének meghatározása kísérő jelek segítségével

Az átszámító eljárás folyamata:

1. Ultrahangos méréssel meghatározzuk a jelek hangút eltéréseit (alap adatbázis).

2. Minden reflektor esetén megvizsgáljuk az eltérések eloszlását, szórását, az eloszlások alakját, valamint kiszámítjuk a középértékeket.

3. A reflektorok középértékeit ábrázoljuk, a nyilvánvalóan nem megfelelő értékeket kivesszük az adatbázisból, egyenest fektetünk a megmaradt pontokra, meghatározzuk a "kalkuláló" egyenes egyenletét.

4. Definiáljuk az egyenes és az eltérések átlagának segítségével a reflektorok kalkulált méretét.

5. Új reflektorok, illetve a régiek újramérésével, az egyenes egyenletét folyamatosan pontosítjuk.

1. Az alap adatbázis

A vizsgálati (TR1-es) etalonunkba 140 mm mélyen, a belső felülettől 10 mm távolságra, különböző méretű, a felületre merőleges reflektorokat munkáltak be.

Valós méretnek a gyártott méreteket tekintjük, hiszen a plattírozás utáni beolvadás mértéke nem kalkulálható pontosan. Információink szerint $1 \pm 0,5$ mm-re várható, ami meglehetősen nagy, és erősen függ a hegesztés körülményeitől. A gyártás során egyéb probléma is adódhat, így a mérések során kellett az egyes reflektorok „jóságáról” véleményt alkotni. Példának a 14. sz., és a 12. sz. reflektort választottuk, az előző mérete megfelelőre, az utóbbi viszont nagyobbra sikerült.

Ultrahanggal a folytonossági hiányok besugárzási irányba eső távolságát (hangút) tudjuk meghatározni. Esetünkben a mérés pontossága tized milliméteres nagyságrendben van.

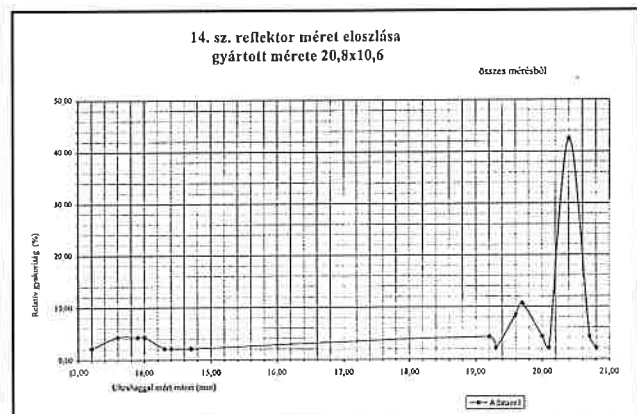
A hangút eltérések értékéből következtethetünk vissza a valós reflektor méretére. Ez még mindig csak közelítést jelent, mert nem a valós méretből indultunk ki, de reményeink szerint még mindig pontosabb lesz, mint bármilyen eddigi mérés.

2. Az alap adatbázis vizsgálata

Az etalonokban a reflektorokat többen és többször vizsgálták, és így reflektoronként kb. 40 – 60 mérési adat keletkezett.

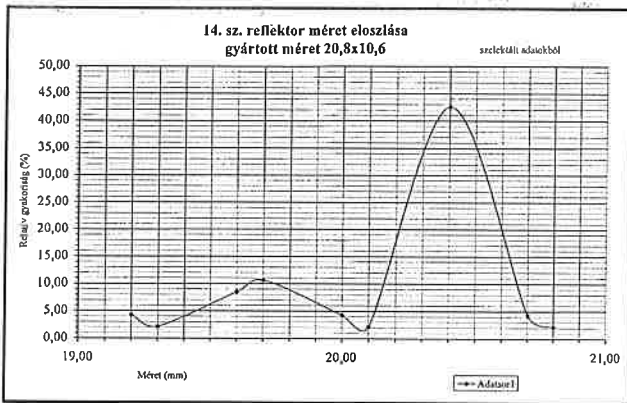
A sokaság vizsgálatából az alábbi megállapítások tehetők:

– mind a két reflektorral nyert adatok eloszlása aszimmetrikus, és ha



* Paksi Atomerőmű Rt.

a sokaságból kivesszük a láthatóan nem a reflektorhoz tartozó adatokat, akkor a mérethez igen közeli értékeket kaptunk (1. és 2. ábra);

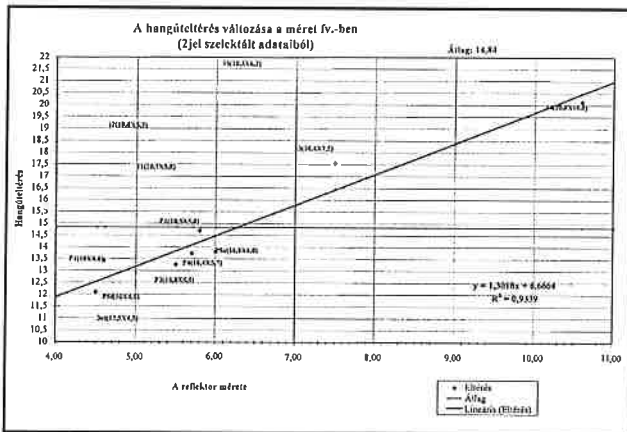


2. ábra

- az átlagok és az átlagtól való eltérés is a szelektált adatok alkalmazását erősíti;
- az átlagok között nem található jelentős eltérés;
- a grafikus képek, a ferdeség és a csúcosság a sokaság β -eloszlását mutatja;
- a két reflektor szelektált adatait vizsgálva, a 14. csúcsosabb és kisebb az átlagtól való eltérése; ebből azt a következtetést vontuk le, hogy a 14.-et valószínűleg jól készítették el, de a 12.-et nem sikerült a méretének megfelelőre kivitelezni (valami probléma adódhatott a plattírozás folyamán).

3. A „kalkuláló” egyenes egyenletének meghatározása

Mindegyik, az etalonban lévő, reflektor méreseinél diagramban rögzítjük az eredményeket. A pontokra egyenest fektetünk, és meghatározzuk az egyenletét. A továbbiakban ezzel az egyenlettel számolunk (3. ábra).



3. ábra

4. A kalkulált méretek meghatározása

A 12. és 14. reflektor méretének meghatározása az egyenes felhasználásával. Újabb mérés esetén a hangút eltérésből az egyenes egyenletének segítségével ki lehet számolni egy kalkulált méretet. Az eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Bármilyen más hiány nagyságát hasonlóan ki lehet számolni, amely hasonló anyagban illetve $z = 140 \pm 10$ mm mélyen található.

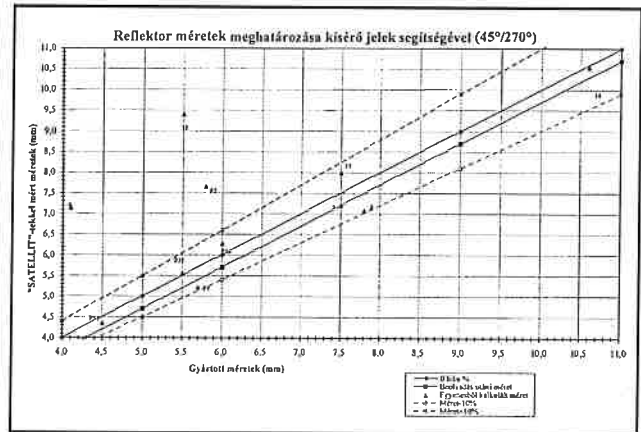
A mérési eredmények grafikus ábrázolását a 4. ábra szemlélteti.

5. A „kalkuláló” egyenes pontosítása

A rendelkezésünkre álló etalonokban még sok definiált méretű reflektor található. Ezek mérésével folyamatosan gyarapítható az alap adatbázis, pontosítható a „kalkuláló” egyenes egyenlete. Ezzel a reflektorok mérete még pontosabban számolható.

1. táblázat

	14. reflektor összes adatból	14. reflektor szelektált adatból	12. reflektor összes adatból	12. reflektor szelektált adatból
Terjedelm	7,60	1,60	5,70	2,20
Átlag	18,84	20,13	18,64	19,10
Szórás	2,54	0,43	1,22	0,53
Harm.közép	18,42	20,12	18,55	19,08
Mértani közép	18,65	20,12	18,59	19,09
Részátlag	20,08	20,40	18,90	18,90
Median	20,05	20,40	18,90	18,90
Módusz	20,40	20,40	18,90	18,90
Átl.eltérés	2,03	0,38	0,83	0,42
Ferdeség	-1,42	-0,72	-1,78	0,61
Csúcosság	0,19	-0,67	3,44	0,31
„Valós” méret	10,60	10,60	5,50	5,50
Kalkulált méret összes adatból	8,55	9,25	8,26	9,06
Kalkulált méret szelektált adatból	9,74	10,55	8,60	9,40
Eltérés (összes)	2,05	1,25	-2,76	-3,56
Eltérés (szelektált)	0,86	0,05	-1,10	-3,90
Hiba % (összes)	23,92	13,35	31,44	39,29
Hiba % (szelektált)	8,79	0,48	26,04	41,47



4. ábra

Végkövetkeztetések

A mérés kalkuláció és visszszámolás eredménye. Az eredmények túlnyomó része a 10%-os hibán belül található. Ez a kiinduláshoz képest sokkal jobb pontosságot eredményezett.

Folytatva a méréseket a kalkuláló egyenes egyre pontosabb értékeket szolgáltat. Természetesen azok a reflektorok, amelyek gyártásánál probléma adódott, nem adhatnak pontos eredményt. Ezek méretét úgy kell elfogadnunk, ahogy a számításaink mutatják.

Ugyanezt a procedúrát elvégezhetjük térfogatos és hosszú keskeny reflektorok esetén is. A vizsgálatok így pontosabbak és megbízhatóbbak lesznek. Közlebb kerülünk a MÉRÉS fogalmához.

További fejlesztéseink

Ugyanezt a procedúrát elvégezhetjük a térfogatos, a hosszú keskeny és a belső felületről induló reflektorok esetén is. Már folyamatban vannak a reflektorok mérése.

A SAPHIR – DEA vizsgálórendszerünk lehetőséget biztosít arra is, hogy a kísérő jeleket grafikusán is megjeleníthessük. A reflektorok mérete így grafikus képek alapján is lehetséges.

Irodalom

1. Palásti József, Szabó Dénes, Pinczés János: Gépi ultrahangos rendszerekkel végzett vizsgálatok a Paksi Atomerőműben, Anyagvizsgálók Lapja 1997/2. 13–15. old.
2. Pinczés János, Szabó Dénes: A fázisvezérelt ultrahangos vizsgálófejek alkalmazásának tapasztalatai, Anyagvizsgálók Lapja 1997/2. 15–16. old.
3. Palásti József, Pinczés János, Szabó Dénes: Kísérő jelek segítségével végzett méret-meghatározások tapasztalatai gépi ultrahangos vizsgálatok során, Anyagvizsgálók Lapja 1997/2. 64-66. old.