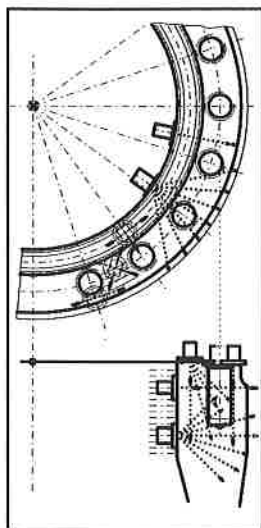


A fázisvezérelt ultrahangos vizsgálófejek alkalmazásának tapasztalatai

Dr. Pinczés János – Szabó Dénes*

Bevezetés

Az atomerőművi időszakos ultrahangos anyagvizsgálatok során kulcs szerepet játszik a vizsgálatokra rendelkezésre álló idő. A főjavítások idejének szisztematikus csökkentése csak akkor lehetséges, ha a bonyolultabb, nagy volumenű és biztonsági szempontból kiemelt vizsgálatoknál a legmodernebb technikákat alkalmazzuk. Ebbe a körbe tartozik például a gőzfejlesztő primer kollektorainál a menetes fészek környezetének (ligament) és a reaktortartályoknak a vizsgálata.



1. ábra A gőzfejlesztő ligament-vizsgálat elvi sémája

A VVER-440 típusú atomerőművek gőzfejlesztőjénél a ligament ultrahangos anyagvizsgálata a bonyolult geometria miatt igen nehéz feladat. Ezen a részen 20 db. menetes fészek található, illetve az osztósík a tömítési feladatoknak megfelelően kialakított, ezért szűk területen vezethető végig a vizsgálófej (1. ábra).

Még bonyolultabb geometriával és nehezebb vizsgálati feladattal találkozunk a reaktortartályok csomkjainál található íves átmenetek kívülről történő vizsgálatakor. A tartály csomkjai nem henger-henger áthatással rendelkeznek, hanem a gyártás során a csomkokat négyszög formájú alaplóból húzták ki. Ez a geometria lehetetlenné teszi a vizsgálófejek folyamatos körbevitelét a csomkok körül.

A reaktortartály hengeres részének kívülről történő vizsgálatánál nincs ugyan komoly geometriai probléma, de

a reflektorok típusának és méretének a lehető legpontosabb meghatározása szintén szükségessé teszi a legfejlettebb technikák alkalmazását.

A vizsgálatoknál használt 48 csatornás SAPHIR ultrahangos berendezés és DEA kiértékelő egység lehetővé teszi igen nagyszámú vizsgálófej egyidejű alkalmazását. Ugyanakkor nehezen elképzelhető például, hogy a ligament osztósíkján egyszerre tíz-húsz vizsgálófejjel végezzük a vizsgálatot. A megfelelő csatlós biztosítása miatt a vizsgálati sebesség sem növelhető egy bizonyos érték fölé (20–35 mm/s), azaz nem járható út az adott felület többszöri fejcserére épített vizsgálata sem.

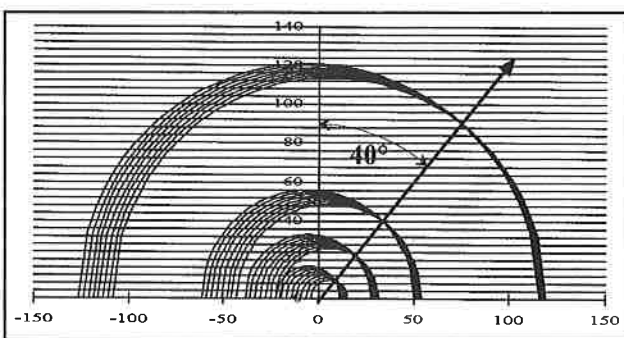
A jelenlegi ultrahangos technikák közül a fenti problémákra az alapvető megoldást a fázisvezérelt (Phased Array – PA) vizsgálófejek alkalmazása jelenti. PA vizsgálófejekkel lehetőség van arra, hogy a kívánt terjedelemben és megfelelő sebességgel hajtsuk végre a vizsgálati feladatokat.

A fázisvezérelt vizsgálófejek működési elve

A vizsgálófejbe nem egy, hanem több kristályt (pl. 8, 16 stb.) kristályt építenek be. A vizsgálófej típusától függően ezek a kristályok elhelyezkedhetnek sorban, illetve mozaikszerűen. Mindegyik kristály rendelkezik elektromos csatlakozással, azaz külön-külön rezgésbe hozható, illetve a visszaérkező jel egyedileg felfogható. Gyakorlatilag megtehetjük azt, hogy csak egy kristállyal adunk és egy másikkal

veszünk. Természetesen ebben az esetben a visszhangjel jóval kisebb lesz. A 2. ábrán jól látható, hogy mi történik abban az esetben, ha az egymás mellett elhelyezkedő kristályokat különböző időben rezgetjük meg. Az ábrán egy olyan eset látható, amikor a késleltetés 0,32 µs. Ilyen késleltetés mellett – az adott geometriai paraméterek figyelembevételével – a gömbhullámok közel 40°-nál metszik egymást, azaz a vizsgálófej egy 40°-os tranzverzális fejként működik.

Az 1. táblázatban látható a PA Rt-nél alkalmazott PA vizsgálófejek legfontosabb paraméterei. A reaktortartály hengeres részénél és az íves átmenetnél alkalmazott vizsgálófejekről leszerelhető a plexi előtét és a vizsgálati programtól függően más-más besugárzási szögtartományban dolgozhatunk ugyanazzal a vizsgálófejjel.



2. ábra A PA vizsgálófejekből kiinduló gömbhullámok terjedése (a plexi előtét hatását nem vettük figyelembe)
 Kristályok száma: 8 db; Kristálysíkszög: 0,8 mm;
 Kristályok középpontjának távolsága: 1,6 mm;
 Besugárzási szög: 40°; Hullám terjedési sebessége: 3250 m/s;
 Késleltetés ideje: 0,32 µs; Első hullámsor: 3 µs;
 Második hullámsor: 8 µs; Harmadik hullámsor: 15 µs;
 Negyedik hullámsor: 35 µs

1. táblázat

A Paksi Atomerőműben jelenleg alkalmazott PA vizsgálófejek néhány alapadata

Gyári szám	Frekvencia, MHz	Tranzverzális hullám-tartomány, °	Longitudinális hullám-tartomány, °	LLT	Elemek száma	Fókusz	Együttes kristálméret, mmxmm	Alkalmazási terület
128/96 és 129/96	1	40 + 65 *	60 + 70 *	Igen	16	–	23x25	Reaktortartály hengeres rész és íves átmenet
219/96 és 220/96	1,5	0 + 35	–	–	16	Változtatható	18x18	Reaktortartály csomkvarratok
050/95 és 053/95	3	–	0 + 45	–	2x8	–	2db. 12x6	Gőzfejlesztő ligament

(* – a plexi előtét cserélhető, így gyakorlatilag bármilyen szög elérhető.)

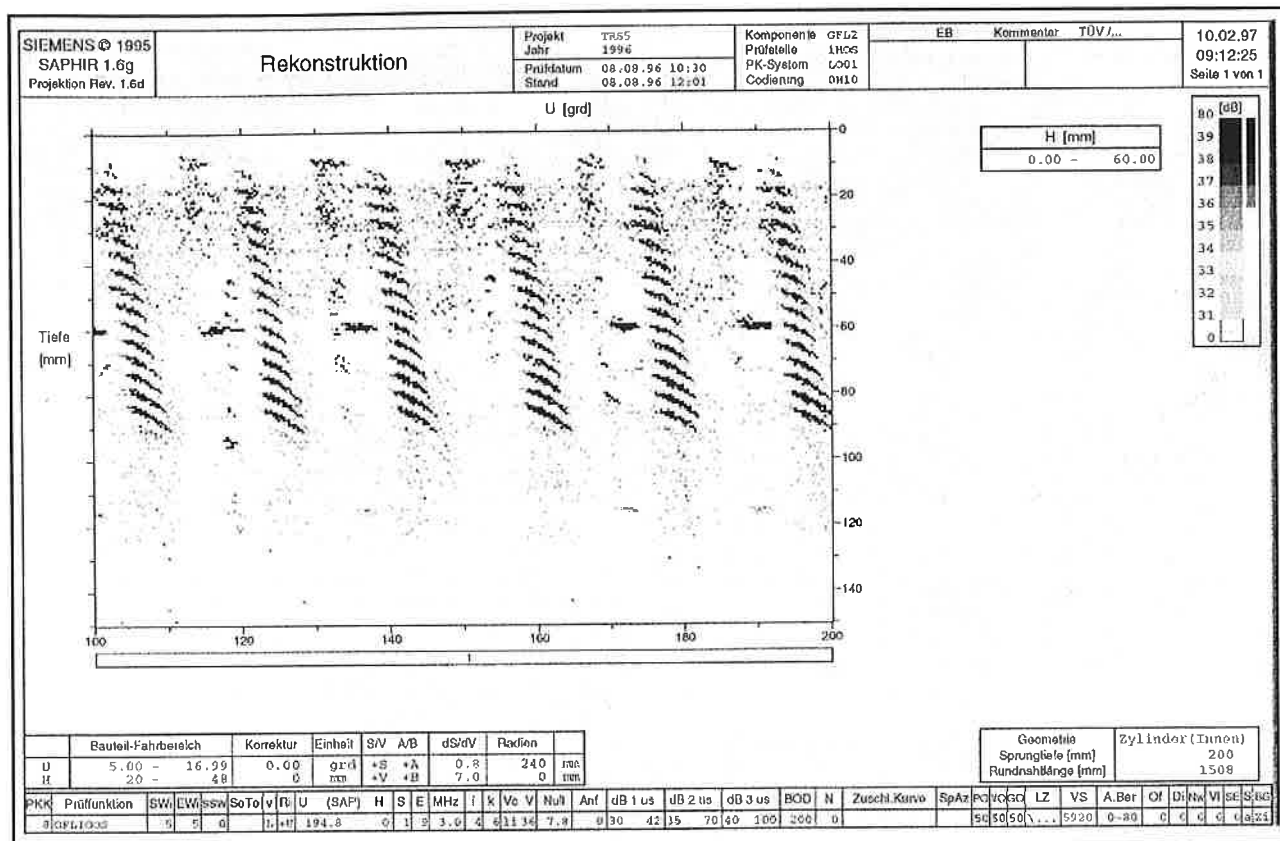
A gőzfejlesztő ligament vizsgálatainak alapvető tapasztalatai

Hagyományos vizsgálófejekkel a főjavítás alatt a ligament vizsgálata nem végezhető el a jelenleg érvényes követelményeknek megfelelően. PA vizsgálófejek alkalmazásával az elmúlt két év alatt (1995–96) összesen 16 gőzfejlesztő 32 kollektoránál vizsgáltuk meg a ligamentet.

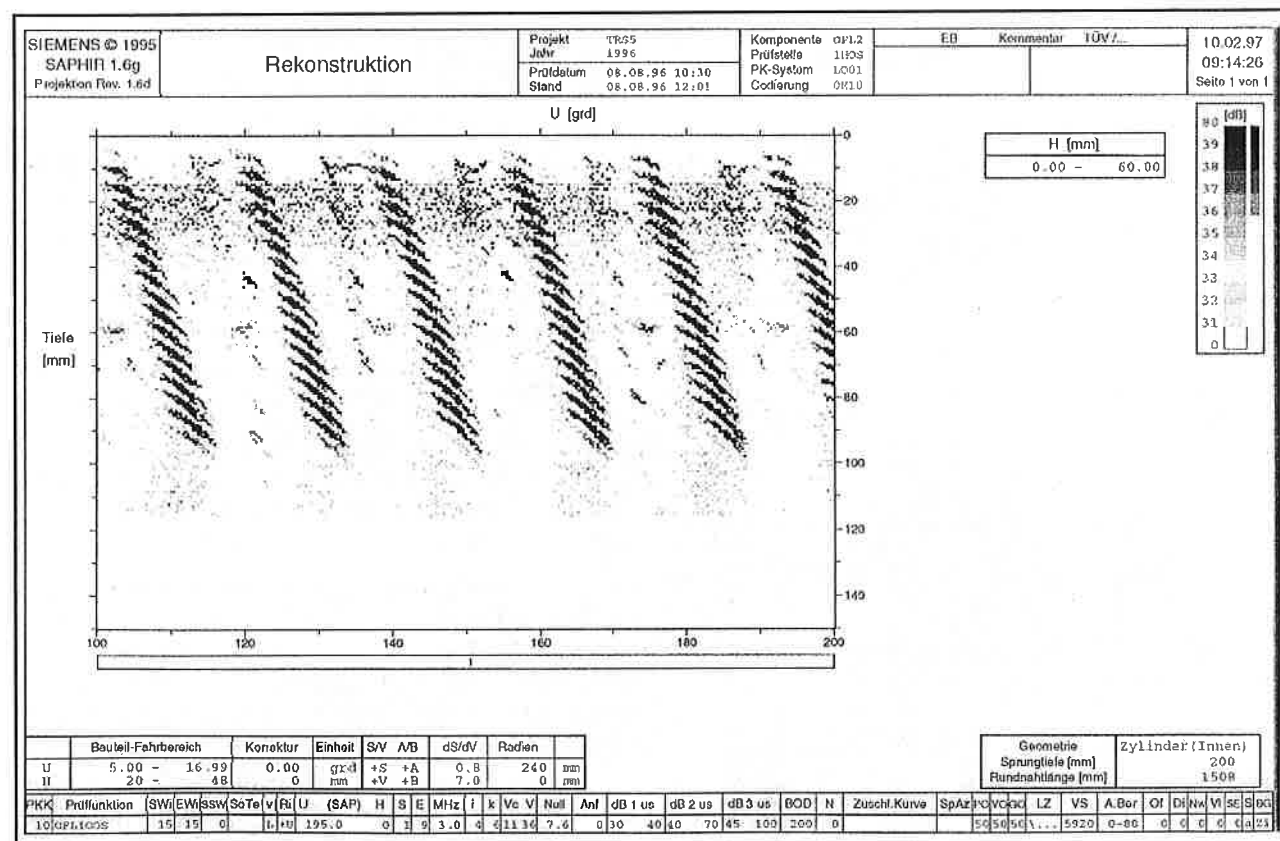
Ugyanazt a négy PA vizsgálófejet alkalmaztuk az első évben (1995) a PHASCAN rendszerhez és a második évben a SAPHIR rendszerhez.

A SAPHIR vizsgálórendszer 48 csatornás, lehetővé teszi több PA fej

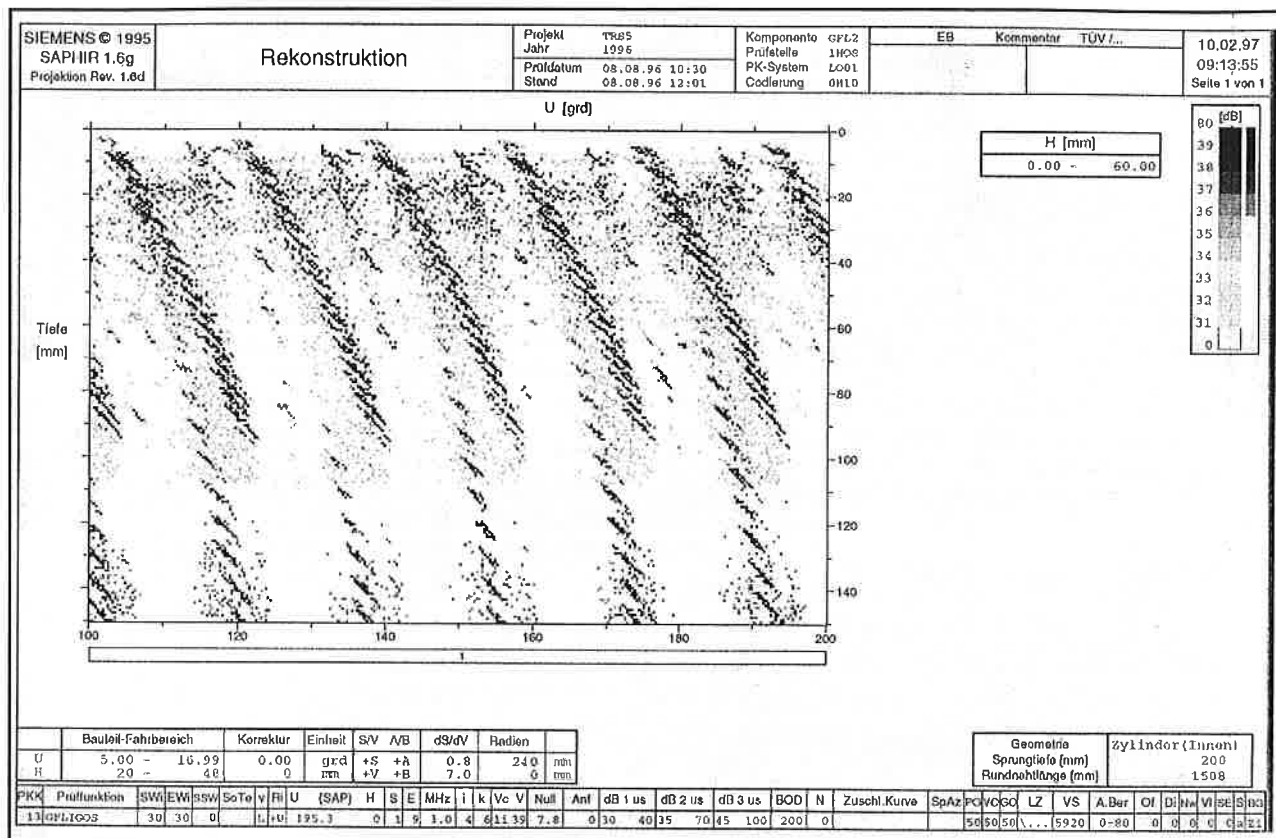
* Paksi Atomerőmű Rt.



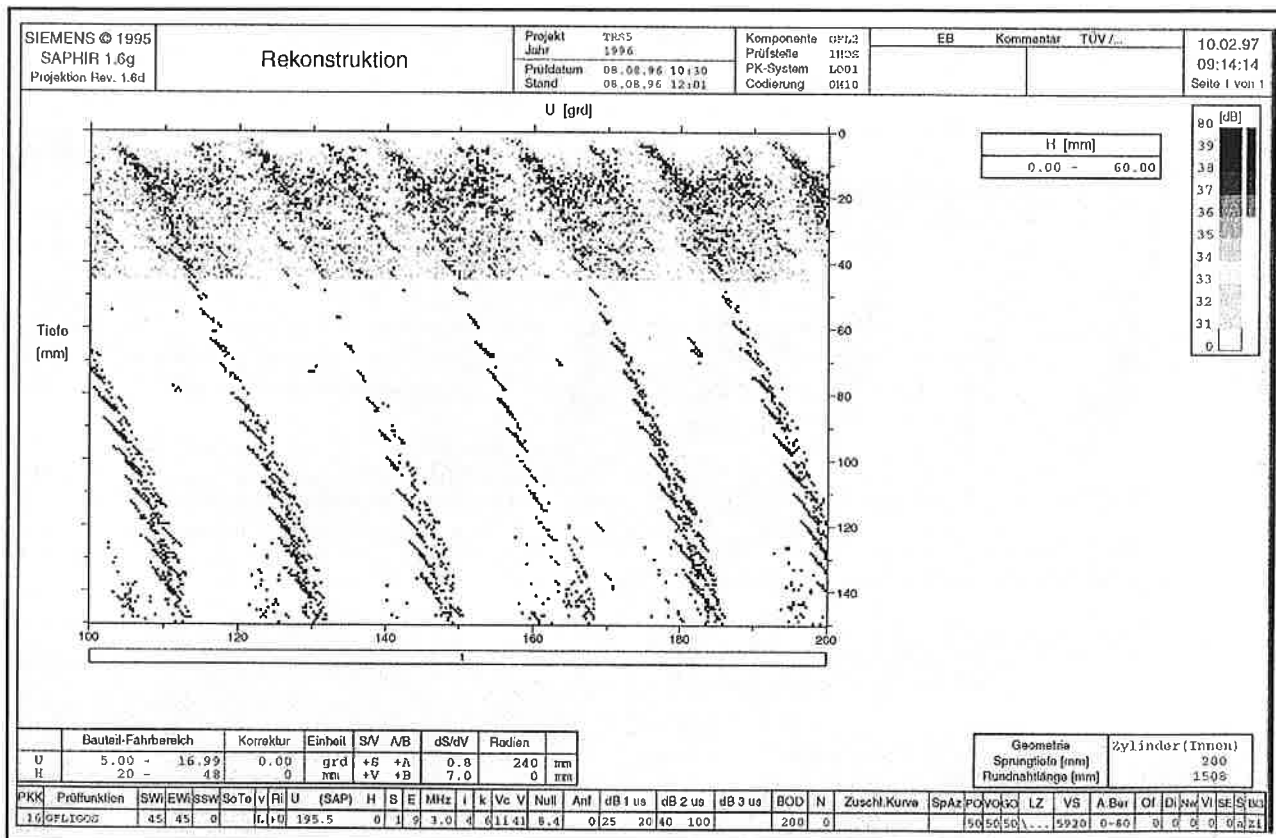
3. ábra



4. ábra



5. ábra

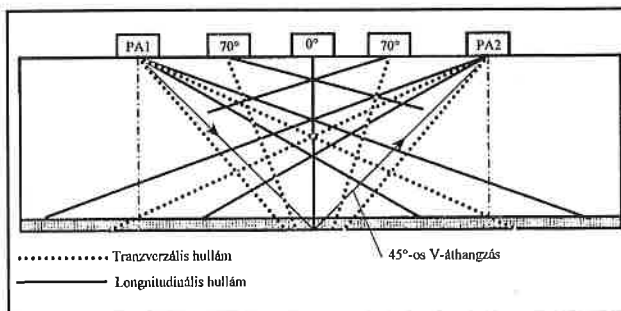


6. ábra

alkalmazását is. A ligament vizsgálata során egy-egy szkanelésnél két PA vizsgálófejet alkalmazunk. Mindegyik vizsgálófej 8 adó és 8 vevő kristályt tartalmaz. A vizsgálatok során mindegyik vizsgálófej fősugara a 0°–45°-os tartományban dolgozik $\Delta = 5^\circ$ -os lépésekkel. Ez azt jelenti, hogy a pálya minden pontján (1 mm-enként) 2x9 besugárzási szöggel készítünk felvételt. Az adatok (OFF-LINE üzemmód) mágnesszalagon kerülnek a kiértékelő rendszerbe (DEA), ahol grafikus képek, illetve statisztikai adatok formájában jelennek meg. A DEA-ban a grafikus képeken az érvényes kritériumrendszer szerinti színskálán jelennek meg a reflexiók, amelyekről a legfontosabb adatokat tartalmazó reflexiólista készül.

Az 1. ábrán látható a vizsgálófejek pályája, illetve a besugárzási irányok sematikus képe. Az ábrán jól átható, hogy a kijelölt térfogatot (felső 150 mm) több irányból is teljes mértékben uraljuk. A 3–6. ábrákon jól látható, hogy a szögek változásával hogyan változik a menetekről kapott kép. Ezek az ábrák egy osztósík felőli vizsgálat ábrái, és jól illusztrálják, hogy a „legrejtettebb” részt – a menetes fészkek szekunder kollektor felőli oldala – is jól uralható a PA vizsgálófejekkel.

1996 végén elkezdtük a reaktortartály PA vizsgálófejekkel történő vizsgálatának előkészítését. A külső vizsgálatnál a PA fejek alkalmazását az indokolja, hogy lehetőség nyílik új technikák (pl. LLT) alkalmazására, csökken a vizsgálathoz szükséges vizsgálófejek száma, bonyolult geometriájú területek (pl. íves átment) is részlegesen vizsgálhatóvá válnak. A 7. ábrán a PA vizsgálófejekre épített új fejcsoport tervezett felépítése látható. Az ábrán csak az egyes vizsgálófejek alapbesugárzási irányait tüntettük fel. A 70°-os vizsgálófejek rendelkeznek lehasadó transzverzális hullámmal is ($\approx 31^\circ$), amely hullám – az eddigi eredményeink alapján – nagyon jól alkalmazható a plattírozás közeli tar-



7. ábra A reaktortartály hengeres rész vizsgálatához tervezett vizsgálófejcsoport sematikus rajza

ományban is. Az LLT és TOFD technikák programozását és kimérését március folyamán végezzük.

Összegzés

A PA vizsgálófejek alkalmazása az atomerőművi anyagvizsgálatban elkerülhetetlen lépés. A PA vizsgálófejekhez kapcsolódó technika modern, gyors számítógépekre épül. Az új vizsgálófejek alkalmazása során jelentősen felértékelődik a vizsgálat-technológiák és az előkészítő munkák szerepe. A szükséges számítógépes rendszerek lehetővé teszik a vizsgálati adatok tárolását, igény szerinti újraértékelését.

A reaktortartályok vizsgálatához tervezett új vizsgálófejcsoporttal szemben alapvető követelmény, hogy a tartály belső felületéhez közeli (30 mm) zónában is egyértelmű és gyors információt adjon a reflektorok típusáról, illetve azok méretéről.

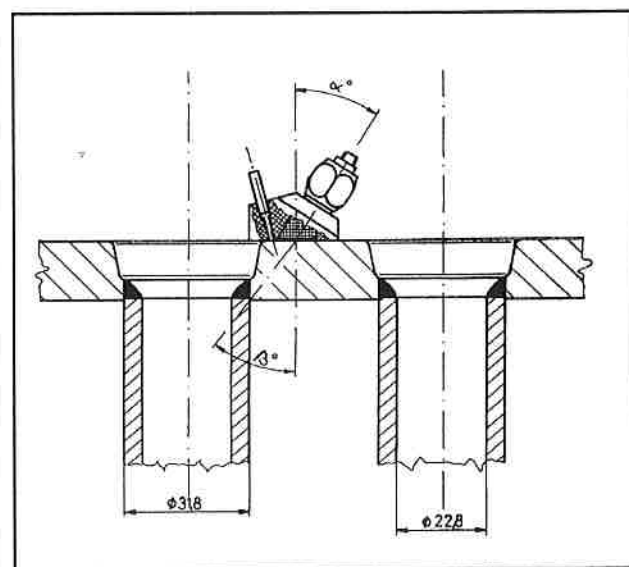
A gyorshűtők csőköteg-membránfalai hegesztési varratainak ellenőrzése ultrahangos módszerrel

Papp Tibor – Kulcsár Tibor – Skopál István – Klausz Gábor* – Baróczi János, Szútor István**

A vegyiparban használatos hőátadó rendszerek a nagy nyomás és magas hőmérséklet miatt fokozott igénybevételnek vannak kitéve. Károsító hatásként jelentkezik a kavitáció, az erózió, továbbá a szélsőséges hőmérséklet- és nyomásérték miatt az anyag kifáradása.

A biztonságos üzemvitel és a nem tervezett – üzemzavar miatti – leállások elkerülése érdekében szükséges ezen rendszerek üzemi anyagvizsgálata. Fontos továbbá a felújított szerkezetek – rendszerbe állítás előtti – ellenőrzése is.

Jelen előadás a gyorshűtő hőátadó csövek és a membránfal közötti sarokvarratok ellenőrzésére kidolgozott vizsgálati technológiát mutatja be. A különféle roncsolásmentes vizsgálati technológiák előnyeit, hátrányait, megvalósíthatóságát figyelembe véve az ultrahangos módszert tartottuk az egyedülnek, amellyel a feladat megoldható. A gyorshűtő varratainak kialakítása az 1. ábrán látható. A velük szemben támasztott követelmény az, hogy a membránfalba 0,5 mm mélyen beillesztett csövek sarokvarrata teljes mértékben átolvadtnak legyen.



1. ábra: A sarokvarratok kialakítása

* AGMI Rt.

** TVK Rt.