

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS

The cover features a collage of industrial inspection equipment. In the foreground, a blue and yellow **SONATEST Sitescan 130** ultrasonic flaw detector is shown, displaying a waveform on its screen. To its left is a yellow **PHILIPS** ultrasonic probe. To the right is a black **MAGNAFLUX** backpack and three bottles of **SPOTCHECK SKC-S** magnetic particle indicator. The background shows an industrial facility with tall chimneys under a hazy sky. A starburst graphic in the upper right corner contains the text: 7. ÉVFOLYAM
1-2. SZÁM
1997.

GRIMAS

AGFA



a X. roncsolásmentes anyagvizsgáló szeminárium
arany fokozatú támogatója



Mechanikai vizsgálóberendezések

-  **keménységmérőgépek:** Brinell-, Vickers-, Rockwell-elven; mikrokeménységmérők, és a dinamikus elven mérő Shore- és a szabványosított Equotip-keménységmérők, keménység-összehasonlító lapok, saját gyártás
-  **szakítógépek:** elektromechanikus és hidraulikus rendszerek; fárasztógépek (1 N ... 5000 kN)
-  **ütőgépek,** műszerezett kivitelben is
-  **nyomó- és húzórugó-vizsgáló** berendezések, mechanikus és hidraulikus rendszerek



INSTRON WOLPERT

TESTOR

proceq



Az ARC-MET mobil és hordozható optikai emissziós spektrométerek

- acélok, vasötvözetek
- színes- és könnyűfémötvözetek
- szén- és szennyezőelem-tartalmának (acélokból C, P és S is!) gyors és pontos meghatározásához

Anyagösszetétel-elemzők

Az X-MET röntgenfluoreszcens színképelemző készülékek

- tömör minták,
- porok és
- folyadékok
- elemanalíziséhez az alumíniumtól az uránig, mg/kg – 100% tartomány; asztali, hordozható és célkészülékek



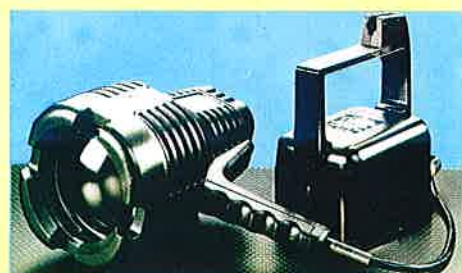
Metorex

Roncsolásmentes vizsgálóeszközök

- **ultrahangos** falvastagságmérők, adatfeldolgozó szoftverrel is
- univerzális ultrahangkészülékek, beépített mikroszámítógéppel, vezérlő, jelfeldolgozó és jegyzőkönyvező szoftverrel, normál és szögfejekkel
- **mágneses** repedésvizsgáló padok, hordozható járommágnesek, váltóáramú mágnesező készülékek
- Diffu-Therm mágnesporos szuszpenziók 300 °C vizsgálati hőmérsékletig
- Diffu-Therm **festékbehatolásos** repedésvizsgáló rendszerek 200 °C felületi hőmérsékletig
- **örvényáramos** vizsgálókészülékek, telepíthető és hordozható kivitelben, az egyszerű MHK-6 típusú kézikészüléktől a többcsatornás berendezésekig
- vákuumos **varratömörtség-vizsgáló**

Kiegészítő műszerek, eszközök

- UV-lámpák
- mágnesestérerő- és megvilágítás-mérő
- etalonok: a festékbehatolásos, a mágneses és az ultrahangos vizsgálatokhoz
- hőkréták
- jelölőtollak



Krautkrämer

HELLING

DIFFU-THERM

PFEIFFER VACUUM
Austria

Vizuális és metallográfiai készülékek

- nagyítók
- sztereo- és fémmikroszkópok
- üvegszálás és video-endoszkópok
- mintaelőkészítő vágó-, csiszoló- és polírozógépek és -anyagok



JVE iotech

Nissen

TESTOR

SCAN
DGA

Mitutoyo

Welch
Allyn

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Szerkesztőség:

a kiadó **TESTOR BT.** címén
Budapest XII., Meredek u. 45.

1538 Budapest, Pf. 528.

Telefon: 319-4782

Telefax: 319-2284

Felelős szerkesztő:

dr. Lehofer Kornél

A szerkesztőbizottság tagjai:

dr. Borbás Lajos

Fücsök Ferenc

dr. Havas István

dr. Koczor Zoltán

Ruzicska György

dr. Pólos László

dr. Tóth László

Kiadja:

TESTOR BT.

Felelős kiadó:

Szapponos György

Ügyvezető igazgató

Előfizetési díj 1997-re
(1-4. szám): 2.100,- Ft

Előfizethető közvetlenül a kiadónál, illetve postautalványon, vagy átutalással, az EKB 13-00-0017/102 65712 szla. számon. Az előfizető csekken a KÖZLEMÉNY rovatban kérjük írják be az előfizetésre vonatkozó időszakot.

Hirdetések felvétele és kéziratok leadása a TESTOR BT. címén.

Nyomda:



Felelős vezető: Szabó Lajos

Formakészítés: **PC-PRINT BT.**

FIGYELEM!
Le ne maradjon!
Idejében fizessen elő!

ISSN 1215-8410

Köszöntő

A Gépipari Tudományos Egyesület tizedszer rendezi meg a Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szemináriumot. E szép, kerek számú jubileumi rendezvény 22 évvel ezelőtt indult útjára, és az elmúlt évtizedekben rendezői bebizonyították, szükség van az ilyen szakmai összejövetelekre. Ezek a rendezvények mindig fórumot biztosítottak a hazai és külföldi szakemberek legújabb eredményeinek bemutatására, ezzel is elősegítve a szakma fejlődését. Az összejövetelek eredménye az is, hogy a kisebb elszigetelt csoportokban működő anyagvizsgálóknak ez egy jó hangulatú szakmai – baráti találkozás.

A roncsolásmentes anyagvizsgáló eszközök fejlődése az elmúlt években talán gyorsabb is volt az ipar átlagos fejlődésénél. Ezeknek az eredményeknek a megismerése, alkalmazási lehetőségeik és korlátaik bemutatása fontos feladata egy ilyen rendezvénynek.

Hazánkban és egész Európában olyan folyamatok zajlanak, amelyek nagy hatással vannak erre a szűk szakterületre. Talán a legfontosabb folyamata az egész ipari termelésnek, hogy takarékoskodni kíván a természeti erőforrásokkal, ezért egyre kockázatosabb tervezési módszereket alkalmaz. Ez egyre nagyobb követelményeket támaszt a roncsolásmentes vizsgálatokkal szemben. Másik folyamat, amit nem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy a fejlett ipari társadalmak egyre jobban igénylik a minőséget, növekvő gazdaságossági követelmények mellett.

Ha visszatekintünk az első Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szeminárium idejére, megállapíthatjuk, hogy az akkori körülmények szakmai szemponttól is lényegesen eltértek a maiaktól. Jóval kevesebb anyagfajta és konstrukció létezett, amit vizsgálni kellett, és természetesen az ezen a területen dolgozó cégek száma is kevesebb volt. Ezért a szakmai tapasztalatcsere is könnyebben volt megszervezhető, ugyanígy a szakmai képzés is. A szakmai etikának még nem volt olyan nagy szerepe, mint manapság, a tradíció, a szaktudás és a régi céh-elika elengedő volt. Mai szemmel visszanezve lényegesen kevesebb problémát kellett megoldanunk.

Elmondhatjuk, az elmúlt két évtized fejlődése hazánkban is azt eredményezte, hogy önálló szakterületté fejlődött a roncsolásmentes anyagvizsgálat. Ez abban is kifejezésre jutott, hogy a külföldi példákhoz hasonlóan, nálunk is napirendre került egy önálló szakmai szervezet felállításának kérdése.

Az előző Szemináriumon felmérést végeztünk, hogy igény van-e a többi anyagvizsgáló területtől elkülönülő szakmai szervezetre. Az akkor kifejezésre juttatott szándék odáig fejlődött, hogy remélhetőleg a X. Szemináriumon létrejön a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Társulat, amelynek programja szerepel a lapban.

Az anyagvizsgálók közössége nevében köszönöm az „Anyagvizsgálók Lapja”-nak, hogy már másodszor vállalta a Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szeminárium előadásainak közlését és igényes megjelenési formájával elősegíti a szakmai kultúra fejlődését. Ehhez járultak hozzá szemináriumunk szponzorai is, amiért ugyancsak mindannyiunk köszönetét tolmacsolom.

Kívánom, hogy a Szeminárium végén annak minden résztvevője a sikeres munka érzésével köszönjön majd el.

*Fücsök Ferenc Eur. Ing.
a GTE Roncsolásmentes
Anyagvizsgáló Szakosztály elnöke*

A szeminárium ezüst fokozatú támogatója



TÁMOGATÓINK:

KBFI UNIO Kft. • KE-TECH BT. • GRIMAS Kft. • TESTOR BT. • OMFB

RmV-HELYZETKÉP – NDT REVIEW – ZfP-RUNDSCHAU**Minősítés, tanúsítás – Qualification, certification – Qualifikation, Bezeugung**

<i>Dr. Somogyi Sándor:</i> Javaslat a roncsolásmentes anyagvizsgálók vizsgáztatási rendszerére és feladataira az ASME-szabályzat és az EN 473 szabvány előírásai alapján – Proposal to the examination system and tasks of the NDT-personal – Vorschlag nach ASTM Code und EN 473 Norm für Examensystem und Aufgaben der ZfP-Personale	3
<i>Fücsök Ferenc:</i> A roncsolásmentes anyagvizsgáló személyzet megbízhatóságának mérése – Measuring of reliability of the NDT-personal – Messung der Zuverlässigkeit von ZfP-Personale	6
<i>Farkas Béla:</i> Az időszakos ultrahangos vizsgálatok követelmény-rendszere – Requirement system of the periodic ultrasonic testing – Anforderungssystem der periodische Ultraschallprüfungen	10
<i>Szabó Dénes, Dr. Pinczés János:</i> Az anyagvizsgálatok minősítésének nemzetközi gyakorlata és a Pakson várható hatások – International practice of the qualification of material testing and its probable effects to the Paks NPP – International Praktik der Qualifikation von Materialprüfung und seiner voraussichtlich Effekt für Paks KKW	11

Ultrahangvizsgálat – Ultrasonic testing – Ultraschallprüfung

<i>Palásti József, Szabó Dénes, Dr. Pinczés János:</i> Gépi ultrahangos rendszerekkel végzett vizsgálatok legújabb tapasztalatai a Paksi Atomerőműben – Newest experience of the mechanized ultrasonic testing in Paks NPP – Die neueste Erfahrungen der mechanisierte Ultraschallprüfungen in Paks KKW	13
<i>Dr. Pinczés János, Szabó Dénes:</i> A fázisvezérelt ultrahangos vizsgálófejek alkalmazásának tapasztalatai – Application's experience of the ultrasonic phase guided probes – Anwendungserfahrungen der phasenkontrollierte Ultraschallproben	16
<i>Papp Tibor, Kulcsár Tibor, Skopál István, Klausz Gábor, Baróczi István, Szútor István:</i> Gyorshűtők csőköteg-membránfalai hegesztési varratainak ellenőrzése ultrahangos módszerrel – Ultrasonic investigation of the welded joints of the tube-bunch membrane walls of quench refrigerators – Ultraschallprüfungen der Schweissnähte von Rohrmembranwände der Schnellkühler	19
<i>Tarnai György, Farkas Béla:</i> Újszerű ellenőrzőtestek kifejlesztése az ultrahangos vizsgálatokhoz – Development of the novel test specimens to the ultrasonic testing – Entwicklung der neuartige Kontrollkörper für Ultraschallprüfungen	21

Örvényáramú vizsgálat – Eddy current test – Wirbelstromverfahren

<i>Lautner Nándor, Skopál István, Sipos László:</i> Turbina akcióskereke furatainak örvényáramú repedésvizsgálata forgószondával – Eddy current crack testing with a rotary probe inside the bores of action wheel of the turbine – Wirbelstromprüfung der Risse mit Drehprobe innerhalb der Bohrungen von Gleichdruckrad der Turbine	25
<i>Wilhelm Kelb, Peter Hanemann:</i> Többfrekvenciás, többcsatornás, távolterű örvényáramú vizsgálat eddyMax® PC-bővítőkétyával – Multi frequency and multi channel remote field eddy current investigation by means of eddyMax® enlarge PC-card – Mehrfrequenz- und Mehrkanal Wirbelstrom-Fernfeldprüfung mit eddyMax® erweiterte PC-karte	27

Akustikus emisszió – Acoustic emission – Schallemission

<i>Bogár József, Szűcs Pál:</i> Gőz/víz szeparátor alakváltozás- és akusztikus emissziós integritás-vizsgálata – Investigation of integrity of the steam/water separator by means of strain gauge and acoustic emission methods – Integritätsprüfung der Dampf/Wasser-Separator mit Meßstreifen- und Schallemissions-method	29
---	----

Neutronradiográfia – Neutron radiography – Neutronradiographie

<i>Balaskó Márton, Sváb Erzsébet:</i> Kombinált roncsolásmentes anyagvizsgáló módszerek alkalmazása a KFKI AEKI kutatóreaktoránál – Application of the combined NDT methods by a research reactor of the KFKI AEKI – Anwendungen der kombinierte ZfP-Methoden bei Forschungsreaktor von KFKI AEKI	34
---	----

Sugárvédelem – Radiation protection – Strahlenschutz

<i>Skrek Máttyás, Tóth Endre:</i> Kollimátorok sugárvédelmének vizsgálata – Investigation of radiation protection of the collimators – Strahlenschutzprüfung der Kollimator	37
---	----

Készülékek, berendezések – Instruments, equipments – Geräte, Anlagen

<i>Tóth Ferenc:</i> Tárolótartály-fenéklemmez vizsgáló mérőrendszer – Measuring system to investigation bottom plate of the storage tank – Meßsystem für Prüfung der Bodenplatte der Lager-tank	39
<i>Jim Whyte:</i> A Sitiescan digitális ultrahangos készüléksalád – Sitiescan digital ultrasonic equipment family – Sitiescan digitalisierte Ultraschallgerätfamilie	42
<i>Dr. Lehofer Kornél:</i> Hangdiagnosztika korszerű kéziműszerrel – Acoustic diagnostics with a modern hand instrument – Schalldiagnostik mit zeitgemäßen Handgerät	43
<i>Graham Haines, Rózsa Sándor:</i> Digitális falvastagságmérés többszörös visszhang módszerrel – Digital wall thickness measuring by means of a multi echo method – Digitalisierte Wanddickenmessung mit Multiecho-Methode	44
<i>Lehofer Kornél:</i> Equotip szabványosított dinamikus keménységmérés – Standardized dynamic hardness testing – Normierte dynamische Härteprüfung	46

Szemle – Review – Rundschau

<i>Békési András:</i> A minőségbiztosítást és az anyagvizsgálatot segítő számítógépes adatgyűjtő és adatkezelő rendszer – Data acquisition and processing computer system to aid the quality assurance and material testing – Datensammler- und Datenverarbeitung-System für Unterstützung der Qualitätssicherung und Materialprüfung	48
<i>Mohácsi Gábor:</i> DeFelsko® 100 ultrahangos bevonatvastagság-mérő – Ultrasonic coating thickness measuring instrument – Ultraschallgerät für Schichtdickenmessung	48
<i>Dr. Lehofer Kornél:</i> Diffu-Therm környezetbarát repedésvizsgáló készítmények – Environment friend crack testing chemicals – Umweltfreundlich Rißprüfmittel	49
<i>Bácskai Péter:</i> A közbenső rudak vizsgálata a Paksi Atomerőműben – Investigation of the inside join bars in Paks NPP – Prüfung der innere Verbindungsstangen in Paks KKW	50

Felhívás – Invitation – Aufruf

A Magyar Roncsolásmentes Vizsgáló Társulat programja – Programme of the Hungarian Organization for NDT – Programm der Ungarische Gesellschaft für ZfP	51
---	----

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS – QUALITY ASSURANCE – QUALITÄTSSICHERUNG

<i>Dr. Róth András:</i> V. Magyar Minőségi Hét – 5th Hungarian Quality Week – V. Ungarische Qualitätswoche	53
--	----

KÖNYVISMERTETÉS – BOOK REVIEW – BUCHBESPRECHUNG

	56
--	----

MÉRFÖLDKÖVEK – MILESTONE – MEILENSTEIN

Antianyag-atomok – Atoms of antimatter – Atome des Antimaterial	57
---	----

ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER

	58
--	----

TARTALOM '96 – CONTENTS '96 – INHALT '96

Javaslat a roncsolásmentes anyagvizsgálók vizsgáztatási rendszerére és feladataira az ASME-szabályzat és az EN 473 szabvány előírásai alapján

Dr. Somogyi Sándor

Az ASME- és az EN-előírások összevetése

Az Amerikai Gépészmérnökök Egyesülete (a továbbiakban: ASME) a gőzkazánok és más nyomástartó edények gyártására vonatkozó szabályok kidolgozására 1911-ben létrehozta a kazán és nyomástartó edény bizottságot. A bizottság feladata az új, biztonságos és megbízható üzemeltetésre alkalmas nyomástartó berendezések előállításához szükségesnek ítélt szabályok megalkotása és azok értelmezése, ha szükséges.

Az ASME minősítési rendszert hozott létre, amely felhatalmazza a minősített szervezeteket a szabályzat követelményeinek megfelelő tevékenység folytatására. A szabályzat alapján gyártott és vizsgált termékek és berendezések ASME jelzéssel (bélyegzővel) történő jelölésére jogosult szervezetek ún. „Meghatalmazási tanúsítványt” kapnak, amely elnyeréséhez számos feltételt kell a kérelmezőnek teljesíteni.

Bármely ASME bélyegzővel jelölt edény, vagy részegység gyártója teljes körű felelősséggel tartozik azért, hogy a szabályzat vonatkozó fejezetének valamennyi követelményét teljesítsék, s megfelelő tanúsítvány útján ezt biztosítani kell a mások által elvégzett részfeladatok esetén is.

A gyártó köteles a szabályzat követelményeinek teljesülését biztosító minőségbiztosítási rendszert kidolgozni és működtetni, amely kiterjed az anyagokra, a tervezésre, a gyártásra, a gyártó által elvégzett vizsgálatokra és a felügyelő által folytatott ellenőrzésekre.

Az ASME I. kötet Kazánok, és VIII. kötet 1. Divízió: Nyomástartó edények előírásai szerint a gyártónak igazolnia kell, hogy a szabályzat szerint szükséges radiológiai, illetőleg ultrahangos hibakereső vizsgálatot végző és értékelő személyzetet a munkáltató eljárás-utasításának megfelelően minősítették és tanúsították. A vizsgálószemélyzet minősítési és tanúsítási eljárásrendjének kidolgozásához az SNT-TC-1A „A roncsolásmentes anyagvizsgálók minősítése és tanúsítása” című, az

Amerikai Roncsolásmentes Vizsgáló Egyesület (ASNT) által kiadott irányelvet kell alkalmazni. A gyártó minőségbiztosítási rendszerének tartalmaznia kell a roncsolásmentes anyagvizsgálók képzési, jártassági, minősítési és tanúsítási rendszerének leírását.

Az EN 473 „Roncsolásmentes anyagvizsgálatot végzők minősítése és a minősítés tanúsítása” című szabvány jelentősen emlékeztet az SNT-TC-1A irányelv korábbi kiadásaira. Jelen dolgozatnak nem célja az előírások tételes összehasonlítása, azonban fel szeretném hívni a figyelmet azokra az alapvető különbségekre, amelyek a minősítés és tanúsítás eljárásrendi és hatásköri kérdéseinek területén találhatók.

Mint a bevezetőben utaltam már rá, az ASME-szabályzat szerint a gyártó teljes körű felelősséggel tartozik a szabályzat előírásainak maradéktalan teljesítéséért. Ezzel a felelősséggel arányos a hatásköre is. Ilyen példaként említhető a hiányos bizonylatú anyagok átminősítése, a tervellenőrzés, a hegesztési technológiák és a hegesztők minősítése. Az európai gyakorlattal szemben mindez a gyártó feladat- és hatáskörébe tartozik, s a felelőssége akkor is fennáll, ha egyes részfeladatok, pl. a tervek elkészítésével, a minősítéshez kapcsolódó anyagvizsgálatok elvégzésével más szervezeteket bíz meg. Hasonló a helyzet a roncsolásmentes anyagvizsgáló személyzet képzése, minősítése és tanúsítása terén is.

A 3. fokozatú anyagvizsgálóval szembeni elvárásokat az 1. táblázatban foglalhatjuk össze:

A táblázat részletesebb tárgyalása előtt szeretném ismételtlen felhívni a figyelmet arra, hogy az MSZ EN 473:1994 jelenleg érvényes szövege több, eltérő súlyosságú fordítási hibát tartalmaz. Igaz, hogy a nemzeti előszó szerint „vitas esetekben az angol szöveg a mértékadó”, azonban egy-egy fordítási hiba észleléséhez és a „mértékadó” angol szöveg alkalmazásához két feltétel mindenképpen szükséges; egy eredeti angol nyelvű szabvány és megfelelő angol nyelvismeret, ami ma még nem várható el az alkalmazók teljes körétől. Csak bízni lehet

1. táblázat

MSZ EN 473:1994	SNT-TC-1A:1992
A 3. fokozatra minősített anyagvizsgálónak irányítania kell minden olyan roncsolásmentes vizsgálati feladatot, amelyre a minősítése érvényes. Egyéb feladatok mellett a 3. fokozatú minősítéssel rendelkező anyagvizsgáló legyen képes: a) a teljes felelősség vállalására a vizsgálóberendezést és személyzetet illetően; b) a vizsgálati módszer és a vizsgálati technológiák meghatározására és érvényesítésére; c) szabványok, szabályzatok, előírások és technológiák értelmezésére; d) az alkalmazandó vizsgálati eljárások, módszere és vizsgálatstechnológia kijelölésére; Rendelkezzék: a) megfelelő képességgel, szakismeretekkel a vizsgálati eredmények értékelésére és értelmezésére a megfelelő szabványok, szabályzatok és előírások szerint; b) megfelelő jártassággal az alkalmazható anyagok, megmunkálási és gyártástechnológia tekintetében a megfelelő vizsgálati eljárások megválasztásához és az alkalmas vizsgálatstechnológia megállapításához, valamint a nem megfelelően szabályozott területeken a szükséges átvételi kritériumok, feltételek meghatározásában való közreműködéshez; c) általános jártassággal egyéb roncsolásmentes vizsgálati területeken; d) azzal a képességgel, hogy a 3. fokozatnál alacsonyabb szakképzettségű anyagvizsgálót irányítsa. Igény szerint irányíthatja és felügyelheti a minősítő vizsgákat, ha erre a független tanúsító testület felhatalmazza.	A III. fokozatú anyagvizsgáló legyen képes: – vizsgálati módszerek és technológiák kidolgozására; – szabályzatok, szabványok, előírások és technológiák értelmezésére; – az alkalmazandó vizsgálati eljárások, módszerek és technológia kijelölésére; A III. fokozatú anyagvizsgáló legyen felelős a minősítésének megfelelő és hatáskörébe utalt roncsolásmentes vizsgálati tevékenységért és legyen képes a vizsgálati eredmények értékelésére és értelmezésére a vonatkozó szabályzatok, szabványok és előírások foglalmának megfelelően. Rendelkezzék: – megfelelő jártassággal az alkalmazható anyagok, megmunkálási és gyártástechnológia tekintetében a megfelelő vizsgálati eljárások megválasztásához és az alkalmas vizsgálatstechnológia megállapításához, valamint a nem megfelelően szabályozott területeken a szükséges átvételi kritériumok, feltételek meghatározásában való közreműködéshez; – általános jártassággal egyéb roncsolásmentes vizsgálati területeken, az ASNT III. fokozatú alapvizsga szerint ill. más módon bizonyítva; – képes legyen a minősítésének megfelelő területen az I. és II. fokozatú vizsgálatok minősítéséhez kapcsolódó képzésre és vizsgáztatásra.

abban, hogy a szabvány módosításához kapcsolódva a teljes eredeti szöveg felülvizsgálatára sor fog kerülni.

Az 1. táblázatra visszatérve, az első mondat helyes fordítása: a 3. fokozatú anyagvizsgálót minősítési területéhez tartozó bármely roncsolásmentes vizsgálati művelet irányítására minősítik. Ez tehát nem jelenti azt, hogy „irányítania kell minden olyan roncsolásmentes feladatot...”. Ezt az értelmezést erősíti meg a szabvány 8.2. pontjában, megjegyzésként szereplő mondat, miszerint: a tanúsítvány (minősítési bizonyítvány) és/vagy a megfelelő nyilvántartási lap (helyesen: igazolvány) kiadásával a független tanúsító testület vagy a meghatalmazott testület igazolja az adott személy minősítését, de nem ad számára felhatalmazást a működésre. Lehet külön helyet hagyni... a munkáltató aláírására, amellyel felhatalmazza az adott személyt a működésre, vizsgálatokra és a vizsgálati eredményekért viselt felelősségre. Ez a meghatalmazás bizonyítékul szolgál a minősített személy tevékenységének tanúsítására (helyesen: a jogosultság igazolására) is.

Az SNT-TC-1A megfogalmazása egyértelmű: a III. fokozatú anyagvizsgáló legyen felelős a minősítésének megfelelő és hatáskörébe utalt roncsolásmentes vizsgálati tevékenységért. Ennek megfelelően az ASME-tanúsítvánnyal rendelkező gyártók minőségbiztosítási vezetője írásban köteles megbízni egy kompetens, megfelelő minősítésű személyt a III. fokozatú anyagvizsgáló feladatainak ellátásával. A gyártónak jogában áll külső személyt kijelölni, illetve külső szervezetet (alvállalkozót) megbízni a roncsolásmentes vizsgálatok elvégzésével, azonban ez nem mentesíti a szabályzat követelményeinek teljesítése iránt viselt felelőssége alól.

A hazai szabályzatok nem rendelkeznek, s kiadásuk időpontját ismerve nem is rendelkezhetnek a III. fokozatú anyagvizsgáló alkalmazásáról és feladatairól. A Kazánbiztonsági szabályzat 26.2.8. Roncsolásmentes vizsgálatok című pont (1) bekezdése szerint „...roncsolásmentes vizsgálatokat az állami szabványokban meghatározott terjedelemben kell elvégezni és kiértékelni”. A szabályzat nem tér ki a vizsgálatok személyi és más feltételeire. Célszerű lenne a nyomástartó berendezések szabályzatainak régóta esedékes korszerűsítése során ezt a kérdést is rendezni.

Az ASME követelményei szerint gyártó minőségbiztosítási rendszernek biztosítania kell, hogy a roncsolásmentes vizsgálatokat a szabályzat előírásait érvényesítő írott vizsgálati utasítások alapján hajtsák végre.

A gyártó eljárás-utasításaiban rögzíteni kell a különféle minősítésű vizsgálok feladat- és hatáskörét, s a nyomástartó berendezések átvételi kritériumait is a szabállyal összhangban. A vizsgálati utasítások elkészítése, jóváhagyatása és megőrzése a III. fokozatú anyagvizsgáló feladata. Az utasításokat (kvázi jóváhagyásra) be kell mutatni a gyártóműben eljáró felügyelőnek.

Az 1. táblázatban ezután felsorolt tevékenységek nagyjából azonosan kerültek megfogalmazásra mindkét dokumentumban, lényeges különbség csak a személyzet vizsgáztatásával kapcsolatos feladat- és hatáskörök területén látható. Az MSZ EN 473 szerint (7.3. pont) az 1. pont és a 2. pont fokozathoz tartozó vizsgálat a független tanúsító testület által közvetlenül, vagy a meghatalmazott testületen keresztül jóváhagyott és felügyelt vizsgáztató helyen kell lefolytatni. (Sajnálatos módon a szabvány magyar szövegében a „felügyelt” kifejezés helyett félrevezető módon az „irányított” szerepel, ami egyértelmű összeférhetetlenséget jelentene). A III. fokozathoz tartozó vizsgálat a független tanúsító testület közvetlenül, vagy a meghatalmazott testületen keresztül folytatja le.

Az SNT-TC-1A előírásainak értelmében egy III. fokozatú anyagvizsgáló feladata és (felelőssége) az I., II. és más III. fokozatú roncsolásmentes anyagvizsgáló vizsgáztatásának lefolytatása és kiértékelése, a szervezet (gyártó) saját írott eljárás-utasításának megfelelően. Az eljárás-utasítást a szabályzat előírása alapján, az SNT-TC-1A előírásait irányelveként felhasználva köteles a gyártó elkészíteni a tananyagba és a vizsgakérdésekben beleépítve a szabályzat követelményeit. Különösen az ún. szakterületi képzés és vizsgáztatás szempontjából lényeges, hogy a tényleges gyártási tevékenységet és a gyártáshoz kapcsolódó szabályzati előírásokat jól ismerő, azok betartásáért és betartatásáért közvetlenül felelős III. fokozatú anyagvizsgáló állítsa össze a tananyagot és a vizsgakérdéseket.

A III. fokozatú anyagvizsgálók esetében, ha az ASNT érvényesíti (ellenjegyzí) a vizsgáló bizonyítványát, a munkáltató elfogadhatja azt az alapvizsga és a fővizsga általános, a vizsgálati módszerek ismereteire vonatkozó részének teljesítéseként. A szakterületi vizsga (ami az MSZ EN 473 szabvány szerint a fővizsga része) alól szintén mentesítheti a munkáltató a vizsgálot, amennyiben az rendelkezik érvényes ASNT III.

2. táblázat

A tanúsítás eljárásrendje	
MSZ EN 473	SNT-TC-1A
3.3. Független tanúsító testület Az a szervezet, amely irányítja és (szervezi)¹ az anyagvizsgálók alkalmazásának tanúsítását célzó eljárásokat a szabvány követelményei szerint, és amely kielégíti az EN 45013 követelményeit. 3.4. Meghatalmazott testület Olyan, mindenféle domináns egyéni érdektől független szervezet, amelyet a független tanúsító testület hatalmazott fel arra, hogy előkészítse és irányítsa az anyagvizsgálók minősítéséhez szükséges vizsgákat. 3.5. Vizsgáztatóhely (minősítő bázis)² A független tanúsító testület által, vagy közvetlenül, vagy a meghatalmazott testületen keresztül jóváhagyott hely, ahol a minősítő vizsgákat lefolytatják. Valamely vizsgáztatóhely elhelyezkedhet a munkáltató telephelyén. 3.6. Vizsgáztató Az adott módszert illetően 3. fokozatú minősítéssel rendelkező személy, aki a független tanúsító testület által közvetlenül, vagy a meghatalmazott testületen keresztül fel van hatalmazva az anyagvizsgálók minősítővizsgáinak lefolytatására, felügyeletére és értékelésére.	Tanúsító szervezet: a tanúsított személy munkáltatója. Meghatalmazott tanúsító: a munkáltató által az eljárás-utasításban megadott, a munkáltató nevében tanúsításra feljogosított személy, vagy személyek. Külső szervezet: olyan III. fokozatú roncsolásmentes vizsgálati szolgáltatást nyújtó személy, vagy szervezet, akinek szolgáltatásra jogosító tanúsítványát az alkalmazó munkáltató elfogadta Vizsgáztatás Egy III. fokozatú anyagvizsgáló legyen felelős az I., II. és más III. fokozatú roncsolásmentes anyagvizsgálók vizsgáztatásának lefolytatásáért és kiértékeléséért. A III. fokozatú anyagvizsgáló megbízhat más szakképzett személyt a vizsga lefolytatásával és értékelésével. A III. fokozatú anyagvizsgáló vizsgáztatását végezheti a munkáltató szakképzett képviselője.
8. Tanúsítás 8.1. Adminisztráció A minősítővizsgák eredményei alapján a független tanúsító testület közvetlenül – vagy 1. és 2. fokozat esetében esetleg a meghatalmazott testületein keresztül – kiadja a minősítési igazolványt és vagy a megfelelő nyilvántartási lapokat.³	9. Tanúsítás 9.1. Mindhárom fokozatú roncsolásmentes anyagvizsgáló tanúsítása a munkáltató feladata és felelőssége. 9.2. Az anyagvizsgálókat az (SNT-TC-1A) a munkáltató eljárás-utasítása szerint átdolgozott 6., 7. és 8. fejezetei szerint megfelelő eredményt adó minősítés alapján kell tanúsítani. 9.3. A munkáltató igénybe veheti külső szervezet szolgáltatását a III. fokozatú anyagvizsgáló tevékenység ellátására. A tanúsítás felelőssége ez esetben is a munkáltatónál marad.

1 A „mértékadó” angol szövegben nem szerepel a „szervezi” kifejezés.

2 Helyesen: vizsgaközpont.

3 Helyesen: ...dönt a tanúsításról és kiadja a tanúsítványt és/vagy a megfelelő igazolványt.

fokozatú tanúsítvánnyal és igazolni tudja szükséges gyakorlatát, illetőleg jártasságát, beleértve a szabályzatokhoz, szabványokhoz és más előírásokhoz kapcsolódó vizsgálati utasítások készítését és a vizsgálati eredmények értékelését.

A tanúsítás területén teljesen eltér az MSZ EN 473 és az SNT-TC-1A eljárásrendje, más az intézményi háttér, a tanúsító szervezet, de lényegében megegyezik a vizsgáztató személye, a vizsgáztatásra mindkét rendszerben a III. fokozatú anyagvizsgáló jogosult, illetőleg jogosítható fel (lásd a 2. táblázatot).

Ismerve az Európai Unió nyomástartó berendezések tanúsítására vonatkozó elképzeléseit, egyértelműnek látszik a független harmadik fél által végzett tanúsítás előtérbe kerülése. Ez igaz a gyártók minőségbiztosítási rendszere és a termékek, berendezések tanúsítása esetén egyaránt. Az MSZ EN 473 szabvány utolsó fejezete ezt a tendenciát erősíti meg, amikor az átmeneti intézkedések között így rendelkezik: *a munkáltató által e szabvány hatálya lépése előtt minősített anyagvizsgálót újra kell minősíteni a 10. fejezet követelményei szerint (a kredit pont rendszer kivételével) az érvényes minősítés lejártakor, de legfeljebb 5 éven belül az esetben, ha a munkáltató tanúsítási rendszerét a független tanúsító testület audit alapján általánosságban elismeri.*

A független tanúsítás preferálása tehát azt jelenti, hogy a hazai (és európai) rendszerben egyáltalán nem fogadható el a munkáltatók tanúsítása, nem kizárt azonban vizsgaközpont létrehozása egyes gyártók telephelyén (lásd az MSZ EN 473 szabvány 3.5. pontját), ha azok működőképessége feltételezhető.

Javaslat a vizsgáztatási rendszerre

Az összevetés alapján a hazai vizsgáztatási rendszer létrehozására az alábbi javaslat tűnik a legegyszerűbb és egyben kézenfekvő megoldásnak a 45/1995. (IX. 21.) IKM sz. rendelettel kötelezővé tett MSZ EN 473 szabvány követelményeinek érvényesítéseire.

– A Nemzeti Akkreditáló Testület az MSZ EN 45013 szerinti személyzet tanúsító szervezetként akkreditálta a Magyar Hegesztéstechnikai Egyesületet (a továbbiakban: MHE). Ezáltal adott a tanúsítási eljárások irányítására és felügyeletére alkalmasnak ítélt személyzet tanúsító szervezet, azaz a **független tanúsító testület**, amely megfelel a szabvány 5.1.1. pontjában előírt egyetlen követelménynek: *a független tanúsító testület elégtse ki az EN 45013 szerinti követelményeket.*

– A szabvány 3.4. pontja szerinti meghatalmazott testület létrehozása a ma ismert, illetőleg várható tanúsítási igény (a roncsolásmentes anyagvizsgálók száma) alapján nem indokolt.

– A tanúsítási feladatok ellátására az MHE keretei között célszerű egy 3–10 fős tanúsítási bizottságot létrehozni, amelynek feladata a tanúsító testületi feladatok tényleges végrehajtása a szabvány előírásaival (5.2.1. pont) összhangban az alábbiak szerint:

1. a tanúsítási rendszer (a követelményekkel együtt) kialakítása, fenntartása és működtetése,
2. a tanúsítási eljárások és a tevékenység felügyelete,
3. a szükséges tárgyi, személyi, szervezeti és jártassági feltételekkel rendelkező vizsgáztatóhelyek jóváhagyása és rendszeres felügyelete,
4. döntés a tanúsítványok odaítéléséről, a vizsgaeredmények alapján,
5. a tanúsítványok és igény szerint az igazolványok kiadása,
6. a tanúsítványok érvényesítése,
7. a leadott feladatok ellenőrzése.

– A tanúsítási bizottság tagjait célszerű pályázati úton kiválasztani, megbízásuk az MHE igazgatótanács elnökének feladata. A bizottság tagjai:

1. rendelkezzenek felsőfokú, szakirányú végzettséggel,
2. kellő elméleti ismeretekkel és gyakorlattal a roncsolásmentes anyagvizsgálat területén,
3. nem folytathatnak képzési és vizsgáztatási tevékenységet az adott szakterületen.

A képzési tematika és vizsgakérdések kidolgoztatása és jóváhagyása, a gyakorlati vizsgák próbadarabjainak a jóváhagyása a független tanúsító testület feladata és hatásköre. Az oktatási segédanyagok, jegyzetek kidolgozása és lektorálásának biztosítása, a gyakorlati képzés során alkalmazott etalonok, próbadarabok kiválasztása vagy elkészítése a jóváhagyott vizsgáztatóhely feladata. Mindenképpen fontos lenne, hogy a szakterületi képzés tananyagát és vizsgakérdéseit az adott terület III. fokozatú anyagvizsgálói dolgozzák ki és állítsák össze. Az oktatók

kiválasztása és megbízása a képzési és vizsgáztatási helyek, a vizsgáztató, illetőleg a vizsgabizottság (ha van ilyen) megbízása a testület feladat- és hatáskörébe tartozik. Biztosítani kell, hogy a vizsgáztatói teendők ellátására csak III. fokozatú anyagvizsgáló kapjon megbízást.

Alkalmazási példa ASME szerint

Végezetül egy ASME meghatalmazási tanúsítvánnyal rendelkező nyomástartó berendezést gyártó minőségbiztosítási kézikönyve alapján összefoglalva bemutatom a roncsolásmentes anyagvizsgálatokkal kapcsolatos típusfeladatokat és intézkedéseket.

1. Roncsolásmentes vizsgálati utasítások

A III. fokozatú anyagvizsgálónak minden, a gyártás során alkalmazott roncsolásmentes vizsgálati eljárásra írott vizsgálati utasítást kell készítenie az ASME-szabvány vonatkozó kötetének megfelelően.

A vizsgálati utasítások a minőségbiztosítási vezetőjének jóváhagyása után alkalmazhatók.

A III. fokozatú anyagvizsgálónak biztosítania kell, hogy az anyagvizsgálatot végző személyzet az ellenőrzési és vizsgálati tervben megadott érvényes vizsgálati utasítást alkalmazza.

2. A III. fokozatú anyagvizsgáló

A minőségbiztosítási vezetőnek írásban kell megbíznia a III. fokozatú anyagvizsgálót minden vizsgálati eljárásra. A III. fokozatú anyagvizsgálónak rendelkeznie kell érvényes tanúsítványban alkalmazott valamennyi roncsolásmentes anyagvizsgálati eljárásra.

A III. fokozatú anyagvizsgáló feladata a vizsgálatok műszaki irányítása, a vizsgáló személyzet képzését és vizsgáztatását szabályozó eljárás-utasítás kidolgozása, és a személyzet tanúsítványainak jóváhagyása az egyes eljárásokra.

3. Roncsolásmentes vizsgálatok végzése

3.1. Az anyagvizsgáló személyzet

A mágneses repedésvizsgálatot (MT) és a folyadékbehatolásos (PT) vizsgálatot végző személyzet rendelkezzen legalább a III. fokozatú anyagvizsgáló által kiadott tanúsítvánnyal.

Az ultrahangos hibakereső (UT) és a radiológiai (RT) vizsgálatot végző személyzet rendelkezzen legalább I. fokozatú tanúsítvánnyal.

Az UT és RT vizsgálatok eredményeit értékelő személyzet rendelkezzen legalább II. fokozatú tanúsítvánnyal.

Az SNT-TC-1A előírásainak megfelelően tanúsított személyzet rendelkezzen a (vállalat) vonatkozó eljárás-utasításban előírt gyakorlattal, képzettséggel és eredményes vizsgálóval.

A III. fokozatú anyagvizsgáló felelős az anyagvizsgáló személyzet évenkénti látáspróbájának elvégzéséért és dokumentálásáért.

A III. fokozatú anyagvizsgáló felelős a vizsgáló személyzet nyilvántartásának kezeléséért és naprakész állapotban tartásáért.

3.2. Vizsgálati jegyzőkönyvek

Az UT és RT vizsgálati jegyzőkönyvek elkészítésére, aláírására és keltezésére jogosult személy rendelkezzen legalább II. fokozatú tanúsítvánnyal.

Az MT és PT vizsgálatok elvégzésére a III. fokozatú anyagvizsgáló által meghatalmazott személyzet jogosult a vonatkozó jegyzőkönyvek elkészítésére, aláírására és keltezésére. A minőségbiztosítási vezető, vagy megbízottja köteles aláírásával igazolni minden vizsgálati jegyzőkönyv elfogadását.

3.3. Alvállalkozók bevonása

A minőségbiztosítási vezető és a III. fokozatú anyagvizsgáló felügyelete alatt a roncsolásmentes vizsgálatok végzésével olyan alvállalkozó bízható meg, amely rendelkezik a vállalat követelményeinek megfelelő személyzettel.

Az alvállalkozó munkájának irányítása a III. fokozatú anyagvizsgáló, vagy a minőségbiztosítási vezető feladata, akik saját hatáskörben jogosultak az alvállalkozó megbízásának visszavonására.

3.4. A meghatalmazott felügyelő

A minőségbiztosítási vezető köteles a felügyelő számára bemutatni és bármikor hozzáférhetővé tenni a vizsgálószemélyzet nyilvántartását, a vizsgálati utasításokat és jegyzőkönyveket.

A felügyelő számára igazolni kell, hogy a vizsgálati utasítások alkalmasak a szükséges eredmények előállítására és értékelésére.

A felügyelő bármikor előírhatja a vizsgáló újraminősítését, ha annak alkalmassága kérdésessé válik számára.

A roncsolásmentes anyagvizsgáló személyzet megbízhatóságának mérése

Fücsök Ferenc*

Bevezetés

A roncsolásmentes anyagvizsgálat eredményei alapján hozott döntéseknek súlyos következményei vannak. A hibásnak ítélt szerkezeti elem cseréje jelentős költség az üzemeltetőnek, ennek elmulasztása pedig ipari katasztrófa veszélyét idézi fel. De egy új alkatrész beépítése előtt elvégzett roncsolásmentes vizsgálat eredményei is döntőek lehetnek a szerkezet élettartamára, függetlenül attól, hogy egy régi, üzemelő berendezésbe, vagy egy új szerkezetbe szerelik be.

A roncsolásmentes vizsgálat eredményeinek megbízhatósága sok tényezőtől függ. Vitan felül áll, hogy ezek közül a legfontosabb a vizsgálatot végző személy. A személyzet megbízhatóságát szakmai tudása, lelkiismeretes munkavégzése, etikus viselkedése döntően befolyásolja, de pillanatnyi idegállapota, fáradtsága, személyes problémái ronthatják is azt.

A vizsgálat eredményeinek megfelelő megbízhatósági szintjére természetesen hatással vannak külső körülmények a vizsgáló eszközök és anyagok is. Ezért a megbízhatóság mérése esetén egy többváltozós függvény kezelését kellene megoldani. A mérés és értékelés egyszerűbb tétele érdekében olyan feladatokat választottunk, ahol a mérési körülményeket és eszközöket nem kell változónak tekinteni, ezért a személyzet értékelése egyszerűbben végezhető el.

Az értékelésre sok módszert próbáltak ki és alkalmaznak. Közös jellemzőjük, hogy több mérést végeztenek el a személyzettel és az eredményeket statisztikai módszerekkel értékelik. Tapasztalati úton meghatározható, hogy az elvégzett vizsgálatok eredménye és a mérések szórása mekkora tűréssel fogadható el. A tűrésen kívül teljesítő személyzetet pedig ismeretfeljuttató képzéssel és gyakorlással hamar megfelelő megbízhatósági szintre lehet fejleszteni.

A következőkben egyszerű módszereket fogunk bemutatni. Az ismertetésre kerülő megoldásokat az Erőkar Rt.-ben alkalmazzuk és minden roncsolásmentes labornak ajánljuk.

Statisztikai alapelvek

A kondicionálni szándékozott személyzettel, az adott vizsgálati módszer gyakorlására feladatot kell kijelölni, és ezt a feladatot többször el kell végezteni. Most csak olyan feladat értékelését ismertetjük, ahol számszerű eredményt kell meghatározni, például hordozható keménységmérő eszközök használata, és ultrahangos falvastagságmérés.

Egy mérési sorozat eredménye egy számhalmaz, aminek statisztikai jellemzőit kell meghatározni. A fenti feladatok eredményeinek leírására legalább egy középértéket és egy ingadozásmutatót kell alkalmazni.

A középértékek az adathalmaz közös, tipikus, jellegzetes általános vonásait adják meg egy-egy szám segítségével. A leggyakrabban használt középérték a számtani közép, melynek kiszámítása az ismert módon történik:

$$\bar{a} = \frac{1}{n} (a_1 + a_2 + \dots + a_n)$$

ahol:

a_i = a halmaz tagjai, $i = 1 \dots n$

n = a halmaz elemszáma.

A középértékeknek átlagoló, elmosó hatásuk van, ezért rossz az a gyakorlat, amely csak a középértékek megadását választja. A

középérték csak egy oldalról jellemzi az adathalmazt és nem biztos, hogy adott esetben éppen a számtani átlag a legjobb az eredmények jellemzésére.

Az ingadozásmutatók a mérési eredmények egyedi, különös, eltérő vonásait, speciális jellegzetességének mértékét mutatják be. Skálár mérési eredmények esetén a leggyakrabban alkalmazott ingadozásmutató a szórás. Kis adatszám esetén, ha a mérések száma kisebb mint 30, a korrigált tapasztalati szórást szokásos alkalmazni.

Számítása:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum (a_i - \bar{a})^2$$

ahol:

a_i = az adathalmaz tagjai

$\bar{a}$ = a halmaz számtani átlaga

n = a halmaz elemszáma

A minőség irányába forduló társadalom és gazdaság velejárója a differenciáltság növekedése, ennek mérésére pedig az ingadozásmutatók alkalmasak. A nagyszámú mérési adat jellegzetességeit fentiek alapján legalább egy középértékkel és egy ingadozásmutatóval lehet statisztikailag jellemezni. Mérések esetén feltételezhető, hogy az adatok eloszlása ún. normál eloszlás, ezért az eloszlás alakjára vonatkozó mérőszámokkal most nem foglalkozunk.

Az emberi tényező

Az anyagvizsgálatban alkalmazott berendezések növekvő bonyolultsága, az automatizálás előrehaladása és az újabb mérési módszerek fejlődése miatt a személyzet szerepe nagyon felértékelődik. A vizsgálónak önállóan kell döntéseket hoznia, a mások, vagy saját döntéseit felül kell vizsgálnia és diagnózist kell készítenie. Ezért a vizsgálószemélyzet megbízhatóságának mérésére olyan módszert kell alkalmazni, ami nem csak meghatározza a megbízhatóságot, hanem megmutatja, hogy hol szükséges annak fejlesztése. A megbízhatósági mérés végén meg kell határozni a gyenge pontokat, kijelölni a továbbképzés és gyakorlás területeit, valamint új mérésekkel meg kell figyelni a javulás mértékét.

A vizsgálati módszer a fentiek szerint irányulhat közvetlenül az ellenőrzött rendszerek megbízhatóságának javítására, vagy megkísérelheti megállapítani, néhány indirekt eszköz segítségével, annak valószínűségét, hogy a vizsgáló hibát követ el.

A szokásos módszerekre jellemző a hibaszázalék használata, amikor a mérési eredményeket csak egy bizonyos tartományban fogadják el. Ez a tűrési tartomány a gyakorlatban önkényes és előfordulhat, hogy túlzottan szigorú, vagy engedékeny. Ezért ez a módszer nem ad elég információt.

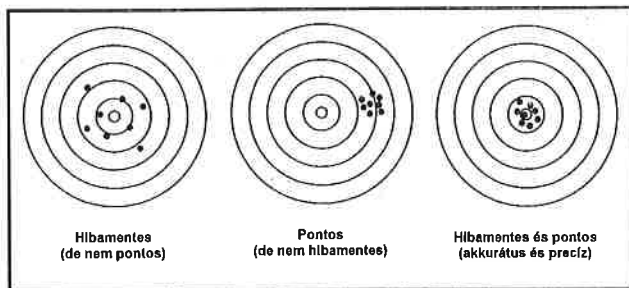
A mérési módszer hibáinak javítására W. McEwan és szerzőtársai [1] egy tárgyilagos statisztikai eljárást dolgoztak ki. Ez a módszer a roncsolásmentes anyagvizsgáló gyakorlatban is ismert jel/zaj viszonyt alkalmazza a személyzet megbízhatóságának mérésére.

Az általunk is kipróbált módszer hasznos jelnek tekinti a vizsgált jellemző valódi értékét és zajnak az ettől való eltérést. Ezzel egyszerre tudja mérni a vizsgált személy hibamentes munkáját és pontosságát.

A hibamentesség és pontosság fogalmának meghatározása fontos lehet, mert közel azonos tulajdonságot jellemeznek. A fogalmakat legjobban egy céltáblán elért eredményekkel lehet bemutatni. Az 1. ábrán

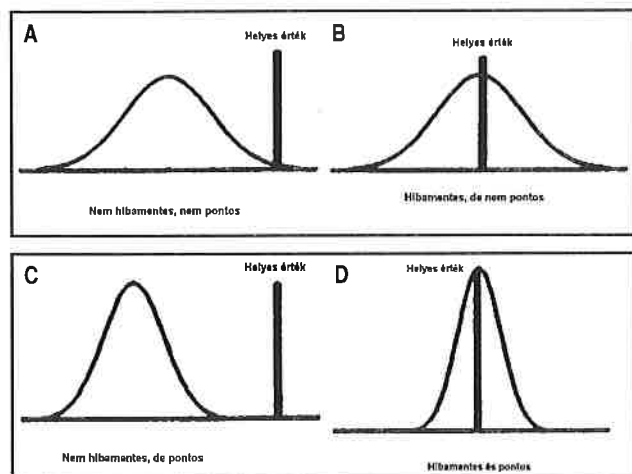
* ERŐKAR Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Laboratórium

jól elkülönül a hibamentes, de nem pontos, a pontos, de nem hibamentes és a hibamentes és pontos lövész teljesítménye.



1. ábra Grafikus példa a hibamentes és a pontos mérésre

A mérések eredményeinek jellemzésére általában a normál eloszlás függvényt alkalmazzuk. Ennek megjelenési formája a jól ismert haranggörbe. A haranggörbe alakjával és a helyes értékhez viszonyított helyzetével általánosságban jobban magyarázható a hibamentesség és pontosság fogalma. A magyar nyelvben ezeket a fogalmakat gyakran szinonimaként használjuk. Talán hasznos, ha jövevényszavakkal is próbáljuk magyarázni a köztük lévő különbséget: a hibamentes vizsgálatot vagy mérést akkurátusnak is szoktuk emlegetni, a pontos munkavégzést pedig precíznek tiszteljük. Összegezve, egy mérésnek hibamentesnek és pontosnak, azaz akkurátusnak és precíznek kell lennie.



2. ábra Eloszlásgörbék hibamentes és pontos méréseknél

A 2.a. ábrán bemutatott mérési eredmény eloszlása azt mutatja be, hogy a mérés sem hibamentes sem pontos nem volt, ezért a haranggörbe lapos és középpértéke távol van a helyes értéktől. A 2.b. ábrán hibamentes mérés görbéje látható, középpértéke azonos a helyes értékkel, de nem pontos, nagy a terjedelme, ezért a görbe lapos és széles.

A 2.c. ábra eloszlásán az látszik, hogy a mérés nem hibamentes, de a görbe magasabb és karcsúbb a pontosabb mérési eredmények miatt. A 2.d. ábrán az ideális eset látható, a pontos mérés karcsú haranggörbéjének középpértéke a helyes értékkel egybeesik, ezért a mérés hibamentes is volt.

A gyakorlatban problémát okozhat, hogy mit tekinthetünk valós, pontosan fogalmazva helyes értéknek. Szakirodalmi [2] meghatározás szerint valós érték nem létezik, ez csak egy elvi lehetőség a valódi méret lehető legpontosabb becslésére. Szabványos megnevezése a „helyes érték”, amit más néven egy mennyiség megegyezékes (konvencionális) valódi értéke. Definíciója szerint a helyes érték valamely meghatározott mennyiségnek tulajdonított olyan érték, amely az alkalmazás céljának megfelelő bizonytalanságú.

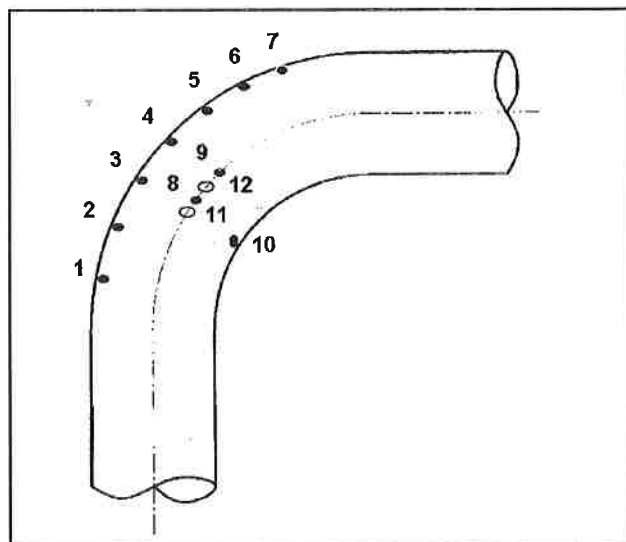
Gyakorlatban ez a definíció úgy értelmezhető, hogy egy olyan módszer eredménye a helyes érték, amelyik egy nagyságrenddel pontosabb eredményt ad, és bizonytalansága, például szórása is lényegesen kisebb az ellenőrzött mérés eredményeinél. Gyakorlati példa lehet egy mérőszalagos mérési sorozat helyes értékének tekinteni tolómérővel végrehajtott mérések eredményét, vagy a tolómérő helyes értékét mikrométerrel meghatározni.

Másik példának tekinthetjük a roncsolásmentes vizsgálatok eredményeinek ellenőrzését roncsolásos vizsgálatokkal. Ebben az esetben két, elvileg más mérés eredményét vetjük össze, így a nagyfokú eltéréseket is elfogadjuk és magyarázni tudjuk. A lényegesen más körülmények között végzett mérések összevetését bírálni is lehet. Jogos az a felvetés, hogy az ilyen összevetésnek nincs értelme és nincs fizikai tartalma, ezért más jellemzőket kell találni a vizsgálószemélyzet minősítésére. A hegesztési varratokban található folytonossági hiányok roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálati eredményeinek összevetése esetén érdemes bevezetni a megbízhatóságot minősítő jelzőszámokat. Ilyen jelzőszám például az észlelés valószínűsége, a PoD (Probability of Detection).

A következőkben az Erőkar Rt. Laboratóriumában két fajta, hordozható keménységmérővel és egy ultrahangos falvastagságmérővel végzett tréning eredményeit értékeltük. A Krautkrämer Microdur keménységmérővel homogénra hőkezelt, 80 mm átmérőjű korongok keménységét mérte minden anyagvizsgáló. A vizsgálat értékelésénél a korongok hagyományos módon mért Vickers-keménységét tekintjük helyes értéknek.

Az Equotip keménységmérő visszapatánason alapuló mérési módszerrel használ, alkalmazásának gyakorlását nagy méretű alkatrészekon végeztük. Ezeknek a munkadaraboknak Vickers-mérését nem lehetett a laboratóriumi keménységmérő gépeken elvégezni. A Poldi-féle mérés lényegesen nagyobb szórást adott, mint az Equotip műszer, ezért helyes értéknek az összes mérés átlagát vettük. Ebben az esetben nem a módszer, hanem a személyzet minősítése volt a cél, ezért ezt az egyszerűsítést elfogadhatónak tartjuk.

Ugyanilyen problémát jelentett a falvastagságmérő tréning eredményeinek értékeléséhez használható helyes érték meghatározása is. Az ultrahangos falvastagságmérés eredményét könnyű ellenőrizni tolómérővel, ha a mérést síkpárhuzamos felületekkel rendelkező munkadarabon végeztetjük. Azonban az ilyen egyszerű feladatot, amit minden roncsolásmentes anyagvizsgáló könnyen meg tud oldani, és esetleg sértőnek, vagy nevetségesnek tart, nem érdemes gyakoroltatni. Csak kissé nehezebb feladat a falvastagságmérést egy csőíven gyakorolni. Esetünkben a feladat a 3. ábrán látható 12 mérési pont fal-



3. ábra Falvastagságmérések csőíven

vastagságának megállapítása volt tízszer egymás után. Ilyen feladat esetén a helyes érték megállapítása a csőív esetleges elvágása után is nehezen végezhető el. Ezért ebben az esetben érdemes helyes értéknek tekinteni a számtani átlagot. Esetünkben az 1–7, valamint a 8, 9, 11, 12 mérési pontok átlagait számítottuk ki, és ezeket tekintettük helyes értéknek. A 10. pont eredményét nem értékeltük, mert, mint Murphy mondja: egy mérésnek nincs szórása...

A személyzet minősítésének számításához McEwans ajánlása [1] szerint a következő lépéseket végeztük el. Minden személy mérési eredményeiből kiszámítottuk az eltérések négyzetes középértékét:

$$\Delta = \frac{1}{n} \sum (x_i - V)^2$$

ahol:

x_i = a mért érték

V = a helyes érték

n = a mérések száma.

Matematikailag bizonyítható, hogy megfelelő feltételek esetén, amit valós mérések esetén megvalósítunk, a négyzetes középértékre hatással van a középérték és a szórás is. Ezért ez az egy jellemző, a négyzetes középérték (Δ), tartalmazza a mérés összes jellemzőjét.

Az Δ értelmezése a gyakorlati szakember részére nehézkes, ezért a jel/zaj viszonyhoz hasonlóan decibelben is kifejezhetjük. Így a hasznos jel a helyes érték, a zavaró jel pedig az elkövetett hiba.

A jel/zaj viszony:

$$JZ = -10 \log (\Delta) \quad [\text{dB}]$$

ahol

JZ = jel/zaj viszony

Δ = négyzetes középeltérés

A fentiek szerint számított JZ , a jel/zaj viszony decibel skálán mutatja a vizsgáló megbízhatóságát.

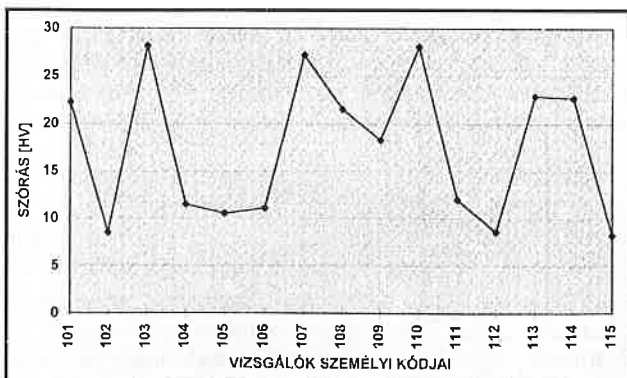
Példának tekintsük, hogy a vizsgáló a falvastagság mérése közben a helyes értéknek tekintett átlagtól tíz mérés mindegyikében + vagy – értékben 0,01 mm-rel, azaz 10^{-5} m-rel, eltér. Ekkor az ő megbízhatósága dB skálán kifejezve:

$$JZ = -10 \log \left[10(10^{-5})^2 / 10 \right] = -10 \log 10^{-10} = 100 \text{ dB}$$

Nagyobb hiba esetén a jel/zaj viszony kisebb lesz, így a decibelben kifejezett nagyobb megbízhatósághoz nagyobb számérték tartozik. A gyakorlatban szerencsére nem fordul elő, hogy a mérést hiba nélkül végezze valaki, így a nem értelmezhető log 0 kifejezés nem fordulhat elő.

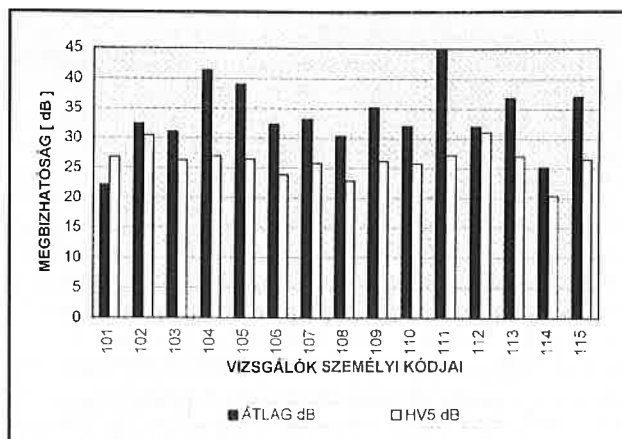
A tréning értékelése

A laboratóriumban elvégeztük nyolc homogénra hőkezelt acélkorongon a keménységmérést. A mérési eredmények szórása a 4. ábrán látható. Jól megfigyelhető, hogy a különféle hatásokra érzékeny mérési módszerrel különböző személyek milyen nagy szórású méréseket végeztek.



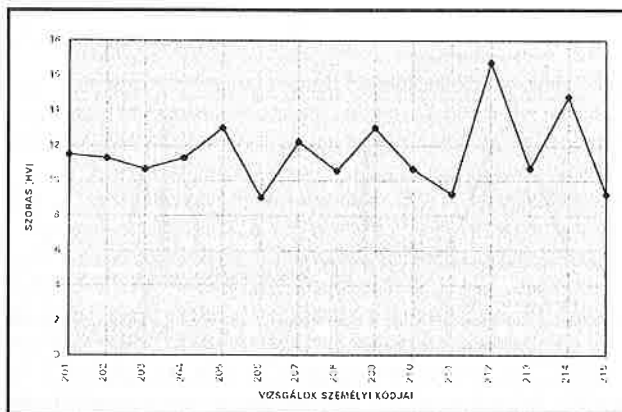
4. ábra A Microdur keménységmérés szórása

A mérési eredmények értékelését az előzők szerint elvégezve a 5. ábrán látható megbízhatósági értékeket kaptuk. Az ábrán minden személyi kódhoz két oszlop tartozik. A magasabb oszlopot, nagyobb dB értékkel akkor kaptuk, amikor a személyi eredményeket az összes mérés átlagához, azaz saját magához viszonyítottuk. Az alacsonyabb oszlopok a Vickers HV5 méréshez viszonyított megbízhatósági adatokat tartalmazzák. Meghatároztuk a HV10 és HV30 adatokat is, de azokkal összehasonlítva a Microdur méréseket, még kisebb megbízhatósági értékek adódtak, így itt nem ábrázoltuk őket.

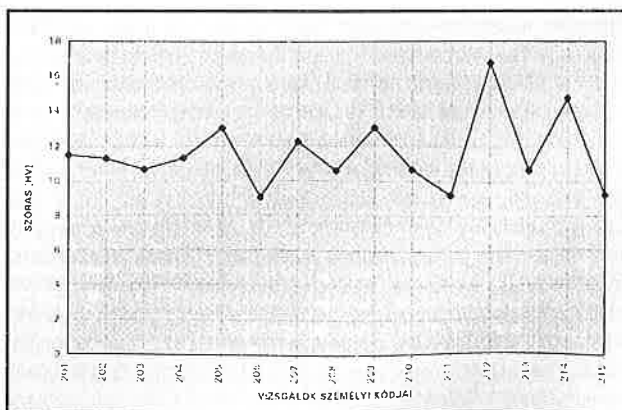


5. ábra A Microdur mérések megbízhatósága

Az ábrán látható, hogy a személyek megbízhatósági értékei között nagy a különbség, ezért újabb tréning elvégzését javasoltuk. A két módszer összehasonlítása azt mutatja, hogy a Microdur műszerrel csak kis megbízhatósággal határozható meg a Vickers-keménység, ezért csak önmaga mérési eredményeihez érdemes hasonlítani.

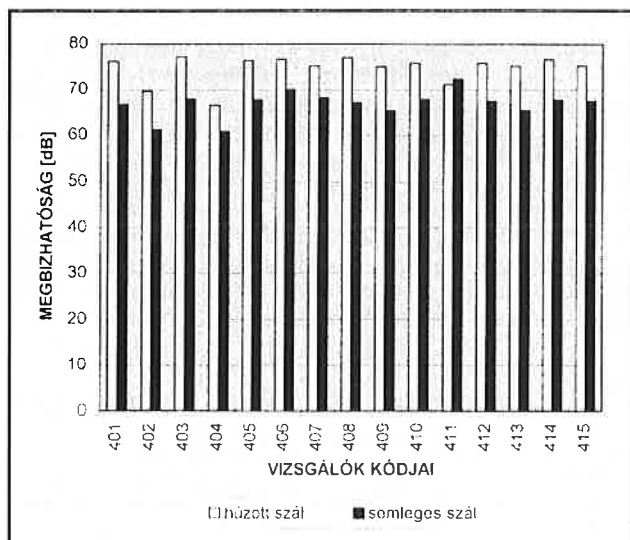


6. ábra Az Equotip keménységmérés szóródása



7. ábra Az Equotip mérések megbízhatósága

A 6. ábrán az Equotip keménységmérő mérési eredményeinek szórását mutatjuk be. Látható, hogy a módszer jól reprodukálható, kis szórású adatokat szolgáltat. Az előzőekben ismertetett okok miatt ezt a módszert még nem ellenőriztük hagyományos keménységméréssel.



8. ábra A falvastagságmérések megbízhatósága

A 7. ábrán látható, hogy nagyobb megbízhatósággal tudott vele dolgozni a személyzet, ez a műszer könnyű kezelhetőségét és a környezeti hatásokra való érzéketlenségét bizonyítja. Külön vita tárgyát képezheti, hogy a személyes megbízhatósági értékek megfelelőek-e, és hogy kit kell újabb gyakorlatra kötelezni.

A 8. ábrán látható, hogy a falvastagságmérést végezte el a személyzet a legnagyobb megbízhatósággal. Érdekes, hogy a külső, húzott szálon végzett mérések megbízhatósága, egy személy kivételével jobb, mint a semleges szálon végzett mérések. Meggyőződésünk, hogy a személyzet által teljesített megbízhatósági szint megfelelő.

Összefoglalás

A bemutatott módszerek egyszerű mérési eredmények értékeléséhez adnak gyors és jól áttekinthető megoldást. Ha a mérési eredményeket egy megfelelően szerkesztett táblázatkezelő programba írjuk be, akkor a tréninggel egy időben eredményt lehet hirdetni.

A hegesztési varratokban lévő hibák értékeléséhez más módszereket is fel kell használni, például az észlelés valószínűségének számítását. Ezekről a módszerekről a cikk folytatásában fogunk beszámolni.

Hivatkozások:

- [1] W. McEwan, N. Belavendram, M. Abou-Alli: Practical Guide to Statistical Process Control in NDT, The British Journal of NDT Vol 34 No 4. April 1992. 183-189 pp (f.14. t.5. r.4.)
- [2] Útmutató a mérési bizonytalanság kifejezéséhez, B függ., B.2.4 pont, 41. oldal. Országos Mérésügyi Hivatal, Innova Press Bt. 1995.



**Legyen tagja a
MAGYAR MINŐSÉG
TÁRSASÁGNAK,**

amely nemzetközileg tanúsított
tudományos, társadalmi és oktatási nonprofit szervezet

1091 Budapest, Üllői út 25. III. em.
Tel.: 215-6062, 218-3011
1450 Budapest 9. Pf.: 24.
Fax: 218-0267



A TÁRSASÁG SZOLGÁLTATÁSAI:

Informál hazai és nemzetközi minőségügyi eseményekről, hírekről
Kapcsolatot tart nemzetközi szervezetekkel
Együttműködik hazai szervezetekkel
Tagjai részére díjkedvezményt nyújt
Tagnyilvántartást vezet
Minőségügyi szakértőket nyilvántartja és közzéteszi
Tanácsadói tevékenységet folytat
ISO 9000 szabványsorozat alapján tanúsított szervezetek névjegyzékét és kiadványait összeállítja és közzéteszi
Rendezvényeket és kiállításokat szervez
Koordinálja országos szinten a minőségügyi rendezvényeket
Szakmai tanfolyamokat rendez és oktatási anyagokat készít
Szakmai kiadványokat megjelentet, terjeszt
Havonta megjelenteti a Magyar Minőség Társaság **folyóiratát a Magyar Minőség-et**
A folyóiratban hirdetésekkel jelent meg
Reklám és propaganda tevékenységet végez
Könyvtárat és folyóirattárat működtet

A Társaság tagjai részére a folyóiratot havonta díjmentesen megküldi.

LEGYEN TAGJA A MAGYAR MINŐSÉG TÁRSASÁGNAK ÉS VEGYE IGÉNYBE SZOLGÁLTATÁSAIT!



**MAGYAR MINŐSÉG
TÁRSASÁG**

nemzetközileg tanúsított
tudományos, társadalmi és oktatási nonprofit szervezet,
együttműködve hazai és külföldi partnerekkel, valamint
„A Minőség Oktatásért” Alapítvánnyal
ötlepcsős, vizsgaköteles
Minőségbiztosítási tanfolyamokat szervez
évente két alkalommal.



A tanfolyamot végzett hallgatók a TÜV Akadémie Rheinland nemzetközileg elismert tanúsítványát és az IKIM által aláírt magyar nyelvű tanúsítványt kapják.

Az Országos Képzési Jegyzék szerint szakképesítést nyújtó
Minőségellenőr, Minőségbiztosítási Felülvizsgáló és Tanúsító
tanfolyamot szervez.

A Társaság a képzés keretében
→ Budapesten és országosan kihelyezetten vállalja
minőségügy, termékek megfelelőségének tanúsítása,
termékfelelősség, környezetvédelem és minőség,
közbeszerzés, jogharmonizációs feladatok,
valamint az előzőekhez kapcsolódó témákban előadássorozatok,
tanfolyamok szervezését, lebonyolítását.

A Társaság a témákhoz oktatási anyagot biztosít.

A Társaság évenként Oktatási Programfüzetet készít és országosan a gazdálkodó szervezeteknek megküldi.

Vegye igénybe a Magyar Minőség Társaság képzési és oktatási szolgáltatásait!

Felvilágosítást adnak:

Somogyi Miklós
218-3011/473

Turosz Tarjáné
218-3011/475, 215-6061

Az időszakos ultrahangos vizsgálatok követelményrendszerei

Farkas Béla*

Az ultrahangos vizsgálatok rohamos fejlődése, az időszakos ellenőrzések tapasztalatai és az időszakos vizsgálatokkal szembeni elvárások változásai kikényszerítették a kapcsolódó követelményrendszer fejlesztését. A Paksi Atomerőműben érvényes szabályzatban (ESZ) – amelyik a régi orosz előírásra (PK) épül – a regisztrálási határ és a hibahatár közötti különbség 4 dB. Ez annyira szűk sáv, hogy csak ún. hibakimutató időszakos vizsgálatot tesz lehetővé. A szabályzat által megadott hibahatárok messze alatta vannak a törésmechanikai számítások eredményeként kapott elfogadási kritériumoknak, így a gyakorlatilag jelentéktelen reflektorok esetén is felesleges javításokra, vagy tervezői nyilatkozatokra van szükség.

Az ESZ (PK) kritikája 1986-ban fogalmazódott meg először, szembeállítva az időszakos vizsgálatok célját és a szabályzatban előírt követelményeket.

Az egyes primerköri főberendezések törésmechanikai számításaira alapozva javaslatot tettünk az elfogadási kritériumok módosítására. Az elmúlt évek munkájának eredményeképpen már rendelkezünk elfogadott időszakos követelményrendszerrel a ferrit-perlites alapanyagra és hegesztett kötésre (15–220 mm között) és az ausztenites hegesztett kötésre (20–100 mm között).

Az időszakos ultrahangos vizsgálatok alapvető célja, hogy regisztrálja a berendezés élettartamára hatással bíró anyagfolytonossági hiányokat és megbízhatóan kísérje figyelemmel változásait. Ez a cél akkor érhető el, ha megfelelően felépített kritériumrendszer áll az anyagvizsgálók rendelkezésére. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a reflexióképesség, az orientáció esetleges változása, akkor bizonyítható, illetve követhető jól nyomon, ha a regisztrálási és a hibahatár közötti távolság legalább 12 dB. Ide kapcsolódó fontos szempont, hogy rendelkezésre álljon az az eljárásrend, amely segítségével törésmechanikai szempontból is folyamatosan figyelemmel lehet kísérni a változásokat.

Az előadás, rövid történeti áttekintés mellett, ismerteti a jelenleg érvényes, illetve javasolt követelményrendszert.

Az 1. táblázat az időszakos ultrahangos vizsgálati követelményeket tartalmazza. Az ultrahangos követelményrendszer egységes elve (KRH = $\bar{E}H - 6$ dB) a fejlécben van feltüntetve.

A 2. táblázat ausztenites hegesztett kötések vizsgálatára tartalmaz követelményeket, a kézi és gépi ultrahangos követelményszintek elvi kapcsolata azonos az előző táblázatban közöltekkel, eltérés a jel/zaj előírás szigorításában mutatkozik.

A 3. táblázat a felületközei korrekciók kiküszöbölésére ad megoldást ferrit-perlites és ausztenites anyagokra. Az ausztenites anyagoknál értelemszerűen szigorítottuk a jel/zaj viszony előírását.

A 4. táblázat törésmechanikai számítások alapján kritikus repedésméreteket tartalmaz öt fővízköri hegesztett kötésre. Ha a kritikus repedésméreteket összevetjük az 1.–3. táblázat analízálási határ mértékével, akkor megállapítható, hogy megfelelő tartományok tartalmaznak. Továbbá figyelembe kell venni a nukleáris biztonság megítélésénél a törésmechanikai számításoknál alkalmazott biztonsági tényezőket.

A „javaslat” megjegyzés a táblázatok fejlécében az indokolja, hogy a táblázatban összegzett értékek az OAH NBF által jóváhagyott és az 1997. évi módosításokat tartalmazza.

Összességében megállapítható, hogy az időszakos ultrahangos vizsgálatok fejlesztésének akadályai a régi előírásrendszer megléte, így a hibakövető anyagvizsgálat nem valósítható meg. Megítélésünk szerint a kritériumrendszerekkel a vizsgálattechnika, vizsgálat-technológia fejlesztésének harmonizálni kell.

Az ismertetett követelményrendszer felépítése alapvetően három területen határozza meg a vizsgálat-technológiát.

1. A hagyományos RH és HH helyett, háromlépcsős (KRH, $\bar{E}H$, AH) követelmény alkalmazása, amely a biztonságosabb hibakimutatót szolgálja.

Az $\bar{E}H$ az a kapcsolódási pont, amely összeköti a régi (PK, ESZ) és az új követelményrendszert.

2. Az AH és a KRH között legalább 12 +6 dB-es távolság lehetővé teszi a vizsgált berendezés élettartamán belül feltárt anyaghibák esetleges növekedésének megbízható követését.

3. A hegesztett kötések ellenőrzése a kétszintű (térfogati és felületközei) vizsgálati érzékenységgel a hibaméret pontosabb meghatározását szolgálja.

* Paksi Atomerőmű Rt.

Megengedett ultrahangos reflektorok a ferrit-perlites hegesztett kötésekben – Javaslat

1. táblázat

Névfleges falvastagság [mm]	Értékesítési előírások					
	Kötelező regisztrálási határ (KRH = $\bar{E}H - 6$ dB)		Értékelési határ ($\bar{E}H$)		Analízálási határ (AH = $\bar{E}H + 12$ dB)	
	DKTR [mm]	Terület [mm ²]	DKTR [mm]	Terület [mm ²]	DKTR [mm]	Terület [mm ²]
15–39,9	1,8	2,5	2,5	5,0	5,0	20,0
40–69,9	2,1	3,5	3,0	7,0	6,0	28,0
70–89,9	2,5	4,8	3,5	9,6	7,0	38,5
90–119,9	2,8	6,3	4,0	12,6	8,0	50,0
120–149,9 Raz	3,2 (3,0)	8,0 (7,0)	4,5	16,0	9,0	64,0
RKZ (150 mm-ig)	(1,5)	1,8	5,5	24,0	11,0	96,0
RKZ (220 mm-ig)	(1,5)	1,8	5,5	24,0	11,0	96,0

Az Raz és az RKZ jelölések a reaktortartály gépi ultrahangos vizsgálatára vonatkoznak. A zárójeles KRH értékek GUH-ra vonatkoznak.

Megengedett ultrahangos reflektorok az ausztenites hegesztett kötésekben (KUH és GUH) – Javaslat

2. táblázat

Névfleges falvastagság [mm]	Értékesítési előírások					
	Kötelező regisztrálási határ (KRH = $\bar{E}H - 6$ dB)		Értékelési határ ($\bar{E}H$)		Analízálási határ (AH = $\bar{E}H + 12$ dB)	
	DKTR [mm]	Terület [mm ²]	DKTR [mm]	Terület [mm ²]	DKTR [mm]	Terület [mm ²]
32–39,0	2,8	6,15	4,0	12,6	8,0	50,0
60–100	4,2	13,8	6,0	28,0	12,0	113,0
„LIGAMENT”						200 cm ² -en
100–120,0	2,2	4,45	3,0	7,0	6,0	28,0

A regisztrált reflektoroknál a Δ jel/zaj ≥ 10 dB.

Felületközei zónában előírt ellenőrző bemetszések (KUH és GUH) – Javaslat

3. táblázat

Névfleges falvastagság [mm]	Ellenőrző bemetszés (mélység x szélesség x hossz. mm)	Értékesítési előírások		
		Kötelező regisztrálási határ	Értékelési határ	Analízálási határ
20 alatt	1,5 x 1 x 20	horonyvisszhang – 6 dB	horony visszhangjele	horonyvisszhang + 12 dB
20–50,0	2,0 x 1 x 20			
50 felett	3,0 x 1 x 20			
NA 240–280x19–20	3,0 x 1 x 20	horonyvisszhang – 6 dB	horony visszhangjele	horonyvisszhang + 12 dB

Azok a horonyvisszhangok értékelhetők reflexióként, amelyeknél a jel/zaj viszony: ferrit-perlites anyagoknál legalább 6 dB; ausztenites anyagoknál legalább 8–10 dB

Törésmechanikai számítással meghatározott kritikus repedés méretek tájékoztató adatai

4. táblázat

Megnevezés	Hőmérséklet [°C]	Kritikus „a” méret [mm]	Hossz L = 10 · a [mm]	Biztonsági tényező
NA 500 x 34 mm FKK	259	12,1	121,0	3,0
NA 500 / NA 245 x 19 mm FKK – YP	297	20,0	200,0	3,0
NA 700 x 75 mm GF TR. V.	259	22,9	(229,0)	3,47
NA 500 x 68 mm RCSV	259	15,3	(153,0)	–
Reaktor H 140 mm Aktivizációs v.	259	13,4	(134,0)	–

A zárójeles hossz méret informálív adat, a szokásos számítások szerint. PHARE project PH 1.02/94 és 4.1.2/93, adatai alapján

Az anyagvizsgálatok minősítésének nemzetközi gyakorlata és a Pakson várható hatások

Szabó Dénes – Dr. Pinczés János*

Az időszakos roncsolásmentes vizsgálatok az egész világon kiemelkedően fontos szerepet játszanak az atomerőművek szerkezeti elemei integritásának megítélésében, csökkentve ezzel a károsodás kockázatát és egyidejűleg növelve a nukleáris biztonságot.

A roncsolásmentes vizsgálórendszerek minősítésének szükségességét a nukleáris erőműveket üzemeltető országok többsége már sok évvel ezelőtt felismerte, és napjainkban már a gyakorlati alkalmazása van napirenden. A vizsgálatok minősítése mögött általános értelemben az az elvárás húzódik meg, hogy a vizsgálatot végző vagy végezni kívánó szervezetnek tudni kell demonstrálnia, hogy egy adott vizsgálati módszer, vizsgálati eljárás, vizsgálóberendezés és vizsgálo-személyzet képes egy konkrét vizsgálati feladat ellátására.

Előzmények

A roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatóságának, hatékonyságának vizsgálatára először az Egyesült Államokban indítottak programot 1965-ben. Az US PVRC (Amerikai Nyomástartó Edény Kutatóbizottság) által indított program célja a reaktortartály anyagaiban található anyagfolytonossági hiányok kimutatására, helyzetük és méreteik meghatározására irányuló ultrahangos mérések vizsgálata, értékelése volt. A program keretében 1968-ig 12 db etalon gyártottak le, amelyeket két mérőssorozattal vizsgáltak be, a második mérőssorozat 1974-ben indult és azt már ASME XI előírások illetve a PVRC speciális követelményei alapján végezték el.

1975-ben a fent említett 12 etalonból hármat felajánlottak európai laboratóriumoknak, amelyek vizsgálatára a CEC és az OECD létrehozta a Plate Inspection Steering Committee-t (Etalonvizsgáló Bizottság), és ezzel kezdetét vette az a nagyszabású, közel 20 éves kutatási program, amit a PISC név fémjelzett.

A program első fázisában 1976–1979 között (PISC I) az amerikai etalonokat vizsgálták be, ebben 10 európai ország 34 csoportja vett részt, elsősorban az amerikai előírásokra alapozva. [1]

A második fázist 1980-ban indította az Európai Közösség 15 ipari ország (köztük USA, Kanada, Japán) 50 csoportjának részvételével. Ebben a fázisban a különböző vizsgálati paraméterek fontosságát, hatásait elemezték 4 db reaktortartály-etalon round robin teszt eredményeinek feldolgozásával. Ekkor a PISC szó is új értelmezést kapott, (Programme for Inspection of Steel Components.), [1].

A harmadik fázis 1986-ban indult és 1994-ig tartott, ahol is 8 szektorban folyt a kutatómunka, akkor már a vizsgált berendezések körét is kiterjesztették (transziens csónkvarratok, ausztenites csővezetékek varratai, GF hőátadócsovek vizsgálata), és nagy súlyt fektettek a realisztikus hibák elemzésére. Ezenkívül dolgoztak munkacsoportok a roncsolásmentes vizsgálatok matematikai modellezésén és szabvány-előkészítő javaslatokon is, [2].

Az anyagvizsgálatok minősítése

A PISC-program óriási adalékot szolgáltatott a roncsolásmentes vizsgálatok, ezen belül az ultrahangos vizsgálatok fejlesztéséhez, fejlődéséhez. Feltárta, hogy milyen feltételek szükségesek egy megbízható és hatékony vizsgálat elvégzéséhez. Egy kiragadott példa a PISC hatásai közül: a nemzetközben publikált eredmények kétszer is arra késztették az amerikai jogalkotókat, hogy módosítsák az ASME XI-et és szinkronba hozzák a kutatás eredményeivel. Ezek közül az 1990-ben kiadott, ASME XI. VIII. mellékletét szeretnénk kiemelni, amely előírta – éppen a PISC eredményeinek hatására – a vizsgálatok minősítését, (Performance Demonstration) [3].

Az EU országai is közös szervezetet hoztak létre ENIQ néven,

(Európai vizsgálat-minősítő hálózat), amely egy egységes elveken működő minősítési rendszer alapjait hivatott létrehozni. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség pedig egy olyan ajánlás megalkotásának koordinálását vállalta el, amely a szovjet típusú (VVER) atomerőműveket üzemeltető országok számára adna útmutatást az anyagvizsgálatok minősítésére. Ennek a dokumentumnak a tervezete már elkészült, az érintett országoknak tanulmányozásra kiadták. A minősítési folyamat illusztrálására a NAÜ dokumentumot [4] vettük alapul, annál is inkább, mert ennek elkészítésében mind amerikai, mind ENIQ szakértők közreműködtek. Azonkívül úgy érezzük, hogy az elkészült ajánlás az európai szemlélettel teljes összhangban van.

Jelenleg a roncsolásmentes vizsgálatok minősítésére az elfogadott definíció a következő:

A minősítés – szisztematikus felmérés az összes rendelkezésre álló módszerrel annak igazolására, hogy egy vizsgálorendszer képes a megkívánt hatékonysági szintet elérni a vizsgálat valós körülményei között.

A minősítési folyamat fő részekre tagolódik

1. Műszaki specifikáció

A folyamat kezdete előtt írásban egyértelműen rögzíteni kell a minősítés terjedelmét, azaz a minősítendő vizsgálatokkal kapcsolatos valamennyi fontos adatot, követelményeket. Erre vonatkozóan a specifikációnak tartalmaznia kell:

- Az alkalmazandó előírásokat, követelményrendszereket.
- A vizsgálandó berendezést vagy területet, azok lényeges jellemzőit (geometria, anyagjellemzők, anyagszerkezet, felületelőkészítés).
- Az alkalmazni kívánt vizsgálati módszert (UT, RT, ET stb.)
- A vizsgálat körülményeit és az ezzel kapcsolatos fontosabb paramétereket (időbeni-, és / vagy hozzáférési korlát, környezeti paraméterek stb.)
- A várt vagy posztulált hibatípust, esetleg a károsodás körülményeit a vizsgálati tárgyra vonatkozóan, illetve ezek lényeges paramétereit, például a hiba típusa, morfológiája, helyzete, orientációja, mérete stb.
- Az anyagfolytonossági hiány azon paramétereit, amelyet a vizsgálat során meg kell határozni, (helyzete, hossza, mélysége), illetve ezek várható mérettartományát.
- Az elvárt vizsgálati hatékonyságot, úgymint: a detektálási biztonságot, a téves hibamegítélés elfogadható mértékét, a mért illetve a valós hibaparaméterek közötti megengedett túrért.
- A minősítési folyamatra vonatkozó minimális minőségbiztosítási követelményeket.

2. Vizsgálati eljárás (technológia)

A műszaki specifikáció alapján a vizsgálószerkezet javaslatot tesz az adott mérés vizsgálat-technológiájára és a vizsgáloberendezésre. Ennek fontos elemei:

- A javasolt roncsolásmentes módszer és a vizsgálati elv leírása.
- A lényeges paraméterek megadása.
- A vizsgáloberendezés üzemelési körülményeinek megadása.
- A hitelesítés menetének leírása.
- A indikációk szelektálási és regisztrációs kritériumai.
- A vizsgáloberendezés és a szoftver (ha van ilyen) leírása, a lényeges paraméterek felsorolása, a szükséges tesztek, ellenőrző mérések, leírása.
- Nyilatkozattétel arról, hogy a berendezés vagy annak egy része tárgya-e nemzeti vagy nemzetközi szabványnak.
- Az eljárást olyan lépésenkénti bontásban kell megírni, hogy az lehetővé tegye a reprodukálható végrehajtást és minimálisra csökkentse a félreértelmezés kockázatát.

3. Minősítési eljárásrend

A minősítési eljárásrend meghatározza egy vizsgálorendszer (vzs-

Paksi Atomerőmű Rt.

gálai eljárás vagy technológia, vizsgálóberendezés és vizsgálószemélyzet) teljes minősítési folyamatát.

A minősítési eljárásrendnek részletesen tartalmaznia kell az alábbi lépések végrehajtásának módját:

- A vizsgálat-technológia előzetes felülvizsgálata.
- Műszaki indoklás.
- Az etalon vizsgálata (nyílt és titkos).
- A minősítés értékelése.

3.1. A vizsgálat-technológia előzetes felülvizsgálata

E lépés célja, hogy még a minősítés megkezdése előtt a vizsgálat-technológia alkalmasságáról meggyőződjenek, aminek következtében a technológia megfelelt vagy nem felelt meg minősítést kap.

3.2. Műszaki indoklás

Ennek a felmérésnek a célja, hogy a rendelkezésre álló elméleti és gyakorlati tényadatok („bizonyítékok”) alapján megítéljék a vizsgálat-technológia és a hozzá tartozó vizsgálóberendezés alkalmasságát az adott vizsgálati feladat megoldására.

Mivel gyakorlati okokból a minősítésre használható etalonok száma igencsak véges, ezért az etalon laboratóriumi vizsgálata csak korlátozott információt nyújthat egy vizsgálórendszer teljesítőképességéről. A műszaki indoklás célja éppen az, hogy ezeket a korlátokat átlépie, azaz a vizsgálat-technológia és -technika fejlesztése során felhalmozott műszaki tényadatok képezzék a berendezés és a technológia minősítésének alapját.

A fent említett elméleti és gyakorlati „bizonyítékok” lehetnek például a vizsgálati probléma megoldásának kibontása, a vizsgálat matematikai modellezése, korábbi minősítések eredményei, idevágó kutatási eredmények bemutatása, a javasolt technológia és berendezés gyakorlati alkalmazásának tapasztalatai, laboratóriumi vizsgálatok eredményei stb.

A műszaki indoklást a vizsgálószervezetnek kell elkészítenie és a minősítő testülethez történő benyújtás előtt az engedélyes, vagyis a vizsgáló berendezés üzemeltetőjének jóváhagyása szükséges.

3.3. Az etalon vizsgálata

Az etalon vizsgálatának két fő csoportja van:

- Az etalon nyílt vizsgálata:

Ennek során a vizsgálószemélyzetet előzetesen informálják az etalonok számáról, típusáról és jellemzőiről, valamint a kimutatandó hibák típusáról, helyzetéről és méreteiről.

Ezek a vizsgálatok a berendezés és a technológia minősítése kapcsán merülhetnek fel úgy, mint a minősítési eljárásba eleve betervezett vizsgálatok vagy mint a műszaki indoklás értékelésének eredményeképpen esetlegesen előírt vizsgálat.

- Az etalon titkos vizsgálata:

Olyan vizsgálatok ezek, amikor a vizsgáló személyzetnek nincs részletes információja a hibák számáról és méretéről, egyáltalán arról, hogy az etalon tartalmaz-e hibát. Továbbá, nincs hozzáférése a felületre kifelé hibákhoz és az etalonokat azonosító dokumentációhoz.

Ezek a vizsgálatok a vizsgálószemélyzet minősítésére szolgálnak.

A minősítő-testület feladata annak a minősítési eljárásrendnek a kidolgozása is, amely meghatározza az etalon vizsgálatának végrehajtásához szükséges műszaki és szervezési követelményeket.

3.4. A minősítési eredmények értékelése

Ebben a szakaszban kell összegezni minden egyes megadott vizsgálati követelmény (műszaki specifikáció) teljesítésének mértékét. Ez a teljesítési hányad az egyes vizsgálati követelmények és a megfelelő technológia- és/vagy berendezés-jellemzők minőségi és mennyiségi összehasonlításának eredménye a rendelkezésre álló elméleti és/vagy gyakorlati tényadatok („bizonyítékok”) alapján.

4. A minősítés tanúsítás

A minősítési folyamat sikeres befejezése után a minősítő-testület értékelése alapján az engedélyes hagyja jóvá az adott vizsgálórendszer (roncsolásmentes vizsgálati eljárás, a hozzá kapcsolódó berendezés és személyzet) működési engedélyét.

Egy adott ország helyi sajátosságaitól függően az engedélyes által történő jóváhagyás előtt követelmény lehet a minősítési folyamat hatóság általi felülvizsgálata és engedélyezése. Ha a gyakorlat során

bebizonyosodik, hogy egy már minősített vizsgálórendszer nem felel meg a vizsgálati követelményeknek, a minősítési tanúsítványt a minősítő testület köteles visszavonni.

5. A minősítési folyamat dokumentálása

A minősítési folyamat egészét a minősítési dossziében kell részletesen dokumentálni. A minősítési dossziének tartalmaznia kell:

- Minősítendő vizsgálat műszaki specifikációját.
- A vizsgálati eljárást.
- A javasolt vizsgálórendszer műszaki indoklását.
- A minősítési eljárásrendeket.
- Az etalon vizsgálatának eredményeit.
- A minősítési folyamat összegzését.

A minősítési dossziének ezenkívül tartalmaznia kell megfelelő sorrendben minden állásfoglalást, tanúsítványt, jóváhagyást amit a minősítő-testület, vagy az engedélyes vagy a hatóság adott ki a minősítési folyamat során.

Természetesen, a minősítési irányelvek – a fentiekén kívül – szabályozzák a minősítési folyamat egyes elemeivel szemben elvárt követelményeket illetve a minősítési folyamat résztvevőinek – engedélyes (üzemeltető), vizsgálószervezet minősítő testület, hatóság feladat- és jogkörét.

A konkrét minősítési rendszert minden ország a saját viszonyainak megfelelően, de lehetőleg egységes elvek alapján, saját maga dolgozza ki.

A minősítés Pakson várható hatásai

Az nyilvánvalónak látszik, hogy a fejlett országok fontosnak tartják az anyagvizsgálatok minősítését, és eltökéltek a nemzeti minősítési rendszerük kidolgozására – legalábbis a nukleáris iparban.

Ennek már Magyarországon is vannak tapasztalható hatásai, például a már említett NAÜ-kezdemenyezés, amiben Magyarország is tevékenyen részt vesz, illetve azok a Phare-projektek [5, 6, 7], amelyeknek a Paksi Atomerőmű társkezelvényezettje, és amelyek az atomerőmű főberendezései időszakos anyagvizsgálatának témakörén belül a vizsgálatok minősítésével is foglalkoznak. A három Phare projekt közül kettő már folyamatban van; ezek közül az egyik a minősítési eljárásrend elkészítéséig és a minősítési folyamatra tett ajánlásig jut el, míg a másik egy komplett minősítés lefolytatását is tartalmazza.

Ezenkívül, Pakson eddig is történtek olyan fejlesztések, amelyek egy majdani minősítési rendszer szolgálatába állíthatók, mint például reaktortartály-modellek (1:1 méretű TR1 tartályvarrat-, és tartálycsonk-model), illetve az 1997 elejére elkészült Karbantartó Gyakorló Központ, mely nem csak a karbantartó személyzet, hanem az anyagvizsgálók számára is kiemelkedő oktatási, és technológia-fejlesztési háttérrel biztosít.

Szeretnénk elérni, hogy a KGYK ne csak az atomerőmű anyagvizsgáló szakemberei számára nyújtson nagyon jó felkészülési és gyakorlati lehetőséget, hanem akár nemzetközi szinten is jól ismert és elfogadott előkészítő, oktató és minősítő bázis legyen.

Irodalom:

- [1] Summary of the Three Phases of the PISC Programme. PISC Report N17., March 1992.
- [2] Non-destructive examination practice and results State of the art and PISC III Results. Proceedings of the Joint CEC OECD IAEA. Specialist Meeting held at Petten on 8–10 March 1994.
- [3] ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section XI., Appendix VIII.
- [4] Guidelines for qualification of in-service inspection systems for WWER nuclear power plants – WWER-SC-123 (Draft), Vienna, Austria. 1996
- [5] PHARE project 4.1.2./93 In-service inspection of VVER-440/213 reactor pressure vessels. Technical terms of reference.
- [6] PHARE project PH 1.02./94 In-service inspection of VVER-440/213 primary circuit components. Technical terms of reference.
- [7] PHARE project PH 1.02./95 In-service inspection of steam generator collector. Technical terms of reference. (Draft)

Gépi ultrahangos rendszerekkel végzett vizsgálatok legújabb tapasztalatai a Paksi Atomerőműben

Palásti József – Szabó Dénes – Dr. Pinczés János*

Bevezetés

A Paksi Atomerőmű reaktortartályait az elmúlt években folyamatosan ellenőriztük gépi ultrahangos eszközökkel [3,4]. A TriAs rendszer a külső vizsgálatokat látta el, és 1995 óta a Siemens cég végzi a négyévenkénti belső ellenőrzéseket. Kézenfekvő volt az a gondolat, hogy a külső és a belső vizsgálatok összevethetőségének javítása érdekében, illetve a belső vizsgálatok volumenének csökkentése érdekében, a két vizsgálorendszert elveit azonos alapokra kell helyezni. Ennek érdekében a TriAs ULISES adatgyűjtő és kiértékelő rendszerét a SAPHIR szoftverrel váltottuk ki. Ez utóbbi több ultrahangos információt képes felvenni (nagyobb számítógépi kapacitása révén), és a Siemens cég fázisvezérelt ultrahangos fejének (Phased Array, PA) használatát is lehetővé teszi.

1996-ban a terveknek megfelelően vizsgálatokat a TriAs rendszerrel (RTD hagyományos fejek + ULISES kiértékelő) kezdtük. A 2. reaktortartályon volt lehetőségünk arra, hogy a TriAs (RTD hagyományos fejek + SAPHIR kiértékelő) új generációjával is ellenőrzéseket végezzünk. Az eredmények közötti összehasonlításokat is elvégeztük.

A leállások után a TR1-es etalon összehasonlító vizsgálatai nagy mennyiségű információ forrását jelentik. A vizsgálatok és az eredmények értékelése jelenleg is folyamatban vannak.

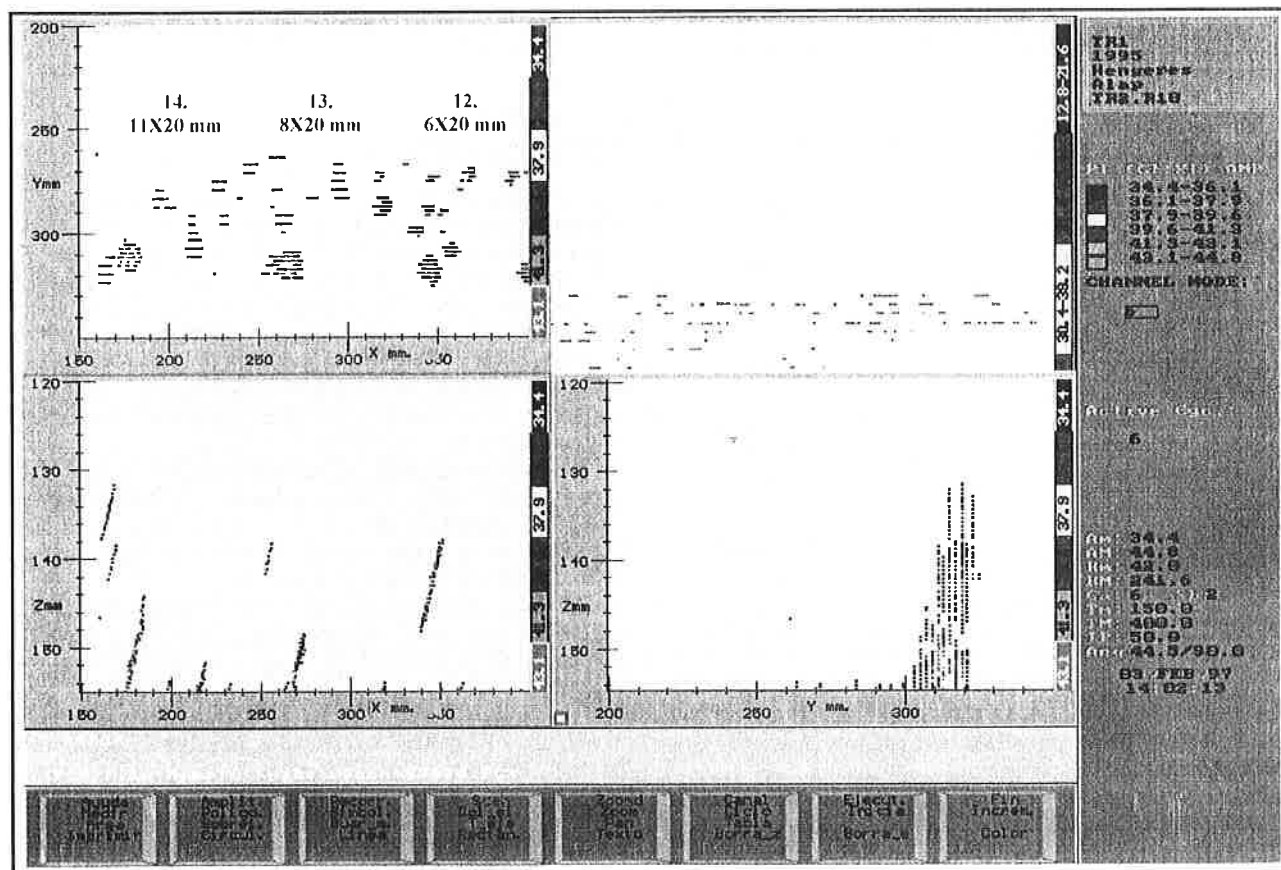
* Paksi Atomerőmű Rt.

A SAPHIR adatgyűjtő és kiértékelő rendszer

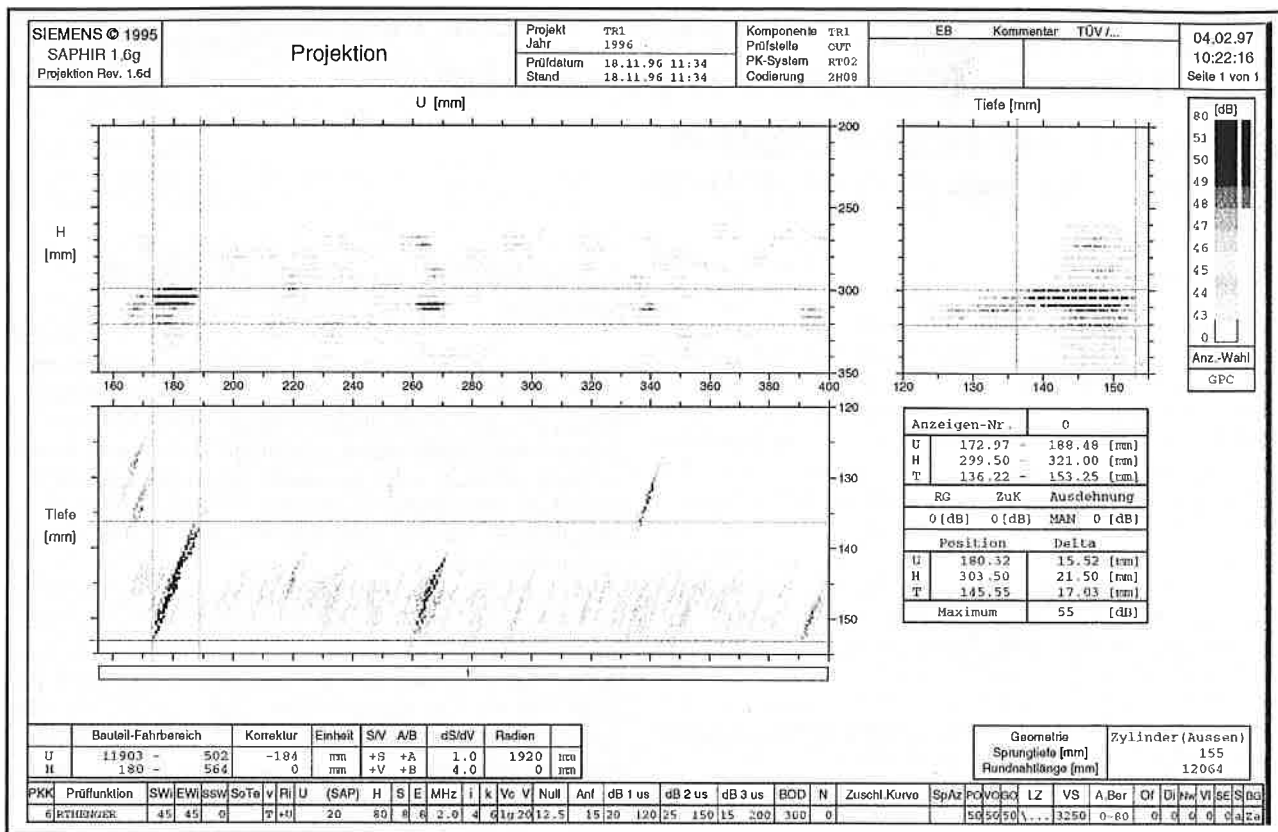
A SAPHIR és az ULISES rendszer közötti alapvető különbség az ultrahangos berendezés „adatszolgáltatásában” van. Az IMPULS 1 készülék a monitor szint felett megjelenő legnagyobb amplitúdót és a hozzá tartozó futásidőt küldi eltárolásra. A SAPHIR rendszer a teljes „A-képet” (pixel üzemmód), vagy az ún. ALOK algoritmussal (az „i” és a „k” paraméterek függvényében) a „megszűrt” A-képet tárolja el. Ez egy, UNIX alapon működő igen gyors, nagy teljesítményű számítógép segítségével valósul meg.

Az ultrahangos berendezés különlegessége még, hogy a többkristályos, változó frekvenciájú és hullámfajtájú fejeket, valamint a lehasadásból illetve diffrakcióból eredő hullámváltásokat is kezelni tudja. A fázisvezérelt ultrahangos fejek 16 kristályból állnak. Megfelelő plexi előtét segítségével 0° és 90° között tetszőleges szögű hagyományos fejeként definiálhatók. A visszaérkező hanghullámok alapvető paraméterei is önállóan programozhatók.

A két megjelenítés közötti különbséget az 1. és 2. ábra szemlélteti. Alapvető eltérést nem tapasztalunk, de a 2. ábra több hasznosítható információt tartalmaz. Ez a több információ egyben jelentős mértékben megnöveli az előkészítő munka mennyiségét és jelentőségét. Az ábrákon a TR1-es etalon 12., 13. és 14. reflektorai láthatók.

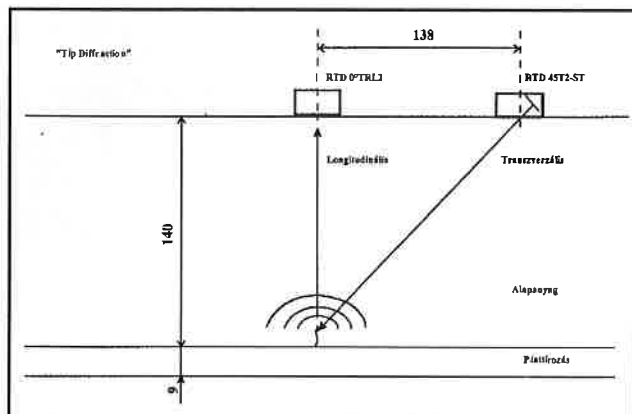


1. ábra Az ULISES grafikus megjelenítése a TR1-es etalonról



2. ábra A SAPHIR grafikus megjelenítése a TR1-es etalonról

A SAPHIR rendszer lehetőségeit szemlélteti a 3. és 4. ábra. A vizsgálat elvi elrendezését a 3. ábrán, és a kapott eredményt a 4. ábra tartalmazza. Az példa is mutatja, hogy az új rendszerrel a szokásostól eltérő, a posztulált anyagfolytonossági hiányok elhelyezkedését jobban figyelembe vevő, technológiát lehet összeállítani. Míg van továbbá arra is, hogy egy megváltozott filozófia alapján az adatokat újra feldolgozzuk, és olyan jellemzőket is elemezzünk, amelyeket addig nem vettünk figyelembe.



3. ábra Vizsgálati technológia elvi elrendezése

A Phare 4.1.2/93 sz. projekt [5] keretében végzett elemzések (1997. januári) megállapításai szerint, a gyártás során a reaktortartály hengeres részén, a plattírozás alatt repedések keletkezhetnek. Ezek jellemzőit az alábbiak szerint lehet összefoglalni:

- az alapanyagban helyezkednek el, csúcsukkal a plattírozás felé,
- elhelyezkedésük merőleges a plattírozás irányára,
- a repedések 8 – 10 mm mélyek lehetnek az alapanyagban,
- a reaktortartály üzemelése során nem valószínű, hogy az alapanyag felé növekedne a méretük,

– a lehetséges terjedési irányuk merőleges a plattírozás irányára.

A fenti ábrákból kitűnik, hogy a mutatott technológia jól regisztrálja az ilyen anyagfolytonossági hiányokat és az alkotó irányú kiterjedés megváltozását is.

A vizsgálati eredmények összehasonlítása

A különböző vizsgálatok közötti összehasonlításokat minden esetben a TR1 etalon [7] keresztirányú hengeres furataival végeztük. Mivel az információs mező szempontjából alapvetően fontos a Kimutathatósági Regisztrációs Határok (KRH) [1, 6] vizsgálata, ezért legelőször ezt végeztük el.

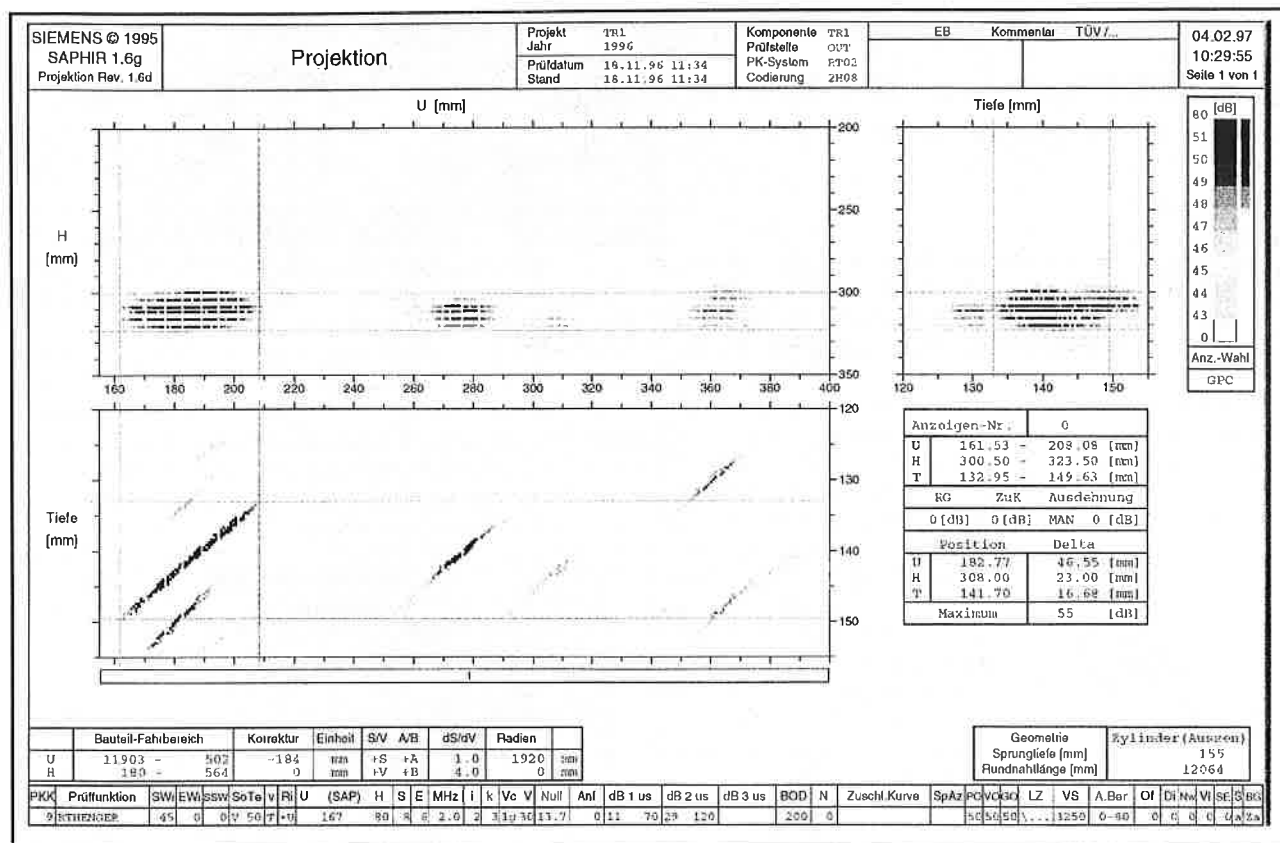
Az eredmények összefoglalását a 5. ábra tartalmazza. Az ábra az RTD 45T2-ST és a Siemens MMT mozaik fejére készült. A falvastagság függvényében az erősítés eltérését ábrázoltuk (a KHF erősítéséből kivonva az ábrázolandó erősítést, az adott mélységben). A falvastagsági értékeknél a külső és a belső vizsgálati eredményeket azonos szemléletben számoltuk át.

A külső zónában az MKGY előírása [1] látható az Ø 1,5-ös KTR (Δ) görbén. A TR1 etalon, a 2. blokk és a Siemens vizsgálatok KRH-ja (*, □, O) ennél a határnál kisebb értékeket mutat. Ugyanez tapasztalható a belső zónában is, ahol az előírás Ø 3,0-as KTR. A vizsgálati egységek ezeken a területeken kielégítik az előírásokat.

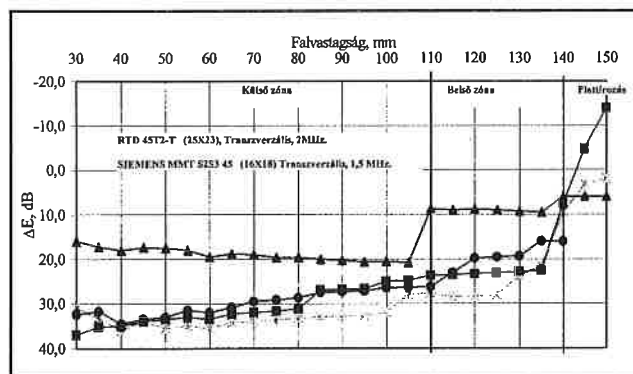
A plattírozás tartományára, az MKGY szerint, a 6X20-as horony alkalmazása vonatkozik. Az MMT vizsgálófej nem ellenőrizte ezt a tartományt, ezért szakad meg a görbéje. A TR1 és a 2. reaktor KRH görbéjéből látható, hogy a megkívánt szintet a 2 MHz-es RTD fejek nem tudják produkálni. A plattírozás területére kisebb frekvenciájú fejeket kell használni.

A 2. blokki vizsgálatok eredményeit összegezve az alábbi megállapításokat tehetjük:

- Az alapanyagra illetve a varratra vonatkozóan a külső és a belső vizsgálat is képes a KRH-t, következésképp az Értékelési Határt (ÉH) is meghaladó reflektorok regisztrálására.
- Az ÉH-hoz közelítő méretű regisztrátumok között mind a koordinátában, mind a méretben jó egyezések mutathatók ki.



4. ábra A SAPHIR grafikus megjelenítése a TR1-es etalonról



5. ábra Vizsgálórendszerek összevetése a RT1 etalon alapján (RTD 45T2-ST és Siemens MMT S2S3 vizsgálófejekre)

- * Erősítés a KHF-ek és a TR1-es etalon KRH-jához tartozó erősítések között ($E_{KHF} - E_{KRHTRI}$)
- Erősítés eltérés a KHF-ek és a 2. blokk KRH-jához tartozó erősítések között ($E_{KHF} - E_{KRH2b}$) (TriAs vizsgálatok a tartály külső felületéről)
- Δ Erősítés eltérés a KHF-ek és az 1,5; 3 mm-es KTR KRH-jához tartozó erősítések ($E_{KHF} - E_{KRHTRI}$), valamint a 6x20 mm-es horony erősítése között ($E_{KHF} - E_{6x20}$)
- O Erősítés eltérés a KHF-ek és a 2. blokk KRH-jához tartozó erősítések között ($E_{KHF} - E_{KRH2bS}$) (Siemens vizsgálatok a tartály belső felületéről)

– A külső és a belső vizsgálatok harmonizációja érdekében végzett fejlesztések eredményeként lehetőség van arra, hogy a külső vizsgálatok kiváltsák a belső vizsgálatokat, a geometriailag hozzáférhető helyeken, azaz csökkenthető lesz a belső ellenőrzések volumene.

A közeljövő feladatai

A vizsgálati technológia pontosítása érdekében tovább folytatjuk a TR1-es etalon elemző vizsgálatát. A vizsgálatok körét kibővítjük a PA, fókuszált, 1–1,5 MHz-es fejek körére. Az alkalmasnak bizonyuló fejeket integráljuk a vizsgálati technológiába.

Új vizsgálati technikákat próbálunk ki. Ahogy a fenti példa is mutatja a nem hagyományos technikák, pl. Time of Flight Diffraction (TOFD), LLT és TTL, Quick welle, Tip Diffraction stb., is megvalósíthatók.

A meglévő vizsgálati eredmények kiértékelését az esetleges új vizsgálati technikák szemszögéből kiegészítjük. A vizsgálatok adatait újraértékelve kiegészítő információk szerezhetők.

A nemrég elkészült csonketalonunkon [8] megkezdjük a gépi vizsgálati technológia kidolgozásához szükséges elővizsgálatokat.

Összefoglalás

Az eddigi ellenőrzések bizonyították, hogy a reaktortartályokban található reflektorokat megfelelő pontossággal ismételtlen is regisztrálni tudjuk. A külső és belső vizsgálatok eredményeit egyre nagyobb biztonsággal lehet összehasonlítani. A regisztrált reflektorok koordinátái és méretei jó egyezést mutatnak.

Az ultrahangos technológiánk továbbfejlesztése az irányba halad, hogy a reflektorok jellegéről és méretéről a valóságot minél jobban megközelítő képet tudunk adni.

Irodalom

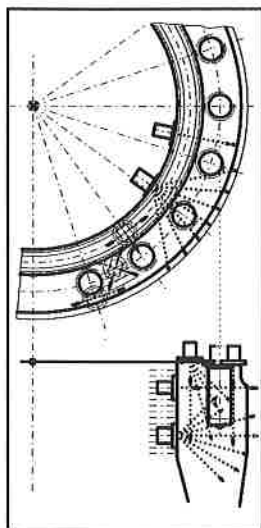
- [1] Farkas Béla: A gépi ultrahangos időszakos vizsgálatok előírásrendszere. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2. 51–52.old.
- [2] Dr. Pinczés János: Reaktortartály-vizsgálatok eredményeinek értékelése. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2. 59–61.old.
- [3] Szabó Dénes – Palásti József: A TriAs vizsgálóberendezés fejlesztése és felépítése. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2. 53–54.old.
- [4] Dr. Pinczés János – Palásti József: A TriAs vizsgálatok első tapasztalatai. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2. 55–56.old.
- [5] Phare jelentés (4.1.2 Project Task 1.B.) 1997.01.
- [6] Farkas Béla: Időszakos ultrahangos vizsgálatok követelményrendszerei. Anyagvizsgálók Lapja 1997/1–2.
- [7] Fűcsök Ferenc – Palásti József: A TriAs rendszer megbízhatóságának elemzése. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2. 57–59.old.
- [8] Tarnai György: Csonkmodell megvalósítása az ultrahangos vizsgálat fejlesztéséhez. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2. 61–65.old.

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 gőzfejlesztőinél 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 csatolás 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.

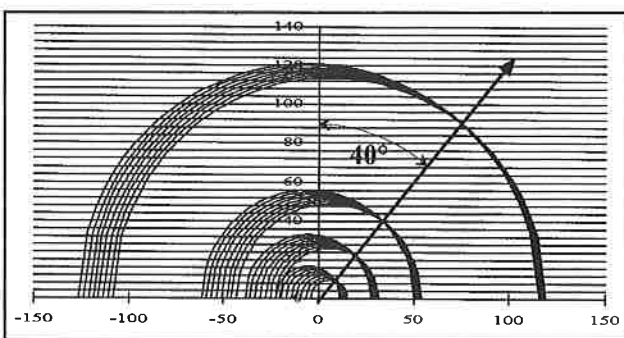
A jelenlegi ultrahangos technikák közül a fenti problémákra az alapvető megoldást a fázisvezérelt (Phased Array – PA) vizsgálófejek alkalmazása jelenti. PA vizsgálófejekkel lehetőség van arra, hogy a kívánt terjedelemben és megfelelő sebességgel hajtsuk végre a vizsgálati feladatokat.

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.)

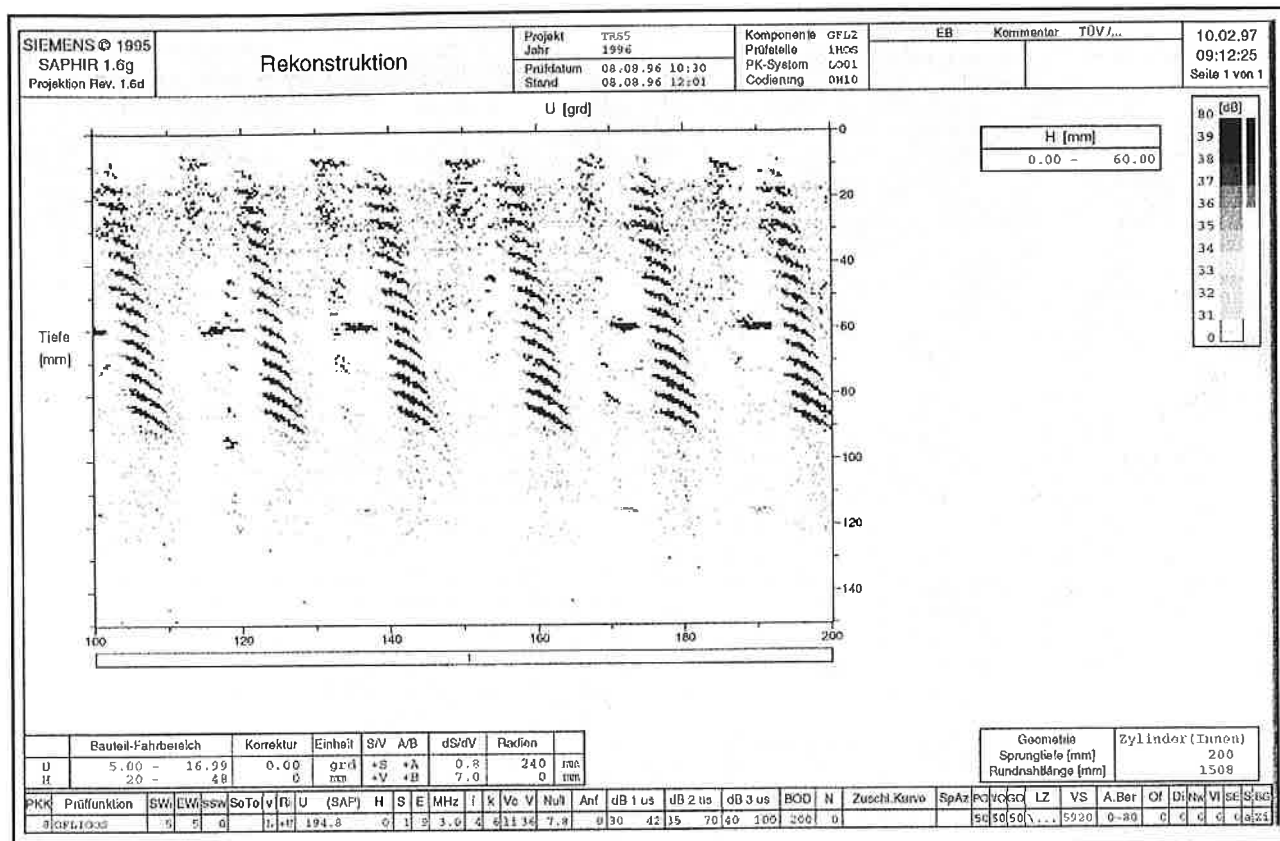
A gőzfejlesztő ligament vizsgálatainak alapvető tapasztalatai

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.

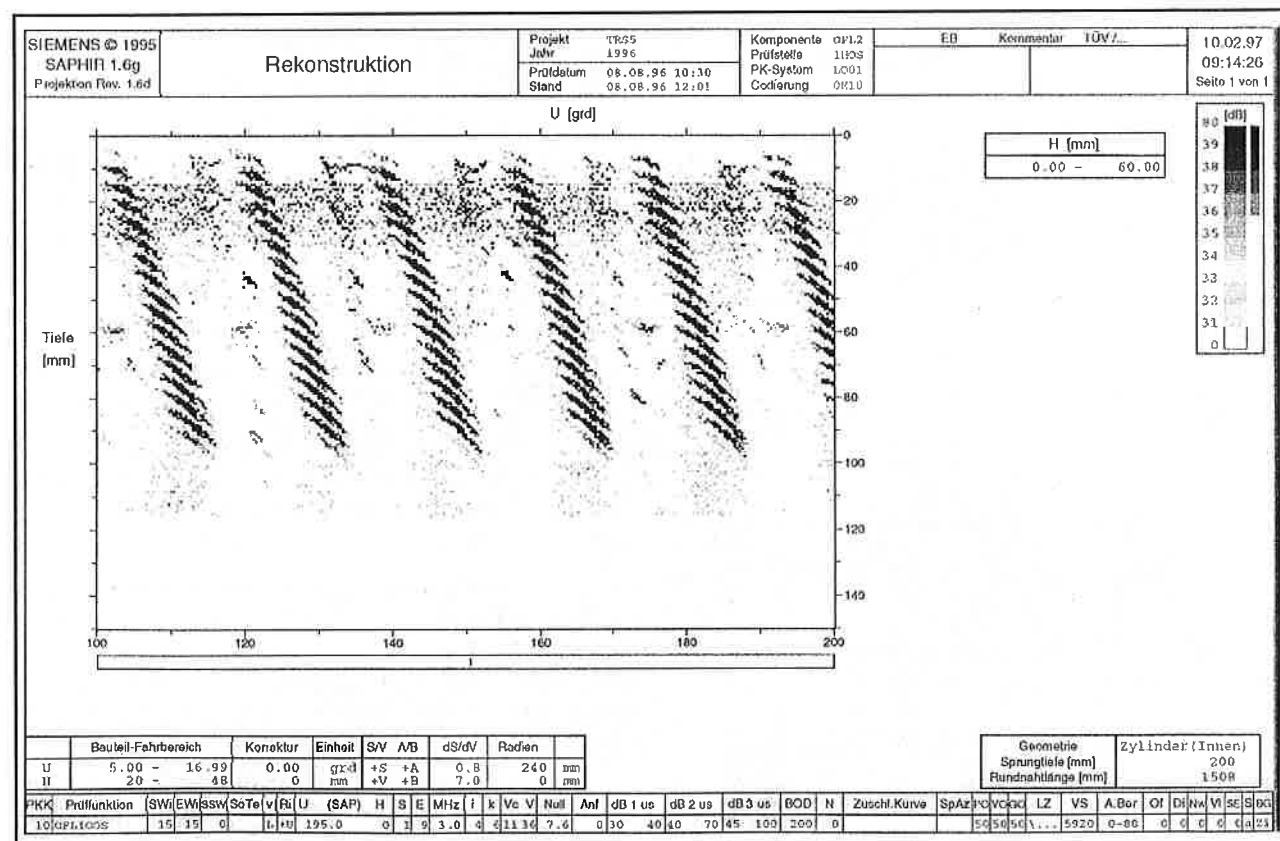
Ugyanazt a négy PA vizsgálófejet alkalmaztuk az első évben (1995) a PHASCAN rendszerhez és a második évben a SAPHIR rendszerhez.

A SAPHIR vizsgálórendszer 48 csatornás, lehetővé teszi több PA fej

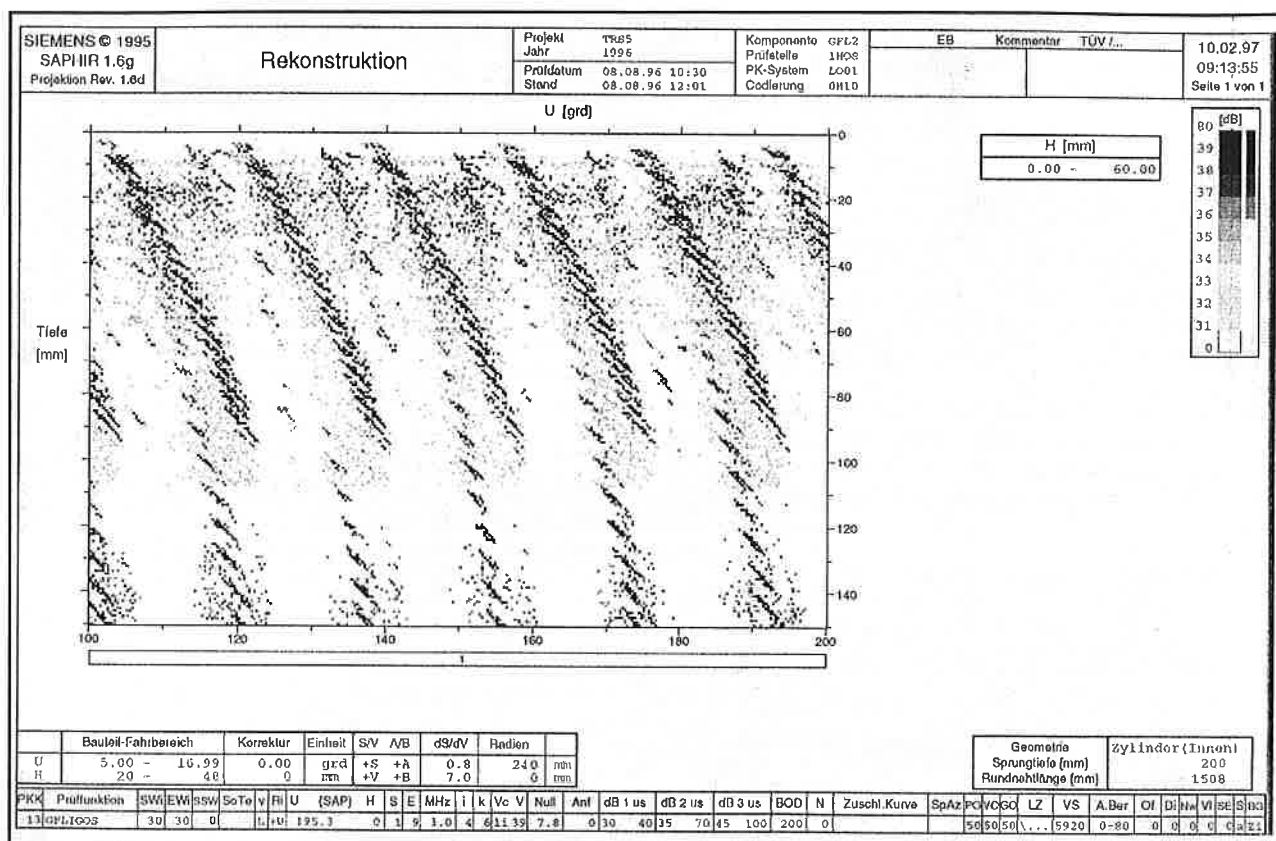
* Paksi Atomerőmű Rt.



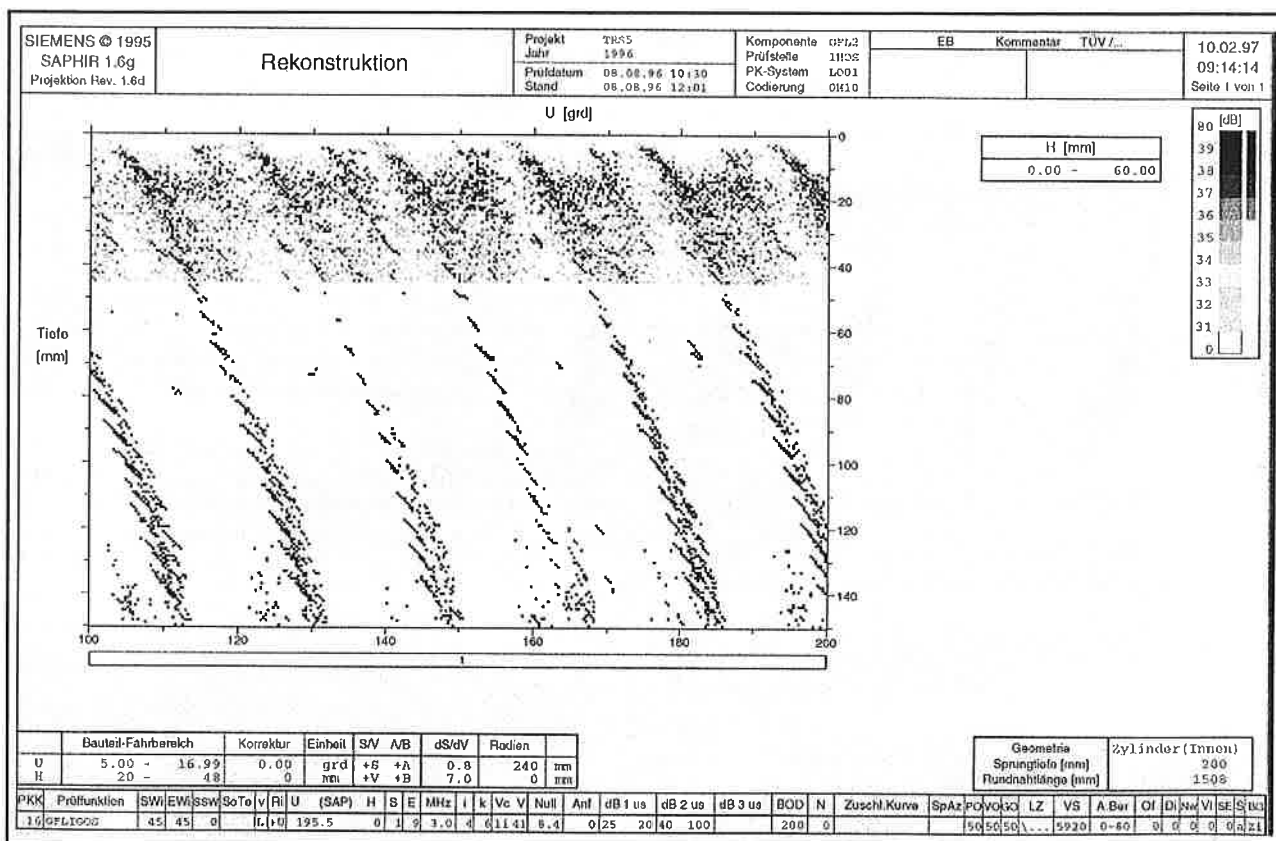
3. ábra



4. ábra



5. ábra

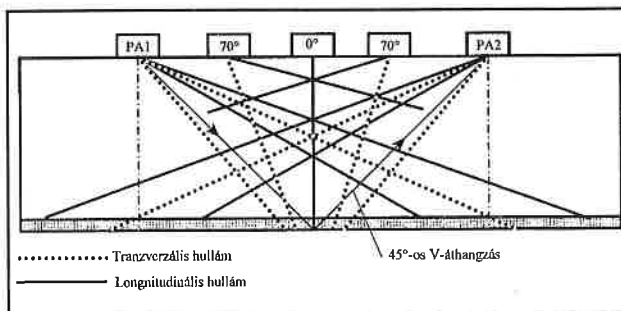


6. ábra

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

tományban 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.

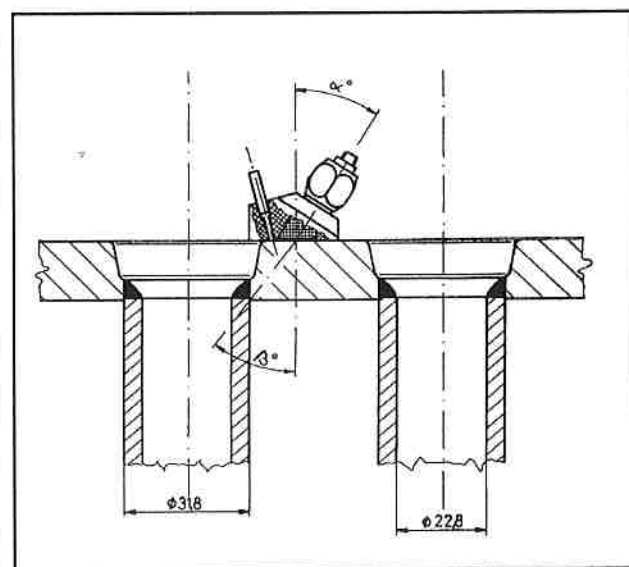
A gyorshűtők csőköteg-membránfalai hegesztési varratainak ellenőrzése ultrahangos módszerrel

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.

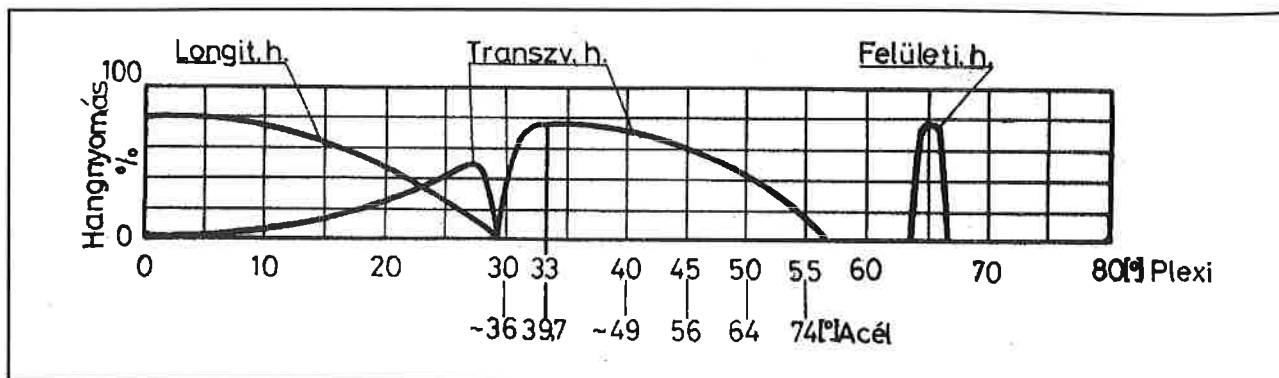
Jelen előadás a gyorshűtő hőátadó csövek és a membránfal közötti sarokvarratok ellenőrzésére kidolgozott vizsgálati technológiát mutatja be. A különféle roncsolásmentes vizsgálati technológiák előnyeit, hátrányait, megvalósíthatóságát figyelembe véve az ultrahangos módszert tartottuk az egyedülnek, amellyel 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

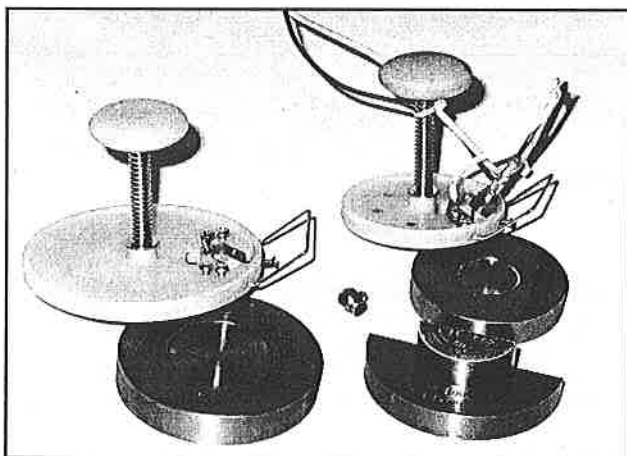
* AGMI Rt.

** TVK Rt.



2. ábra: Hullámok lehasadása ferde besugárzás esetén

Kihasnálva a szögtűkrök jó reflektáló képességét (bizonyos besugárzási szögek mellett), a membránfal felületéről besugározva a varrat gyökrését, megállapítható, hogy tökéletes-e az átolvadás. Ha a varrat megfelelő, nem kapunk reflexiót, ellenkező esetben a membránfal túlsó felületének mélységéből határozott ultrahangjelzés érkezik. Nehezíti a feladat megoldását, hogy a csövek között nagyon kicsi a hely. Emiatt speciális besugárzási szögű vizsgálófejre van szükség. 33°-os plexiek segítségével az acélban $\approx 39^\circ$ besugárzási szög hozható létre. Ebben az esetben a longitudinális hullámból transzverzálissá alakuló hullám hangnyomás értéke maximális (2. ábra), és a szögtűkörről is megfelelő jelet kapunk.

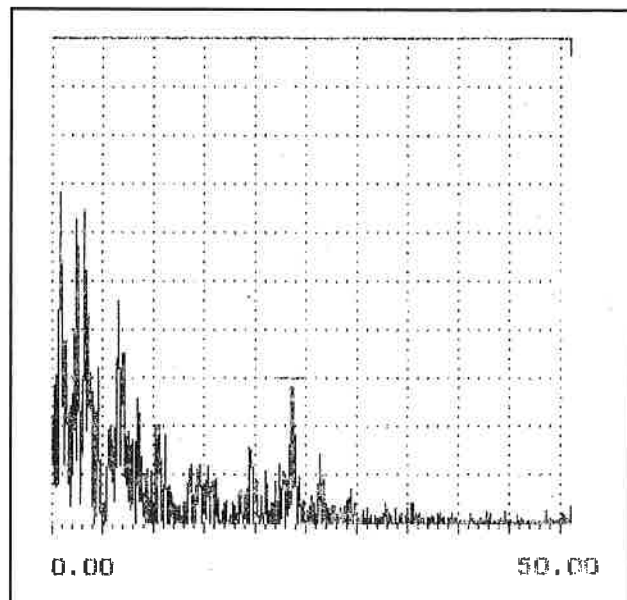


3. ábra: Fejbefogók, -pozicionálók és etalonok

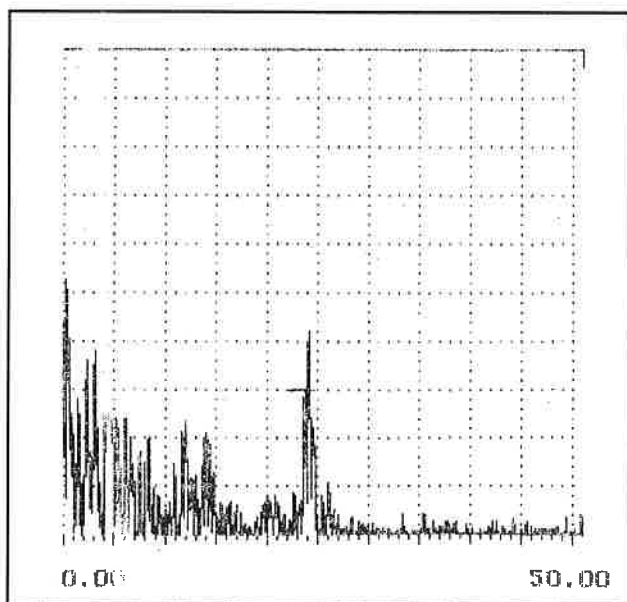
A vizsgálókészülék beállításához gyártott etalonok, továbbá a vizsgálófej-befogók és -pozicionálók láthatók a 3. ábrán. A készüléket geometriailag R25-ös és R50-es körszektorú etalonnal állítjuk be. Az érzékenység-állításhoz olyan egyedi gyártású etalont készítettünk (3. ábra), amely az átolvadási hiányt imitálja.

A vizsgálófejet a membránfal-furat palástjának és a besugárzási felületnek a segítségével pozicionáljuk. A fejpozíció egyszeri körbefordításával megvizsgálható a varrat, ez lehetővé teszi egy műszakban több száz varrat ellenőrzését. A hibajel figyelését monitor segíti, amelyet a várható hibahelyre állítunk be. Az etalonról felvett ultrahangjel látható a 4., és egy hibajel az 5. ábrán.

A vizsgálatot és az értékelést korszerű, személyi számítógéppel összekapcsolható, digitális készülékkel (USN 50) végezzük.



4. ábra: Érzékenység-beállítás



5. ábra: Hibajel

Újszerű ellenőrzőtestek kifejlesztése az ultrahangos vizsgálatokhoz

Tarnai György* – Farkas Béla**

Előzetes megfontolások

A vizsgálat-technológia kialakításának egyik kulcskérdése az, hogy milyen típusú, méretű hibák kimutatását lehet elvárni az adott vizsgálóegység alkalmazásától. Az ultrahangos eszközök vizsgálati érzékenységét ellenőrzőtestek segítségével szokták felmérni. Az ellenőrzőtestben elhelyezett reflektorok ultrahangos méréséből szerzett tapasztalatok alapján lehet – bizonyos mértékben – következtetni az ellenőrzés érzékenységére, biztonságára.

Az ellenőrzőtestek egyik csoportját képezik a nemzetközileg elfogadott előírásoknak, szabványoknak megfelelő etalonok. Az ilyen típusú ellenőrzőtestek alkalmazása jól reprodukálható méréseket eredményez, azonban – megítélésünk szerint – csak távoli közelítést ad a természetes hibák kimutatásával kapcsolatos becslésekhez.

Másik lehetőség az, ha egyedi tervezésű próbatesteket gyártanak a mérésekhez. Az ellenőrzőtestek geometriája és az abban kialakított reflektor-csoport – ilyen esetekben – alkalmazkodik a vizsgálati feladathoz. Az elhelyezett reflektorok megkísérik szimulálni a várható anyaghibák jellemzőit. A mérések – ebben az esetben – jóval több tájékoztatást adnak, azonban a módszer alkalmazását számos, ismert műszaki és gazdasági körülmény korlátozza.

Az eljárás rövid jellemzése

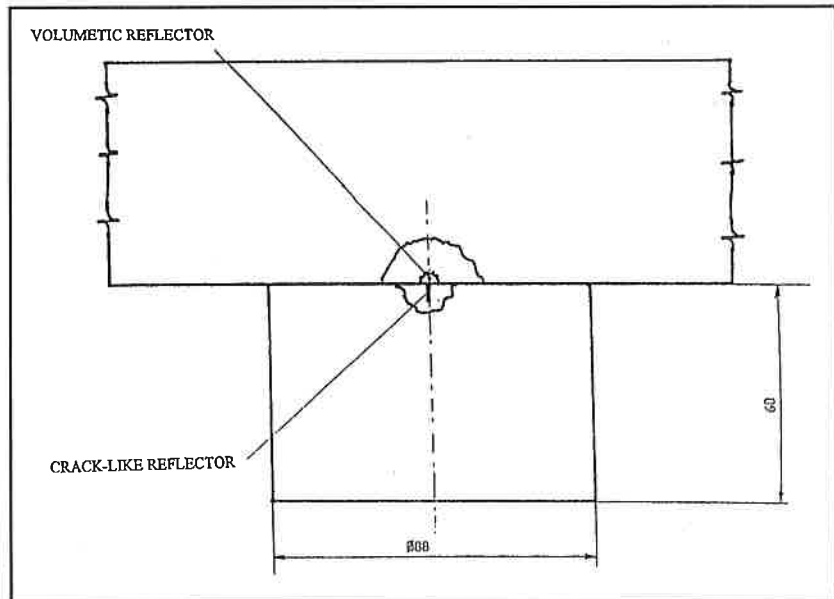
Az újszerű eljárás kifejlesztésénél abból az elvi feltételezésből indultunk ki, hogy a méréshez szükséges ellenőrzőtestek – megfelelő peremfeltételek betartása esetén – összeállíthatók két, egymásra helyezett darabból is. Ebben az esetben a felső és az alsó részben elhelyezett műhibák reflexiója – azonos vizsgálófej pozícióban – egyidejűleg mérhető (az 1. ábra egy olyan helyzetet ábrázol, amikor a felső darabban elhelyezett térfogatos reflektor éppen az alsó részben kimunkált repedésszerű hiány felett van).

A vizsgálatnál, amennyiben az illeszkedő felületek minősége megfelelő (köszörült), illetve a csatolás elégséges (pl.: sűrű gépolaj), a két darab közötti átviteli veszteség állandó és meghatározható.

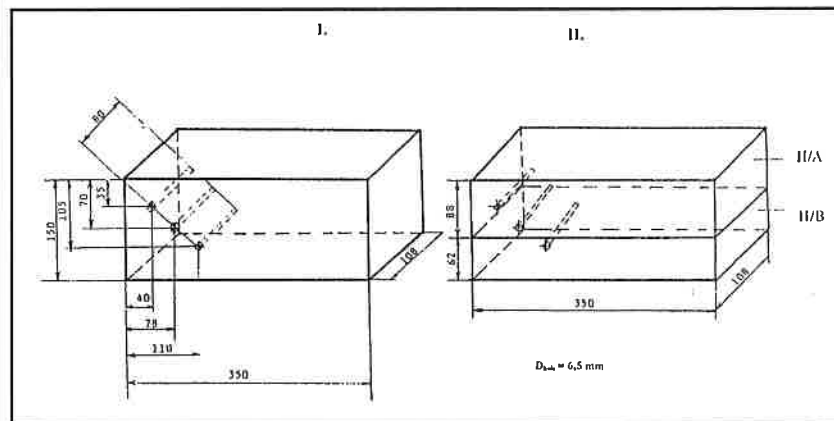
A hipotézist egy kísérletsorozattal igazoltuk.

Milyen előnyt jelent ez a mérési elrendezés?

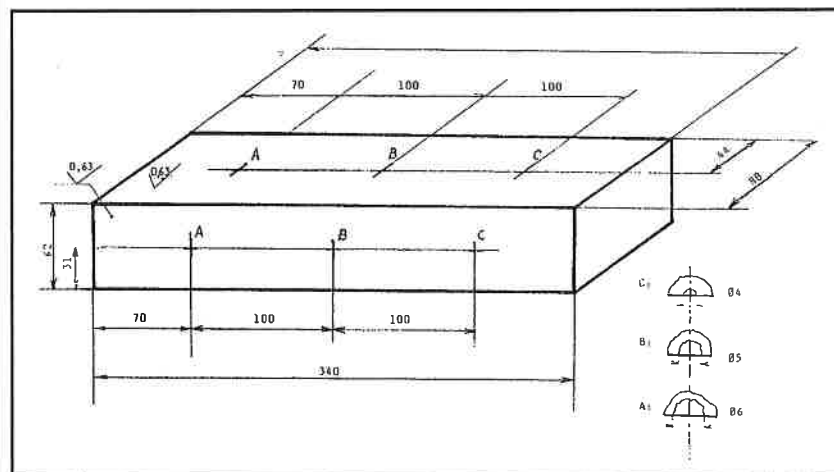
Az ellenőrzőtest két részében – célszerűen a közös határfelület feletti, illetve alatti anyag-



1. ábra



2. ábra



3. ábra

* WELMAT Hegesztő és Anyagvizsgáló Laboratóriumok

**PA Rt

részben – el lehet helyezni néhány műhibát, vagy természetes eredetű reflektort. A továbbiakban, a két rész – egymáshoz viszonyított – helyzetének a megváltoztatásával, tetszőleges számú kombinációban vizsgálhatók a reflektorok.

Hol alkalmaztuk?

A következőkben – egy valós kérdés megválaszolásán keresztül – jellemezzük azokat a lehetőségeket, amelyeket a módszer alkalmazásával ki lehet használni.

Ismert, hogy – általában – nehezen becsülhető meg az alkalmazott vizsgálati technika érzékenysége a természetes hibák esetében. Különösen bonyolult a helyzet az atomerőművi viszonyok között, az időszakos vizsgálatok esetében. Arra a kérdés kell keresni a választ, hogy az üzemeltetéssel összefüggő anyaghiányok – esetleges – kialakulása, méretnövekedése (elfogadott gyártási hiba esetén) észlelhető-e.

Az előbbi megfontolások vezettek minket arra, hogy – a kiemelt fontosságú ultrahangos ellenőrzéshez – alkalmazzuk ezt az eljárást, amely szorosan alkalmazkodik a vizsgálati feladat sajátosságaihoz, másrészt elfogadható műszaki-gazdasági paraméterekkel rendelkezik.

Kezdetként elfogadható az a feltételezés, miszerint a reflexióváltozás repedésszerű hiba kialakulására vezethető vissza, amelynek a megjelenése, méretnövekedése igen fontos része az ellenőrzési tevékenységnek.

A továbbiakban bemutatjuk – lerövidített formában – a kísérlet-sorozat fontosabb részleteit és eredményeit.

Kísérleteink

Berendezés, eszközök

Az ellenőrzőtestek anyaga: 15H2MFA

A vizsgálatokhoz egy átlagos berendezés (USIP 11) számítógéppel támogatott változatát alkalmaztuk. Vizsgálófejek: 35 T2-St, 45 T2-St, 60 T2-St.

Az ellenőrzőtestek kialakítását két cél szolgálatában terveztük meg

- az átmeneti veszteség meghatározásához, illetve
- a két mélységben vizsgált (62 mm, 88 mm) repedésérzékenység méréseihez.

Az 2. ábrán látható ellenőrzőtest-párt használtuk az átmeneti veszteség meghatározásához.

A repedésérzékenység vizsgálatához egy ellenőrzőtest-csoportot hoztunk létre, ahol

- 1 db 62x88x340 mm-es test (3. ábra) két felületéből munkáltunk ki 3–3 db, eltérő méretű, félgömböszerű térfogatos műhibát, és
- 5 db Ø88x60 mm-es henger egyik lapjának a középpontjába 1–1db, felületre merőleges (3,3x10 mm, 3,3x20 mm, 6,6x10 mm), vagy a felülettel 45 fokos szöget bezáró hornyot (3,3x10 mm, 3,3x20 mm) helyeztünk el, melyek a repedésszerű hibákat szimulálták.

A kísérletek első részében az átmeneti veszteséget mértük meg.

A mérés során a 2. ábrán bemutatott ellenőrzőtestek, azonos pozíciójú, furatairól mért reflexiókat hasonlítottuk össze. A felső két furat mérésével az egy, illetve a két részből összeállított ellenőrzőtestek hanggyengülési együtthatójának az azonoságát kívántuk bizonyítani. Mivel a furatokról kapott reflexiók – gyakorlatilag – azonos mértékűek voltak (± 2 dB), a legalsó furatoknál tapasztalt erősítés különbségét, a $22\text{dB} \pm 2\text{dB}$ -t, a két rész közötti átmeneti veszteséggel magyaráztuk.

Megjegyezzük, hogy a felsorolt vizsgálófejekkel, azonos módon, elvégzett mérésekkel teljesen azonos eredményre jutottunk. Másrészt a méréseket – kíváncsiságból – merőleges vizsgálófejekkel is elvégeztük, azonban az átviteli veszteség jelentősen megnőtt, ezért a továbbiakban a longitudinális vizsgálófejekkel nem mértünk.

A kísérletek második részében a repedésérzékenységet mértük

- a térfogatos reflektorok,
- a repedésszerű hibák és a
- két hibatípus együttes vizsgálatával.

Az I. méréssorozatnál a 3. ábrán látható ellenőrzőtestben kimunkált reflektorokat mértük hagyományos módon, az ellenőrzőtest ellentétes felületéről.

A kísérlet-sorozat után, és azok eredményeit értékelve, a térfogatos hibákat

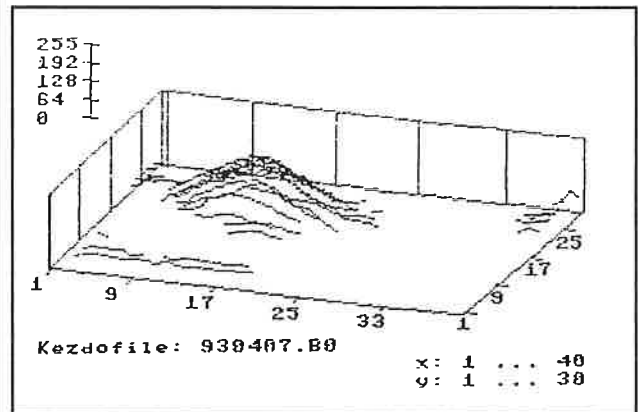
- az x-irányú megközelítésben felvett jelmaximumok burkoló görbéjével (pl. 4. ábra),
- a maximális jel nagyságnál elvégzett keresztirányú mérések eredményeit diagramban ábrázolva (pl. 5. ábra), és
- a jellemző A-képpel (pl. 6. ábra) jellemeztük.

Megjegyzések:

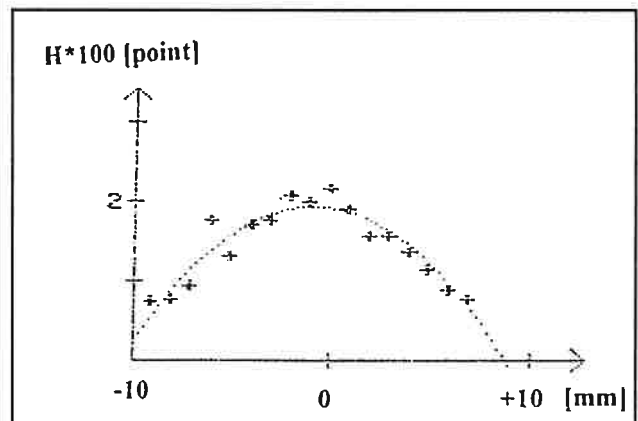
X-iránynak az ellenőrzőtest hossz tengelyét neveztük.

Keresztirányú mérésnél a vizsgálófejet – a maximális reflexió mérésénél – az x-irányra merőlegesen mozdítottuk el

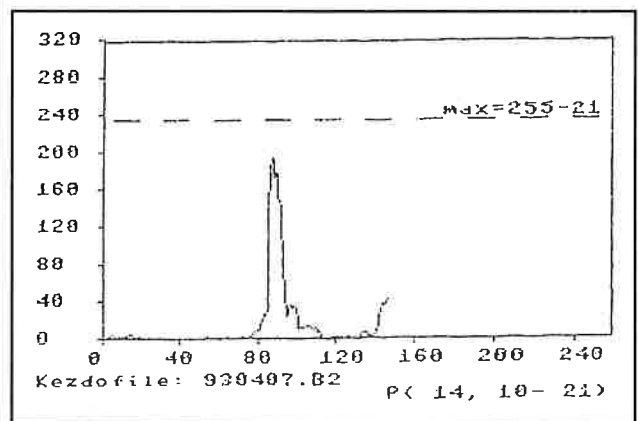
Jellemző A-képnek a jelmaximumot értelmeztük.



4. ábra



5. ábra



6. ábra

A méréseket mindhárom vizsgálófejjel elvégeztük, az eredményeket rögzítettük.

A II. mérésorozathál a síkszerű reflektorokat vizsgáltuk.

A hengerek felső, repedésszerű anyaghiányt tartalmazó lapjára ráhelyeztük a 3. ábrán látható ellenőrzőtestet oly módon, hogy a 62 mm-es, illetve 88 mm-es anyagvastagságú test – azon a részen – nem tartalmazott műhibát. Tehát a kettős ellenőrzőtest módszer alkalmazásával mértük az alsó darabban lévő hiba reflexióképességét.

A műhibák, a vizsgálófejek és a két falvastagság szorzatával értelmezett változatok közül 18 kombinációt állítottunk össze, vizsgáltunk meg és rögzítettük eredményeit.

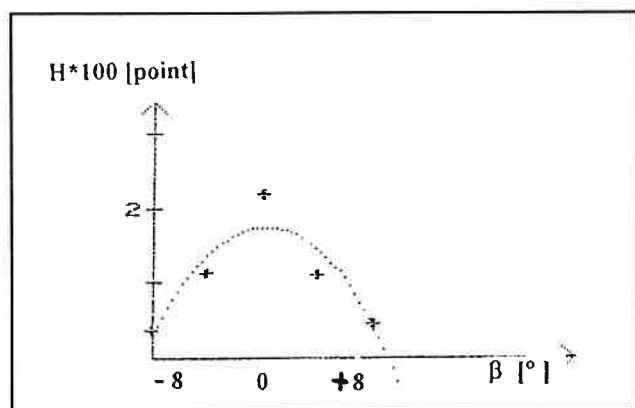
Ennél a mérésorozathál a síkszerű reflektorok reflexióképességét

- az x-irányú megközelítésben felvett jelmaximumok burkoló görbéjével (a felülettel 45 fokos szöget bezáró reflektoroknál – néhány esetben – az ellenkező irányból is elvégeztük a mérést),

- a maximális jelmagasságnál elvégzett keresztirányú mérések eredményeit diagramban ábrázolva,

- a jellemző A-képpel és

- a repedésszerű hiba elforgatása miatt változó jel magasságcsökkenését diagramban ábrázolva (pl. 7. ábra) jellemeztük.



7. ábra

A III. mérésorozathál a térfogatos és repedésszerű reflektorok együttes vizsgálatát végeztük el az 1. ábrán látható – alaphelyzetnek megfelelő – elrendezésben. A méréseknél a felső rész mindkét vastagságát (62 mm és 88 mm) alkalmaztuk.

A térfogatos reflektorok, a repedésszerű műhibák, a vizsgálófejek és a két falvastagság szorzatával értelmezett változatok közül 22 kombinációt állítottunk össze, vizsgáltunk meg az alábbiak szerint, és rögzítettük eredményeit.

Példaként bemutatjuk a mérési folyamatot a 45 fokos, 3,3 mm mélységű, 10 mm széles „repedés” és a 6 mm átmérővel jellemzett térfogatos reflektor, 88 mm-es anyagvastagság kombinációjánál, 60 T2-St típusú vizsgálófej alkalmazásánál.

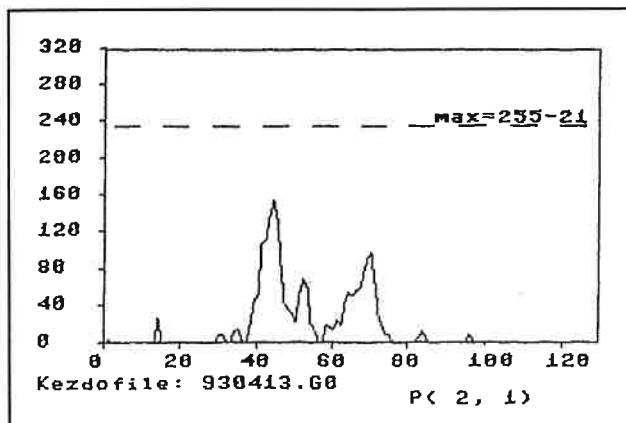
A ferde repedés a besugárzásra előnyös irányban dől.

Először a két „hiba” együttállását vizsgáltuk. Választ kerestünk arra, hogy a térfogatos hibából kiinduló „repedés”, amely alatta van, mérhető jelváltozást mutat-e.

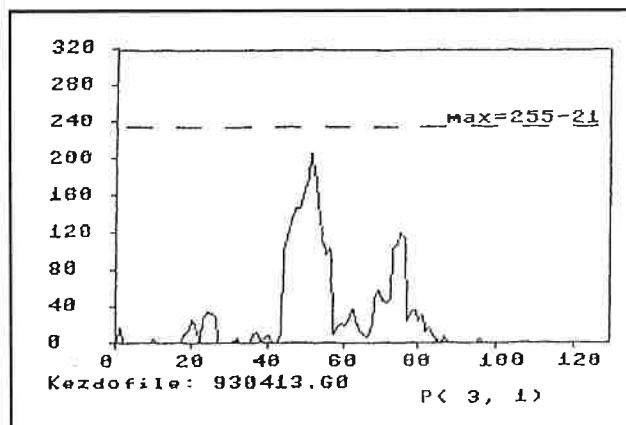
A térfogatos reflektorról megkeresett maximális reflexiót kb. 3/5–4/5 képernyő magasságúra növesztettük. A térfogatos anyaghiányról egy olyan kettős jelet kaptunk, ahol az első 3/5, a második 4/5 képernyő +2 dB magasságú volt (8. ábra) $E = 54$ dB erősítésnél. Ezt az A-képet egyébként már ismertük az I. mérésorozathál. Az ábrán látható még egy alakjel (57–78 között).

Ezt követően aláhelyeztük („alátoltuk”) a repedésszerű műhibát és mértük a jelváltozás mértékét dB-ben. A jel alakja, mérete érzékelhető módon megváltozott (9. ábra). A jelmagasság 2–4 dB-lel nőtt.

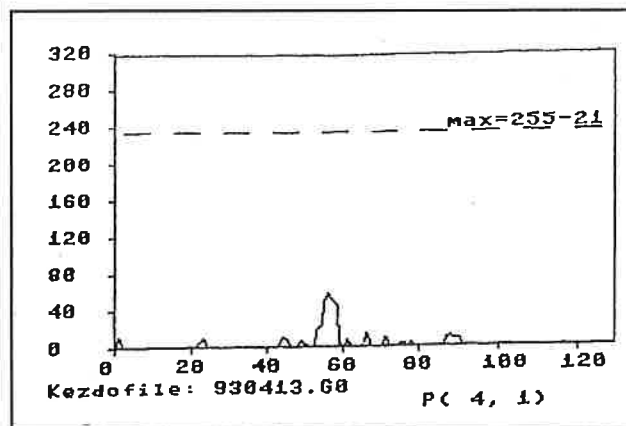
Ez után a vizsgálófejet oldalirányba mozgatva és növelve az erősítést, azt vizsgáltuk, hogy a hangtérből, a hangtér tengelyéből kikerülő térfogatos reflektor alatti repedés kimutatható-e. Vagyis elkülöníthető-e egy jel, amely a repedésre utal. Milyen mértékben mutatható ki a repedés hibajele, ha nincs a hangtér tengelyében a hiba. Itt a II. mérésorozat eredményei segítettek. A mérésnél a reflexió jelét mindig „megkerestük” (a henger mozgásával, elfordításával stb.).



8. ábra



9. ábra



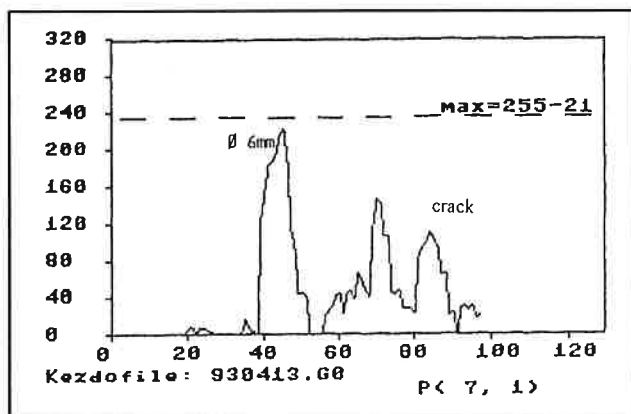
10. ábra

A vizsgálófejet 14 mm-rel elhúzáva rögzítettük a 10. ábrán látható A-képet. A térfogatos jel eltűnt, a repedés reflexiójánál (2/5 képernyőmagasság) megnőtt a hangúttávolság.

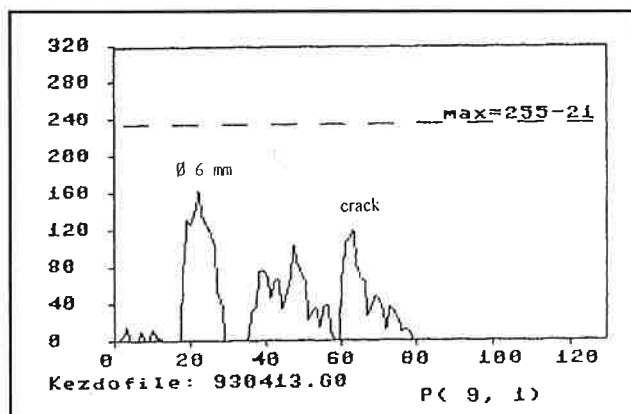
Visszatértünk az együttállás pozícióba és a repedést eltoltuk előre, x-irányban. A repedésszerű hiba is és a térfogatos reflektor is a hangtér szimmetriasíkjában volt ekkor. A mérés célja a térfogatos hiba távolabbi környezetében lévő repedés észlelhetőségére irányult.

A 11. ábrán ($E = 76$ dB, repedés 16 mm-rel eltolva) három jel látszik. Az első a térfogatos reflektorról, a második alakjel, a harmadik a repedésről származó 3/5 képernyőmagasságú jel.

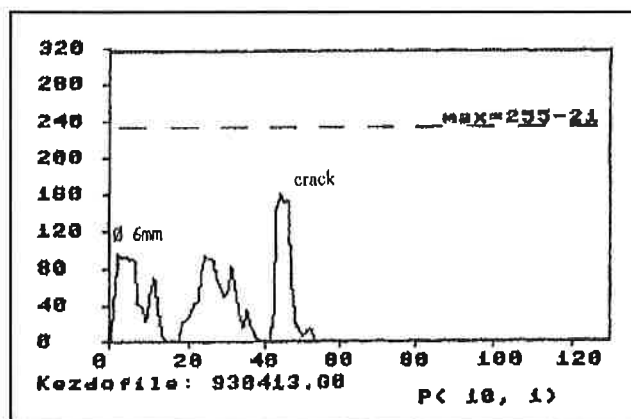
Ezt követően az eltoló repedést „követtük” a vizsgálófejjel, 9 mm-rel mozdítottuk el x-irányban (12. ábra). A jelmagasság alig változott, de a hangúttávolságok jelzik a mozgást. Végül maximális reflexiót kerestünk a repedésről (a vizsgálófej is 16 mm-t mozgott) és vizsgáltuk az új pozícióban a térfogatos hiba kimutathatóságát (13. ábra). A térfogatos hiba



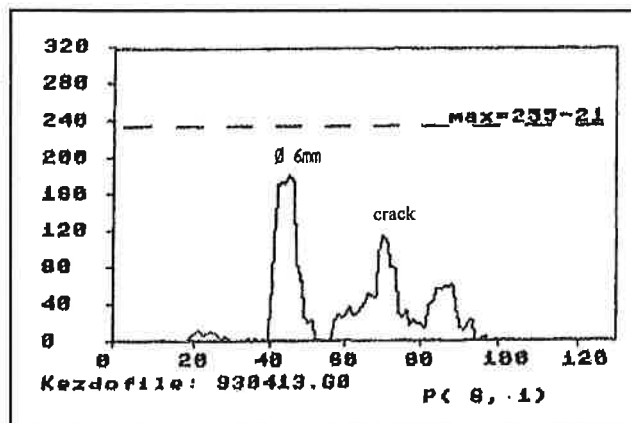
11. ábra



12. ábra



13/a. ábra



13/b. ábra

lecsökkent, kettős jel még látszik, és a repedés 4/5 képernyőmagyságú reflexiója is jól érzékelhető.

Összefoglalás, értékelés

Az előzőekben már jeleztük, hogy a kísérletek segítségével arra kívántunk – jól értelmezhető – választ adni, miszerint a reaktortartály időszakos ultrahangos vizsgálataival javasolt vizsgálófejek alkalmazásával – az alapanyag ellenőrzésénél – milyen biztonsággal lehet a térfogatos anyaghiányok környezetében a repedéseket kimutatni.

A mérésekhez kifejlesztettünk, alkalmaztunk egy újszerű módszert, amely alkalmasnak látszik más – hasonló – jellegű feladatok megoldására is.

Mivel a kísérleti eredmények közlése, a vizsgálatok átfogó értékelése meghaladja a cikk kereteit, ezért itt csak a módszer alkalmazásával összefüggő részletek bemutatására vállalkozhatunk.

Mik voltak a legfontosabb mérési eredmények, illetve mire lehet következtetni ezekből?

A térfogatos és repedésszerű reflektorok közös vizsgálata volt a mérések kitűzött célja, ezért a következőkben, egy innen vett példával jellemezzük az értékelés lehetőségeit.

Az eredmények azt mutatták, hogy a két reflektor együttállása – általában – néhány dB jelváltozással jár (17 esetben). Másor csak észlelhető volt a változás (4 esetben), de 4 kombinációnál nem volt kimutatható az együttállás.

A fentiek alapján azzal a feltételezéssel élünk, hogy a térfogatos anyaghiányok alá elhelyezett repedésszerű hibák reflektáló képessége valamivel az alatt van, amelynek a jelenléte már – elfogadható biztonsággal – észlelhető.

A jelzett síkszerű anyaghiányoknak az a KTR (TEN) egyenértéke – korrekciók nélkül – nem éri el a 2 mm átmérőt!

Kijelenthető tehát, hogy a kísérleteknél a kb. 2 mm átmérő alatti repedésszerű műhibák nem mutathatók ki ezekkel az ultrahangos eszközökkel.

Másrészt azonban a kettős csatolás átviteli vesztesége 22 dB volt. A repedésekről kapott reflexiók, 22 dB-lel megnövelt jel nagysága – azonos anyagon belül értelmezve – viszont egyértelműen kimutatható lenne!

Kijelenthető tehát, ezek szerint, hogy a kísérletekhez alkalmazott repedésszerű műhibák (5–6 mm átmérőnek felelnek meg) a tartályvizsgálatok során biztonsággal kimutathatók.

A két érték – a 2 mm, illetve az 5–6 mm átmérő – közötti helyzet további finomítást igényelhet.

A kísérleti eredmények értelmezését, elemzését elvégeztük az összes méréssel kapcsolatban és több, jól hasznosítható következtetésre jutottunk.

Néhány gondolattal szeretnénk kiegészíteni az előbbieket:

Az összes kísérleti eredmény arra mutat, hogy a tartályvizsgálatok összevont értékelésével növelhető az együttálló, illetve az egymás közelében lévő reflektorok kimutatási biztonsága.

Az eredmények összevont értékelését úgy értelmezzük, hogy a vizsgálófejek több pozíciójában megjelenő jelváltozások külön-külön is jelzik a reflexióváltozást, de együttesen bizonyító jelleggel bírnak.

A kísérletek eredményeiből levont következtetéseket – kisebb mértékű korrekció mellett – a valós vizsgálati feltételek mellett (természetes hibák, hanggyengülés stb.) is elfogadhatónak tekintjük.

A módszer alkalmazási tapasztalatai egyrészt igazolták a módszer hasznosságát, lehetőségeit, másrészt felhívták a figyelmet néhány peremfeltétel fontosságára (pl.: az ellenőrzőtest méreteinek a körültekintő megtervezésére).

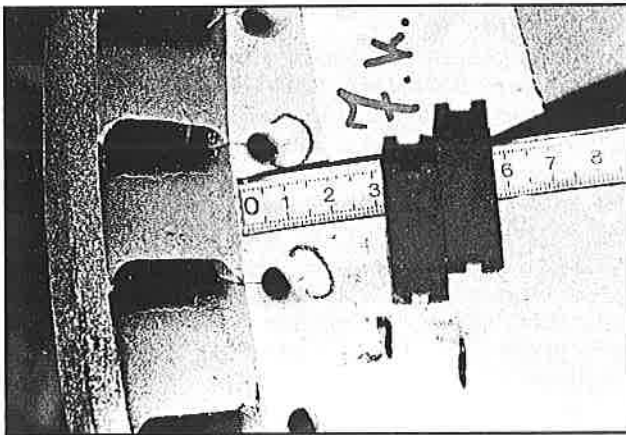
Foglalkozunk a módszer továbbfejlesztésével és pontosításával, illetve más területeken való hasznosításával.

Turbina akcióskereke furatainak örvényáramú repedésvizsgálata forgószondával

Lautner Nándor – Skopál István* – Sipos László**

A vizsgálati feladat

A feladat régebbi típusú turbinák ún. akciós kerekeiben feszültségmentesítő furatok vannak, amelyek arra hivatottak, hogy gátolják a repedések keletkezését a lapátkoszorú és a keréktest közötti varratban. Az egyenletlen terhelés, illetve a hirtelen teljesítmény-felfuttatások során a lapátok és a keréktest különböző mértékű felmelegedése miatt keletkező járulékos feszültségek azonban, a szokásos üzemi feszültségekkel összeadódva mégis elősegíthetik a repedések kialakulását (1. ábra). A furatok felületéről kiinduló repedések csökkentik az üzemvitel biztonságát és a berendezés tönkremeneteléhez is vezethetnek. Ezért szükség van a furatok időszakos ellenőrzésére.



1. ábra Repedések egy 200 MW teljesítményű turbina akciós kerekén

A furatokban lévő repedések, illetve azok keletkezését megkönnyítő, gyártás vagy üzemelés során kialakult különböző hibák (zárványok, bemaródások) kimutatásának optimális módja – főleg 6–15 mm furatátmérő esetén – a forgószondával végzett örvényáramú vizsgálat. Mivel a különböző erőművi turbinákat csak ritkán, néhány évente bontják ki a karbantartási feladatok végrehajtása céljából, így az esetleges hibák, illetve repedések növekedésének követésére nincs mód, a biztonságos üzemvitel tehát megköveteli a teljes hibamentességet. Ezt a célt megközelíteni csak meglehetősen kis méretű, 1–2 mm hosszú hibát kimutatni képes, legalább 1000–1500/perc fordulatszámú forgószondával és jó repedésérzékenységet adó 400 kHz–1 MHz vizsgálati frekvenciával lehet.

A vizsgálandó furatokat kemény, egyenletlen reveszertű réteg borítja, amely a különböző hőcserélőkből és más csővezetésekből származó fémoxid- és fémrészecskéket tartalmazó gőz és a varrat, illetve a lapátok anyagának kölcsönhatásából keletkezik. Ez a – körülbelül tizedmilli-méter vastagságú – fedőréteg, mivel sok elektromosan vezető összetevője is van, zavaró jeleivel elfedi, a magas vizsgálati frekvencia és az ebből adódó kis behatolási mélység miatt a szó szoros értelmében lefedi a hasznos örvényáramú indikációkat. Így az általa magától értetődően okozott leemelési hibán felül is gátolja a vizsgálatot. Ezt a reverteget, vastagságától függően csiszolóvázsnas polírozással, vagy gépi dörzs-árazással kellett eltávolítani. Ez az előkészítő művelet egyúttal lényegesen javítja a vizsgálandó felület minőségét, csökkenti az érdességét, ami a hibakimutatáshoz szükséges jel/zaj viszony javulása miatt szintén igen fontos tényező.

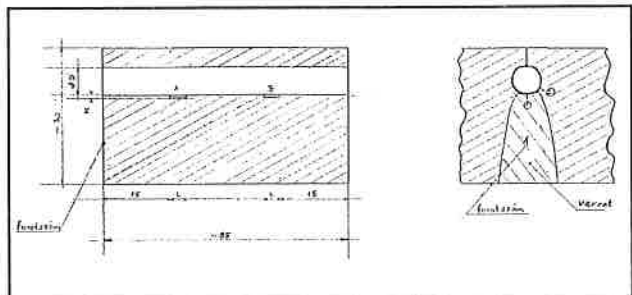
* AGMI Rt.

** ABB PG Kft.

A furat belső felületén sok különböző típusú hegesztési hiba található. Egy részük például a kis méretű salakszemcsék – bár foltszerűen sűrűsödve találhatóak a furatokban – a biztonságos üzemvitelt nem veszélyeztetik, ezért csak az általuk okozott zavaró jelek, az örvényáramú indikáció zajosabbá tétele miatt érdemesek a figyelemre. A hegesztési hibák egy másik, esetünkben sokkal fontosabb csoportját alkotják az összeolvadási hibák. Ezen hibák alakja gyakran éles bemenet- és szél-jelegű, így könnyen a repedéskeletkezés kiindulópontjaként szolgálhatnak.

A vizsgálati technika és technológia

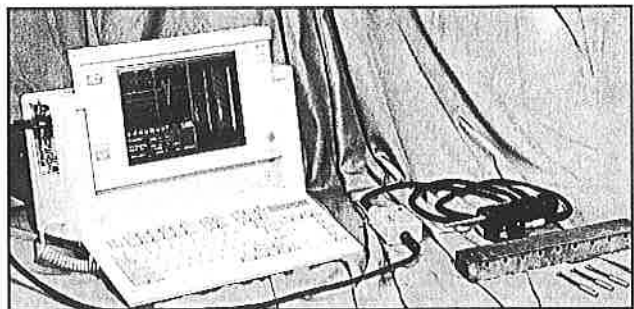
A vizsgálati és a javítási utasítást az ABB anyacég termékvizsgálati előírásához igazodva, részben azt bővítve készítettük el. Ez az előírás egy adott örvényáramú készüléktípushoz készült, és tartalmazza a vizsgálatához szükséges, az eredetivel azonos anyagból és technológiával készült etalon (2. ábra) elkészítési utasítását is.



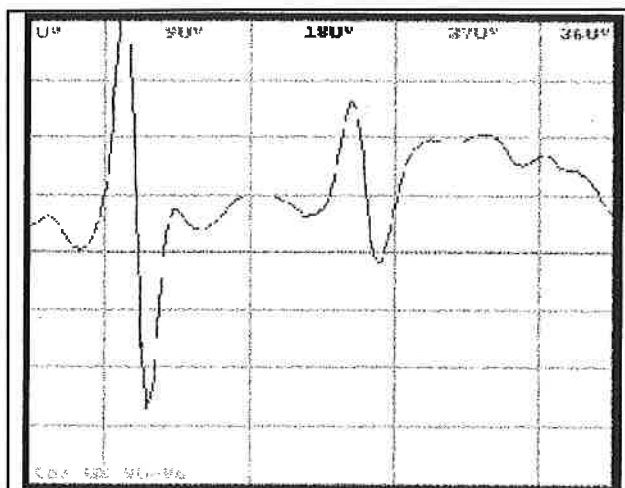
2. ábra Az etalon egy furatának vázlata

1-es és A, illetve 2-es és B jelzéssel a bemunkált két mesterséges hibát jelöltük

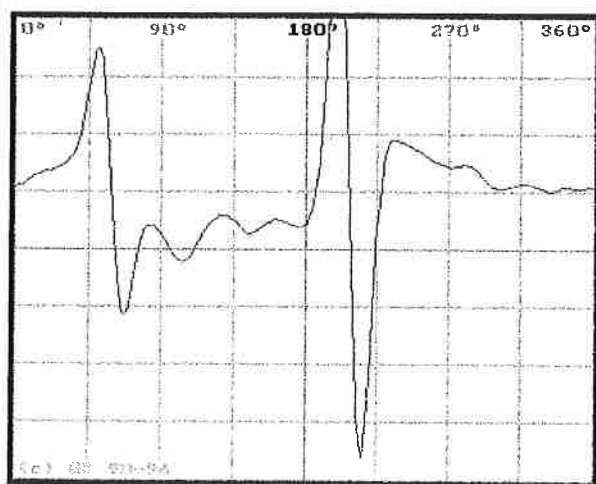
A vizsgálatokat két, különböző típusú örvényáramú készülékkel végeztük. Mindkettő korszerű, mikroprocesszoros, illetve számítógéppel egybeépített berendezés. Az előbbi hagyományos kivitelű, míg az utóbbi rendszer PC bővítőkártyából és a hozzá tartozó programból áll. Az első változat előnye a kompaktabb felépítés, a villamos hálózattól független működés és az esetlegesen poros, nedves vizsgálati helyszínnel szembeni nagyobb tolerancia. Tapasztalatunk szerint a kommersz, hordozható házba épített PC-s változat környezeti hatásokkal szembeni nagyobb érzékenysége csak ritkán hátráltató tényező, de előnyei – a moduláris bővíthetőség, a nagy adattároló kapacitás, a jelek könnyebb értékelhetősége, illetve a regisztrátumok bevétele a mindenki által ismert, szokásos adatfeldolgozó és dokumentációs rendszerekbe –



3. ábra A vizsgálórendszer a szondával és az etalonnal



A.



B.

4. ábra Ugyanazon hiba, illetve alakjel az egyszerű henger alakú szonda két különböző pozíciójában

ilyen esetekben is megfontolandóvá teszik választását. Az általunk használt PC-alapú vizsgálórendszer az alkalmazott szondákkal és a vizsgálathoz készített etalonnal a 3. ábrán látható.

A vizsgálatok során két, különböző kialakítású szondatípussal dolgoztunk. Az egyiknek egyszerű, henger alakú a szondateste, míg a másiké hosszabban felhasított, azaz két rugalmas szárból áll. Utóbbi előnye az, hogy kb. 1 mm-es furatátmérő-tartományt tud átfogni anélkül, hogy leemelési-effektussal kellene számolni. A kétféle szonda tulajdonságai látszólag jelentéktelen mértékben térnek el egymástól, ám tapasztalatunk szerint ezek a különbségek a szondák használhatóságát, a hibaindikációk értékelhetőségét – főleg valódi vizsgálati körülmények között – jelentősen befolyásolják. A forgató berendezés (rotor) kézi mozgatása miatt a vizsgálószondák pozicionálásának van egy véletlen bizonytalansága és egy, a kezelő személyétől függő szisztematikus eltérése. Azonban, míg a hasított szárú szonda esetén csak billenési hibára kell számítani és a leemelési elhanyagolható, addig a merev szárú szondánál, a hasonló mértékű billenési hibán túl, még a gyárilag megengedett átmérőtűrések mellett is számottevő a leemelési-effektus (4.a-b. ábra).

A vizsgálatot a javító beavatkozással párhuzamosan végeztük. Mivel a vizsgálathoz ideális tükörsíma felület a korábban említett foltosított zárványcsoportok miatt nem biztosítható, így az egyes munkafázisok – azaz a felületelőkészítés, az örvényáramú hibavizsgálat és a talált hegesztési hibák, illetve repedések gépi dörzsárazással történő kimunkálása – nem különültek el egymástól. A furatok dörzsár segítségével történő felbővítését az örvényáramú indikációk fajtája és amplitúdója, illetve a kiértékelést zavaró jelzajossg függvényében kb. 0,1–0,3 mm-es lépésekben hajtottuk végre, az egyes lépések után szükség szerint polírozással továbbjavítva a felület minőségét. Ezt az eljárást addig folytattuk, amíg kétséget kizáróan megállapíthatóvá vált az adott furat hibamentessége, illetve amíg nyilvánvalóvá nem vált, hogy a furatban jelentős, milliméter mélységű repedés, vagy összeolvadási hiba található. Bizonyos furatátmérőn túl a furatok nem bővíthetők tovább koncentrikusan, mert a köztük maradó anyag vastagsága túl kicsi lenne. Ezért a mély hibákat excentrikusan kell kimunkálni, ami után a forgószondás vizsgálat már nem használható.

MAGNAFLUX®

SPOTCHECK

penetráló anyagok

MÁGNESES VIZSGÁLÓESZKÖZÖK

kézimágnesek,
Berthold-tárca,
UV-lámpák, ellenőrző etalonok
és egyéb eszközök

Az Ön partnere az anyagvizsgálatban

GRIMAS® IPARI KERESKEDELEM

Tel.: 420-5883; Fax: 276-0557

Többszínű, többcsatornás, távolterű örvényáramú vizsgálat eddyMax® PC-bővítőkártyával

Wilhelm Kelb – Peter Hanemann*

Bevezetés

A különböző ferromágneses csőrendszerek vizsgálata iránti igény napjainkban is folyamatosan nő, mind gazdaságossági és termelékenység, mind biztonsági megfontolások miatt. Egyidejűleg állandó fejlődésnek mennek keresztül az ezzel kapcsolatos vizsgálati technológiák, amelyek közül mind jobban kiemelkedik a távolterű örvényáramú eljárás. Ez a szűrt fluxusú és az előmágnevezéses örvényáramú technikához képest igen kedvező sajátosságainak köszönhető.

A legújabb készülék- és szondafejlesztések eredményeként ennél az eljárásnál is lehet ma már szimultán abszolút és differencia üzemmódban dolgozni, akár több frekvenciával is; a kijelzés, a jelmixelés és -kiértékelés hasonló, mint a hagyományos örvényáramú vizsgálatoknál. Ezek az újítások beépítésre kerültek az eddyMax örvényáramú vizsgálórendszerbe, ami egy kompakt egységben kínál felhasználóbarát kijelzést és készülékezelést, kiterjedt dokumentációs lehetőségeket, jó hibakimutatást, hibamélység szerinti kiértékelést, valamint zaj-hibajel szétválasztást.

A távolterű technika (TTT) elve

Tipikus távolterű, a csövek belső vizsgálatához használt szonda sematikus elrendezését mutatja az 1. ábra. A szonda jellegzetessége az, hogy az érzékelő tekercs (más esetekben az érzékelő tekercsek sorozata) kb. két csőátmérőnyire helyezkedik el a gerjesztő tekercstől. Ennek következtében a két tekercs között gyakorlatilag nincs közvetlen mágneses csatolás, az érzékelőben csak a csőfalán ki-, majd visszajutó, ezenközben pedig a cső mentén haladó mágneses fluxus indukál feszültséget. Bár a cső mentén csekély mértékben csökken a fluxus, a távoli mágneses térben lévő érzékelőben kialakuló feszültség nagyságrendekkel kisebb, mint egy, a gerjesztő mellé helyezett érzékelőben indukálódó feszültség (2. ábra). A csőfalán kétszer átmenő, a vizsgálat szempontjából hasznos fluxus adja a TTT legfontosabb jellemzőjét: Segítségével mind a belső, mind a külső hibák nagyjából azonos érzékenységgel detektálhatók.

Ez az eljárás mágnesezhető és nem mágnesezhető anyagú csövekre egyaránt alkalmazható. Az előbbieket esetében a gerjesztő áram frekvenciája alacsony ($\leq \sim 1$ kHz). Ha hiba van a csőfalban (a hasznos fluxus útjában), akkor a kapott jelnek mind az amplitúdója, mind a fázisa megváltozik. A fázisszög kiváló mérőszáma lehet a falvastagságnak, ha az arra vonatkozó kalibrációt végrehajtják.

Az eddyMax örvényáramú készülék egy mikroprocesszor által vezérelt, PC-bővítőkártya(k)ra szerelt egység, ami 486-os vagy fejlettebb központi processzorral működő, IBM-kompatibilis számítógépbe helyezhető be. (A kártyák száma az igényelt csatornák számától függ.) További hardver-szükséglet: VGA-monitor és

vezérlőkártya, illetve legalább 1 MB szabad kiterjesztett memória-kapacitás.

Az örvényáramú kártya a billentyűzettel kezelhető (vizsgálati paraméterek és a kijelzés módjának beállítása stb.), a képernyőn – a beállított paraméterek mellett – valós időben láthatók a jelek vektor- vagy idődiagramon.

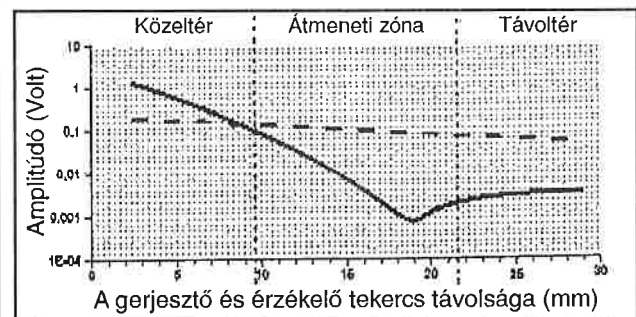
A távolterű üzemmóddhoz a rendszert ki kell egészíteni egy segéd tápegységgel – növelendő a gerjesztő mágneses tér erősségét – és egy előerősítővel – emelendő az alacsony jelszintet. A TTT alkalmazásakor az örvényáramú jelek ugyanúgy tehetők láthatóvá a képernyőn, mint a hagyományos örvényáramú vizsgálatoknál.

Hibajelek és zavarjelek

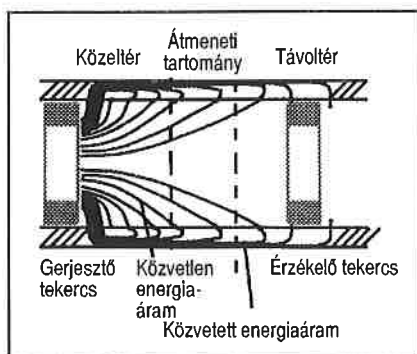
A 3. ábra lapos fenekű zsákfuratok differencia jelét, a 4. ábra pedig az egyenletesen növekvő mértékű falvékonyodás (külső lelapolás) abszolút jelét mutatja, $\varnothing 18 \times 1,5$ mm-es méretű, St. 35.8 anyagminőségű acél etaloncső esetén.

Ha a hiba pl. a távtartó lemez alatt vagy annak közelében található, akkor a hiba és a lemez együttes jelét észleljük, ami önmagában nem értékelhető. Kihasználva azonban a többszínű gerjesztést és jelmixelést, elnyomható a távtartó lemez okozta jelkomponens és így jobban észrevehetővé válnak a hibák (ld. 5. ábra), sőt a hibamélység is becsülhetővé válik.

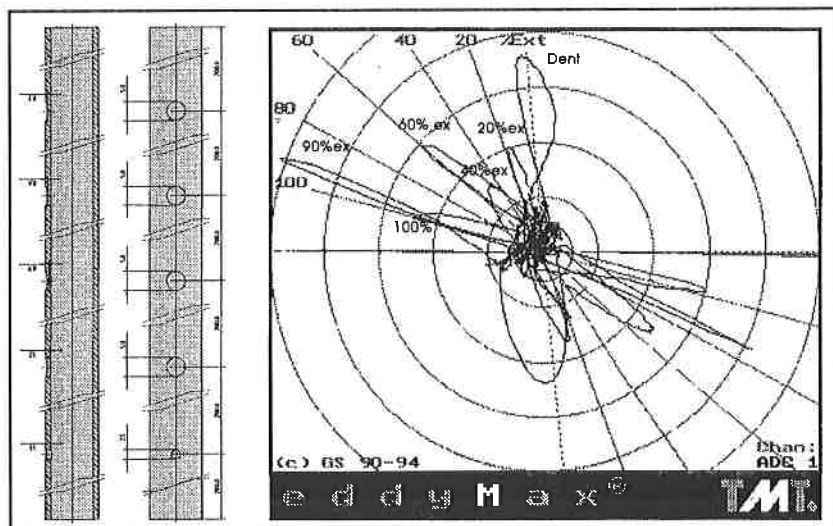
További alapvető probléma a zavarjelek különválasztása a hibajelektől. Ferromágneses csöveknél gyakori zavarforrások pl. a külső palástos lévő mágneses lerakódások. A megoldás: fázis-diszkrimináció, ami már egyfrekvenciás vizsgálatnál is kiválóan használható (6. ábra). Két (vagy



2. ábra Az örvényáramú jel amplitúdója különböző gerjesztő-érzékelő távolság esetén

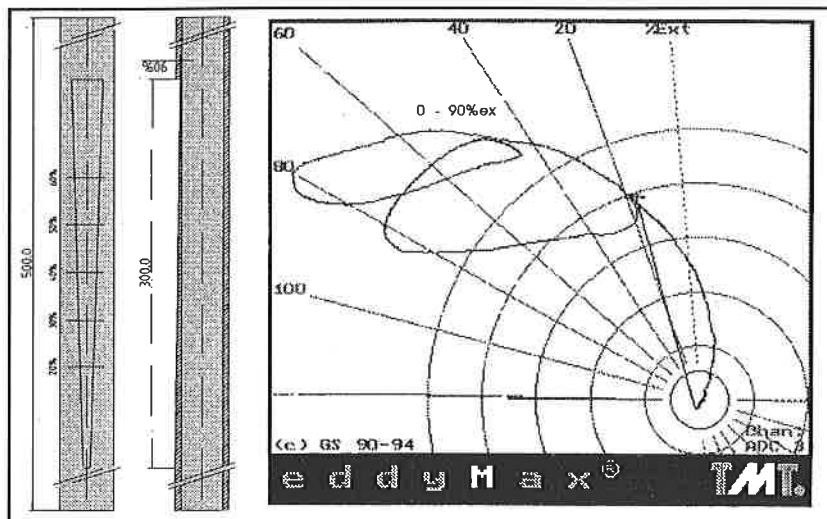


1. ábra Távolterű szondaelrendezés

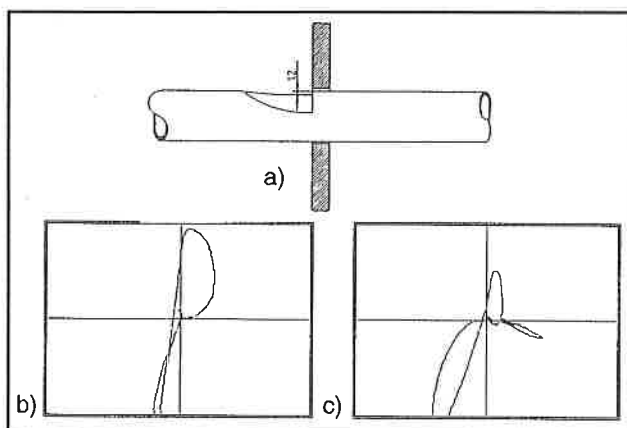


3. ábra Lapos fenekű zsákfuratok és benyomódás differencia jele $\varnothing 18 \times 1,5$ mm, St 35.8 acél etaloncsővön (Dent – benyomódás)

* Test Maschinen Technik GmbH.
Magyarországi képviselő: Grimas Kft.

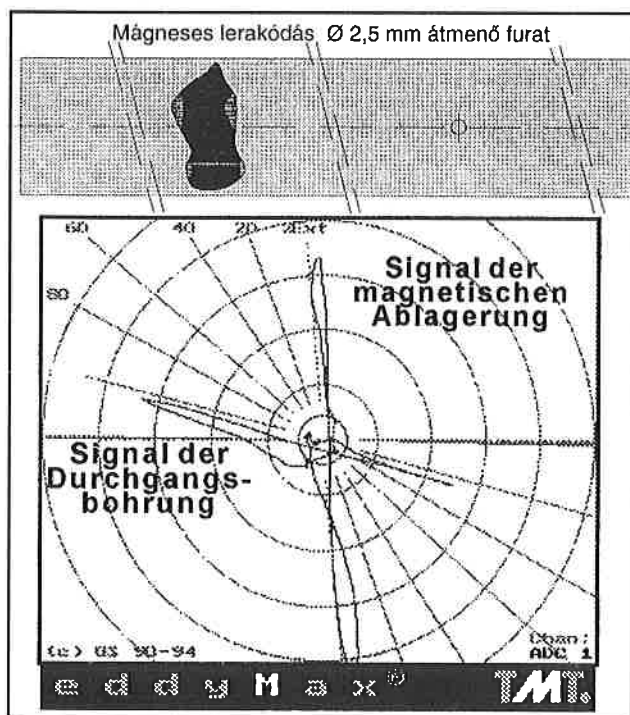


4. ábra Egyenletesen növekvő mértékű falvékonyodás abszolút jele
 $\varnothing 18 \times 1,5$ mm, St 35.8 acél etaloncsővön



5. ábra

- a.) Távtartó melletti csőhiba; b.) Hibajel a zavarjel elnyomása után
 c.) Hibajel és távtartójele együtt



6. ábra Hibajel és zavarjel fázis szerinti megkülönböztetése

több) frekvencia alkalmazásakor élhetünk azzal a lehetőséggel, hogy a hibajel fázisát – frekvenciánként külön-külön végrehajtott fázistolással – azonosra állítjuk be minden frekvencián, miközben a zavarjel fázisa frekvenciafüggő marad. A jelfázis frekvenciafüggősége lesz tehát a megkülönböztetés alapja.

Adattárolás és dokumentálás

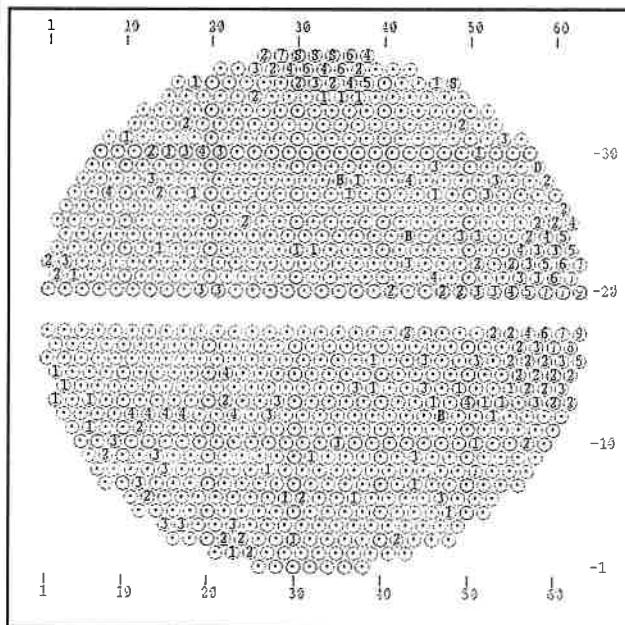
A teljes eddyMax rendszer két fő szoftvert tartalmaz, amelyek közös adatbázist kezelnek. Az egyik az alapszoftver, ezzel vezérelhető a készülék működése, ideértve a vizsgálati paraméterek beállítását, a szonda gerjesztését, valamint jeleinek figyelését, képernyőn történő ábrázolását és elmentését. Az alapszoftver különféle alkalmazási modulokkal bővíthető (pl. automatikus értékelés, forgószondás vizsgálat). A másik a DEVOS dokumentációs szoftver, amelynek révén numerikus és grafikus formában szemléltethetők a vizsgálati eredmények. Segítségével az örvényáramú technikában járatlan

személyek is jól áttekinthető és érthető képet kapnak a vizsgált csőrendszer vagy az abban lévő egyedi csövek állapotáról és állapotának időbeli alakulásáról.

A DEVOS programmal csőtérkép, ezen belül hiba-, illetve dugózási térkép (7. ábra), a vizsgálati eredményeket összegző statisztika, valamint minden egyes csőről – a hibák eloszlását és mélységét bemutató – egyedi hibatérkép készíthető. Külön állapotkövető, ún. delta-térkép is rajzolható mind az egész csőrendszerrel, mind az egyedi csövekről –, ami két különböző időpontban elvégzett vizsgálat alapján a hibaterjedést (a hibaszámok és -mélységek növekedését) illusztrálja egy adott objektumon.

Konklúzió

A TTT ma a ferromágneses csövek vizsgálatának legelőnyösebb módja. Az örvényáramú jel fázisára alapozott hibamélység-értékelést minimális mértékben befolyásolja a hiba nagysága, alakja és orientációja. Az eddyMax rendszerrel végzett többfrekvenciás, jelmixeléses vizsgálat és a rendszer szimultán használható differencia, ill. abszolút üzemmódja optimális hibakimutatást és jelanalízist biztosít. A hozzá tartozó DEVOS dokumentációs szoftver lehetővé teszi a vizsgálati eredmények gyors, kényelmes és jól áttekinthető szemléltetését.



7. ábra Hibatérkép

- Indikációmentes – ①–⑨ Belső hibák – ①–⑨ Külső hibák –
 Ⓢ Dugó – ① Nem vizsgálható – ② Benyomódás

Gőz/víz szeparátor alakváltozás- és akusztikus emissziós integritás-vizsgálata

Bogár József* – Szűcs Pál**

Bevezetés

A Fülöp-szigetekre gyártott kilenc gőz/víz szeparátor hatósági átvétele tette szükségessé a gyártó DKG-East Rt. és a független anyagvizsgáló Erőkar Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Laboratórium együttműködését, aminek eredményéről, a hazai nyomástartó edény gyártói gyakorlatról eltérő vizsgálatról számolunk be.

A DKG-East Olaj- és Gázipari Berendezéseket Gyártó Rt. (és jogelődje a Dunántúli Kőolajipari Gépgyár) 1944-től áll a magyar olaj- és gázipar rendelkezésére.

Számos vállalatminősítéssel rendelkezik, amelyek közül többet Magyarországon elsőként szerzett meg. A vállalat tevékenységének egyik ága a hegesztett szerkezetek gyártása, ezek közé tartozik a nyomástartó edény gyártása is.

A nyomástartó edények az élet- és vagyonbiztonság szempontjából kiemelten fontos berendezések, így szinte minden országnak, „jelenleg még” (ld. EU-törvények) saját előírásrendszere van, és csak a saját előírása szerint gyártott edényeket engedi határain belül üzembe helyezni.

A DKG-East Rt. termeléséből az export jelentős részt képvisel, így számos tanúsítással rendelkezik ezen berendezések gyártásához a különböző országok részére, például:

- MSZ 4362 (NYEBSZ, MSZ 13833) Magyarország területére,
- AD-Merkblatt HP 0 Németország területére,
- Önorm M7812 Ausztria területére,
- ASME B & PV. Code "U" USA, Kanada területére,
- de rendelkezik az Oroszország, Lengyelország, Csehország stb.

területén üzemelő berendezések gyártásához szükséges hatósági engedélyekkel is.

Európán kívül ezek közül a minősítések közül az ASME minősítés a legjobban elfogadott, számos tengerentúli ország saját határain belül előírja, alkalmazza.

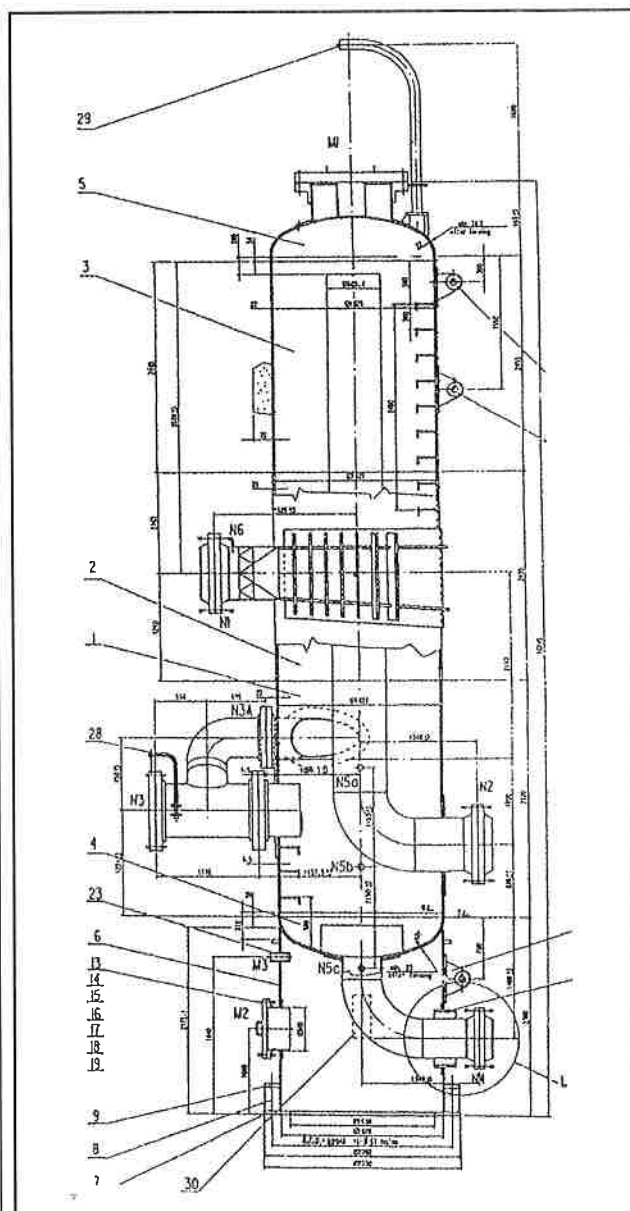
Az Erőkar Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Laboratórium több mint négy évtizede tevékenykedik a villamosenergia iparban. A laboratórium MSZ EN 45001 szerint akkreditált vizsgálat-laboratórium, munkatársai megfelelő jártassággal és legalább MSZ EN 473 szerinti 2. fokozatú anyagvizsgáló képesítéssel rendelkeznek. Nagy tapasztalatuk van nyomástartó edények állapotellenőrzésében, és ehhez olyan speciális eszközökkel is rendelkeznek, mint a video-endoszkóp, a 16–16 csatornás akusztikus emissziós mérőműszer, a 60 csatornás nyúlásmérő készülék.

A gyártmány

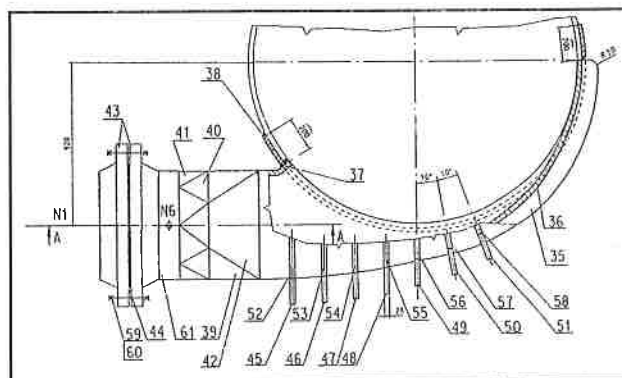
A DKG-East Rt. 1996. évben 9 db gőz/víz szeparátort gyártott a fülöp-szigeteki PNOC számára az ASME Kazán és nyomástartó edény szabályzat előírásai szerint. A szeparátorok feladata a kút geotermikus közegéből a gőz és a víz szétválasztása. Az edény főbb méretei, kialakítása az 1. ábrán látható. Hatásfokát döntő mértékben befolyásolja az N1 jelű csomak kialakítása, amely tangenciális irányban vezet be a közeget a készülékbe. Ennek a nagy átmérőjű tangenciális csomaknak a köpenyén egy, az átmérőhöz viszonyítva nagy méretű, közel négyszögletes (pontosabban trapéz) alakú kivágása van. A csomak a köpenyhez varrattal csatlakozik, ami természetesen 100%-ban roncsolásmentes vizsgálattal (ultrahangvizsgálattal) van ellenőrizve. A csomak kialakítása a 2. és 3. ábrákon látható.

* DKG-East Rt., minőségbiztosítási igazgató

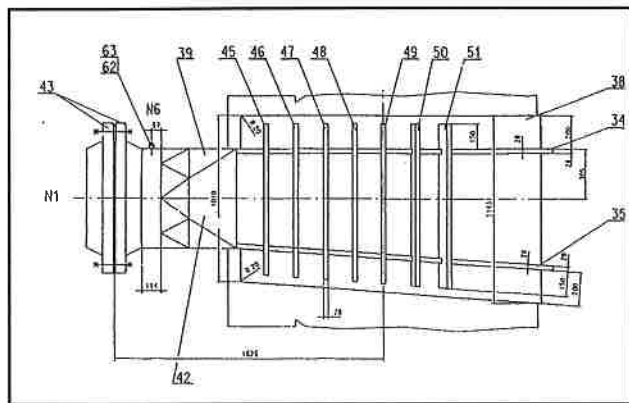
** Erőkar Rt. állapotellenőrző osztályvezető



1. ábra A gőz/víz szeparátor



2. ábra A vizsgálattal igazolandó csomak felülnézetből



3. ábra A vizsgálattal igazolandó csomagtartó oldalnézetből

Az alkalmazott előírásrendszer

Az ASME Boiler and Pressure Vessel Code-ot (ASME Kazán és nyomástartó edény szabályzat) az Amerikai Gépészmérnökök Társasága (ASME) 1914 óta adja ki, és rendszeresen módosítja, korszerűsíti. A szabályzatot minden harmadik évben teljes egészében újra kiadják, hogy a változásokat jelölő színes oldalak áttekinthetőek legyenek.

A szabályzat egyes kötetei a nukleáris, más kötetek a kazánok, a bennünket érintő kötetek a nyomástartó edényekre vonatkozó előírásokat tartalmazzák. Ez utóbbi edényeket legyártásuk után, ha mindenben megfelelnek a szabályzat előírásainak, "U" pecsétet látjuk el.

Ez a komplex előírásrendszer, tartalmazza az anyagelőírásokat (alap- és hegesztőanyagok), a tervezési és gyártási, valamint az ellenőrzési, vizsgálati előírásokat, módszereket. A szabályzat kiadója minden év decemberében módosítja, modernizálja azt, ami nem csupán

jelképes, hiszen ilyenkor az összesen kb. 5200 oldalból több száz oldal kicserél.

A gyártást egy erre feljogosított szervezet, az ún. Authorized Inspection Agency (Meghatalmazott Ellenőrző Ügynökség) ellenőri, az ún. Authorized Inspector (meghatalmazott felügyelő) ellenőrzi. Csak az ő engedélyével alkalmazható az "U" bélyegző a termék gyártmány-tábláján. Ezt követően, ha a termék az USA, vagy Kanada területére kerül, akkor nyilvántartásba kell vetetni egy amerikai hatósággal, ez a National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors (Kazán és Nyomástartó Edény Felügyelők Nemzeti Társasága). A meghatalmazott felügyelő felkészítését, vizsgáztatását is ez a szervezet végzi. A két szervezet tanúsítványa látható a 4. és 5. ábrán.

A vizsgálat

A vizsgálat szükségessége

A kivágás nagy mérete, valamint eltérése a kör alaktól nem teszi lehetővé a hagyományos szilárdsági számításokkal való ellenőrzést. A legtöbb esetben ilyenkor a végelemes módszerrel való ellenőrzés kínálkozik megoldásként, azonban akkor is ajánlott az igénybevétel hatására fellépő feszültségeket mérésel ellenőrizni, és így igazolni a végelemes modellt.

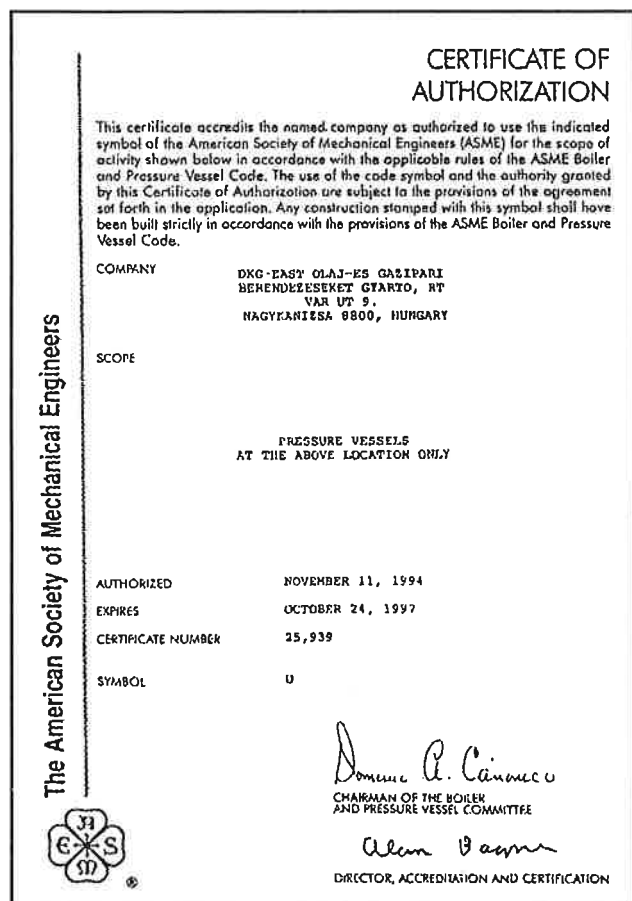
Az ASME Code ezzel kapcsolatos állásfoglalása az alábbi:

UG-36 Openings in pressure vessels

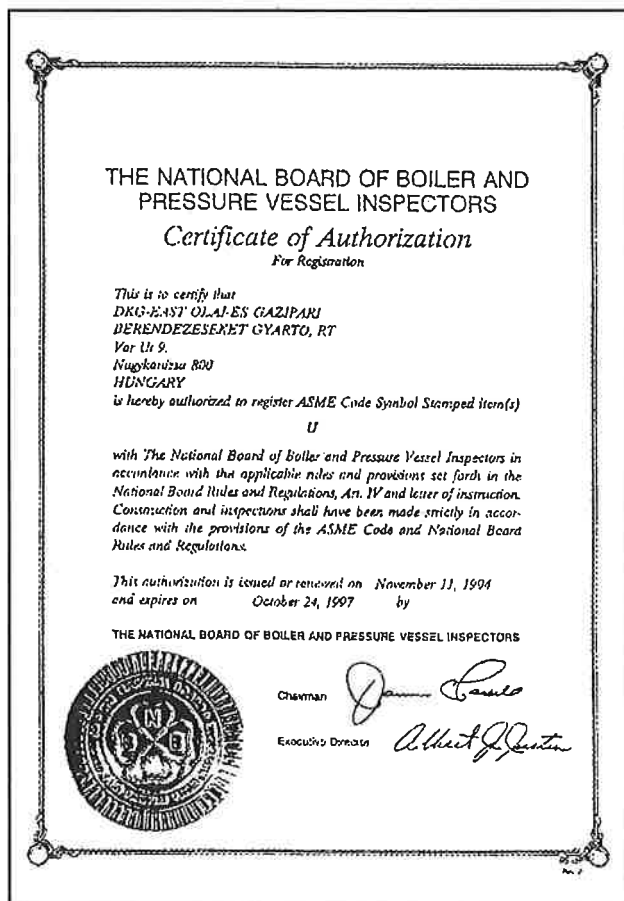
(a) Shape of Openings

(1) Openings in cylindrical or conical portions of vessels, or in formed heads, shall be preferably circular, elliptical, or obround.....

(2) Openings may be of other shapes than those given in (1) above, and all corners shall be provided with a suitable radius. When the openings are of such proportions that their strength cannot be computed with



4. ábra



5. ábra

assurance of accuracy, or **when doubt exists** as to the safety of the vessel with such openings, the part of the vessel affected shall be subjected to a proof hydrostatic test as prescribed in UH-101.

UG-36 Nyílások nyomástartó edényeken

(a) A nyílások alakja

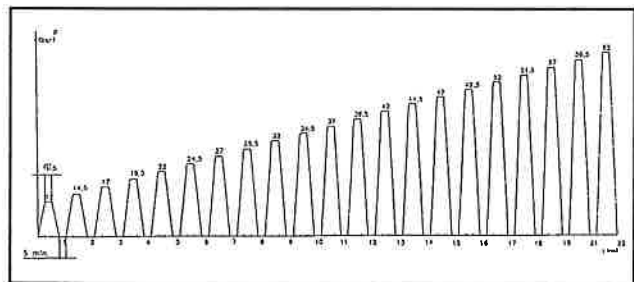
(1) Az edények, vagy alakított edényfenékek hengeres, vagy kúpos részein a nyílások alakja lehetőleg kör, ellipszis, vagy nagymértékben lekerekített legyen.....

(2) A nyílások a fenti (1) pontban megadottól eltérő alakúak is lehetnek, de valamennyi sarkot megfelelő lekerekítéssel kell ellátni. Ha a nyílások alakja olyan, hogy szilárdságuk számítása megfelelő pontossággal nem biztosítható, vagy ha az ilyen kivágással rendelkező edény biztonságára vonatkozóan **kétely merül fel**, akkor az edény adott részét egy, az UG-101 szerinti hidrosztatikus igazoló vizsgálatnak kell alávetni.

Vállalatunk az LR Insurance Inc.-al (Lloyd's Register) céggel kötött szerződést (1991 óta fennálló szerződés) a meghatalmazott felügyelői tevékenység ellátására vonatkozóan. Felügyelőjük jelezte a fentiek szerinti „kétely” fennállását, és így az UG-101 szerinti nyúlásmérőbélyeges igazoló vizsgálat végrehajtása mellett döntöttünk.

A vizsgálat elve

A vizsgálat lényegében egy víznyomáspróba. Végrehajtása során a feltételezett legnagyobb igénybevételű helyek alakváltozását (összes alakváltozás = rugalmas + maradó alakváltozás) folyamatosan mérni kell. Ezen kívül a nyomáspróbát az UG-101-ben előírt feltételekkel kell végrehajtani (nyomáslépcsők, nyomásnövelés, és -csökkentés sebessége, nyúlásmérőbélyeg paraméterei, stb.). Minden nyomásnövelési lépcső után a nyomást vissza kell engedni nullára a maradó alakváltozás meghatározásához. (A nyomásnövelés terve a 6. ábrán látható.)



6. ábra A 21 lépésben megvalósított nyomáspróba programja

A vizsgálat legfeljebb addig folytatható, amíg a 0,2% maradó nyúlást el nem éri az edény valamely pontja, hiszen nem tönkretenni akarjuk az edényt, hanem azt vizsgálni, hogy maximum mekkora nyomással üzemelhet.

Nyilvánvaló, hogy két tényező óriási fontosságú a vizsgálat megfélelő elvégzéséhez:

– az egyik, a valóban a legjobban igénybevett pontok kiválasztása a nyúlásmérőbélyegek elhelyezéséhez (ehhez tervezőink az Olajterv Rt.-vel, a hasonló berendezéseket már üzemeltető PNOC-val, a LR szakértőivel és a vizsgálatot végző Erőkar Rt. szakembereivel előzetesen konzultáltak),

– a másik tényező a vizsgálat rendkívül pontos végrehajtása, hiszen az edény esetleges „tönkretétele” óriási veszteség lenne.

Esetünkben az igazolni kívánt maximálisan megengedett üzemi nyomás 21,8 bar volt. Úgy döntöttünk, hogy a vizsgálatot maximum 62 bar nyomás eléréséig folytatjuk a 6. ábra szerint.

Lehetőség lett volna a vizsgálatnál arra, hogy nem szabunk meg felső határt, hanem a vizsgálatot a 0,2% maradó nyúlás eléréséig folytatjuk, de ennek (számunkra felesleges) kockázatát nem vállaltuk. (Ez a

módszer egy ismeretlen, a „mezőn talált” nyomástartó edény igazolásához lenne valóban nélkülözhetetlen.)

Az UG-101 szabályzat megadja a számítási módszert, amellyel a vizsgálati nyomásból a készülék élettartama során megengedett maximális üzemi nyomás számítható.

A számítás az alábbiak szerint figyelembe veszi a korróziós pótlékot, ami a vizsgálatnál egy biztonsági többletet jelent, hiszen akkor még új, nem korrodálódott a készülék:

$$(t-c)^n / t^n = (\text{esetünkben}) = (28-3)^1 / 28^1 = 0,893$$

ahol:

t = a névleges anyagvastagság (esetünkben 28 mm)

c = a korróziós pótlék (esetünkben 3 mm)

n = az alakítási tényező (esetünkben 1)

Ugyancsak figyelembe kell venni a vizsgálati és az esetleg ennél nagyobb üzemi hőfok miatti biztonsági többletet.

$$P_o = P_t \cdot S/S_2$$

ahol:

P_o = a maximális megengedett üzemi nyomás a tervezési hőmérsékleten

P_t = a maximális megengedett üzemi nyomás a vizsgálati hőmérsékleten

S = a maximális megengedett feszültség az anyagra a tervezési hőmérsékleten

S_2 = a maximális megengedett feszültség az anyagra a vizsgálati hőmérsékleten

(Látható, hogy ez csak olyan esetben jelent csökkentő tényezőt, ha az üzemi (tervezési) hőfokon az anyag szilárdsági tulajdonságai gyengébbek, mint a vizsgálati hőmérsékleten; ezekre a szeparátorokra ez nem vonatkozik.)

A megengedhető maximális üzemi nyomás számítási képlete (ha az alapanyag szilárdságát nem kívánjuk a ténylegesen vizsgált darabból vett próbatestekkel meghatározni)

$$P = 0,4 \cdot H = 0,4 \cdot 62 = 24,8 \text{ bar}$$

ahol:

P = előzetesen kalkulált maximális megengedhető üzemi nyomás

H = a legnagyobb vizsgálati nyomás, amely még nem okozott 0,2%-ot meghaladó maradó alakváltozást. (esetünkben 62 bar)

(A 0,4-es tényező a 2,5-szeres biztonsági tényező reciproka).

A maximálisan megengedhető üzemi nyomás:

$$MAWP = k \cdot P = 0,893 \cdot 24,8 = 22,15 \text{ bar}$$

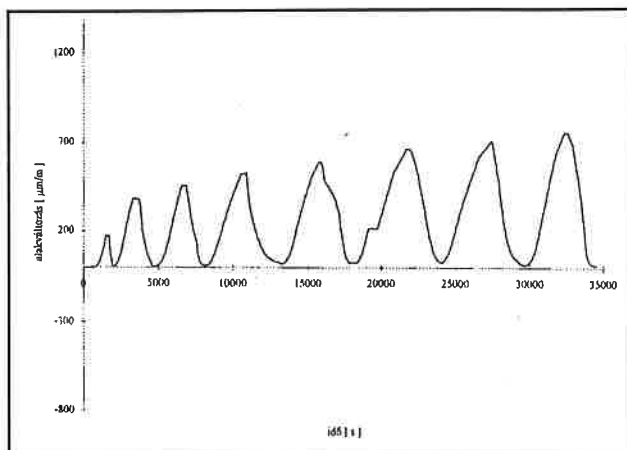
ahol: k = a korróziós csökkentő tényező (ld.fent)

Természetesen ezen képletek előzetes figyelembevételével határoztuk meg a 62 bar vizsgálati nyomást, amellyel az általunk kívánt értéket igazolni tudtuk.

Az alkalmazott vizsgálati módszerek

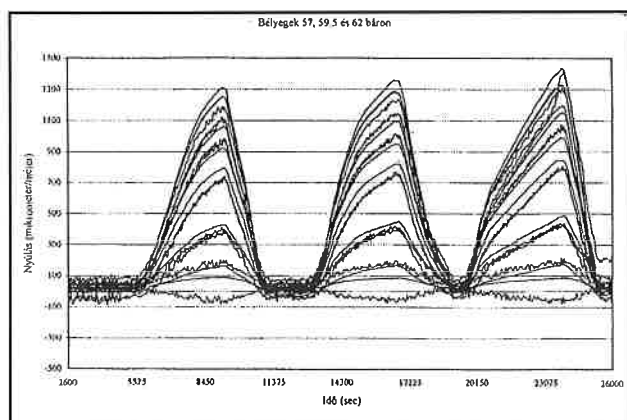
Az idézett ASME-előírás alakváltozás-mérést javasol. A rendelkezésünkre álló HBM műszer hatvan csatornán képes nyúlásmérőbélyeg, induktív útjeladó, vagy hőelem jelét fogadni és feldolgozni. Ily módon lehetőség adódott kellően sok, inkább érdekes mint kritikus részen vizsgálni az edény alakváltozását. Nyúlásmérőbélyeg-párt telepítettünk az edény hengeres, egyéb járulékos igénybevétellel nem terhelt részére. Ezen érintő és alkotó irányú főfeszültséget mérő bélyegpárt referencia-ként használtuk: az általuk mért alakváltozás értékekhez hasonlítottuk, mekkora túlterhelést szenved el a kitüntetett részekben az edény (7. ábra).

A kitüntetett részek a kivágás sarokpontjai, oldal-középpontjai, a merevítő bordák bekötő hegesztési varratai stb. voltak.

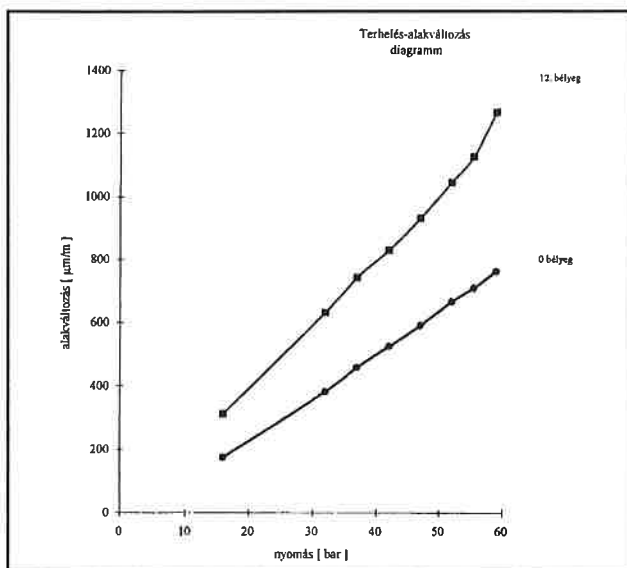


7. ábra A referencia bélyeg által regisztrált rugalmas alakváltozás

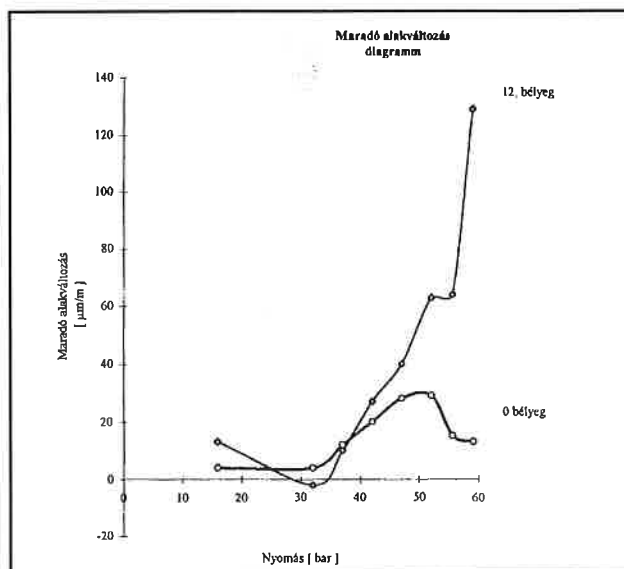
Az alkalmazott műszer lehetővé tette, hogy 10 másodpercenként leolvasható és ellenőrizhető legyen minden bélyeg által regisztrált alakváltozás (8. ábra). Mivel a terhelési program szerint minden nyomásemelési lépcső után nullára csökkentettük a nyomást, lehetőség nyílt a maradó alakváltozás regisztrálására is (9/a és 9/b ábrák). Az UG-101 előírás szerint a nyomást lépcsőzetesen mindaddig kell növelni, amíg értékelhető mértékű maradó alakváltozást nem észlelünk.



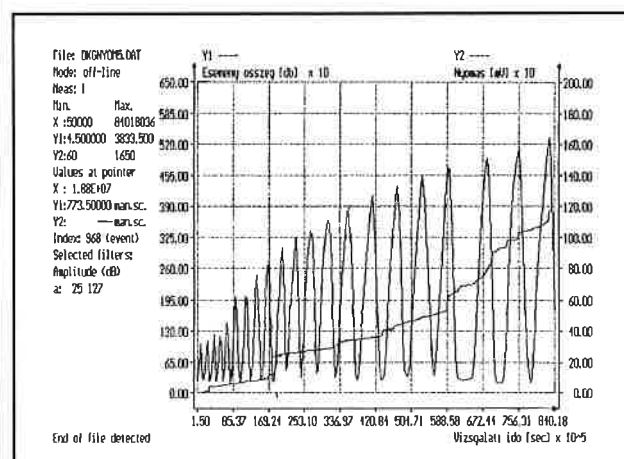
8. ábra A nyúlásmérőbéllyegek által regisztrált összes alakváltozás



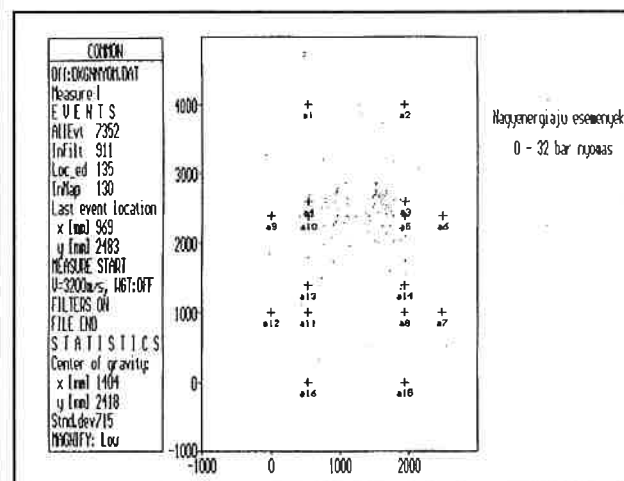
9/a. ábra A referencia bélyeg és a legnagyobb alakváltozást elszenvedett bélyeg által mért nyomás – alakváltozás diagram



9/b. ábra A kivágás sarkába telepített, legnagyobb alakváltozási regisztrált (12. jelű) bélyeg és a referencia (0. jelű) bélyeg által mért maradó alakváltozások



10. ábra Az akusztikus aktivitás változása a nyomáspróba egyes szakaszaiban



11. ábra A lokalizált akusztikus emissziós forráshelyek a kivágás külső éle (2. ábra jobb oldal) mentén csoportosulnak

Bár a víznyomáspróba csúcsértékét több oldalról ellenőriztük, mégis célszerűnek látszott olyan roncsolásmentes anyagvizsgáló módszert is alkalmazni, amely mind a maradó alakváltozás felleptét, mind egy

esetleges repedés kialakulását megbízhatóan, a nyomásemeléssel egyidőben jelzi. Ez a roncsolásmentes anyagvizsgáló módszer az akusztikus emissziós integritás-vizsgálat.

Az ellenőrző víznyomáspróbának kitett edény felszínére 16 akusztikus emissziós érzékelőt telepítettünk. A négy, egyenként négy érzékelőt magában foglaló érzékelő csoportot úgy helyeztük el a kivágás környezetében, hogy egyaránt észlelni tudják a kritikusnak tekintett sarkok, hegesztési varratok és merevítő bordák felől érkező jeleket, valamint – a rendszer érzékenysége következtében – a teljes edény falazatából érkező akusztikus emissziós hullámokat.

Az ily módon telepített akusztikus emissziós rendszer

– megerősítette a nyulásmérés eredményét, mert a tehermentesítő elemek mozgása, az ezzel járó maradó alakváltozás mind forrása az akusztikus emisszióknak: tehát a lokalizációs térképen kirajzolódnak a legnagyobb igénybevételnek kitett felületek.

– biztonságot ad a nyomáspróbát végzők számára, mivel egy nagymértékű alakváltozás és egy esetleges repedés-keletkezés

egyaránt drasztikus akusztikus emissziós aktivitás-növekedést okozna, aminek észlelésekor időben meg lehet állítani a nyomás növelését, ily módon az edény tönkretételét, összetörését meg lehet akadályozni.

Az akusztikus emissziós vizsgálat nyomásemeléskor a terhelés növekedésével arányos akusztikus aktivitás-növekedést regisztrált, míg a nyomásmegtartás idején az edény csendes volt. (10. ábra). A lokalizált akusztikus események a csonk külső éle és sarokpontjai körül csoportosultak – egyezésben az igénybevétellel (11. ábra).

Az igazoló vizsgálat eredménye

A meghatalmazott felügyelő jelenlétében végrehajtott víznyomáspróba megfelelő eredményt hozott. A kilenc víz/gőz szeparátor kiszállításra került, felállításuk 1997 májusáig befejeződik a Fülöp-szigeteken. Eredményként, a vevő bizalmaként könyvelhető el, hogy további négy, hasonló kialakítású, de kissé más méretű szeparátort rendeltek a DKG-East Rt-től, amelyek közül két darabot már ki is szállítottak.

A **TESTOR** szakrendezvényi és kiállítási programja 1997-ben

Tisztelt Partnereink!

Cégünk az 1997. év során az alábbi rendezvényeken és kiállításokon tervezi részvételét. Ezekon szakértőink készséggel tájékoztatják Önöket a vizsgálati és mérési feladataik műszaki és gazdasági szempontból legkedvezőbb megoldási lehetőségeiről.

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS ÉS -FEJLESZTÉS A GYAKORLATBAN	SÓFOK	MÁRCIUS 18–19.	(STÁDIUM)
REGIONÁLIS GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGUS NAPOK	GYŐR	MÁRCIUS 19–20.	(GTE)
VEGYIPARI KORROZIÓS NAPOK	BALATONFÜRED	ÁPRILIS 8–10.	
ORSZÁGOS KARBANTARTÁSI KONFERENCIA	PÉCS	ÁPRILIS 23–25.	(GTE)
MŰANYAG KOLLOKVIUM	EGER	MÁJUS 14–16.	(MKE)
OLAJFINOMÍTÓI ÉS KENŐANYAG ADALÉKOK NEMZETKÖZI KONFERENCIA	SOPRON	MÁJUS 21–23.	(MKE)
HULLADÉKGAZDÁLKODÁS, -HASZNOSÍTÁS	MISKOLC	MÁJUS 22.	(OMBKE)
VI. NEMZETKÖZI TEXTILNYERSANYAG KONFERENCIA	BUDAPEST	MÁJUS 28–29.	(TMTE)
HIDÁSZ NAPOK	BUDAPEST	JÚNIUS	(HUNGEXPO)
KOMMUNÁLEXPO NEMZETKÖZI TELEPÜLÉSFEJLESZTÉSI KONFERENCIA	BUDAPEST,	JÚNIUS 10–13.	(HUNGEXPO)
ÚTÜGYI KONFERENCIA	SZÉKESFEHÉRVÁR	SZEPTEMBER 17–19.	
ANYAGVIZSGÁLÓ NAPOK	BALATONFÜRED	SZEPTEMBER	(OMBKE)
NEMZETKÖZI KOLORISZTIKAI SZIMPÓZIUM	TATA	SZEPTEMBER 22–24.	(MKE)
KÖRNYEZETVÉDELMI ANALITIKAI SZIMPÓZIUM	TATA	OKTÓBER 7–9.	(MKE)
RADIOANALITIKA	TATA	OKTÓBER 14–16.	(MKE)
NYOMÁSTARTÓ EDÉNYEK, CSŐVEZETÉKEK ANKÉT	CSOPAK	OKTÓBER	(GTE)
XVI. FINOMKERÁMIA NAP (ISO MINŐSÍTÉS TAPASZTALATAI)		OKTÓBER	(SZILIKÁTIPARI TUD. EGY.)
BETON KONFERENCIA			(SZTE CEMENT SZO.)

Megjegyzés: zárójelben a rendező intézmény

Kombinált roncsolásmentes anyagvizsgálati módszerek alkalmazása a KFKI AEKI kutatóreaktoránál

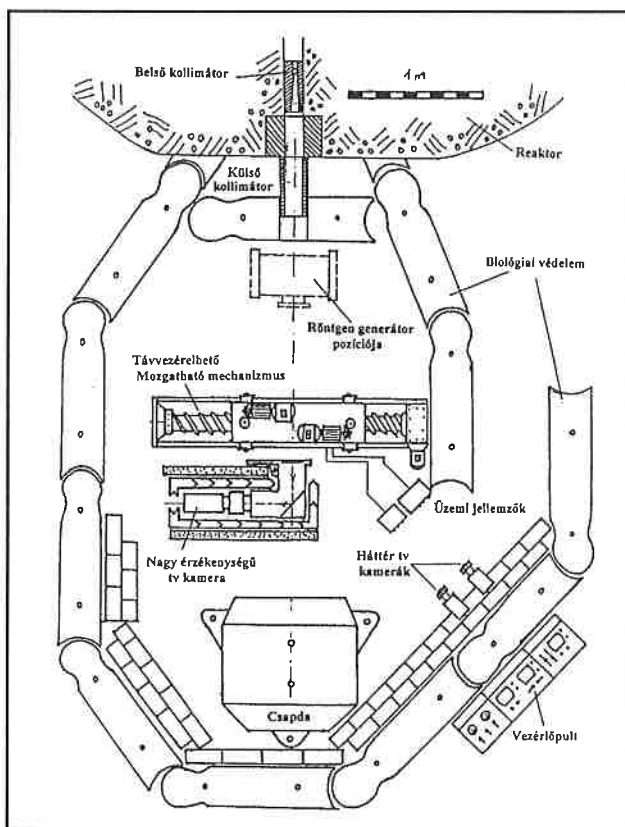
Balaskó Márton* – Sváb Erzsébet**

Bevezetés

A világ számos országában megfigyelhető az a tendencia, hogy a különböző roncsolásmentes anyagvizsgálati technikákat – előnyeiket kihasználva – kombináltan alkalmazzák [1]. Mi a KFKI AEKI kutatóreaktoránál a vizsgálati tárgyak dinamikus neutron-, gamma- és röntgenradiográfiai képekkel egyidejűleg felhasználtuk a működésük során keletkező vibrációs diagnosztikai és akusztikus emissziós jellemzőket is a tanulmányozandó jelenségek széles körű megismerése céljából [2]. Így lehetőségünk lesz arra, hogy a kombinált vizsgálatok eredményeinek kiértékelését követően olyan, az ipari gyártás minőségbiztosítási rendszereibe illeszkedő mérési eljárásokat fejlesszünk ki, amelyek közvetlenül az üzemekbe telepíthetők.

A berendezések

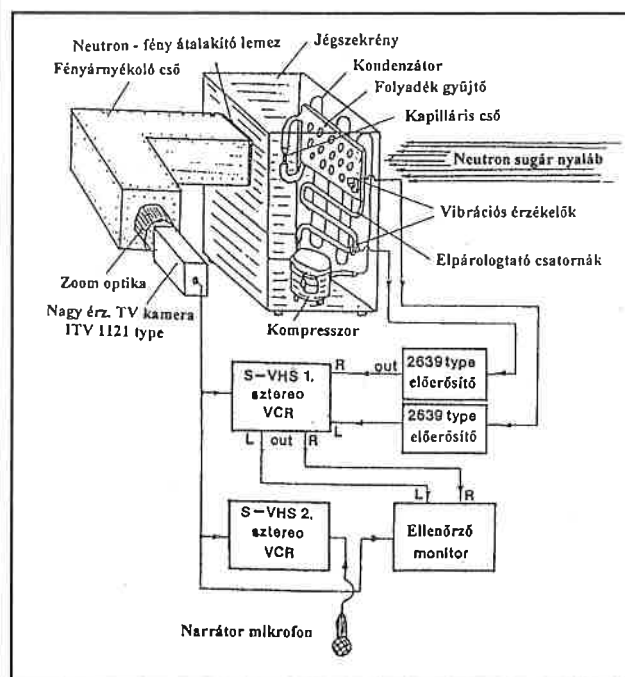
A KFKI AEKI 10 MW-os kutatóreaktora mellett 1994 óta működik a dinamikus radiográfiai mérőhely [3], ahol neutron-, gamma- és röntgensugarakkal világítjuk át a vizsgálati tárgyakat. A neutron- és gammasugárzást a reaktorban elhelyezett komplex, rétegelt szerkezetű, pin-hole típusú kollimátor formálja a megkívánt mértékben. A kollimációs tényező (L/D) 170. A sugárnyalábnál a neutron fluxus értéke 10^8 n/cm².s, a gammasugárzás $2,58 \cdot 10^4$ C/kg.h (10^8 R/h) intenzitású. A röntgensuga-



1. ábra A KFKI AEKI kutatóreaktoránál kiépített dinamikus radiográfiai mérőhely vázlatos elrendezése

rat egy – a fenti sugárnyalábok tengelyébe helyezhető – hordozható ipari röntgengenerátorral (300 keV; 5 mA) állítjuk elő. A neutronsugárzást NE 426 típusú szcintillátor lemezzel, míg a gamma- és röntgensugárzást NaCe egykristállyal tesszük láthatóvá. A keletkező kis intenzitású fény egy tükörről reflektálódik a zoom optikával felszerelt nagy érzékenységű tv-kamerába, amelynek érzékenysége 10^{-4} lux és a képképzési ideje 40 ms. A mérés során megfigyelt jelenségek egy S-VHS típusú videomagnóval kerülnek rögzítésre, így későbbi kiértékelésre is van lehetőség. A sugárnyaláb átmérője 150 mm. A vizsgálati tárgyak kiterjedése az esetek többségében ennél nagyobb, ezért azokat egy távvezérelhető mechanizmus segítségével mozgathatjuk megfigyeléseink során. A letapogató felület 1000×800 mm, a súlyhatár 250 kg. A működő tárgyak üzemi paraméterei (hőmérséklet, nyomás, fogyasztás stb.) nagyon fontosak a megbízóink (az ipari fejlesztéseket végző szakemberek) számára, ezért azokat mérjük, és az egyik háttér kamerán folytonos információkat szolgáltat azok értékeiről. A másik háttér kamerán vizuális képet továbbít a mérőhely belsejéről. A mérési elrendezésük az 1. ábrán látható.

A vibrációs diagnosztikai jeleket gyorsulás-érzékelőkkel detektáljuk és töltéscsatolt előerősítőkön keresztül juttatjuk el a sztereo video-magnetofonhoz, a 2. ábrán látható összeállításban. A nagy érzékenységű tv-kamera által szolgáltatott neutronradiográfiai képet egy másik videomagnetofonnal is rögzítjük, ahol egyidejűleg a mérés irányítója mikrofonon közli a szükséges háttér-információkat (üzemi paraméterek, események) archiválás céljából. A kiértékelés a vibrációs diagnosztikai laboratóriumban történik egy kétsatornás, élőidejű frekvencia-analizátor felhasználásával.

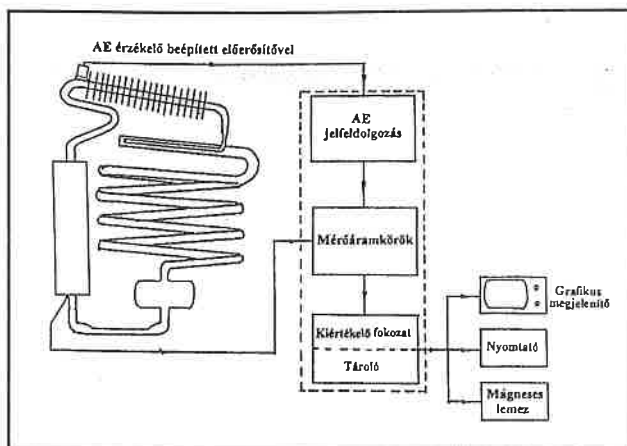


2. ábra Kombinált dinamikus neutronradiográfiai és vibrációs diagnosztikai mérések végzésére alkalmas összeállítás

Az akusztikus emissziós eseményeket mérő elrendezésünk elvi vázlata a 3. ábrán látható. Az események értékelését egy, a KFKI AEKI-ben kifejlesztett Defectophone típusú készülékkel végeztük.

* KFKI AEKI

** KFKI SZFKI

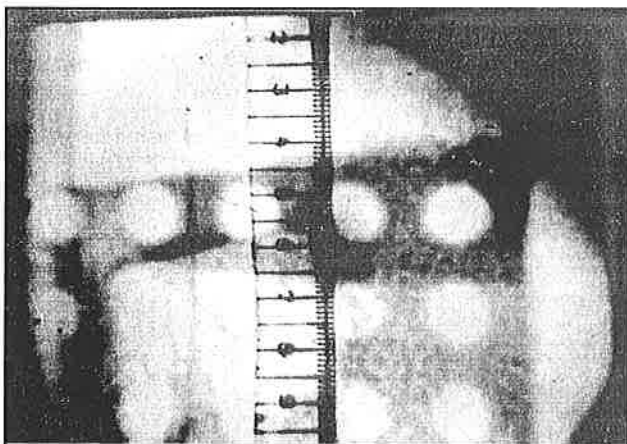


3. ábra Akusztikus emissziós eseményeket mérő elrendezés

A mérések

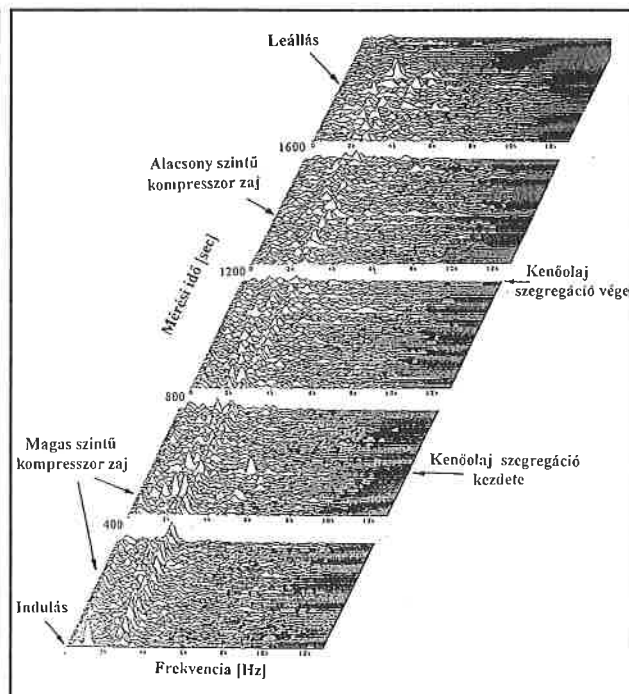
Kompresszoros hűtőszekrények vizsgálata

A környezetvédelmi törvények szigorítása arra kényszerítette a hűtőgépgyártókat, hogy a hagyományos R-12 hűtőközeg helyett alkalmazzák az új környezetbarát R-134a-t [4]. Ez az új anyag kalorimetriai tulajdonságaiban hasonló az elődjéhez, azonban kenőolajoldó képessége gyengébb. Ezt illusztrálja a 4. ábrán látható neutronradiográfiai kép, amelyen a készülék folyadékgyűjtőjében jól megfigyelhető a hűtőközeg felszínén lerakódott olaj. Hasonló jelenségeket publikáltak francia és magyar kutatók is [5], [6]. A dinamikus neutronradiográfiai módszer alkalmazásával sikerült a készülék töltetarányait optimalizálni [7] és a belső áramlási jellemzők megváltoztatásával az olaj tartós szegregációját megszüntetni. A készülékzaj paraméterei azonban még így is



4. ábra Kenőolaj szegregálódása a hűtőközeg felszínén

nagyobbak maradtak a szabvány által megengedettnél. A csendkamrában végzett mérések nem tudtak egyértelmű információt szolgáltatni a zaj eredetéről, mert egyrészt a jégszekrények belseje igen kis méretű, másrészt a nagy elpárolgató fémfelületek igen jól vezetik a hangot. A megoldást a dinamikus neutronradiográfiai és a vibrációs diagnosztikai módszerek egyidejű alkalmazása hozta meg, mert így a zajjelenségekhez hozzá tudtuk rendelni a neutronradiográfia által nyert képeket. A vibrációs diagnosztikai laborban végzett kiértékelés során előállított „vizesés”-diagramon mutatjuk be a készülék működési sajátosságait, amely az 5. ábrán látható. A vízszintes tengelyen a vizsgált frekvenciatartomány látható, a rá merőleges koordináta tengely a mérési időt ábrázolja – minden egyes vonal egy másodperc alatt készült. A görbék alakja jellemző a zajjelenségek intenzitására és jellegére. A kompresszor által közvetlenül generált zajokat a frekvencia-spektrum alsó sávjából kiszűrtük. Megfigyelhető, hogy az indulást követően a kompresszor



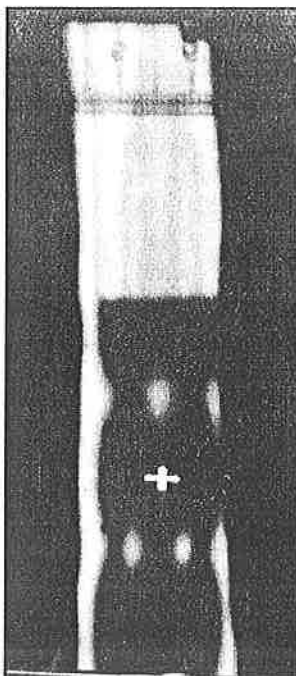
5. ábra Kompresszoros hűtőgép vibrációs diagnosztikai sajátosságait ábrázoló vizesés diagram

környezetéből érkező zajok erősek, amelyek az 1200. másodperc után fokozatosan gyengülnek. A kapilláris csőben és az elpárolgató csatornában keletkező zajok elég intenzívek maradnak az üzem során, sőt még a készülék kikapcsolása után is léteznek egy rövid ideig. Az olaj-szegregáció ideje is lerövidült. Részbeni magyarázata a kompresszor környezetének elcsendesülésére az olaj-szegregáció megszűnésakor a kompresszorba visszajutó olaj, amely így növeli az ottlevő kenőanyag mennyiségét.

A méréseket követően a készülék egyes elemeinek megváltoztatásával sikerült a zajszintet a megkívánt mértékben csökkenteni és a termék már sorozatgyártásban van.

Abszorpciós aggregátok vizsgálata

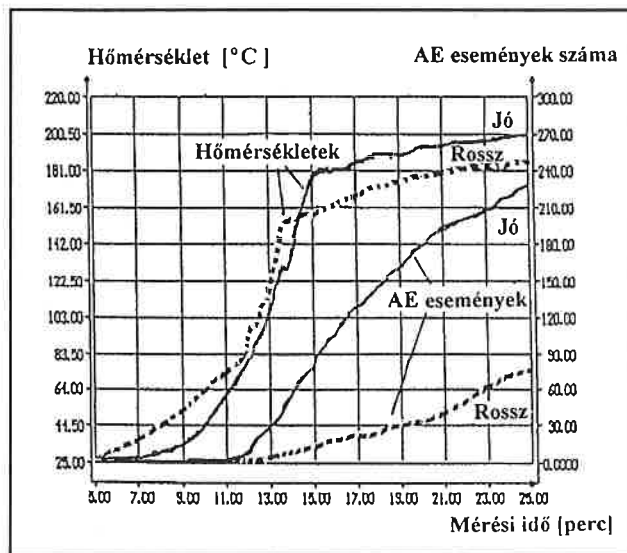
Az abszorpciós aggregátokban ammónia vizes oldata (35%-os töménységű) és a folyékony ammónia elpárolgását elősegítő hidrogéngáz van. A működési hibák jelentős részét a hajtógáz nyomásának az előírtnál alacsonyabb értékre való csökkenése okozza. Ez bekövetkezhet már a pontatlan töltési eljárásakor, illetve hosszabb üzem után, a nem eléggé tömör hegesztések következtében. A dinamikus neutronradiográfiai méréseink során felfigyeltünk egy olyan részére a készüléknek, amelynek működési sajátosságai arányosak voltak a hidrogéngáz nyomásával. Ez az elem a buborék-pumpa, amelynek neutronradiográfiai képe a 6. ábrán látható. Az abszorpciós készülékek ezen részében történik az ammónia gáz kiforrálása a vizes oldatból, amely csekély intenzitású hangjelenség kíséretében



6. ábra Abszorpciós hűtőgép buborék-pumpa szivattyúja

történik. A vibrációs diagnosztikai technikával érzékelhetővé tudtuk tenni a jelenséget és meg tudtuk határozni a hidrogéngáz nyomásától való függését. Az optimális töltet-nyomású készülék frekvenciája 3,3 kHz volt, míg az 5 barral csökkentett nyomású egység frekvenciája 3,9 kHz volt. Ezt a mérést azonban csak zajárnyékolt helyiségben lehet reprodukálhatóan elvégezni, mert a környezeti háttérzajok zavaróan hatnak. Gyári körülmények között, a gyártósor mellett költséges lenne ennek feltételeit megteremteni.

Erdeklődésünk az akusztikus emisszió felé fordult, mert az esemény érzékelési frekvenciája meghaladja a 1011 kHz-et, ahol az ipari zajforrások már nem detektálhatóak. A mérések eredménye a 7. ábrán látható. A koordináta rendszer vízszintes tengelyén a mérési idő, baloldali függőleges tengelyén a buborék-pumpa hőmérséklete, míg jobb oldali függőleges tengelyén az akusztikus emissziós események száma van feltüntetve. A kifogástalanul működő eszköz (Jó) görbét folyamatos vonallal rajzoltuk be, míg a csökkentett hajtógáz nyomású egység (Rossz) görbét szaggatott vonallal ábrázoltuk. Jól látszik, hogy a „Jó” aggregát



7. ábra Abszorpciós hűtőgép akusztikus emissziós mérésének eredménye

akusztikus emissziós eseményeinek száma háromszorosa a hibás készülékének. Ez a szignifikáns különbség lehetőséget ad arra, hogy a gyártósorhoz illeszkedő minőség-ellenőrző készüléket építhessünk.

Következtetés

A kombinált alkalmazott roncsolásmentes vizsgálati módszerek felhasználása jelentős mértékben megnövelik a hibásan működő termékek sajátosságainak feltárhatóságát és megérthetőségét. A hibafeltárás és elhárítás során nagy jelentősége van a jól felszerelt kutatólaboratóriumok nagy berendezései (reaktor) által szolgáltatott és könnyen értelmezhető vizuális (dinamikus radiográfia) és akusztikus (vibrációs diagnosztikai) módszereknek. A gyártósorok mellé telepítendő, a minőségbiztosítási láncba kerülő eljárásoknak (akusztikus emisszió) azonban olyanoknak kell lenni, amelyek közvetlenül illeszkednek a gyárak infrastrukturális hátteréhez, nem támasztanak környezetükkel szemben különleges követelményeket (sugárvédelem, zajszigetelés) és jól hasznosítják a bonyolultabb mérési technikák által szolgáltatott eredményeket.

Irodalom

- [1] Allen M. J. et al.: „Comparison of tomographic data in neutron and X-ray radiography applications”, Proc. 5th World conference on Neutron Radiography, Ed. C. O. Fischer, Berlin (1996) (in print)
- [2] Balaskó M. et al.: „Combined dynamic neutron radiography and vibration diagnostics for industrial applications”, Proc. 5th World conference on Neutron Radiography, Ed. C. O. Fischer, Berlin (1996) (in print)
- [3] Balaskó M. et al.: „Dynamic neutron radiography instrumentation and applications in Central Europe”, Proc. 2nd Topical Meeting on Neutron Radiography System Design and Characterization, Eds. K. Mochiki and Kobayashi, Rikkyo (1995) 184
- [4] Montreal protocol
- [5] Parquet du J. and Bayon G.: Contribution of neutron radiography to the conservation of the environment”, Proc. 4th World Conf. on Neutron Radiography, Ed. J. P. Barton, Gordon and Breach Science Publ., (1993) 65
- [6] Balaskó M. et al.: „Neutron radiography investigation of absorption and compression refrigerators”, Proc. 4th World Conf. on Neutron Radiography, Ed. J. P. Barton, Gordon and Breach Science Publ. (1993) 69
- [7] Balaskó M. et al.: „Dynamic neutron radiography in development of environment friend compressor refrigerators”, Proc. Conf. Engines and Environmental Protection, Balatonfüred (1995) 275



Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézet Hungarian Assay Office

1089 Budapest VIII., Bláthy Ottó u. 3.
Tel.: (36-1) 313-8621, 333-0147; Fax: (36-1) 313-0020
MNB 10032000 01454093

A Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézet (NEHITI) a jogszabályokban meghatározott feladatain túl vállalja mindenféle nemesfém-tárgy és nemesfém-tartalmú termék analitikai vizsgálatát, valamint egyéb fém-elemzéseket a NAT által akkreditált vizsgálólaboratóriumában. Az Intézet az Igazságügyi Minisztérium által nyilvántartásba vett szakértőként végez nemesfémvizsgálatot és azonosítja az eredeti vagy a hamis fémjeleket. Intézetünket feladatainak ellátásában széles körű nemzetközi tapasztalatok segítik.

A NEHITI tevékenységi körei:

1. Nemesfémvizsgálatok
 - ékszerekből
 - ipari mellék- és főtermékekből
 - hulladék anyagokból
 - bányatermékekből
2. Ötvözelemzések
3. Szakértői vélemények készítése
 - nemesfém meghatározás
 - fémjelazonosítás
 - hamis fémjel felismerés témákban.

WIRTZ BUEHLER METALLOGRÁFIAI anyagok és berendezések

Az Ön partnere az
anyagvizsgálatban

GRIMAS®
IPARI
KERESKEDELEM

Tel.: 420-5883;
Fax: 276-0557

Kollimátorok sugárvédelmének vizsgálata

Észrevételek a kollimátorok sugárgyengítésének megállapításához

Skrek Máttyás – Tóth Endre*

Az MSZ 24349-88 számú, Sugárzás elleni védelem ipari radiográfiai munkahelyen című szabvány előírja azt, hogy ipari radiográfiai laboratóriumon kívül végzett vizsgálatnál kötelező kollimátor használata. A környezet sugárvédelme érdekében a szabvány 4.5 pontja megkívánja, hogy a kollimátor a vizsgálati irányon kívül a dózisteljesítményt legalább 1/4 részére csökkentse.

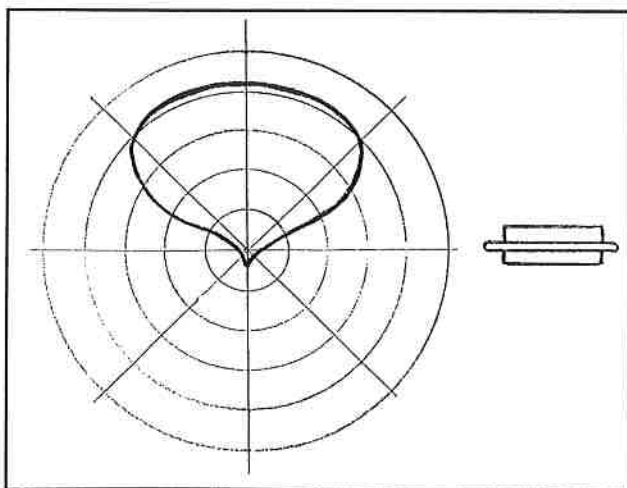
A szabvány 1988-as hatályba lépése óta közel egy évtized telt el, de ez az előírás napjainkban is több kérdést vet fel. A gond gyökere az, hogy a forgalomban lévő kollimátorok gyakran csak nehezen helyezhetők a munka által megkívánt helyzetbe, és így lassítják a radiográfiai munkavégzés ütemét. Ezért sokszor tapasztalható, hogy a dolgozók vonakodnak ezeket alkalmazni, és ezzel sértik az előírásokat.

A képzés során minden anyagvizsgáló megtanulja, hogy a legkisebb szükségtelen dózist is érdemes elkerülni, mert a késői káros hatásoknak nincs alsó küszöbértéke. A munka során viszont, amikor nem, vagy nem szívesen helyezi el a kollimátort, általában nem ismeri a saját eszközének műszaki jellemzőit (sugárgyengítését, iránykarakterisztikáját) és a vele elérhető dózis-megtakarítást a saját és környezete szempontjából.

Az irányjelleggörbék kimérése

E hiányosság részbeni pótlására és a kérdés megoldására szolgáló javaslataink előkészítésére néhány, gyakrabban használt kollimátor jellemzőit újból meghatároztuk, és itt bemutatjuk. Ezeket az adatokat természetesen az érintettek részére ezután folyamatosan rendelkezésre bocsátjuk a KBFI-Unio Kft. budapesti (csepeli) telephelyén.

Méréseinket szabadban, zavaró környezeti tényezőktől távol, viszonylag kis aktivitású Ir-192 sugárforrással végeztük. Az állványra szerelt kollimátorok 1,5 méter magasan voltak, a mérés 3 m-es távolságban történt. Ezáltal a talajról mintegy 90° alatt szóródó sugárzás hatása az ellenőrző vizsgálat szerint figyelmen kívül hagyható. A mérések RFT gyártmányú, ionkamrás rtg-gamma dózisméterrel végeztük. A részletes mérési feltételeket a mérési jegyzőkönyv tartalmazza.



1. ábra A KBFI-1400 típusú tárcsakollimátor irányjelleggörbéje a tárcsa homloksíkjára merőleges síkban. A kollimátor a dózisteljesítményt 14-szeresen csökkenti; súlya 1,4 kg, átmérője 66 mm, vastagsága 40 mm. Felerősítése hevederrel történhet.

* KBFI-Unio Kft.

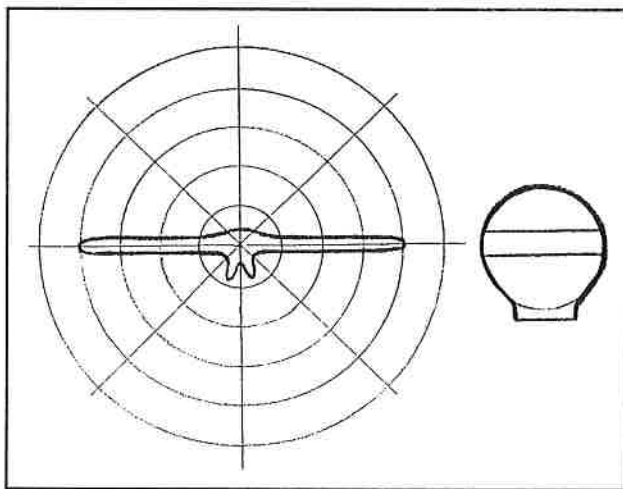
Az 1-6. ábrákon tanulmányozhatjuk öt kollimátor jellegzetes irányjelleggörbéjét.

A vizsgálatok szerint a használatban levő kollimátorok csillapítása legalább ötszörös, de sok esetben hússzoros-negyvenszeres, ami kielégíti, sőt felülmúlja az említett szabványban megkívánt mértéket. Ez természetesen akkor is igaz, ha tekintettel vagyunk a mérések alapján arra, hogy egyes esetekben a kollimátoroknak a gégecsővég részére szolgáló bevezető nyílásainál erős kiszóródás jelentkezik.

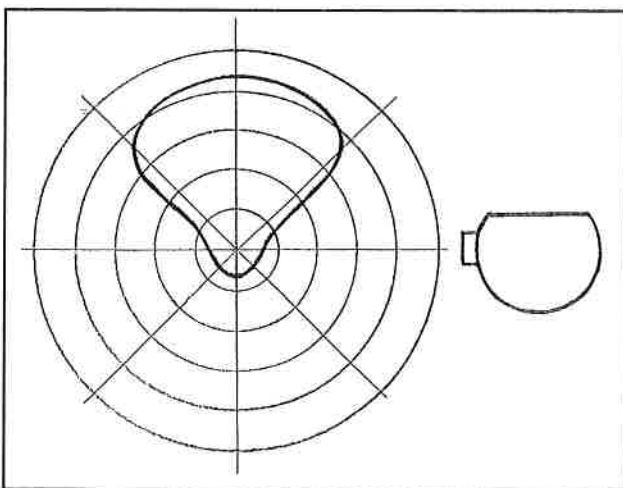
A jelleggörbék felhívják arra is a figyelmet, hogy általában erősen változó a kollimátorok hasznosnak nevezhető, nem árnyékolt sugárkúpja. Mivel a szabvány a „vizsgálati irány” fogalmát nem pontosítja; nehezen értelmezhető, hogy az egyes kollimátortípusok a „vizsgálati irányon kívül” teljesítik-e vagy sem az elvárást.

Mindezeket figyelembe véve, a következő megállapításokat tehetjük.

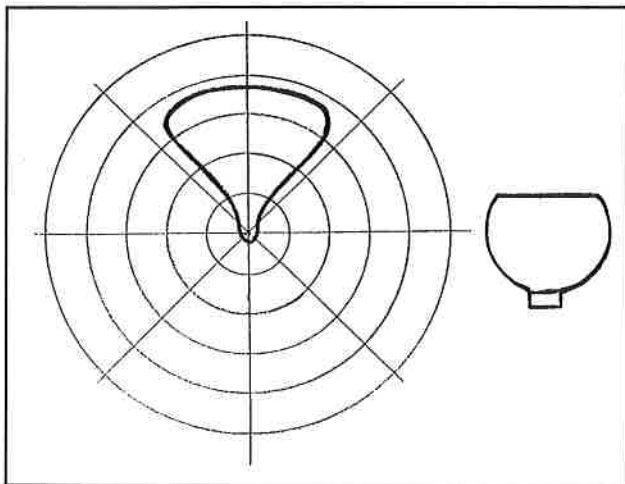
A sugárvédelem filozófiája az indoklás, az optimalizálás és a korlátozás hármas alapelveire épül. A korlátozás követelményeit radiográfiai



2. ábra A KBFI-5400 típusú körsugárzó kollimátor irányjelleggörbéje a sugárzási síkra merőleges síkban. A kollimátor a dózisteljesítményt 20-szorosan csökkenti; súlya 5,4 kg, átmérője 105 mm, magassága 120 mm. Állványra erősíthető kollimátor.



3. ábra A KBFI-3200 típusú homlokkollimátor irányjelleggörbéje a sugárzási síkra merőleges síkban. A kollimátor a dózisteljesítményt 6-szorosan csökkenti; súlya 3,2 kg, átmérője 90 mm. Állványra, illetve hevederrel erősíthető fel.

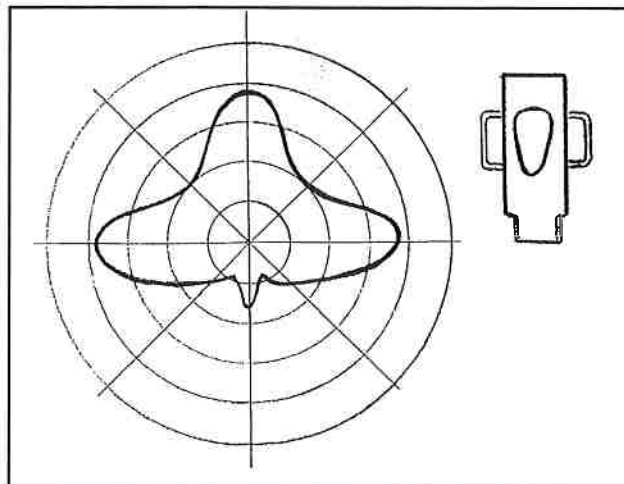


4. ábra A KBFI-4300 típusú homlokkollimátor irányjelleggörbéje a homloksíkra merőleges síkban. A kollimátor a dózisteljesítményt 40-szeresen csökkenti; súlya 4,3 kg, átmérője 96 mm. Állványra erősíthető kollimátor.

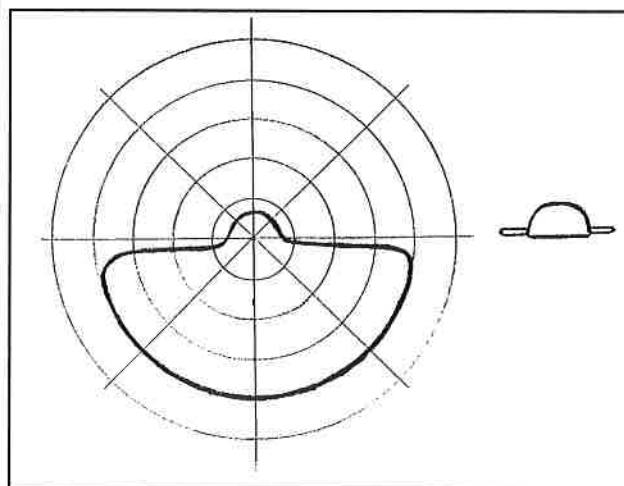
munkánál kollimátor nélkül is ki kell elégíteni. Így a kollimátor alkalmazása az optimalizálás, a sugárterhelés ésszerűen elérhető alacsony szinten tartása érdekében kívánatos. Erre a szabvány számszerű (négy-szeres) előírása értelmetlen megkötés.

A radiológus vétséget követ el, ha pl. árokban vizsgálva nem alkalmaz kollimátort, pedig lehetséges, hogy ez ilyenkor teljesen értelmetlen. A kollimátor alkalmazása, gyengítésének és határolási szögének megválasztása esetenkénti döntést igényel. Ez persze sugárvédelmi kultúrát, szakmai felkészültséget és intelligenciát tesz szükségessé.

Az előírás ezért célszerűen nyomatékos ajánlás lehet, a kollimátor pedig célszerűen ismert jellemzőkkel készenlétben álló kollimátor-



5. ábra A KBFI-450 típusú hengerkollimátorának irányjelleggörbéje a kollimátor homloksíkjában. A kollimátor a dózisteljesítményt 5-szörösen csökkenti; súlya 0,45 kg, hossza 80 mm, szélessége 38 mm. Felerősítése hevederrel történhet.



6. ábra A KBFI-450 típusú hengerkollimátor irányjelleggörbéje a kollimátor homloksíkjára merőlegesen.

sorozat. Egy kollimátor ismeretlen elnyelőképességgel és iránydiagrammal ugyan jobb a semminél, de igazából csak a hatósági büntetés ellen véd.

Összefoglalva, mindezek alapján javasolható, hogy a vonatkozó szabvány új megfogalmazása ne a kollimátorok kötelező alkalmazását és minimális dózisteljesítmény csökkenését tartalmazza, hanem azt az előírást, hogy a radiológus mindig rendelkezzen különféle olyan kollimátorokkal, amelyek közül választva optimálisan fokozhatja a saját és a környezet védelmét. Ez az előírás egyben kihívást is jelent a gyártók részére a könnyen kezelhető és felszerelhető, pontosan ismert jellemzőkkel rendelkező kollimátor-sorozatok biztosítására.

MINŐSÉG, BIZTONSÁG ELÉRHETŐ ÁRON!!!

SENTINEL



Specifikáció:
Sugárforrás: Iridium 192
Felhasználási idő: 74 nap
Maximális aktivitás: 3,4 TBq (91 Ci)
Projektör mérete: 343 x 140 x 267 mm
Projektör tömege: 13 kg
Védőlemez anyaga: szénnyílóúti üveg
Útán töltés: 10 kg
Alkalmazható vastagságok: 12-65 mm
Működési hőmérséklet: 40-190 mm

SENTINEL 460

Egy defektoszó, amely megfelel a legmagasabb hazai és nemzetközi követelményeknek, előírásoknak. A berendezés eleget tesz az ISO 3999-94 szabvány előírásainak is.

Bérlés: 1, 3, 6 hónapra!

Részletfizetés: 30% előleg befizetése mellett havi, vagy negyedévenkénti részlettel!

Készpénzfizetés esetén 5% kedvezmény!

SENTINEL

Közép-európai forgalmazó, szerviz és
sugárforrás-szolgáltató:

IZOTOP
Izotóp Intézet Kft.

1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 29-33.
☎ 1535 Budapest, Postafiók 851.
Telefon: 395-9282; 395-9283
Telefax: 395-9274

KBFI-UNIO Kft.

1751 Budapest, Pf.: 126

Tel./fax: 420-4201

- Izotópcseré (Ir-192, Cs-137, Co-60, Se-75)
- Sugárzásjelző és mérőrendszerek kialakítása
- ADR felszerelések forgalmazása
- Defektoszópok szervizelése
- Alkatrészellátás

Tárolótartály fenéklemez vizsgáló mérőrendszer

Tóth Ferenc*

Bevezetés

Az olaj- és vegyiparban világszerte használatban levő tárolótartályok száma több millióra tehető. Ezek nagy részének üzemideje meghaladja a 30–50 évet, emiatt azokat a váratlan meghibásodások elkerülése végett ellenőrizni kell.

A tartályok általában alacsony széntartalmú acélból készülnek; külsőjük, a változó éghajlati viszonyok között, a nedvesség hatására, belső felületük – a tárolt folyadék összetételétől függő mértékben – korrózió áldozdik. A korrózió számos hibajelenséget indukál, ezek részletes leírása az Anyagvizsgálók Lapja 1995/2. számában megtalálható [1].

A tárolótartály fenéklemezének vizsgálatára különböző elven működő eljárásokat és berendezéseket dolgoztak ki. A ténylegesen használatba vett változatok a következők.

- permanens mágnessel gerjesztett, szórt mágneses fluxus mérése;
- elektromágnessel gerjesztett, szórt fluxust detektáló forgófejes berendezés;
- kombinált, szórt fluxus és örvényáram egyidejű mérésén alapuló eljárás;
- alacsony frekvenciás – indirekt csatolású – örvényáramú mérőrendszer.

Mindegyik módszernek van előnye és hátránya a többiekhez viszonyítva, a különbségek azonban nem nagyon jelentősek.

A szórt fluxus mérésén alapuló metodikát mintegy 25 éve sikeresen használják új és hosszabb idő óta üzemelő olaj- és gázvezetékek ellenőrzésére, de tárolótartályoknál a módszert csak az utóbbi tíz év során kezdték alkalmazni [2]. Az eljárás előnye, hogy a tartály nagy felületű fenéklemezének a vizsgálata elfogadhatóan rövid idő alatt elvégezhető.

Tartályoknál azonban felmerülnek bizonyos problémák, amelyek olajvezetékekénél nem fordulnak elő, mivel ez utóbbiak geometriai paraméterei mindig sokkal kötöttebbek. Tartályoknál a fő gondot az okozza, hogy a fenéklemez szinte sohasem sík, ezért a hibahelyek okozta szórt fluxus amplitúdója nem feltétlenül arányos a hiba méretével, emiatt a vizsgálat elsősorban a hibahelyek felderítésére használható, kvantitatív hibaméret megadására nem mindig alkalmas. Ez a zavaró hatás természetesen mindegyik vizsgálati eljárásnál fellép, a kapott eredmények értékelésénél ezt figyelembe kell venni.

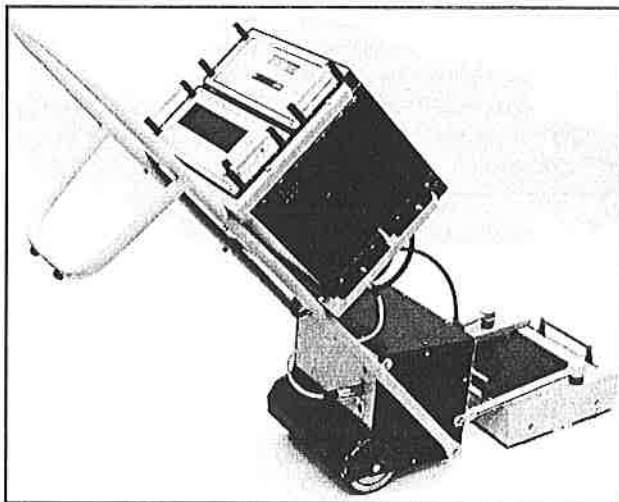
A tárolók fenéklemezének ellenőrzésére forgalomba került mérőberendezések nagyobb hányada permanens mágnes gerjesztésű szórt fluxust detektáló típusú, a KFKI Szilárdtest Fizikai Kutató Intézetben kidolgozott mérőrendszer is ebbe a változatba sorolható (1. ábra).

Szórt mágneses fluxus vizsgálati eljárás

A szórt mágneses fluxust mérő eljárás lényegében hasonló a közismert mágnesporos hibavizsgálathoz, azzal az eltéréssel, hogy sem száraz, sem nedves porra nincs szükség [3]. Ezeknél a hibavizsgálóknál a kérdéses tárgyat olyan mértékig mágnesezik, hogy a hibahelyeknél a fluxus kilépjen a felületből, amelyet azután megfelelő érzékelők elektromos jelekké alakítanak át. A hibajelek különböző kijelzőkre kerülnek, egyidejűleg vizuális és hangjelzést adnak a hibánál, illetve a mérési adatok a számítógép tárolójába kerülnek hibatérkép készítése céljából.

A mágnesezést permanens mágnes végzi, a szórt mágneses fluxust Hall-szondák detektálják. A berendezés a fenéklemez mindkét oldala korróziós hibáinak kimutatására készült, ezért erős mágneseket kell használni, hogy több mm-nyi légrés esetén is a lemez telítésig mágnesezhető legyen. A tartályokhoz használt acélok telítési mágneseszettsége tipikusan 1,6–2 tesla.

Ilyen nagyságú mágneseszettségnél a korábbi vizsgálatokból származó maradó mágneseszettség már nem okozhat hibát, ezért a szórt fluxus hibajel viszonylag állandó és reprodukálható. Alacsonyabb mágneseszettségnél (<1,5 tesla) a berendezés ugyan detektálja a hibákat az első felvételnél, de ismételt azonos irányú vizsgálatnál a maradó mágneseszettség fokozatosan lecsökkenti a hibajel nagyságát, kivéve, ha az egymás után következő méréseket ellentétes irányban haladva végzik.



1. ábra

A szórt mágneses fluxus értékét adott mágnesrendszerrel az alapanyag vastagsága és permeabilitása szabja meg. A legtöbb tartálylemez anyaga lágyacél, ezek permeabilitása általában hasonló és ezért a lemezben a fluxust ténylegesen az anyag vastagsága határozza meg.

Adott erősségű mágnes mindig megszabja azt a maximális lemezvastagságot, amelynél már a fluxussűrűség nem elég a kis méretű hibák kimutatására, illetve az előzőekben említett maradó mágneseszettség hatása nem lesz elhanyagolható. A rendelkezésre álló mágnesnél ez a vastagság 12 mm fölött kezdődik, de természetesen befolyásolja az alapanyag permeabilitása is.

A kidolgozott mérőberendezés permanens mágnes 240 mm széles felület vizsgálatát teszi lehetővé, optimális légrés a lemez és a mágnespólusok között 4 mm. A légrést a 6 mm-nél vékonyabb lemezeknél növelni kell, de a vastag védőréteggel bevont fenéklemezeknél a rést esetleg csökkenteni szükséges.

A Hall-szondás érzékelő egység a permanens mágnespólusok távolságának felezővonalában helyezkedik el, beállított távolsága a vizsgált felületről 2 mm. Felfüggesztése rugalmas, így a kiemelkedő akadályok a szondasort függőlegesen – a felület síkjával párhuzamosan – megemelik. Az érzékelőegység légrésének növelése csökkenti a hibadetektálás érzékenységét, ezért a vastag védőréteg-bevonatú fenéklemezeknél szükségessé válhat a légrés redukálása. A Hall-szondák egymás közti távolsága 15 mm, amelynél a hibajelek felbontása optimális. Mivel mindegyik szonda érzékenysége túlnyúlik a szomszédos szondákon, a hibadetektálás a teljes felületet átlapolással lefedi.

Hibatípusok

A mérőszondák jelamplitúdója arányos a korróziós folt méretével és mélységével. Hasonlóan más roncsolásmentes vizsgálati eljárásokhoz – pl. az ultrahangos mérésekhez – a kapott jel nagyság és a hiba geometriája közötti összefüggés többnyire komplikált. A szórt fluxus jelamplitúdóját a következő tényezők befolyásolják:

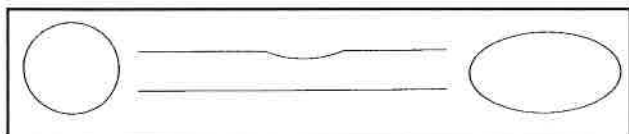
- a korróziós folt térfogata,

* MTA KFKI Szilárdtest Fizikai Kutató Intézet, Budapest

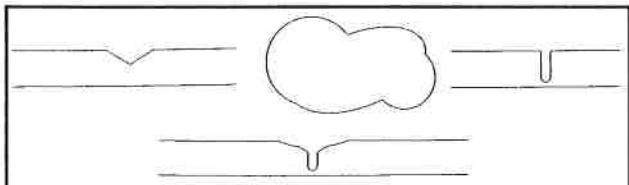
- a repedés mélysége, geometriája és hosszának viszonya a szélességéhez,
- az alapanyag permeabilitása és vastagsága,
- a mágnesező kör tulajdonságai (térfertősség, légrés, a mágnes anyaga, a mágneses ellenállás értéke),
- az érzékelők típusa.

A felsorolt változók egy részének hatása egyéb roncsolásmentes hibavizsgálatoknál megszokott módon, kalibrációs etalonok segítségével kiküszöbölhető. Ugyanis, a vizsgálandó lemezzel azonos vastagságú és anyagú (permeabilitású) lemezen kimunkált referencia hibákról és a vizsgálandó lemez hibáiról kapott jelek összehasonlíthatók, ha a mágnesezés és a mérőberendezés beállított érzékenységi fokozata azonos.

A gyakorlatban számos formájú hibaféleség lehetséges, ezek többsége azonban a 2. ábrán látható alaptípusra vezethető vissza. A korróziós foltok általában kör, vagy ellipszis alakban kezdődnek, amelyek méretnövekedése közben kónuszos formát vesznek fel, majd végül többnyire cső alakúvá válnak (3. ábra). Természetesen ez jelentős leegyszerősítés a valós helyzetnek, tapasztalatok szerint azonban az ilyen geometriájú műhibák kisebb eltérést adnak a tényleges hibákhoz viszonyítva, mint a szokásos 120°-os kónuszú furatokkal történő összehasonlítás.



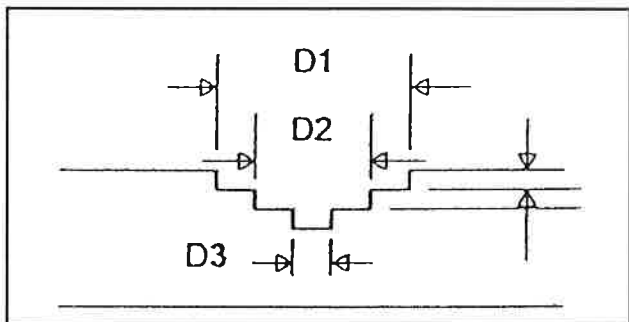
2. ábra



3. ábra

Nagyon fontos, hogy a kalibrációs lemez permeabilitása megegyezzen a vizsgált tartályfénék permeabilitásával; eltérés esetén a mélység nagyságára vonatkozóan 25%-ot meghaladó hibás kijelzés is felléphet. Hasonlóan az ultrahangos és örvényáramos mérésekhez, a szórt fluxus vizsgálatoknál is döntő jelentőségű a referencia alapanyagának megválasztása.

A legjobb ekvivalens hibajelet a 4. ábrán látható – lépcsős közelítés – 136°-os kúpszögű furatok adják; az ultrahangos és a tényleges geometriai méretellenőrzésekkel összehasonlítva, a hiba szórása általában $\pm 10\%$.



4. ábra

Jelfeldolgozás

A szórt fluxus mérést a vizsgálatok végzése közben különböző nemkívánatos zavaró jelek nehezítik. A felület durvasága, az alapanyag inhomogenitásából származó permeabilitás-ingadozások, mint zajok elfedhetik a kisebb méretű hibák jeleit.

Egy további zavaró jel a mozgó mágnes által a lemezben keltett örvényáramok mágnesező tere. A mérések végzése közben három fajta örvényáramú jel keletkezik, ezek:

- felfutó jel a kocsi indulásakor,
- állandó értékű örvényáram egyenletes haladási sebességnél,
- csökkenő lefutású jel a kocsi lefékeződésénél.

Ezek a különböző eredetű zajok a mérőerősítők megfelelő levágású elektronikus szűrői segítségével nagymértékben redukálhatók, de természetesen fontos az egyenletes haladási sebesség tartása is.

Az alaplemez permeabilitásának lassú változása, a felület egyenetlenségéből származóan a kocsi és a szondator vibrációja az egyes Hall-szondák differenciál összekapcsolásával kompenzálható. A szórt fluxus tangenciális komponensének mérésével ugyan elérhető lenne, hogy az örvényáram zavaró tere elhanyagolható legyen, de a vertikális tér mérése a gyakorlatban előnyösebb, mivel a fenéklemez külső oldali (hozzá nem férhető) hibáinak kimutatására érzékenyebb; 40%-os külső oldali korróziós folt nagyobb jelet produkál, mint a belső, szonda felőli hiba.

Mindig figyelembe kell fenni, hogy a szórt fluxus mérése lényegében kvalitatív – nem kvantitatív – vizsgálati eljárás és elsősorban a korróziós károsodások helyének megbízható kimutatására alkalmas.

A detektált jelamplitúdó sokkal inkább a térfogati anyagihiányt jelzi, mint a maradék falvastagságot; különböző alakú mélyedések és falvastagság-csökkenések azonos kijelzést produkálhatnak, ezért a falvastagságra vonatkozóan a kijelölt hibáknál valódi kvantitatív eredmény csak az ultrahangos falvastagságméréssel kiegészítve kapható. Utólagos ultrahangos vastagságmérést természetesen csak a nagymértékben károsodott helyeken szükséges elvégezni. A mérőberendezés számítógépes adatgyűjtője eltávolítja a különböző hibaszintű adatokat, amelyekből kiválaszthatók azok a helyek, amelyeket feltétlenül vizuálisan és ultrahangos falvastagságméréssel is ellenőrizni kell. A hibaszint különböző lépcsőit megjelenítve a monitoron, a teljes vizsgált felület állapota kiértékelhető.

Vizsgálati feltételek

Hasonlóan más roncsolásmentes mérésekhez, a vizsgált felületet bizonyos fokig elő kell készíteni. A szórt fluxus azonban sokkal kisebb igényű a felület tisztaságával szemben, mint pl. az ultrahangos mérések, de természetesen a hulladékokat, port el kell távolítani. Mágnesezhető hulladékokat, levált, korrodált rögöket lehetőleg el kell távolítani, különben ezeket a mágnes pólusai összeszedik és leválásukkal zavaró kijelzéseket okoznak. A mágnes pólusait időszakosan ellenőrizve az esetleg felgyülemlett rögöket is el kell távolítani.

A felület lehet száraz vagy nedves, azonban célszerű elkerülni, hogy a szonda víztócsákba kerüljön.

Hibás kijelzést mutató egyéb tényezők

A belső fenéklemez súlyosabb korróziója esetén, nagyfokú egyenetlenségeknél, bordázottságnál, hegesztési varratoknál és hegesztési fröcskölődéseknél a berendezés nagy hibajeleket produkál, ezért ezeket a helyeket szükség esetén homokfúvással meg kell tisztítani.

A hegesztéssel javított felületek – az anyagszerkezetben történt változások következtében – hibás kijelzést okozhatnak.

A fenéklemez lokális görbültségei, horpadások szintén jelentősen korlátozzák a mérések érzékenységét és pontosságát, amelyet természetesen figyelembe kell venni.

Adatgyűjtő és kiértékelő egység a roncsolásmentes anyagvizsgáló berendezéshez

A mérőkocsin elhelyezett sokcsatornás szonda a lemezvastagság pillanatnyi értékét méri és jelzi az előlapi kezelőfelületen. A mért értékek folyamatos tárolására és a mérés vezérlésére egy – szintén a mérőkocsin elhelyezett – adatgyűjtő egység szolgál. Az adatgyűjtő fogadja a 16 csatornás mérőszonda jeleit, az útdó jelét és 1,5 cm-es felbontással tárolja a csatornák hibajelét. A berendezés előlapi kezelőfelületén beál-

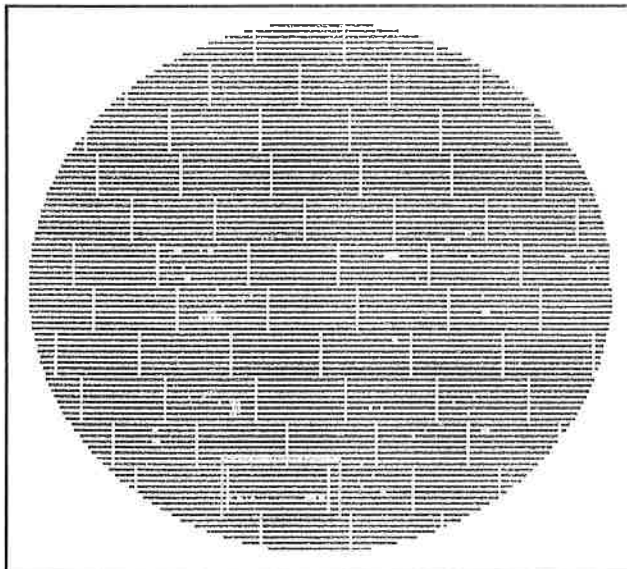
líthatók a mérési és adatkezelési paraméterek, valamint folyamatosan követhető a mérés menete.

Az adatgyűjtő egység felépítése:

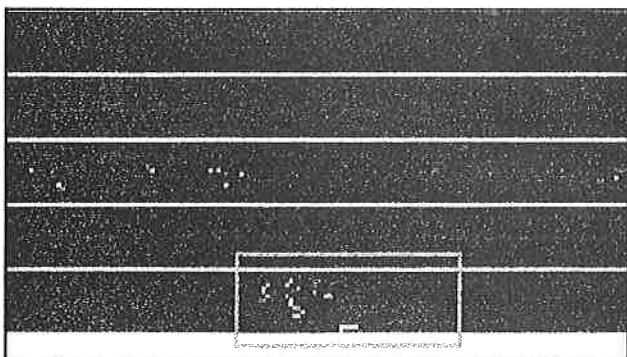
A berendezés tartalmaz egy ún. beágyazott számítógépet merevlemez háttértárolóval, mérő és előlapvezérlő áramkörökkel, valamint a megfelelő tápfeszültségeket előállító DC/DC konverter egységet. A mérőszondából érkező digitális jelek optikailag le vannak választva az adatgyűjtő egység áramköreitől. Az előlapon található nyomógombok és a 2x24 karakteres LCD monitor lehetővé teszik egy menüvezérelt kezelőfelület használatát. A berendezésen az adatkiolvasás lebonyolítására és a szervizfunkciók ellátására ki van építve a billentyűzet, a VGA monitor és a soros interfész (RS 232) csatlakozója. Monitorral és billentyűzettel kiegészítve az adatgyűjtő berendezés úgy használható, mint egy normál számítógép.

A mérőprogram fő funkciói és jellemzői:

A mérési ciklusok vezérlése, a mért értékek leolvasása és a mérések tetszőleges sorrendű jelölése. A színek és a hibaszintek megfeleltetése az 5. ábrán látható. A tartálpadló bármelyik részlete kijelölhető és egy nagyobb felbontással tovább vizsgálható. Ilyen nagyított részletek láthatók a 6. és a 7. ábrán.



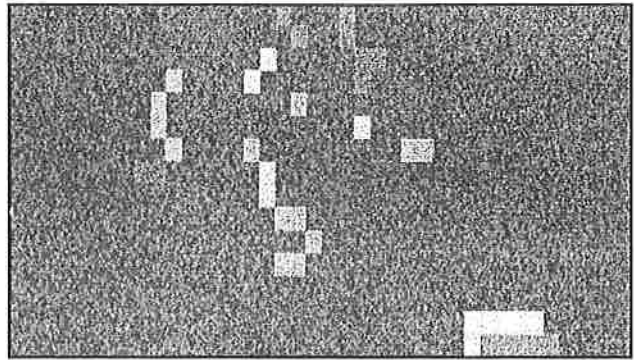
5. ábra



6. ábra

A mérés menete:

Az egy sorban elhelyezett 16 érzékelő egymástól 1,5 cm-es távolságra van elhelyezve. Így a mérési szélesség 24 cm, amit a mérőkocsi egyszerre lefed. (A mérőkocsi útadójára úgy van beállítva, hogy a hosszirányú felbontás is 1,5 cm legyen.) A mérés azonosítása szempontjából a 24 cm-es mérési szélességet sávnak nevezzük, így hivatkozik rá a mérőprogram és a kiértékelő program is. A sávokat az adatgyűjtő egység sorszámmal látja el. A 7. ábrán egy ilyen sávnak a részlete látható. A tel-



7. ábra

(kék) 0–24% (zöld) 25–49% (sárga) 50–74% (piros) 75–100%

jes mérési területet először sávokra kell osztani, és a meghatározott kezdőpontot és bejárási útvonalat kijelölve egyértelműen elkészíthető a teljes padlóterkép.

Az adatgyűjtő egység bekapcsolásával megjelenik a bejelentkező kép, majd néhány másodperc múlva a beállító menü. A mérés megkezdése előtt be kell állítani a mérés azonosítóját (a mérés dátuma és sorszáma, vagy az adatfájl neve) és a mérés helyét (listáról választható ki). A mérés lehet új, vagy egy korábban megkezdett mérés folytatása. A beállítások befejeztével a mérés menübe kell lépni, ahol a START nyomógomb megnyomásával a mérés indítható. Ekkor az LCD kijelzőn például az alábbi feliratok jelennek meg:

Mérés	1996. 12. 12.	#3
73,5 cm	sáv=49	mért=50%

Az első sor a mérés azonosítója, a 73,5 cm a sáv kezdetétől megtett távolság, a sáv sorszáma 49, a „mért” mezőben levő érték pedig a 73,5 cm-es hosszértéknél a teljes mérési szélességben (16 csatorna/24 cm) előforduló legnagyobb hiba. A sáv végéhez érve a STOP billentyű megnyomásával megáll a mérés, elmentődnek a mért értékek és a berendezés a mérés indítás menübe lép. Ekkor a mérőkocsit a következő sáv elejére kell vinni, ahol a START nyomógombbal indítható a következő sáv mérése. A START hatására a sáv sorszáma automatikusan nő 1-gyel. Természetesen lehetőség van a sáv sorszámanak egyedi beállítására is.

Főbb műszaki adatok

Vizsgálati szélesség:	240 mm (lemezvastagság<10mm) 220 mm (lemezvastagság>10mm)
Vizsgálható lemezvastagság:	4–10 mm 10–16 mm csökkent érzékenységgel
Maximális érzékenység:	20%-os hátoldali korróziós folt 6 mm lemezvastagságon
Detektálható átlukadás:	1,5 mm átmérő
Kijelzés:	16x16 szegmensű LED 2 küszöbszintű hangjelzés
Optimális vizsgálati sebesség:	0,5 m/s
Adatgyűjtő egység (embedded computer) adatai:	
Alaplap:	AT 486
HDD:	540 MB
Monitor:	2x24 karakter LCD
Szervizmonitor csatlakozás:	VGA
Mért csatornaszám:	16
Felbontás:	1,5 cmx1,5 cm fenéklemezre vonatkoztatva
Tápfeszültség:	12 V/1,2–1,5 A

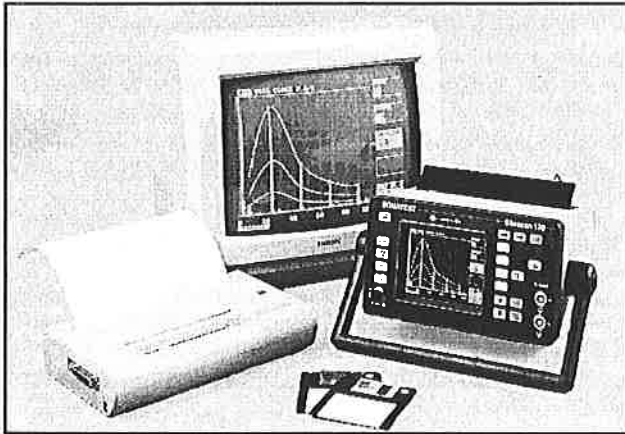
Irodalom

- [1] Dr. Bácskai A., Csizinszky L.: Álló hengeres tartályok fenéklemezének állapotellenőrzése, Anyagvizsgálók Lapja, 1995/2. p. 83.
- [2] D. Johnston: Above Ground Storage Tank Floor Inspection Using Magnetic Flux Leakage, Materials Performance, Oct. 1992. p. 36.
- [3] Tóth F.: Mágneses anyagvizsgálatok, Anyagvizsgálók Lapja, 1995/4. p. 101.

A Sitiescan digitális ultrahangos készülékcsalád

Jim Whyte*

A Sonatest cég a nyolcvanas évek végén jelent meg az első digitális ultrahangos készülékével. Azóta is folyamatosan dolgozik egy olyan készülékcsalád kifejlesztésén, amely mindenben megfelel a felhasználók igényeinek. Ez a törekvés szerencsésen egybeesik az elektronikai elemek és a számítógépek hihetetlen gyors fejlődésével, mely megkönnyíti a „testre szabott” készülékek valóban minden igényt kielégítő kifejlesztését. Az 1. ábra a Sitiescan 130 típusú digitális készülék kiépítési lehetőségeit mutatja be: közvetlen nyomtató-, számítógépes-, illetve videocsatlakozással.



1. ábra A Sitiescan 130 készülék kiépítési lehetőségei: a közvetlen nyomtatócsatlakozás, a számítógépes kapcsolat, a külső képernyő illetve videocsatlakozás.

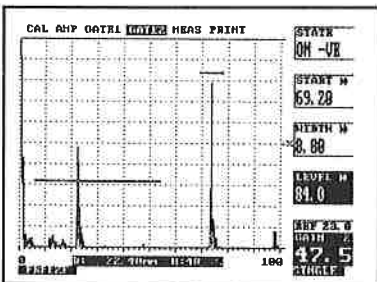
Vizsgáljuk meg miben is jelentkezik ez a komfort, mik azok a megjelenítési, számítási illetve tárolási funkciócsoportok (modulok), amelyek ma ezzel a készülékkel az ultrahangos vizsgálat korábban olyan sokat vitatott biztonságát, reprodukálhatóságát valóban megbízhatóan alátámasztják.

Megjelenítési jellemzők

Az első digitális készülékeknél sok problémát jelentett a jelkövetési frekvencia, amely csak lomhább jelkövetésre adott lehetőséget. Ezt a kérdést mára sikerült megoldani. Ma a jelkövetési frekvenciája meghaladja a hagyományos katódsugárcsöves készülékek teljesítményét. A katódsugárcsövesnél lényegesen jobb eredményt ad a digitális képernyő színe és láthatósága, amely a kedvezőtlen megvilágítási viszonyok mellett is jól megfigyelhetővé teszi a képet.

A képernyőn látható jelek kimerevíthetők, eltávolíthatók, összehasonlíthatók, amely biztosítja a vizsgálat teljes körű reprodukálhatóságát, ellenőrizhetővé, felülvizsgálhatóvá teszi a helyszíni vizsgálatokat, illetve lehetővé teszi a folytonossági hiányok időszakonkénti pontos megfigyelhetőségét, például egyes, még megengedhető méretű hiányok rendszeres ellenőrzését.

A digitális megjelenítés fontos előnye a képernyő feliratozása, amely ezen készülékeknél mindig a valós érték feliratozását jelenti (lásd 2. ábra), tehát nem kell különböző átszámításokkal bajlódni. További előny, hogy a készüléken minden felirat magyar nyelven jelenik meg, a felhasználót magyar nyelvű help segíti az eligazodásban.



2. ábra A digitális képernyő feliratozása, amely mindig az aktuális értéket mutatja be. A feliratozás mellett látható a két monitor a hibajel és a hátfalvisszhangjel megfigyelésére.

A monitor-funkciók – amely itt két egymástól független kaput jelent – lehetővé teszi a hibajel és az ellenőrző jel (pl. hátfalvisszhang) állandó figyelését. A megfigyelés hangút- és erősítéshatára természetesen fokozatmentesen szabályozható. (lásd 2. ábra) Különleges megjelenítési funkciót jelent a mérés-tartomány egy kijelölt részének gombnyomásra tör-

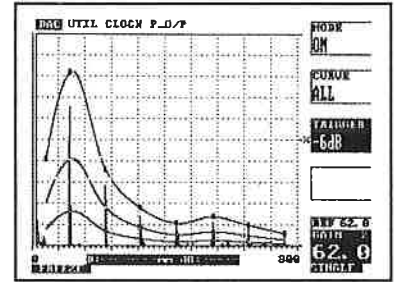
tendő kinagyítása, amely a fontosabb jelek különleges jó felbontóképességgel való megfigyelhetőségét teszi lehetővé.

Mérési, számolási funkciók

A digitális készülékkel szemben alapvető követelmény – korábban a vizsgáló által számított – mérési adatok számszerű kijelzése. Ezek a mérés-tartomány, hangsebesség, erősítés, szűrés, a folytonossági hiányról visszaverődő jel helye mm-ben, az erősítéskülönbség értéke a referencia erősítéshez viszonyítva. Ezek a pontos adatok megkönnyítik a közvetlen kiértékelést, feleslegessé teszik a korábban használt amatőr és professzionális kiegészítő eszközök használatát, amelyek az alkalmazás során sok hibalehetőséget rejtettek.

Természetesen a szögvizsgálatnál még további adatok, mint a falvastagság, a besugárási szög, a folytonossági hiány mélysége hangút- illetve vetülettávolsága is digitálisan kijelzésre kerül.

Különlegesen fontos funkciót jelent az ÖRG- és AVG-görbék közvetlen alkalmazhatósága. (lásd 3. ábra). Ez azt jelenti, hogy az adott vizsgálati feladathoz a memóriában rögzíthető az adott vizsgálófejhez tartozó AVG-görbe, vagy az adott vizsgálati darrához rögzíthető összehasonlító görbe, amely a képernyőn megháromszorozva a referencia erősítéshez képest 0, -6, és -14 dB eltéréssel jelenik meg. Ezek egyike tetszőlegesen kiválasztható monitorként. Tehát a monitor nem egy egyenes vonal, hanem a kisreflektor távolságtörvényének megfelelő görbéhez köthető a digitális jelgyelvény és kiértékelés. Ez lehetővé teszi az azonnali pontos értékelést.



3. ábra A digitális készülékeken alkalmazható TEN, illetve ÖRG-skálák.

A készülékcsalád két újabb tagja a Sitiescan 230 és 330 a mélységkiegészítés figyelembevételére is képes, amely az utolsó nagy hibalehetőséget is kiküszöbölhetővé és dokumentálhatóvá teszi.

Eljutottunk tehát az ultrahangvizsgálatban odáig, hogy a készülék minden, eddig a vizsgáló által számított értéket önmaga képes kiszámolni, amely nagyban csökkenti a tévedés, a szubjektivitás lehetőségét.

Tárolási funkciók

Az előbbi fejezetben tárgyalt adatok tárolása döntő jelentőségű a reprodukálhatóság szempontjából.

A Sitiescan készülékek képesek tárolni a vizsgálófejhez tartozó hitelesítési adatokat, illetve kiértékelő görbéket. A tárolt adatok kiküszöbölnek a pontatlan hitelesítésekkel adódó hibákat és lehetővé teszik az egy gombnyomásra történő fejtávításokat. Ezek a lehetőségek felgyorsítják és megbízhatóvá teszi a vizsgálatokat.

Tárolható az egyes folytonossági hiányról feltett A-kép is, amely a későbbi összehasonlítást vagy az értékelés felülbírálatát lehetővé teszi. Ezek az adatok minden esetben a vizsgálat dátumával illetve x, y koordinátákkal együtt kerülnek tárolásra, amely a biztosítja az utólagos azonosítást.

A tárolási műveletek száma jelenleg még a közvetlen – készülékben elhelyezett – tárolókapacitások miatt korlátozott. Kiküszöbölhető ez a korlát, ha a kiegészítő egységekkel megnöveljük azt a tárolófelületet pl. videorekorderrel vagy számítógéppel. A számítógépes adattárolásnál további előnyt és kényelmet biztosít a vizsgálófej hitelesítési adatainak csoportokban való tárolása, egy-egy csoport kész vizsgálat-technológiánkénti letöltése. Ez a lehetőség a minőségbiztosítási rendszereknek előírásainak megfelelően lehetővé teszi az előírt (kidolgozott) technológiák közvetlen felhasználását.

Konklúzió

A Sitiescan készülékek alkalmazásával tehát az adatok dokumentálva, reprodukálhatóan, akár számítógépen továbbfeldolgozható állapotban rendelkezésre állnak. A készülékek minden számítás, számszerű értékelést elvégeznek a vizsgálószemély helyett. Ez természetesen a magas fokú felkészültséget nem helyettesíti, sőt további ismereteket igényel, de kiküszöböl a hibalehetőségeket és a további segédeszközök alkalmazásának szükségességét.

* Sonatest LTD. Magyarországi képviselő: Grimas Kft.

Hangdiagnosztika korszerű kéziműszerrel

Közismert, hogy a túlnyomásos rendszerben tárolt, illetve áramló közegek szivárgását, vagy a gépelemek, szerkezeti egységek hibás működését hanghatások kísérik. A szivárgás, vagy a hibás működés korai felismeréséhez fűződő műszaki-gazdasági érdek nyilvánvaló. Ám, megfelelő eszköz nélkül a hibaforrás felderítését nehezítheti a környezeti és az egyéb, normális üzemi zajok zavaró hatása, vagy a technológiai rendszer kiterjedtsége, mint amilyen egy túlnyomás alatti közüzemi, vegyi, vagy energetikai rendszer.

Elemézve a szivárgást és a hibás működést mint hangforrást megállapították, hogy a hanghatások frekvencia-tartománya meglehetősen széles és kiterjed az emberi füllel nem hallható ultrahang-tartományra.

A korszerű hangdiagnosztikai kéziműszereknek, éppen ezért a hibaforrás ultrahangjaira érzékenyített mikrofonja van, amelyet nem zavar a környezet zaja, és amellyel a szivárgás vagy a hibás működés biztonságosan felismerhető és behatárolható.

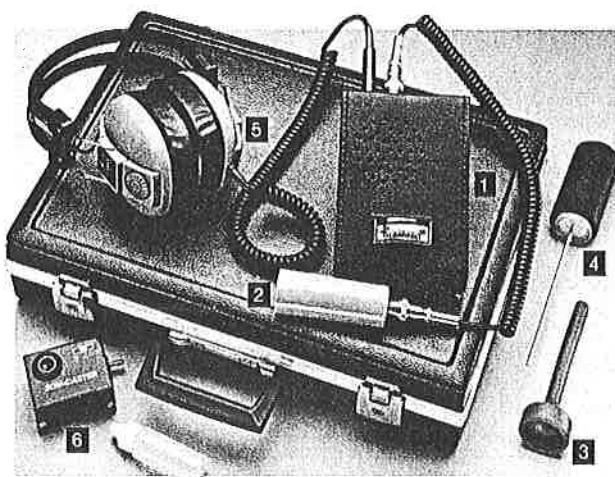
Ilyen korszerű kéziműszer az 1. ábrán látható **Son-Tector** is, amelynek légtéri kéziérzékelője (2), illetve tapintó (kontakt) érzékelője (4) lényegében egy ultraérzékeny mikrofon; működési frekvenciája: 35–40 kHz. A mikrofon ultrahangjeleit az (1) erősítő fülünkkel hallhatóvá alakítja át. A túl zajos környezetben a fejhallgató (5) használata jelentősen javítja a hasznos érzékenységet, mivel nagymértékben csökkenti a külső zavaró hangokat.

A kéziműszert a diagnosztikai feladattól függően háromféle módon használhatjuk:

A szivárgások felderítéséhez a légtéri kéziérzékelőt használhatjuk, amely a levegőben terjedő ultrahangokat észleli. Ha a vizsgált berendezésre irányítva mozgatjuk az érzékelőt és már halljuk a zajforrást, akkor az érzékelőre húzható gumi hangtölcsérrel (3) növelhetjük a mikrofon irányfüggő érzékenységét. Ily módon a zajforrás pontosan lokalizálható.

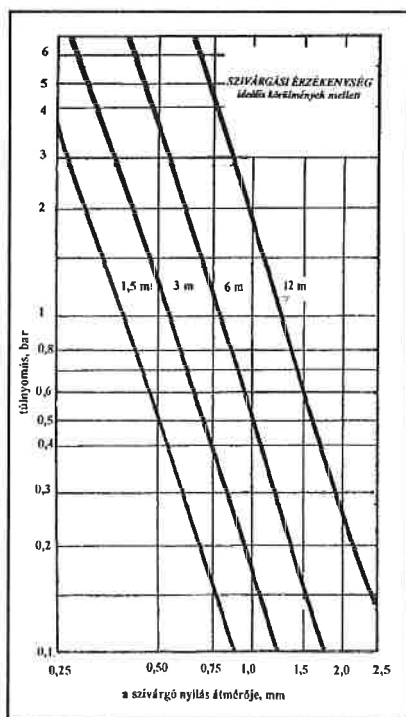
A 2. ábra a légtéri kéziérzékelő kísérletekkel meghatározott érzékenységét szemlélteti. Látható, hogy az a távolság, amelyről már észlelhetjük a szivárgást, függ – természetesen – a vizsgált rendszerben uralkodó túlnyomástól és a szivárgó nyílás átmérőjétől. A műszer érzékenysége kiváló, hiszen például egy 4 bar túlnyomáson működő lég- vagy gőzvezetéken lévő 0,75 mm átmérőjű kis szivárgó lyuk már 12 m-ről észrevehető. Korszerű eszköz nélkül egy ilyen hiba a zajos ipari környezetben észrevétlen maradna, viszont egy ekkora lyukon mintegy 200 ezer forint értékű levegő szökhet meg évente.

Az alkalmazási tapasztalatok igazolták, hogy a légi kéziérzékelővel eredményesen felderíthetők és pontosan behatárolhatók azok a szivárgások, amelyek a különböző gyártási (hegesztési, öntési) hibák vagy üzemvitel eredetű, korrózió, erózió okozta lyukak, repedések, illetve hibás vagy meglazult oldható kötések, tömítések mentén keletkeztek, például: – a nyomás alatti gáz-, gőz-, víz- és levegővezetéseken, – a rendszerbe szerelt nyomástartó berendezéseken, hőcserélőkön, bojleren,



1. ábra

- a központi fűtési és légkondicionáló rendszereken,
- a dupla falú tárolótartályokon, amelyek falközi tere túlnyomás vagy vákuum alatt áll, a



2. ábra

felszerelt, pl. SGB-típusú szivárgásfigyelő készülék típusától függően, – a közúti és vasúti tartálykocsikon, – a járművek vákuum- vagy légfékrendszerén, kerékabroncsain, – a benzin- és dízelmotorok kipufogó rendszerén...

Zárt terek tömítettségének ellenőrzéséhez az ultrahangos zajgenerátort használjuk. A Son-Caster generátor (6) a műszer tartozéka. Ez olyan zárt terek tömítettségének a felderítéséhez nyújt segítséget, amelyekben nincs túlnyomás. A zárt térbe, például tartályba, járműszerénybe, kórházi sterilizálóba vagy épületek helyiségeibe bezárt zajgenerátor keltette ultrahangok az esetleges tömítetlenségeken kiszivárog és ezt észlelhetjük a légi kéziérzékelővel.

A működési rendellenességek felderítését segíti a tapintó (kontakt) érzékelő, amelyet a szerkezet falához nyomva már idejekorán észlelhetjük a szabályos üzemtől eltérő zajokat.

Azonosíthatjuk a hibás gépelemeket, például a hibás tengelykapcsolót, fogaskereket, motor- vagy kompresszorszelepet, dízelolaj-adagolót, a tönkrement, vagy csak kenéshiányos golyóscsapagyt, a lelazult alkatrészt, az élettelené vált forgácsolószámot...

Felismerhetjük a hidraulikarendszerek zavarait, például a szelepek áteresztését, vagy leragadását, a részlegesen eltömődött csőszakaszt, továbbá a hűtőrendszerek levegősödését.

Felderíthetjük a villamos berendezések hibás érintkezéseit, szigeteléseit a szikrázás, a koronakisülés lehallgatásával, például a villamos forgógépek szénkeféinek szikrázását, vagy a csatlakozók, kapcsolók érintkezési hibáit, továbbá az alállomásokon, vagy a transzformátorok belsejében kialakuló koronakisüléseket – ez utóbbit a leföldelt trafóház falához érintett tapintó érzékelővel kívülről. Előnyösen használható a nagyfeszültségű berendezések laboratóriumi tesztelesekor is.

Felderíthetők a rádió- és tv-adások helyi vételi zavarait okozó koronakisülések. A gyanús villanyoszlop alulról is ellenőrizhető a rudazatra szerelhető PMA erősítő alkalmazásával.

Összefoglalva a tapasztalatokat megállapíthatjuk, hogy a korszerű hangdiagnosztikai kéziműszer csaknem valamennyi iparágban és szolgáltatásban segíti a karbantartók munkáját, mivel ideje korán felismerhetik a szivárgó, vagy a tömítetlen helyeket és a működési rendellenességeket. Így a karbantartás tervezhető és gazdaságos.

Dr. Lehofer Kornél

Digitális falvastagságmérés többszörös visszhang módszerrel

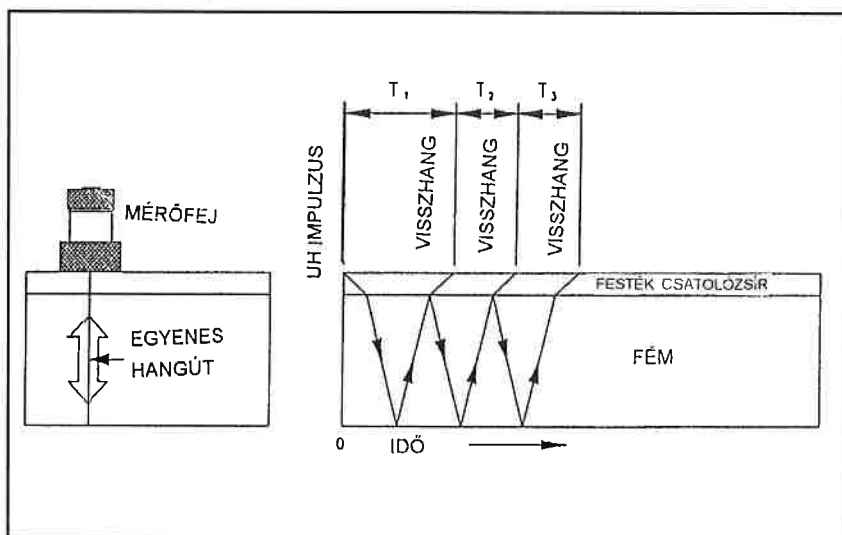
Graham Haines* – Rózsa Sándor**

A CYGNUS cég a háromvisszhangos módszer digitálisálásának úttörője. Az első visszhangot nullpontként használva, az 1. és 2. majd a 2. és 3. visszhang közötti időket méri és összehasonlítja annak ellenőrzéséhez, hogy

valódi hátfalreflektiókat használjon. (A két visszhang közötti idő a festékbevonaton keresztüli késleltetést ugyan korrigálja, de nincs biztosíték arra, hogy az első két jel egymást követő hátfalvisszhang is egyben).

A „többszörös visszhang” mérés idődiagramja az ábrán látható. Az egykristályos fej következtében a hangút az anyagon belül merőleges, az ultrahang a mért anyagban oda-vissza verődik egyre csökkenő amplitudóval. Minden visszaverődéskor az energia egy kis része a bevonaton keresztül a kristályba kerül, amely ekkor vevőként működik.

A visszhangok közötti késleltetés a mérőfej felületén pontosan megegyezik a fémre való áthaladás idejének kétszeresével. A T_2 idő a T_3 -mal csak valódi hátfalvisszhang esetén egyenlő, tehát a három visszhang felhasználásával a CYGNUS műszer biztosítja a teljes pontosságot.



A tartályfal korróziós fogyásának vizsgálata a CYGNUS ultrahangos műszerrel

Az erőművekben a vízkezeléshez használt kénsavat tároló tartályokban a korrózió veszélye igen nagy. A tartály falvastagságának rendszeres ellenőrzése rendkívül fontos. Erre a célra az Egyesült Királyság legnagyobb villamosenergia-termelője, a National Power PLC Eggborough-i erőművében a többszörös visszhang elvén működő a CYGNUS 1 műszert használják (fotó). Az erőműben a 96%-os kénsavat egy 50 tonnás lágyacéltartályban tárolják. A tartályban a kénsav szintje hosszú ideig állandó marad, ezzel jelentős korróziós veszélyt okozva a levegő/sav találkozási felületén, ahol a nedves levegő a folyadékkal érintkezik, és kénsavoldat jön létre.

Tom Hilton, az Eggborough-i erőmű főmérnök helyettese a következőt mondja: „Bármilyen korrózió a tartályban a savszint vonalon fordulhat elő, ezért a falvastagságot 25 cm-rel e vonal alatti és feletti tartományban mérjük. A mérést évente végezzük, és a Cygnus 1 műszer nagyon

pontos mérést biztosít, anélkül hogy a külső klórozott gumibázisú festéket el kellene távolítanunk.

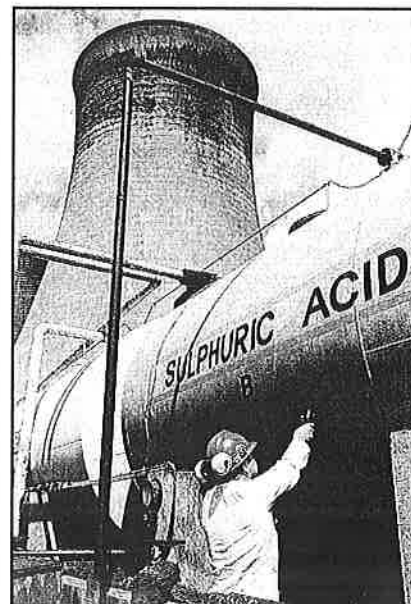
A Cygnus műszert egész éven át rendszeresen használjuk; jól hordozható, és az erőműben bárhol használható. A felhasználás előtt csak az akkumulátort ellenőrizük, valamint a laboratóriumi mintadabon végzünk egy ellenőrző mérést.”

Az Eggborough-i erőműben a Cygnus 1 műszert ezenfelül más műanyagbevonatú tartályok biztonsági ellenőrzéséhez is használják. Évenként ellenőrzik nem fogyott-e a falvastagság oly mértékben, hogy már javító hegesztésre van szükség. Ezenfelül lemezek és csövek falvastagságának mérésére is használják a kazánházban, a turbináknál és a salaktárolóban.

A CYGNUS Instruments műszer család a CYGNUS 1 alpműszerből, robbanásbiztos és vízálló kivitelűből, a CYGNUS 2 hordozható műszerből és az adatgyűjtővel felszerelt CYGNUS 3 műszerből áll. A CYGNUS műszer család minden tagja a többszörös visszhang elvén mér, amely

megnöveli a mérési pontosságot, és megakadályozza a hamis leolvasást.

A CYGNUS ultrahangos falvastagságmérőket számos iparágban használják, többek között a vegyiparban, az olajiparban, a feldolgozóiparban, a kohászatban, az energiaiparban. További felhasználási terület a hajótestek szerkezeti állapotvizsgálata, valamint nyomástartó edények ellenőrzése.



* CYGNUS Instruments

** GENSET Kft.

A Lloyd's's dollármilliókat bíz a többszörös visszhanggal mérő műszerek méréseire...

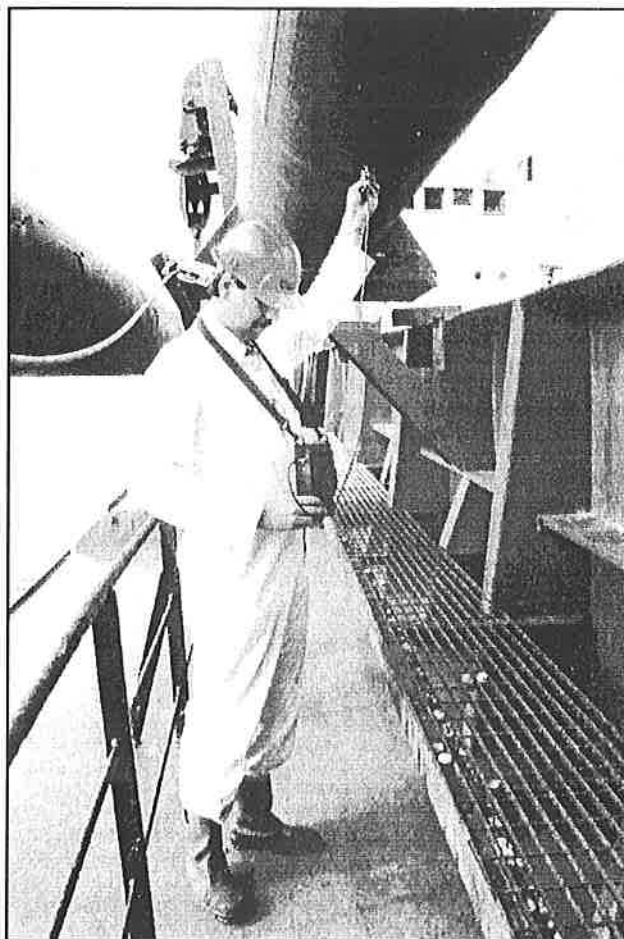
*Kivonat a Lloyd's Register hajózási biztosító
NDE/92/026 számú eljárásából:*

**Hajószerkezetek vastagságmérését végző
szerkezetek minősítése**

2.4. Első osztályú minősítés

(iii) Berendezés

A cégek olyan berendezéssel kell rendelkezzenek, amely a lemezvastagság pontos értékét képes megjeleníteni, a védőbevonatokon keresztül végzett mérés esetén is. Ez azt jelenti, hogy a műszer **a többszörös visszhang mérési elvét kell használnia**, vagy képes kell legyen annak alkalmazására. Az 'A-képes' repedésvizsgálók, a **közvetlen leolvasású, többszörös visszhangos műszerek**, vagy a kettő kombinációja használható.



***A CYGNUS Instruments Ltd. műszerei a többszörös visszhang
elvén működnek.***

A műszerek Magyarországon is beszerezhetők a GENSET Kft-től.

Részletes információ:

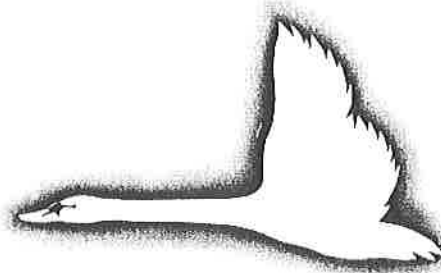
GENSET Kft.

**Rózsa Sándor
területi képviselő**

1033 Budapest, Fő tér 2. II. 21.

Telefon/fax: 1886-638

Mobil: 06-60/348-000



CYGNUS

Equotip szabványosított dinamikus keménységmérés

A korszerű minőségbiztosítási rendszerek bevezetésével szükségessé vált a sorozatban gyártott különféle gépalkatrészek keménységének gyors, megbízható és dokumentálható ellenőrzésére. Erre a célra kiválóan alkalmas a dinamikus elven mérő, korszerű Equotip készülék. A használatával szerzett mintegy két évtizedes kedvező tapasztalatok alapján az eljárást és a készüléket szabványosították ASTM A 956-96 megjelöléssel, mégpedig az acél, az acélöntvény és az öntöttvas termékek és alkatrészek Equotip-keménységének mérésére. A szabvány kiterjed a készülék és a kalibrációs vizsgálatok jellemzőire is. Az Equotip dinamikus keménységmérési eljárás az első, amelyet szabványosítottak! Az 1. ábra mérési helyzetben mutatja a készüléket.

visszapattanási sebességét méri, mégpedig a mozgó mágneses ütőfej által indukált feszültség alapján.

A mérés elve: a mérőfejet ráállítva merőlegesen a mérendő tárgy felületére és megnyomva az indítógombot az ütőtest becsapódik a tárgy felületére, majd visszapattan. A készülék méri a tárgy felülete felett 1 mm-re mind a becsapódási (A), mind a visszapattanási (B) sebességet. (3. ábra) Ebből az Equotip-keménység mérőszáma:

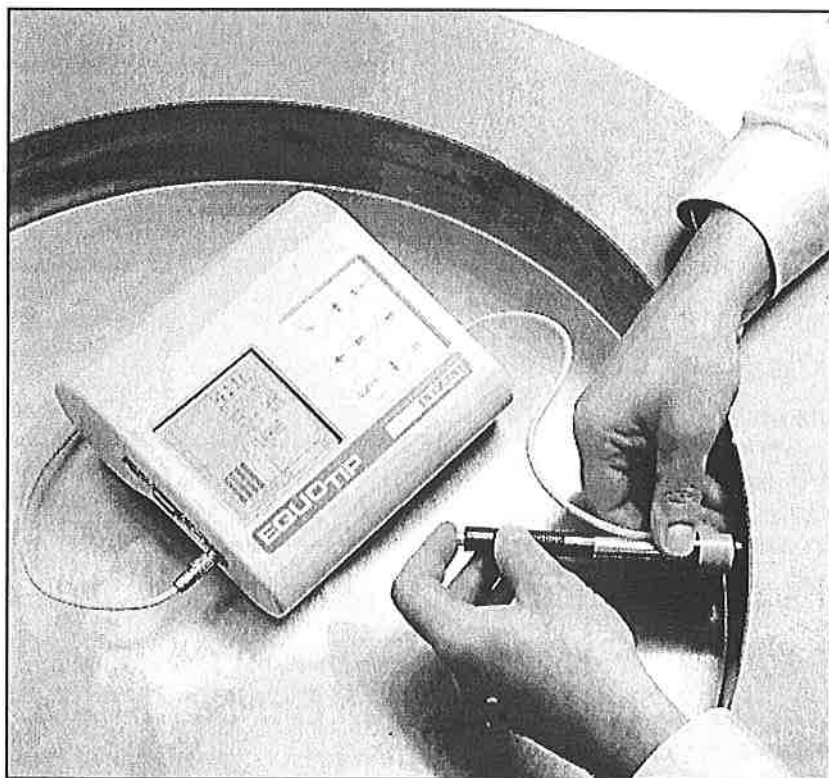
$$HL = \frac{B}{A} \cdot 1000$$

Az eljárás elnevezése is az energiák hányadosára utal, amely angolul: Energy quotient

= Equo. A mérőszám jelölésében az L betű pedig a feltaláló, Dietmar Leeb nevére utal.

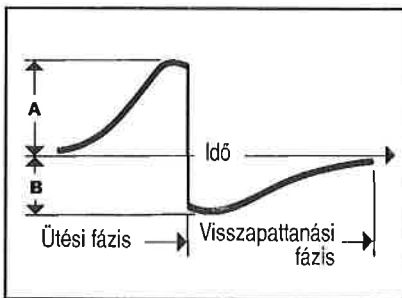
A mérőfej felületre merőleges helyzetben tartását az aljára feltehető és a felület alakjától függően cserélhető gyűrű segíti, (4. ábra).

A készülék megjeleníti a HL mért egyedi értékeit, illetve az alkatrészen mért értékekből számított átlagot és a szórást. A HL értékeket

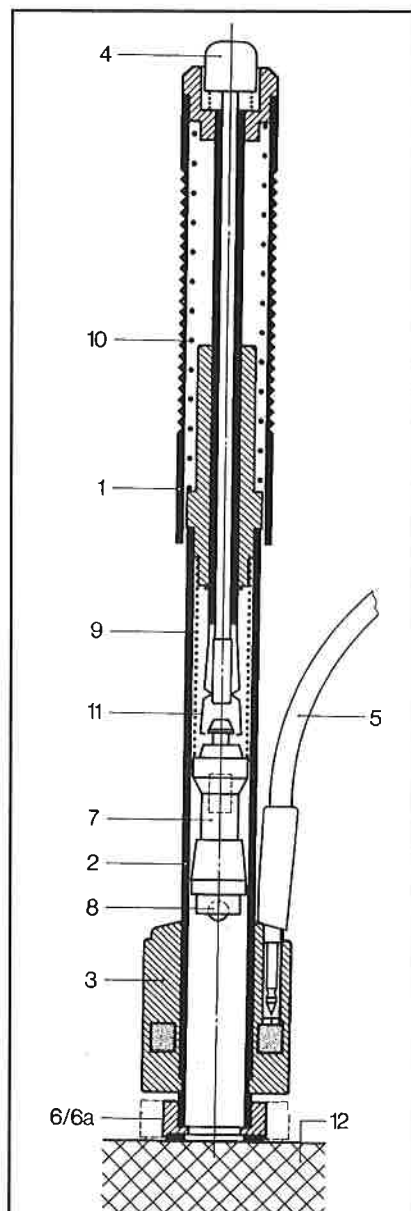


1. ábra

A készülék „lelke” a mérőfej, a 2. ábrán látható amely 1,5 m hosszú kábellel csatlakozik a jel- és adatfeldolgozó mikroszámítógépes egységhez. A szabványosított mérőfej főbb részei az ütőtest, amely állandó mágnesből készül és az alsó része volfrámkarbid golyóban végződik (Ø 3 vagy 5 mm-es), illetve az E típusú gyémánt végű; továbbá az ütés energiáját meghatározó rugó, a befogó, amely az ütőtestet indító helyzetben tartja, s végül alul egy tekercs, amely az ütőtest becsapódási és

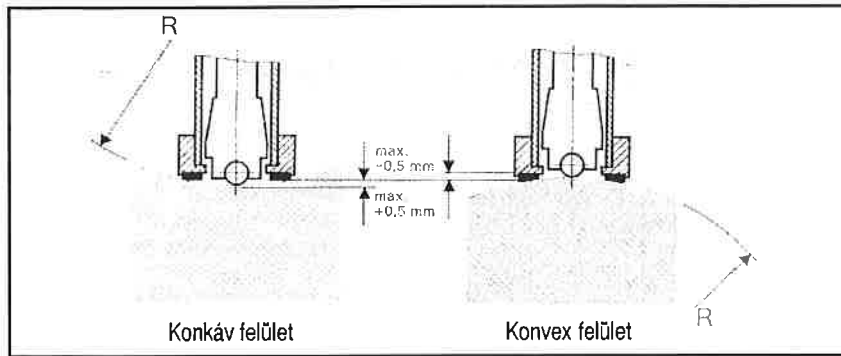


3. ábra Az ütőtest jellegzőgörbéje

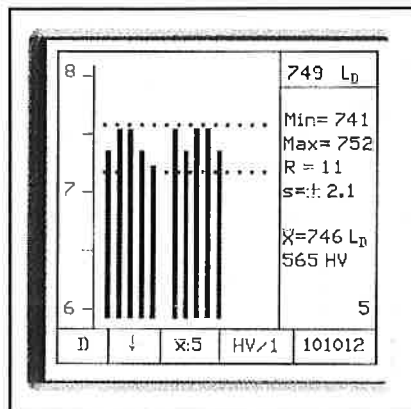


2. ábra A mérőfej vázlatos felépítése

1 – terhelő cső, 2 – vezető cső, 3 – a megfogóba ágyazott tekercs, 4 – indítógomb, 5 – háromeres csatlakozó kábel, 6/6a – cserélhető támasztó gyűrű, 7 – ütőtest, 8 – a volfrámkarbid golyó, 9 – rugó az ütőtest felfüggesztéséhez, 10 – terhelő rugó, 11 – ütőtest-csapda, 12 – a vizsgálandó tárgy



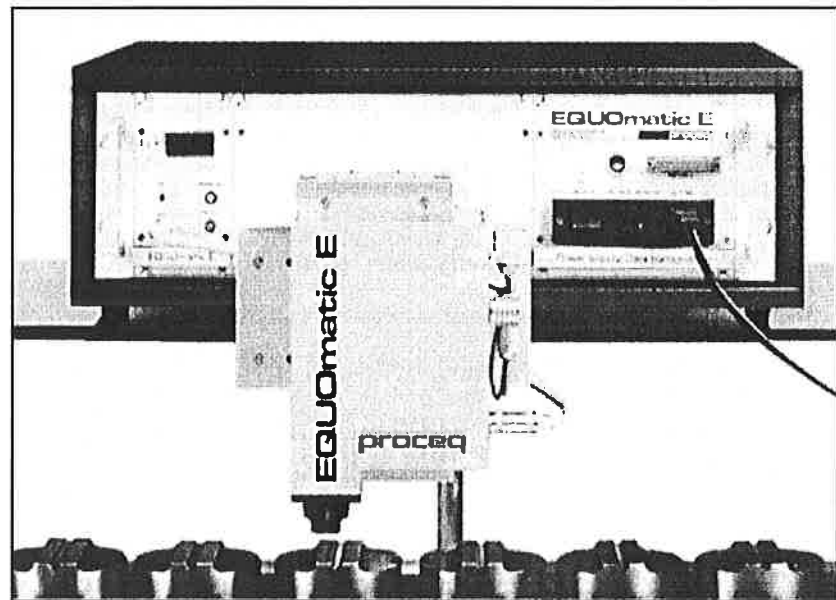
4. ábra A felület alakjától függően cserélhető gyűrű



5. ábra A mérési eredmények megjelenítése

az előválasztás szerint átszámítja a készülék a statikus keménységi értékekre: HB, HV, HRC, HRB, (5. ábra).

Az ASTM által elvégzett ellenőrző vizsgálatok szerint – amelyben nyolc laboratórium vett részt és öt kalibrációs vizsgálaton vettek méréseket –, a HL Equotip-keménység ismételtetésének relatív szórása 1,6%, az egy laboratóriumon belül végzett mérések alapján. A laboratóriumok közötti mérési ered-



6. ábra Automatizált mérőberendezés

ményekre vonatkoztatva a relatív szórás kétszer akkora is lehet.

Előnye a módszernek, hogy mérni nemcsak alaphelyzetben, azaz vízszintes felületen

hető, ha a csatolópasztával vékonyan megkent felületével egy masszív alapra (pl. egyengetőlapra) tesszük.

A tárgy konvex illetve konkáv felületének R sugara 30 mm-nél kisebb nem lehet, kivéve a G típust, ahol ez 50 mm, (4. ábra). A tárgy felülete fémesen tiszta legyen, és a felületi hőmérséklete 4–38°C. A tárgy remanens mágnessége kisebb legyen mint 3,2 A/cm (4 G).

A HL mérőszám közlésekor a jelet ki kell egészíteni a mérőfej típusjelével is, pl. ha D fejjel mértünk, akkor HLD. Ha viszont a HL értéket átszámítottuk pl. HB-re, akkor a HB (HLD) jelölést használjuk.

Azonos alkatrészek sorozatvizsgálatához a technológiai sorba telepíthető, automatizált mérőberendezés, az EQUomatic E ajánlható. Az E jel a mérőfej típusára utal, azaz szintetikus gyémántvégű. A mérőkészüléket kiszolgáló szerkezet elektromechanikus (6. ábra).

A mérőfej típusa	Rendeltetése	A vizsgált tárgy		
		legkisebb tömege kg	legkisebb vastagsága mm	legnagyobb felületi érdessége $R_a, \mu m$
D	általános	5	3	2
DC	furatban			
D + 15	(karcsúsított) horonyban			
C	(kis energiájú) felületi rétegre	1,5	1	0,4
G	(nagy energiájú) öntvényekre	15	10	7
E	kemény anyagokra 650–1200 HV	5	3	2

Dr. Lehofer Kornél

A minőségbiztosítást és az anyagvizsgálatot segítő számítógépes adatgyűjtő és adatkezelő rendszer

Békési András*

A rendszer szükségességéről

A jelenlegi minőségbiztosítás és a hozzá kapcsolódó anyagvizsgálatok gyenge pontja, hogy a meglévő adatbázis nehezen kezelhető. Az adatok vizsgálati jegyzőkönyvek, jelentések, feljegyzések formájában vannak meg. Az előrejelzéseknél, az értékeléseknél és döntéshozzávaló adatszolgáltatásoknál nagy szerepe van a személyek tárgy- és helyismeretének. A nagyszámú információ kezelése nehézkes és lassú. A kezelés szűkítő hatást gyakorol az információforrásra is. A korszerű minőségbiztosítás és anyagvizsgálat működésének előfeltétele, hogy a jól működő adatfeldolgozás hatékony legyen és mindenkor naprakész információkat szolgálhasson.

Követelmények a rendszerrel szemben

Az adatgyűjtő és adatkezelő rendszer a következő főbb feladatokat teljesíti:

- Az anyagvizsgálati eredmények berendezésekhez kapcsolt nyilvántartása.
- Naprakész információk a berendezések műszaki állapotáról.
- Biztosítja a berendezések gyors keresését és azonosítását.
- A rendszer alkalmas szöveges és számszerű adatok kezelésére, tárolására, a számszerű mérési adatok feldolgozására, grafikus megjelenítésre.
- Segíti a berendezések optimális vizsgálati ciklusidejének megtervezését.
- A rendszer alkalmas a bővítésre vagy egyes állományok törlésére, hálózati működtetésre.

A rendszer funkciói

Az adatgyűjtő és adatkezelő rendszer feladatainak megvalósítása:

* AGMI Rt.

– A vizsgálandó berendezésekhez rendelhető ún. alapadatok és az ún. minőség adatok bevitelét segítő formapokok felkínálása.

– A berendezésekhez rendelt mérési adatok, jegyzőkönyvek, üzemi jelentések, megállapítások típusonkénti elkülönítése, időrendi sorrendben történő nyilvántartása.

– A minőség adatok, és azon belül a számszerű adatok feldolgozása, változatos lekérdezések formájában.

– A mérési adatok összevetése az egyes berendezésre érvényes határparaméterekkel, a vizsgálandó berendezésekre előírt ciklus vizsgálatok esedékességének jelzése.

A rendszer jellemzői

A rendszer adatbázisa két részből tevődik össze: a berendezés törzsállományból, és a minőség adat törzsállományból.

A berendezés törzsállomány az egyes berendezésekből és a hozzá tartozó alapadatokból, valamint a berendezések rajzvázlatából áll.

A berendezésekre vonatkozó minőség adatok törzsállománya alatt a berendezés minőségét, állapotát érintő, az üzemelés során gyarapodó adatok halmazát értjük. A minőség adatok a mérési jegyzőkönyvekből, vizsgálati jelentésekből, üzemi jelentésekből vagy megállapításokból tevődnek össze, és az egyes vizsgálat- vagy esemény-kategóriák jellegzetességeihez idomuló formapokok kitöltésével kerülnek az adatbázisba. A leíró jellegű (szöveges) adatoknál a program menürendszerben kiválasztható, előre megfogalmazott megállapításokat kínál fel. Természetesen a „standard” szöveg szükség és igény szerint további magyarázatokkal egészíthető ki.

A számítógépes rendszer felépítése

A rendszer a WINDOWS 3.1 közép- és kelet-európai változatán alapuló programcsomagjaira épül. A szöveges beírások, megállapítások a Word for Windows 2.0 szövegszerkesztő programban készülnek.

Egy készülék, amely új alapokra helyezi a bevonatvastagság-mérést

DeFelsko® 100 ultrahangos bevonatvastagság-mérő

A hazai felhasználók már régóta ismerik és használják a hagyományos mágneses, illetve örvényáramos elven működő bevonatvastagság-mérőket, amelyek segítségével könnyen, gyorsan és roncsolásmentesen meghatározható a fémhordozón lévő jó néhány bevonattípus vastagsága.

Amennyiben a hordozó anyag nem fém, hanem például beton, fa, műanyag, üveg, kerámia, akkor ezen mérési elv nem alkalmazható és a különböző típusú bevonatok mérésére vagy roncsolásos (bemetszéses), vagy pedig igen költséges roncsolásmentes módszerek álltak eddig rendelkezésünkre. Többretegű bevonatok roncsolásmentes vizsgálata ugyancsak problematikus volt.

A DeFelsko készülék mindezen hiányosságok és hézagok pótlására hivatott. Az ultrahangos mérési elv már évtizedek óta ismert szakembereink körében, egyik jellegzetes típusa például a falvastagságmérő.

A DeFelsko® 100 készülék egy olyan bevonatvastagság-mérő, ami egyben rétegrend meghatározására és falvastagságmérésre is alkalmas. A vizsgált alap (szubsztrátum) lehet akár fa, beton, műanyag, üveg, kerámia... A bevonat anyagminősége is lehet: festék, gumi, epoxi, műanyag, máz, azaz a legváltozatosabb alap-bevonat kombináció is mérhető, mint például kerámián a máz vastagsága.

Alapvető újdonság a vizsgálófej kiképzésében rejlik. A hagyományos falvastagságmérők osztott (1 adó – 1 vevő) fejével szemben a gyártó 1024 adó és 1024 vevő érzékelőt épített a vizsgálófejbe, így mind az alap, mind a bevonat felületi érdességéből adódó pontatlanság kiátlagolódik. Az 1 ns időtartamú hangimpulzusok futásiidejének pontos meghatározását a visszhangjelek gyors digitalizálása és elemzése teszi lehetővé. Közismert a vizsgálófejek hőmérsékletfüggése. Az ebből adódó mérési hibák kiküszöbölése automatikus kompenzációval történik.

Maga a mérési elv adja azt a lehetőséget, hogy a bevonati rétegrend – egymáson több bevonat – vastagságát tudjuk szelektíven meghatározni.

Ehhez mindössze a várható rétegvastagságnál nagyobb, de a következő réteghatárnál kisebb felső mérési határértéket kell a készülékbe programozni.

A DeFelsko® 100 típusú készülék kezelése kezdő felhasználó számára sem okozhat különösebb gondot, köszönhetően a menüvezérelt, két nyomógombos kezelésnek. Mindezek, valamint robusztus-könnyű kivitele a szakember számára optimális mérési lehetőségeket biztosít.

A DeFelsko® 100 sorozatból öt típus választható.

A két B-jelű változat méréshatára 8–500 $\mu\text{m} \pm 3\%$ -os tűréssel, míg a három C-jelű változat 50 μm –4,5 mm határok között mér ugyancsak $\pm 3\%$ -os tűréssel. A C1 típus egy egyszerű alapkészülék.

A B2 és C2 típusok már átlagot és szórást is számolnak, mindemellett alsó és felső határérték riasztási funkciója is van.

A B3, C3 típusok az előzők mellett RS 232 kimenettel bírnak, és a mért adatok számítógépes feldolgozására célorientált szoftvert áll rendelkezésre. A készülék memóriájában az üzemi mérések értékei 99 mérési sorozatban 1500 mérési adatban tárolhatók, az adatfeldolgozás utólagos elvégzése érdekében.

A készülékeket Magyarországon a Testor Bt. forgalmazza.

Mohácsi Gábor



Diffu-Therm környezetbarát repedésvizsgáló készítmények

A festékbetoolásos repedésvizsgálat szabalmaztatója közel 40 éve alapította a Helmut Klumpf Technische Chemie KG céget. Termékei a Diffu-Therm jelzőfolyadék – tisztító – előhívó vizsgálorendszerek megfelelnek a legszigorúbb vizsgálati és felhasználói – pl. az atomerőmű primer körére előírt – követelményeknek, azaz

- valamennyi készítmény korrózióvélem-tartalma: az összes klór-, fluor- és kéntartalma lényegesen kisebb a még megengedettnél, és adagonként ellenőrzött és dokumentált; (Lásd a legutóbbi szállítmányok korrózióvélem-tartalmát az I. táblázatban.)

- vizsgálati érzékenységük, a hibafelismerhetőség a DIN 54152-T3 szerint a lehető legjobb, még a növelt (200°C-ig) hőmérsékleteken is;
- ugyanakkor mindenben kielégítik a legújabb, szigorított környezet- és munkavédelmi követelményeket is, azaz
- a BDR-L piros és a BDB kék jelzőanyagok
 - nem tartalmaznak rákkeltő azofestékeket,
 - ásványolajmentesek,
 - vízzel lemoshatóak és gyengén vízveszélyeztetők;
- a BEA előhívó oldószere és a BRE, a CRE

tisztítók nem tartalmaznak halogénezett szénhidrogéneket, amelyek károsítanák a légkör ózonrétegét.

A készítményekből összeállítható vizsgálorendszerekről a II. táblázat nyújt tájékoztatást.

Diffu-Therm vizsgálorendszerek			
Jelzőfolyadék	Tisztító**	Előhívó	Alkalmazás
BDR-L piros (UV-érzékeny)	BRE (-1) BRE-2 (14) BRE-3 (24) víz	BEA fehér	Acél- és fémszerkezetek, hegesztett kötések, atomerőmű primer köri szerkezeiteinek vizsgálatához is. Vizsgálati hőmérséklet: -10 ... +50 °C
BDB kék	ugyanazok és BRE-4 (57)		
CDB kék*	CRE (14)	CEA fehér	Hegesztett szerkezetek varratvizsgálatához. Vizsgálati hőmérséklet: +100 ... +200 °C
USR vörös (csak kannában)	csak hideg víz	BEA fehér	Műanyag, kerámia és alumínium alkatrészekhez. A fehér műanyag és kerámia vizsgálatához nem kell előhívót használni.

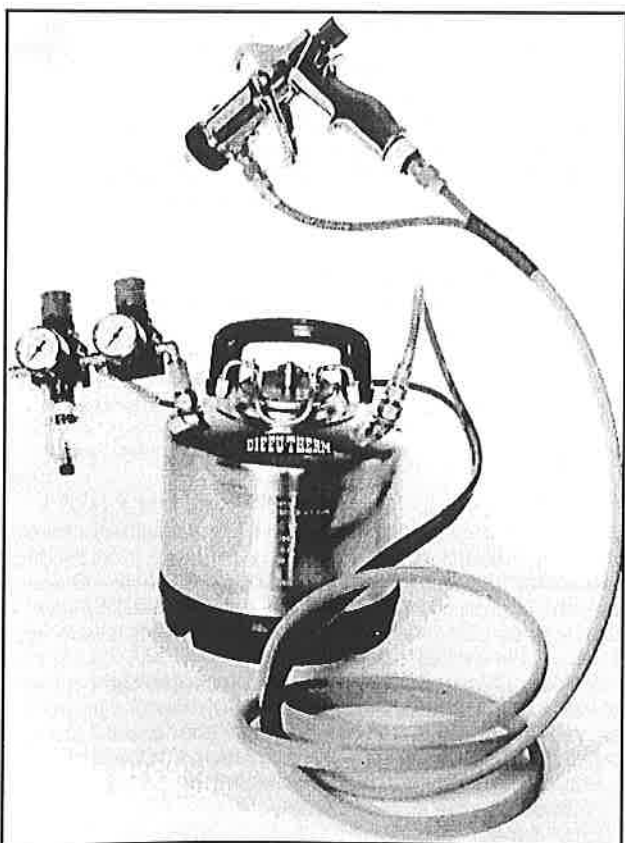
Megjegyzések:

* Csak a tisztítóval mosható le.

** A zárójelbe írt szám a tisztító lobbanáspontja °C-ban; A párolgási szám a BRE ... BRE-4 sorrendben: 3,3; 8,3; 16 és 65. Azonos körülmények között a száradási idő a párolgási számmal arányos.

I. táblázat: Diffu-Therm készítmények adagelemzése		
Megnevezés	Korrózióvélem-tartalom, ppm	
TISZTÍTÓ	Előírás	
DIN 54152/T2	Cl ≤ 10, F ≤ 10	S ≤ 50
Atomerőműben	Cl + F ≤ 50	S ≤ 50
BRE*	6	3
BRE-2	6	9
BRE-3	7	10
CRE	6	1
EGYÉB SZEREK	Előírás	
DIN 54152/T2	Cl ≤ 300, F ≤ 300	S ≤ 5000
Atomerőműben	(Cl + F) ≤ 200	S ≤ 200
JELZŐFOLYADÉK		
BDR-L piros	5	15
BDB kék	9	82
CDB kék	9	79
ELŐHÍVÓ		
BEA	208	153
CEA	134	106
MÁGNESPOROS SZUSZPENZIÓ		
MPS-S fekete	178	13
MPS-F fluoreszcens	38	6

* (Hg+Pb) < 1; (Zn+Cu) = 31, előírás az atomerőműben: (Hg+Pb) ≤ 1 ppm, (Zn+Cu) ≤ 200 ppm



A festékbetoolásos repedésvizsgáló szerek az 500 ml-es szóróflakonok kiegészítésén kívül 5, 10 és 25 literes kannákba töltve is kaphatók. A szerek gazdaságos és egyenletes felhordásához az ábrán látható sűrített levegős szórókészülék használható. A fúvóka ködmentesen terít, mégpedig a beállítástól függően kör alakú, vagy nyújtott ellipszis alakú foltok sorozatával, a pisztolyvezetés irányához viszonyítva keskeny, illetve széles sávokat képezve.

A mágneses repedésvizsgálat jelzőanyagaival szemben támasztott hasonló követelményeknek ugyancsak mindenben megfelelnek a Diffu-Therm fekete, illetve fluoreszcens narancs színű mágnesporos szuszpenziói, (I. táblázat). Ezek némelyike növelt hőmérsékleten is használható (max. 300°C-ig, III. táblázat).

III. táblázat A Diffu-Therm mágnesporos szuszpenziók jellemzői			
Megnevezés	Alkalmazási feltételek		
	Felület	Megvilágítás	Felületi hőmérséklet
MPS-S fekete	fémfelület vagy	természetes	+50°C-ig
MPS-S2 fekete	DPM fehérrel alapozva	fény	+125°C-ig
MPS-F narancs	fémfelület	UV-fény	+50°C-ig
MPS-F2 narancs			+125°C-ig
MPS-F3 narancs			+300°C-ig

Az MPS-S jelű fekete színű mágnesporos szuszpenziókkal, szükség szerint használva a DPM fehér alapozót, vagy az MPS-F jelű UV-fényben narancs színben fluoreszkáló mágnesporos szuszpenziókkal kiváló a finom repedések felismerhetősége. A vizsgálandó felület előzetes és vizsgálat utáni tisztításához a BRE jelű tisztító használható.

– ferko –

A közbenső rudak vizsgálata a Paksi Atomerőműben

Bácskai Péter*

A VVR típusú atomreaktorok szabályzó és biztonságvédelmi kötegeit a hajtásokkal a közbenső rudak kötik össze. Állapotellenőrzésük tehát rendkívül fontos pontja a belső berendezések vizsgálati programjának.

A vizsgálati feladat: vizuálisan ellenőrizni a közbenső rúd funkcionálisan fontos, elsősorban a kopásnak kitett részeinek (kapcsoló körmök, szár, tájoló körmök) és alkatrészeinek (fixátor, biztosító betét, az Ø 45 mm-es gyűrű, a fejrész bevezető kúp) működési helyzetét, alakját az esetleges deformációkra, mechanikai sérülésekre, kopás, a behegesztett elemek (biztosító csapok), illetve a bevezető kúp hegesztési varrainak épségét. Mérni kell a kapcsoló körmök mikro-Vickers keménységét a neutron sugárzás okozta felkeményedés, ridegedés ellenőrzése céljából.

A közbenső rúd vizsgálata ezért meglehetősen sok pozíciót és pozicionálást igénylő feladat. Ugyanakkor a rudak radioaktív, dózisteljesítményük igen nagy. Odamenni, kézzel forgatni őket nem lehet.

A közbenső rudakra vonatkozó első vizsgálati előírás még a messziről, távcsővel végezhető ellenőrzés lehetőségeihez igazodott. Ez természetesen nem volt kielégítő. Nagy előrelépést jelentett, amikor az átrakógépet vizsgáló-manipulátorként is használatba vettük. Rászereltük a megfelelő felbontású, sugárzásszálló vidiconsöves ETV 1250 típusú kamerát (Anyagvizsgálók Lapja 1996/4. p. 110.) és fényforrást. A kamera a vizsgált felületet kb. 1 m-re közelítette meg. A vizsgálat videofelvételekkel jól dokumentálható lett. Ez azért is fontos volt, mert az ehhez a vizsgálati technológiához elfogadott Ae6845/Dok/R/c vizsgálati előírás, miszerint „...hiány, letörés, látható megkopás nem megengedett”, meglehetősen szubjektív volt. A keménységmérést viszont még ekkor is olompajzs mögött, hosszú rúdon odanyomott szondával végeztük a kiemelt és tartóba helyezett közbenső rúdon.

A közbenső rúd-vizsgáló berendezés sok elemzés, tervezés után született meg, mint igaznak tűnő megoldás. A berendezést a Ganz Energetikai Gépgyár gyártotta le. A „Pershing” becenévre keresztelt

berendezésben integrálódott az összes vizsgálati lehetőség. A védőcső-blokkot kiemeljük a 2. sz. revíziós aknára, s az átrakógép a vizsgálatról függetlenül végezheti feladatát. A Pershing saját manipulációs rudazata úgy forgatja, emeli, süllyeszti a közbenső rudat az arra épített tokba telepített kamera előtt, ahogy azt a megfelelő vizsgálati pozíció megköveteli. A beépített világítótestek fényereje szelektíven szabályozható. A keménységmérés és a dekontaminálás automatikusan működik, a pozíciók felvételétől a szonda benyomásáig, mindent elvégez.

A kamera a vizsgálati felülettől 7–25 cm-re helyezkedik el. Az értékelhetőség ugrásszerűen megjavult, hiszen a képernyőt kitölti a kapcsoló körmök. A kamera teljes betolásával max. hétszeres nagyítás érhető el, de általában csak 2–4-szeres nagyítást választunk. Így nagyobb felületet látunk egyszerre, s a felderítő vizsgálatok sebességét ez megnöveli. Ha nem megengedett állapotra utaló jelet találunk, akkor a kamerát beljebb tolva nagyobb felbontásban is szemügyre vehetjük a kétséges felületet. Még a Microdur lenyomatát is igen jól lehet látni, amelynek átmérője kisebb mint 0,5 mm! A megfelelő dokumentációk elkészítése után az OAH NBF engedélyezte a jelenleg is érvényes, Ae6845/Dok/R/d vizsgálati utasítást, amely a „...normális működésből adódótól eltérő mértékű, vagy a kritikus mértékű meghaladó kopás, letörés, anyaghiány nem megengedett” definícióval már a megnövekedett lehetőségeinkhez igazodik. Természetesen a vizsgálatokat ez esetben is kiváló minőségű, akár értékelésre is alkalmas videofelvételekkel tudjuk dokumentálni.

Végül, de nem utolsósorban szót kell ejteni az atomerőművi munkavégzés egyik leginkább meghatározó tényezőjéről, a radioaktív sugárvesztélyről. A régebbi vizsgálatoknál a személyi dózisértékeknek a maximálisan megengedett szint alatt tartása érdekében általában két csapat (két fő/csapat) végezte a kapcsolást műszakonként. Ma már egy csapat is elegendő, s az sem kapcsol, csak a darut irányítja, a „Pershing” pozicionálásakor. S a berendezés számunkra egyik legkedvesebb tulajdonsága, hogy az alkalmazás során, a tervezési követelményeknek megfelelően, a személyi dózisértékek a normális napi értéket szinte soha nem haladják meg.

* PA. Rt. Anyagvizsgáló osztály

Program a repülőgép-szerkezetek ellenőrzésének tökéletesítésére

Az angliai AEA Technology National NDT Centre (NNDTC) koordinációjával BRITE/EuRAM programme BE 5145 megjelöléssel átfogó fejlesztést hirdettek meg, amely a repülőgép-szerkezetek jelenleginél meg-

bízhatóbb és gazdaságosabb roncsolásmentes ellenőrzésének megvalósítására összpontosít. Különös hangsúlyai szerepel a programban

- a különböző karbon- és üvegszálerősítésű kompozitokból készült szerkezeti elemek és a fém-fém kötésű elemek vizsgálata;
- a valóságghű, ismert alakú, méretű és elhelyezkedésű hibákat tartalmazó ellenőrzőtestek gyártási módszereinek a fejlesztése, különös tekintettel a kompozitokra és a fémszendvics-szerkezetekre;
- a szabályozott ellenőrzési eljárásokban az emberi tévedés kockázatának a csökkentése;

– a vizsgálóeszközök fejlesztése, amelyek biztosítják a fentiekben is megfogalmazott feladatok megbízható elvégzését. A vizsgálati technikák közül a vizuális, a hőellenőrző és az ultrahangos módszerek a kiemeltek.

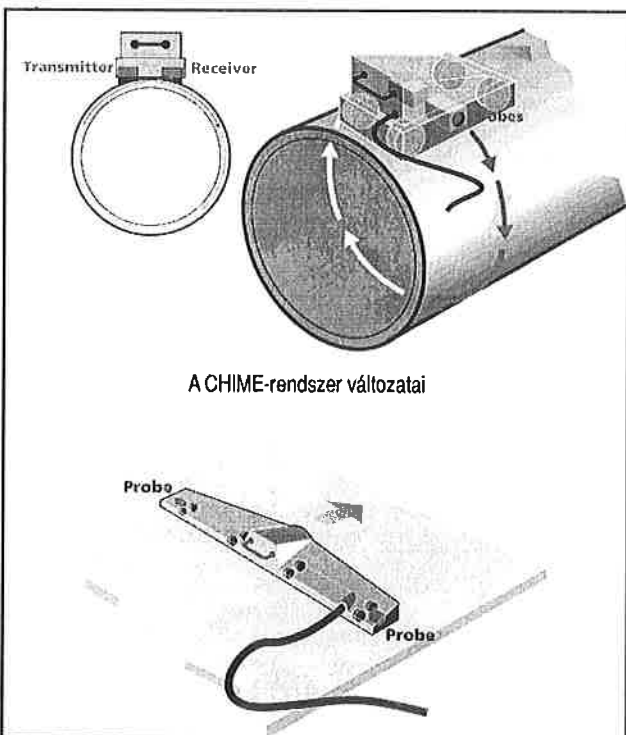
Az érdeklődők a program részleteit tartalmazó *Improving the reliability, quality and cost-effectiveness of the inspection of safety critical structures* című nyílt jelentésből ismerhetik meg, amelyet Chris Hobbs-tól igényelhetnek az AEA Technology 01235 464081 telefonszámán.

Korróziós károk gyors áttekintő felderítése

Csővezetékek és kiterjedt lemezelemek pl. tartályok fenéklemezei hozzáférhető oldaláról a korróziós gödrök és repedések gyors áttekintő felderítéséhez fejlesztették ki az AEA NNDTC-ben a CHIME – Creeping Head-wave Inspection Method ultrahangos vizsgáló eljárást. Ez a hanghullám-terjedési változat lehetővé teszi, hogy az adó és a vevő egymástól akár 1 m távolságra legyen egymástól.

Ily módon a lemezelem felületén mozgatott vizsgálófejjel egyszerre 1 m széles sáv vizsgálható, illetve a cső alkotója mentén mozgatva a fejet a kerület mentén terjedő hullámokkal keresztmetszetről keresztmetszetre kívülről ellenőrizhető a cső belső felületének állapota (lásd az ábrán). További információt Fiona Ravenscroft ad a központ 01235 464082 telefonszámán.

(Forrás: QTN News No 58 Nov. 1996)



A CHIME-rendszer változatai

A Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Társulat programja

Hazánkban és Európában az államok a piacgazdasági szabályoknak megfelelően egyre kisebb mértékben avatkoznak bele a piaci folyamatokba, így az egyes szakmák belső ügyeibe is. A szükséges szabályozást rábízják az érintettek együttműködésére, amit a különböző civil szervezetek oldanak meg.

A Gépipari Tudományos Egyesület Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szakosztálya felismerte, hogy tevékenysége nem mindenben felel meg a szakmai társadalom elvárásainak, ezért újjászervezi tevékenységét. Létre kívánja hozni azt a társulatot, amelybe az egész magyar iparból, oktatási intézményekből és kutatóintézetekből minden érdeklődő bekapcsolódhat. Ez a forma biztosítja a folytonosságot, nem tagadja meg az eddigi eredményeket, és továbbviszi a külföldi, főleg európai kapcsolatokat. Ezekre a kapcsolatokra egyre nagyobb szükség van, hogy kellő információkkal rendelkezünk az Európai Unión belüli, a szakmánkat érintő eseményekről és folyamatokról. Így például fel tudunk készülni a mielőbbi kapcsolódásra az európai tanúsítási rendszerhez.

A roncsolásmentes vizsgálatokra a gazdaság fejlődésével egyre nagyobb szükség van. Szakmánk az egész világon dinamikus fejlődésen megy keresztül, ennek összes problémájával együtt. A gondokat csak együtt tudjuk megoldani, ezért javasolja az Előkészítő Bizottság a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Társulat, rövidítve a MaRoVIT létrehozását.

A MaRoVIT legfontosabb feladatai:

- képviselő megvalósítása a nemzetközi szakmai szervezetekben,
- érdekegyeztetés szakmán belül és kívül,
- szakmai információs tevékenység,
- szakmai közreműködés a műszaki szabványosításban,
- közreműködés a vizsgálozszemélyzet képzése és vizsgáztatása szakmai színvonalának emelésében,
- tájékoztatás a hazai és a nemzetközi eseményekről, hírekről,
- együttműködés a hazai szervezetekkel,
- tagnyilvántartás vezetése,
- rendezvények és kiállítások szervezése,
- roncsolásmentes anyagvizsgáló rendezvények koordinálása,
- szakmai kiadványok megjelentetése, terjesztése,
- reklám- és propaganda-tevékenység szervezése itthon és külföldön,
- könyvtár és folyóirattár működtetése,
- gazdasági és etikai egyeztetés,
- a tagok által igényelt szolgáltatások megvalósítása.

Szeretnénk, ha a társaságban résztvevő vállalkozások összefogásával ezeket a célokat közös munkával el tudnánk érni, ami a magyar roncsolásmentes szakma hazai és nemzetközi elismertségét fogja növelni.



7. Európai roncsolásmentes anyagvizsgáló konferencia és kiállítás

1998. május 26–29. Koppenhága, Dánia

A konferencia programja a roncsolásmentes anyagvizsgálatok ipari alkalmazására összpontosít. Valamennyi főbb ipari ágazat vizsgálati feladatait tárgyaló szekciókat szerveznek, amelyekre neves szakértőket is felkérnek. A kémiai és petrokémiai területről *Andreas Hecht* (BASF, Ludwigshafen) az acéliparról *Heinz Schneider* (Mannesmann, Mülheim), a nukleáris iparról *Francis Pons* (EDF) vállalt már eddig áttekintő előadást.

A kialakult gyakorlatnak megfelelően a konferencia plenáris, szakosított, speciális és poszter szekciók keretében végzi munkáját.

A konferenciához nagyszabású **szakkiallítás** is kapcsolódik.

A konferencia témaköre kiterjed valamennyi roncsolásmentes vizsgálati módszerre (röntgen-, gamma- és neutronradiográfia, ultrahangos, mágneses, örvényáramos, akusztikus emissziós, infravörös, vizuális, folyadékbehatolásos, tömörségi és egyéb speciális vizsgálatok), valamint ezek ipari alkalmazásaira: az űrrepülés, az autóipar, a művészet, a kémia és petrokémia, az anyagjellemzők mérése, az atomtechnika, a tengeri létesítmények, a csővezetékek, a műanyagok és kompozitok, az erőművek, a nyomástartó edények, a vasút, a hajóipar, az acélipar és az ecélszerkezet-gyártás vizsgálati feladataira, valamint az észlelések megbízhatósága, a minőségbiztosítás és a kockázattávallás, a sugárvédelem és a vizsgálozszemélyzet képzése és továbbképzése témakörökre.

A konferencia kísérő rendezvényei:

- az International Society for Technology, Law and Insurance éves ülése
- a szabványosítási bizottság ülése
- a szakterületek találkozója.

Szerveznek **video-fesztivált** több kategóriában és díjazzák a legjobb alkotásokat.

Pályázni lehet az **Európai NDT Innovációs Díjra**, mégpedig az NDT színvonalas alkalmazásával és az NDT szakterületen elvégzett alaputatás eredményével.

Mindkét kategóriában a legsikeresebb pályázót oklevéllel, éremmel és 5000 ECU pénzdíjjal illetik.

Ezt a francia CGA cég által 1981-ben alapított díjat nemzetközi fórumon először a 6. ECNDT nizzai konferencián adták át külföldi szakembereknek. 1998-ban először adják át Európai NDT Innovációs Diploma-ként. A díjbizottság elnöke: *Wüstenberg* professzor, a berlini BAM munkatársa, a bizottság titkára: *Michel Durand* a CGA cég munkatársa.

A konferenciáról részletes információ kapható a számítógépes hálózaton is: <http://www.ricoh.co.jp/net-messena/NDTWW/ECNDT.html> Levelezési postacím: 7th ECNDT, Park Alle 345, DK-2605 Broendby, Denmark. E-mail: 101373.3404@compuserve.com. Telefon: +45 4396 8800, fax: +45 4396 2636

XXVI. Kolorisztikai szimpózium

1997. szeptember 10–12., Tata, Olimpiai Edzőtábor

A szeminárium témakörei:

- színérzékelés, színmegjelenés, színrendszerek
- a színérés ipari alkalmazásai
- az elektronikus színmegjelenítés lehetőségei
- a színezés kémiai technológiája

Jelentkezés előadással 1997. május 15-éig

A szeminárium kísérő rendezvénye a **szakkiallítás** színérés és színezés témakörben.

Részletes információ kérhető a Magyar Kémikusok Egyesülete titkárságától, Budapest II., Fő u. 68. 1027
Telefon: 201-6883 Tel./fax: 201-8056

FRACTOGRAPHY '97 Nemzetközi konferencia

1997. október 26–29. Magas Tátra, Stará Lesná, Hotel Academia

A konferencia témaköre átfogja a fémek és a nemfémek károsodásainak fizikai törvényszerűségeit, a környezeti és a terhelési viszonyok (kúszás, kifáradás) illetve az anyagszerkezet és a károsodási folyamatok összefüggéseit, matematikai modellezési lehetőségeit az üzemi élettartam és megbízhatóság becslésére; a sztereológia, a fraktográfia, a képelemzés és képfeldolgozás módszereit és eszközeit (erről és a mechanikai vizsgáloberendezésekről szakkiallítást is szerveznek), valamint a fraktográfia mérnöki alkalmazásainak tapasztalatait.

Jelentkezés angol nyelvű előadáskivonattal 1997. május 31-éig a konferencia titkárságán: dr. Eva Bobrova, Institute of Materials Research Slovak Academy of Sciences, Watsona 47, 043 53 Košice, Slovakia.

SHIMADZU szakítógépek

digitális vezérléssel

A régi gépekhez is kapcsolható:

digitális vezérlés,
számítógépes
kiértékelés,

VIDEOEXTENZOMETER
érintésmentes nyúlásmérés
a kapcsolódó szoftverrel

Az Ön partnere az anyagvizsgálatban

GRIMAS® IPARI KERESKEDELEM

Tel.: 420-5883; Fax: 276-0557

A Top Point Információs és Marketing Kft.

2. alkalommal rendezi meg kiállítását

QUALY-CON '97

Gyakorlati Minősegbiztosítás és -Ellenőrzés

címmel. A kiállítás időpontja és helyszíne:

1997. április 22–24. Budapesti Műszaki egyetem, Központi épület, Aula.

Budapest XI., Műegyetem rakpart 3.

A kiállítással kapcsolatos napi információk Interneten www.toppoint.hu néven érhetők el.

Az Interneten megtalálható a Minőségügyi Információs Katalógus '97 hálózati változata.

Érdeklődése esetén kérjük, a lap fénymásolatát küldje el címünkre!

TOP POINT Információs és Marketing Kft.

Budapest VIII., Vajda P. u. 12. 1384 Bp. 62. Pf.: 778 Tel./fax: 333-5955

Cégünk érdeklődik a QUALY-CON '97 kiállítás iránt látogatóként. Kérjük küldjenek részünkre meghívót a kiállítást megelőzően.

Név: Beosztás:

Cégnév:

Postacím: Tel.: Fax:



Tisztelettel meghívjuk Önt és munkatársait a

DIAGON '97

VII. Nemzetközi Diagnosztikai Konferenciára és szakkiállításra

Siófok, 1997. március 11–13.

Tervezett program:

1997-ben már hetedik alkalommal rendezzük meg Diagnosztikai konferenciánkat, amelyek az előző években igen sikeresnek bizonyultak. Ebben az évben a konferencia tematikáját illetően egy **teljesen megújult rendezvény** vehetnek részt a tisztelt vendégek. Az elmúlt évek résztvevőinek javaslataira támaszkodva próbáljuk programunkat összeállítani. Az előadások tartalmát illetően a gyakorlatias – „Hogyan csináljuk mi...” – előadások fogják képezni a konferencia fő irányvonalát. Ezek alapján az idei konferenciánk tervezett programja a következő:

- Esettanulmányok konkrét meghibásodásokról
- Különböző típusú gépek, gép-csoportok diagnosztizálási lehetőségei
- Erőművi berendezések diagnosztizálása
- Rezgésdiagnosztika alkalmazásai
- Hőfényképezés diagnosztika
- Száloptikás vizsgálatok
- Akusztikus emisszió
- Ultrahangos vizsgálatok
- Anyagvizsgálatok
- Olajvizsgálatok
- Diagnosztikához és karbantartáshoz kapcsolódó szoftver termékek
- Konzultáció gyakorlati diagnosztikai kérdésekről

Tisztelettel várjuk résztvevők, előadók és kiállítók jelentkezését!

További információ: Dorkó Éva, Hunya Mónika A.A. Stádium Kft.

6701 Szeged, Pf. 1181

Telefon: 62/431-927; Fax: 62/431-928

A nemzeti NDT-szervezetek 1997. évre tervezett rendezvényei

Ország	Időpont	Rendezvény
American Society for NDT	március	Spring Conference
Finnish NDT Society	március 12–13.	National Annual Conference
KINT/BANT	április 23–24.	Conference Netherlands/Belgium
German NDT Society	május 5–7.	National Annual Meeting
Ukrainian Society for NDT	május 12–16.	2nd National Conference and Exhibition
Romanian Association for NDT	május 21–23.	NDT Symposium and Exhibition, Brajov
Norwegian Society of NDT	június 8–10.	Annual NDT Conference
Austrian Society for NDT	szeptember	Annual Conference on NDT, Salzburg
Italian Society for NDT	szeptember 15–19.	National Conference
British Institute of NDT	szeptember 16–18.	National Annual Conference
Cofrend	szeptember 21–26.	NDT Congress and Exhibition, Nantes
Croatian SNTD	október 14–16.	NDT Conference
Norwegian Society of NDT	október	Seminar for level 3 personnel
Czech Society for NDT	november	Annual Conference on NDT, DEFEKTOSKOPIE '97
Polish Society for NDT & others,	november	National Conference

V. Magyar Minőségi Hét

A Magyar Minőség Társaság, több szervezettel együttműködve, 1996. november 10–15. között tartotta a minőségi hét elnevezésű rendezvénysorozatát, melynek keretében – mint minden évben – nemzetközi konferenciát, szakosított rendezvényeket és Országos Minőségügyi Kiállítást is rendezett. Ez évben másodszer mutatta be a Magyar Minőség Háza díjnyertes termékeit.

A konferencia az eddigiekénél is szélesebben és mélyebben tárta fel és elemezte a minőségügy fejlődésének hazai és nemzetközi tendenciáit. Programjának összeállításában nagy segítséget jelentett a Phare-TDQM program által nyújtott erkölcsi és anyagi segítség, mely lehetővé tette neves külföldi szakértők meghívását.

Úgy tűnik, hogy a rendezvénysorozat kedvező fogadtatásra talált a szakmai közvéleményben, mert a részvétel jelentősen meghaladta az eddigi minőségi hetek látogatottságát. A konferencián közel négyszázan, a szakosított rendezvényeken összesen kb. kétszázötvenen, a világnapon pedig több, mint kétszázan vettek részt. A két kiállítást is igen sokan látogatták, az egyes kiállítók saját előadásain is jóval több vendéget fogadtak, mint az előző években. A kiállítási előadóterem időbeosztása néha nehéz feladat elé állította a programozókat.

Mindezeket figyelembe véve nem túlzás, hogy az V. Magyar Minőségi Hét jelentős szakmai és társadalmi esemény volt, amely országos érdeklődést keltett, és alkalmat nyújtott új kapcsolatok létesítésére, valamint új szakmai ismeretek elterjedésére.

Mindkét cél eléréséhez hozzájárult a „Meeting of Experts, vagyis az a baráti találkozó, amely lehetővé tette, hogy a kül- és belföldi szakértők kellemes környezetben, kötetlenül véleményt cseréljenek az egyes témákról, köztük a minőség és a versenyképesség összefüggéseiről, továbbá az EU-hoz való csatlakozás minőségügyi feladatairól.

A konferenciáról

A konferencia 49 előadása 2 plenáris és 4 szekciós ülésen hangzott el.

A plenáris ülés

A plenáris ülést a Társaság elnöke, *dr. Pázmándi Gyula* nyitotta meg. A szervezőbizottság elnöke, *Prof. dr. Veress Gábor* a minőségügy és ezzel együtt a konferencia időszerei kérdéseit vázolta. *Mag. Otto Neumayer*, az EOQ (Európai Minőségügyi Szervezet) soros elnöke üdvözölte a megjelenteket és rámutatott a szervezet előtt álló feladatokra, melyek a többi között, az általa megcsontosodottnak tartott struktúra felfrissítését is szükségessé teszik. A minőségügy európai feladatai oly nagyok, hogy a szervezetnek új erőkre van szüksége.

A plenáris ülés előadói arra törekedtek, hogy átfogó képet nyújtsanak a minőségügy alakulásáról és jövőbeni fő tendenciáiról, a mai magyar valóság figyelembevételével. *Dr. Vértess András*, a Gazdaságkutató Intézet elnök-vezérigazgatója a magyar gazdaság jelenlegi helyzetéből kiindulva elemezte a minőség szerepét az ipar versenyképessége szempontjából. *Dr. Hegyháti József*, az IKM helyettes államtitkára a tárca minőségpolitikáját ismertette. *Nyíri Lajos*, az OMFB ügyvezető elnöke arról számolt be, hogy a tárca programjai, a minőséget érintő pályázatai milyen hatással voltak és vannak a magyar gazdaságra. *Mokry J. Ferencné*, az OMFB főtanácsosa előadása az EU műszaki jogharmonizáció időszerei műszaki-technológiai felkészülési feladatait vette számba.

A plenáris ülés külföldi előadói ízelítőt adtak a minőségügy nemzetközi irányzatairól, amelyek követése az EU-hoz való csatlakozás szempontjából különösen figyelemreméltó. Ezek közül kiemeljük *Neill Irwin*, a Partnership Sourcing igazgatója előadásának azt a gondolatát, hogy a végfelhasználó nagyvállalatok felismerték: saját termékeik sikere végül is beszállítóik teljesítésétől függ, ezért a teljes beszállítói láncot,

mint egészet kell irányítani, ösztönözni és segíteni. Ennek egyik eszköze a „benchmarking”, a szintek összehasonlítása. Egy felmérést ismertetett, amelyből kiderült, hogy ebben a tekintetben még a UK legnagyobb vállalatai is igen kis mértékben voltak „előregondolkodók”, proaktívak. Ha a szervezetek komolyan óhajtják, hogy egy világszintű beszállítói lánc részeivé váljanak, el kell kötelezzék magukat a kapcsolatokkal, folyamatokkal és a kultúrával szembeni stratégiájuk átalakítására.

Troy Davis, az INEM ügyvezető igazgatója párhuzamot vont az ISO 9000 és az ISO 14000 szabványsorozat megalkotása és elterjedése között, és ismertette az OHS (Munkahelyi Egészség és Biztonság) rendszerszabvány kialakítását, mely megtorpan ugyan, de véleménye szerint végső soron polgárjogot fog nyerni. Felvetette azt a kérdést, hogy a piac, a kormányok, a fogyasztók és a társadalom nyomására hogyan fog a három menedzsmentrendszer integrálódni?

A szekciók témái

Terjedelmi korlátok miatt nincs rá lehetőség, hogy e cikk keretében az elhangzott előadásokat akár csak egy-egy mondat erejéig méltassuk. Ez nem is szükséges, mert a Társaság a konferencia előadásait teljes körűen kiadja, a résztvevőknek megküldi, az érdeklődőknek pedig hozzáférhetővé teszi.

A szekciósülések néhány megszívlelendő gondolata az alábbiakban foglalható össze.

Új, egyre szigorúbb követelmények lépnek fel a minőségmenedzsmenttel szemben, különös tekintettel, a vevő elégedettségére, az ellátási lánc biztonságára, az alvállalkozói kapcsolatokra, a termelés minőségének és gazdaságosságának egyidejű növelésére, és a termék és a termelési folyamat környezetbarát voltára. Ez mind újabb kihívás a menedzsment részére. Párhuzamosan bővül a menedzsment eszköztársa is; a TQM, különösen az önértékelés, a fejlesztési stratégiai tervezése fejlődik gyors ütemben. Ehhez hozzájárul a minőségi díjak kiírása szinte minden országban és Európában is. E díjak elnyerésének kritériuma nem a termék, hanem a teljes vállalat működésének minősége és ezáltal a vevő elégedettségének elnyerése.

A hazai tapasztalatok alátámasztják, hogy a megfelelés-igazolás (tanúsítás) nálunk is gyorsan terjed. Az ISO 9000-es szabványsorozat azonban túl általános követelményeket támaszt, ezért szakmankénti diverzifikáció tanúi vagyunk, egyes ágazatok (jármű-, élelmiszeripar stb.) további, szigorúbb követelményeket fogalmaznak meg, amelyekre a hazai gazdaságnak is fel kell készülni, ha versenyben kíván maradni.

Az előadók rámutattak, hogy az információ-technológia egyre nagyobb jelentőségű a minőségügyben, a termékjellemzők optimalizálásától a számítógéppel támogatott információs rendszerig. A minőségügyi információk megszerzésére ma már az Internet útján is lehetőség van.

A fejlődés jól felismerhető, markáns iránya a minőségbiztosítás és tanúsítás gyors térhódítása a szolgáltatásokban, mint a szállítmányozás, telefonia, egészségügy, biztosítási ágazat. Elhangzott az a bejelentés, hogy az államigazgatás egyik jelentős szervezete a közeljövőben pályázatot ír ki tanácsadók részére, saját munkájának továbbfejlesztésére az ISO 9000 rendszer elvei alapján.

A kísérő rendezvényekről

A Nemzetközi Akkreditáló Tanáccsal közösen rendezett „**Akkreditálás a minőség szolgálatában**” című előadássorozaton a Nemzeti Akkreditálási Rendszer eddigi tapasztalatait vitatták meg. A NAT ügyvezető igazgatójának átfogó értékelése után egyes szakmák sajátosságait tárgyalták, köztük az élelmiszeripar, a vívizsgálat, az útépités laboratóriumai, valamint a tanúsító szervezetek akkreditálásának gondjait.

A **Metrológia '96** társrendezője az Országos Mérésügyi Hivatal (OMH) volt. Az OMH elnökhelyettes értékelte a metrológia fejlődésének nemzetközi tendenciáit. Az előadók a többi között a mérési bizonytalanság, a mérési eredmények visszavezethetőségének biztosítása, az újrakalibrálás gyakoriságának meghatározása kérdéseit elemezték. Több előadó, köztük a külföldi vendég, foglalkozott akkreditált kalibráló laboratóriumok szerepével és a minőségbiztosítási rendszerben elfoglalt helyzetükkel.

Az Európai Unióhoz való csatlakozás útjának egyengetése céljából azt is szükségesnek tartottuk, hogy szélesítsük a minőség tudat terjedését azoknál a gazdasági szervezeteknél, amelyek eddig még keveset hallottak a minőségügyről.

E témakör alapjainak megismertetésére a Budapesti Kereskedelmi és Iparkamarával működünk együtt. Ebben az előadássorozatban hangzott el beszámoló a Cseh Minőség Társaság elnökhelyettese részéről, amelyben az Európai Unióhoz való csatlakozásuk minőségügyi problémáit elemezte. Ezek sok tekintetben azonosak a mieinkkel.

Az 1996. évi **Minőségügyi Világnapot** a Magyar Minőség Társaság az EOQ-Magyar Nemzeti Bizottságával közösen rendezte, a minőség oktatása tárgykörében.

A rendezvénynek különös aktualitást adott, hogy a Phare Technology Development and Quality Management (TDQM) program 1995 novemberében hirdette meg a „Minőségügy és technológia-menedzsment” című felsőoktatási tananyag kidolgozását. A felhívásra 66 pályázat érkezett. A nyertes pályázók 1996 tavaszán kezdték meg a modulárisan építkező tananyagcsomag kidolgozását. Az egyetemi-főiskolai konzorciumok külső cégekkel együttműködve készítették el az egyes tananyagokat.

Dinya László, a MKM helyettes államtitkára felvázolta a felsőoktatás és minőségügy kapcsolatát, majd az előadók részletesen taglalták a projekt szemléletét, felépítését és az oktatási anyagok bevezetésének kérdéseit. Az egyes szakmodulokat (informatika, mezőgazdaság, környezetvédelem, felsőoktatás) a szakmák kiemelkedő szakértői ismertették. A Phare projekt megteremti a lehetőséget annak, hogy a felsőfokú alap- és továbbképzésben, az iskolarendszeren kívüli képzésben a minőségügyi szemlélet kialakítása és az alapvető ismeretek elsajátítása megfelelő hangsúlyt kapjon.

A háromnapos konferencia plenáris záróülése az alábbiak szerint foglalta össze a konferencia fő mondanivalóját.

A konferencia ajánlása

A konferencia elégedetten veszi tudomásul, hogy a minőségügy terén az utóbbi néhány évben Magyarországon is jelentős haladás tanúi vagyunk. A fejlődés felöleli a jogrendszer harmonizációját, a törvényalkotást éppúgy, mint a gazdálkodó egységek törekvését. A konferencia előadásai és a hozzászólók hozzájárultak az elért eredmények számbavételéhez, a jelenlegi helyzet hazai és nemzetközi elemzéséhez, és az előttünk álló feladatok kitéréséhez.

Ezek figyelembevételével a konferencia az alábbiakban foglalt állást a további teendők tekintetében.

1. A hazai gazdálkodók, intézmények és társadalmi szervezetek stb. minőségüggyel kapcsolatos akcióihoz, **az ország minőségkultúrájának további fejlesztéséhez** változatlanul nélkülözhetetlen a kormányzati minőségpolitika és -program továbbfejlesztése és széles körű ismertetése. E politika és program épüljön az Európai Unió által kidolgozott minőségpolitikára (European Quality Promotion Policy), valamint alapelvekre és attól csak különösen indokolt esetben térjen el. A kormányzat nyújtson hathatós segítséget mindenekelőtt a minőségügyi infrastruktúra kiépítéséhez (direktívák, szabványok stb. honosítása). A jogrendszer harmonizációja is előfeltétele annak, hogy a hazai termékek és szolgáltatások a fejlett iparú országok piacain tartósan versenyképesek legyenek. A minőségkultúra fejlesztésének az is része, hogy a fogyasztóvédelemre vonatkozó – mai jogrendszerünkben szétszórtan megtalálható – szabályok egységes törvényben jelenjenek meg.

2. Az elmúlt években több, mint 450 magyarországi vállalat vezetett be korszerű **minőségbiztosítási rendszert** és szerezte meg nem-

zetközileg elismert szervezetek tanúsítását. További vállalatoknak ráébredtek ennek a fontosságára és folytatják az ilyen irányú felkészülést. Figyelmet érdemelnek azok az intelmek, hogy a tanúsítás megszerzése csak akkor értékes, ha nemcsak „igazolás”, amelyet fel lehet mutatni, hanem alapul szolgál a vállalat megújulására, rendszeres továbbfejlődésre is.

3. Az ISO 9000-es szabványsorozat nagy segítség a minőség stabilizálásában. Az ezen alapuló minőségbiztosítási rendszer bevezetése és tanúsítása azonban ma már nem elég az üzleti sikerhez. Mellette további előírási rendszerek is terjednek, amelyek kiegészítik, szigorítják a követelményeket; pl. a QS 9000 az autópárházban, melyet a beszállítóknak rövidesen kötelező teljesíteni. Ma már sokan felismerték a **teljes körű minőségmenedzsment (TQM)** kulcsfontosságú szerepét, annak jelentőségét, hogy a vezetők és a dolgozók minden tevékenysége kihat a minőségre. Ez a szemlélet új lehetőségeket tár fel és nemcsak a minőséget, hanem a vállalat átfogó eredményességét is javítja. A TQM elterjedését segíti, hogy a kormány ez évben az európai modellre épülő Nemzeti Minőségi Díjat alapított, amely nem a termék minőségét, hanem a szervezet üzleti kiválóságát díjazza. A minőségbiztosítási rendszerek bevezetése és tanúsítása tehát nem cél, csak egy közbenső mérőföldkő, amelytől kiindulva tovább kell lépni a teljes körű minőségmenedzsment irányába.

4. A világ gazdasága a globalizáció felé halad, vagyis a gazdálkodóknak az egész világgal versenyezniük kell a minőség, az ár és a szolgáltatások, (pl. a rövid határidők) szavatolása tekintetében. Erre legjobb példa az autópárház, amelynek beszállítói ma már az egész világot behálózják és egymással éles versenyre kényszerülnek. E versenyre a hazai gazdaságnak – amely erősen érdekelt ebben a szakmában – is fel kell készülnie új módszerek, mint pl. az önértékelés, a benchmarking stb. honosításában.

Változóban van a fő- és alvállalkozók kapcsolati rendszere. A vezető vállalatok egyre jobban ráébrednek, hogy termékeik sikere beszállítóiktól is függ, ezért a teljes **beszállítói láncot** mint egészet kell irányítani. A fővállalkozók számára megnő a beszállítók segítségének, ösztönzésének és a partneri kapcsolatok kialakításának jelentősége.

5. Az Európai Unió országaival egyre szorosabb a kapcsolat a minőségbiztosítás és a környezetvédelem között. Erre nézve új ISO szabványsorozat készül. Célul tűzték ki továbbá a környezetbarát termékek nemzeti rendszereinek egységesítését. (Eco-labeling), hogy elhárítsák az esetleges kereskedelmi korlátokat.

Az ISO vizsgálja a munkahelyi egészségi és biztonsági menedzsment- és rendszerszabványok kifejlesztésének lehetőségét és integrálását a minőségügyi rendszerbe. Az **integrált rendszerek** kialakításának folyamatát figyelemmel kell kísérnünk és meg kell tennünk a szükséges lépéseket.

6. A **hazai termékek** jelentős része ma már eléri, esetenként meghaladja az azonos rendeltetésű, többnyire jóval drágább importtermékek minőségi szintjét. Cél szerű az olyan hazai termékek széles körű népszerűsítése, amelyek minőségjellemzői kiemelkedők, gyártásuk minőségbiztosítási rendszerben folyik és ezt független szakértőktől álló zsűri elismerte. Szükség van az erre a célra létrehozott „Magyar Minőség Háza” és a „Rendszeresen Ellenőrzött Kiváló Magyar Termék” elnevezésű mozgalmak további kiterjesztésére, állami és társadalmi támogatására.

7. A konferencia a minőségkultúra fejlődése szempontjából különös jelentőséget tulajdonít az ismeretek elterjesztésének és a **minőség tudat** fejlesztésének. Ebben kiemelkedő szerepük van az oktatási intézményeknek, a műszaki egyetemeknek, a főiskoláknak és a középiskoláknak, de nem utolsósorban a sajtónak, beleértve az elektronikus médiát is. A konferencia nyomatékosan utal a minőségügyi ismeretek felterjesztésének fontosságára. Ebből a munkából a minőségügyi társadalmi szervezeteknek is jelentős részt kell vállalniuk.

8. A konferencia végezetül felhívja a figyelmet arra, hogy a **minőségügy fejlesztése a teljes társadalom érdeke és egyúttal feladata is**. Ebből következően a társadalmi szervezetek működjenek együtt, kezdeményezzenek öntevékeny minőségügyi akciókat. Elsősorban azokat a területeket tárják fel, amelyeken a minőségügy fejlődésében eddig kevés eredmény mutatkozott, mint pl. a szolgáltatások. A pénzügyi

források felett rendelkező alapítványok, bankok segítsék, támogassák a mozgalmak kibontakozását.

A minőségügyi világnap ajánlásai

1. A minőségügyi szemlélet és ismeretek társadalmi szintű elterjedése érdekében az iskolarendszerű, az iskolarendszeren kívüli, az alap- és továbbképzés keretében a minőségügy oktatására kiemelt figyelmet kell fordítani.

2. A minőségüggyel kapcsolatos oktatási, szakmai képesítési és tankönyvellátási feladatok országos szintű koordinálására jöjjön létre Minőségügy Oktatási Tanács (MOT).

3. A minőségügy iskolarendszerű és tanfolyami rendszerű képzési tapasztalatainak megvitatására minden évben kerüljön megrendezésre minőségügyi oktatási konferencia.

A kiállításokról

Az Országos Minőségügyi Kiállítás egyre népszerűbb mind a kiállítók, mind a látogatók körében. Ez alkalommal 71 cég mutatta be a mintegy 2000 látogatónak a minőségüggyel kapcsolatos eredményeit, szolgáltatásait, a minőségirányítást segítő hardver és szoftver eszközeit, illetve korszerű termékeit.

A II. Magyar Minőség Háza exkluzív kiállítás jogát pályázat útján 18 cég 24 terméke nyerte el 1996-ban, (20 cég pályázott 24 termékkel). Ez jelentős előrelépés 1995-höz viszonyítva (9 cég, 9 termék).

Az oklevéllel és plakettel elismert cégek és termékeik:

- ASK Kft. (Budapest): Seditron vizeletdiagnosztikai műszer
- Borsodchem Rt. (Kazincbarcika): szuszpenziós PVC-por
- Dunapack Papír- és Csomagolóanyag Rt. (Budapest): kórházi veszélyeshulladék-gyűjtő, tévé-készülék és háztartási tűzhely szállítói csomagolásai
- Hajdúsági Iparművek Rt. (Téglás): zártrendszerű villamos forróvíz-tároló-család

- Henkel Magyarország Kft. Ragasztástechnikai Üzletág (Budapest): „Palma Padló” univerzális PVC- és szőnyegpadló-ragasztó
- Inota Alumínium Kft. (Várpalota): 1. Alumínium hegesztőhuzal Ø1,6 mm, SG-ALSi5 minőségű a DIN 1732/T1 szabvány szerint, Ø300 mm-es dobon. 2. Élelmiszeripari csomagolóhuzal Ø2,3 mm az IA/1 sz. házi-szabvány szerint tekercsben. 3. Fémgőzölő huzal Ø1,6 mm, az IAK/5 sz. házi-szabvány szerint Ø250 mm-es DIN dobon.
- MÁV VHM. Építő Kft. (Szentes): vasútépítő tevékenység
- M+M Mintakészítő és Műanyagfeldolgozó Kft. (Érd): univerzális sonkaprés-család
- Panoráma Profil és Ablakgyártó Kft. (Kazincbarcika): PVC profil- és ablakrendszer termékcsalád
- Pemű Kft. Műszaki Műanyagokat Fröccsöntő Üzletág (Solymár): Műanyag kertibútorok-termékcsalád
- Pemű Rt. Ceglédi Cipőipari Üzletág (Cegléd): munkalábbeli termékcsalád
- Perion Akkumulátorgyár Rt. (Budapest): gépjárműindító ólomakkumulátorok
- Salgótarjáni Acélárugyár Rt. (Salgótarján): hosszvarratos csőből és zártszelvényből készült termékcsalád
- Sanatmöbel Kft. (Kerecsend): AS-3000 házi betegápoló ágy
- Tartály és Vegyipari Gépgyár Rt. (Tab): Plasteel®, Elutron™ tárolótartály
- Tiszai Vegyi Kombinát Rt. Polipropilén Üzletág (Tiszaújváros): TipplenK-899 polipropilén kopolimer
- Veiki Villamosenergia-ipari Kutató Intézet Rt. Hőenergetikai Divízió (Budapest): öntöttvasbordás, acélbetétsöves hőcserélő elem termékcsalád
- Zalaitej Tejipari Rt. (Zalaegerszeg): Pannónia sajt

Az 1996. évi tapasztalatok azt mutatják, hogy a Magyar Minőség Társaság helyes úton jár a Magyar Minőség Háza pályázati kezdeményezésével, mert a cégek érdeklődése növekvő. Több cég nyilatkozott már úgy, hogy 1997-ben pályázni fognak termékeikkel.

Dr. Róth András

AKARJA.

hogy vállalatát, termékeit, szolgáltatásait
a szakemberek előtt ismertté váljanak?

Hirdessen

MAGYAR MINŐSÉG TÁRSASÁG
nemzetközileg tanúsított tudományos, társadalmi
és oktatási nonprofit szervezet
HUNGARIAN SOCIETY FOR QUALITY
SOCIÉTÉ HONGROISE POUR LA QUALITÉ
UNGARISCHE GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄT
H-1091 Budapest, Üllői út 25.

a havonta 2000 példányban 80 oldalon megjelenő
a Magyar Minőség Társaság havi folyóiratában, a **Magyar Minőség**-ben

1997. ÉVBEN ÉRVÉNYES HIRDETÉSI DÍJTÉTELEK:
Belső folyóirattal 1/1 oldal A/4 méretű (fekete-fehér)

	Tagoknak:	Nem tagoknak:
1 alkalom	18.000,- Ft+áfa	24.000,- Ft+áfa
6 alkalom	90.000,- Ft+áfa	120.000,- Ft+áfa
12 alkalom	198.000,- Ft+áfa	264.000,- Ft+áfa

1/2 oldal A/5 méretben a hirdetési díjként feltüntetett ár 50%-a+áfa.

A megjelenésre szánt szöveget, ábrát, fényképet a Megrendelő készíti el nyomdakész állapotra, és küldi meg a Társaságnak.
Hirdetések szerkesztésére nem vállalkozunk.
Lapzárta a megjelenést megelőző hónap 5-én.
Színes hirdetések megjelenését is vállaljuk, de csak az előzetes megbeszélés és árkalkulációnk elfogadása után tudjuk közzétenni.

A hirdetési díjtételek változásának jogát fenntartjuk!
A hirdetésekkel kapcsolatban felvilágosítást ad:
Ruzicska György reklámmenedzser
Levél cím: H-1450 Bp. 9. Pf.: 24. Telefon: 218-3011/466, fax: 218-0267

Hirdessen és olvassa, terjessze a Magyar Minőség Társaság folyóiratát, a Magyar Minőséget!
Az érdeklődők a folyóiratot előfizethetik, vagy havonta a Társaság titkárságán megvásárolhatják!

MAGYAR MINŐSÉG TÁRSASÁG

nemzetközileg tanúsított,
tudományos társadalmi és oktatási
nonprofit szervezet

Ügyvezető igazgató: Pákh Miklós
215-6062, 218-3011/476

Titkársági Iroda: Gönczi Anikó
215-6062, 218-3011/472
– Tagnyilvántartás
– Folyóirat szerkesztőség

Rendezvényiroda: Dr. Róth András
218-3011/464

Rendezvényszervezők:
Dr. Tyukody Jenőné
Janzsóné Vidovszky Sára
218-3011/480

Reklám és hirdetésszervezés:
Ruzicska György
218-3011/466

Pénzügyi iroda: 218-3011/474

Számlaszám: BB. Rt. 10102086-09649202-00000008

Oktatási Iroda:
Somogyi Miklós
Turos Tarjáné
215-6061, 218-3011/475

Számlaszám: Corvinbank Rt. 12710005-10400382-00382007
Cím: 1091 Budapest, Üllői út 25.
Levél cím: 1450 Budapest, 9. Pf.: 24.
Telefax: 218-0267 • Adóigazolási szám: 19668174-2-41

Anyagtudomány

A Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie gondozásában 1996-ban jelent meg a *Werkstoffwissenschaft*, a szakemberek körében jól ismert mű immáron nyolcadik kiadása **Prof. Werner Schatt és Prof. Hartmut Worch** szerkesztésében. A feltételezett ismertséget azért hangsúlyozom, mert az 1972-ben először megjelent „Bevezetés az anyagtudományba” művet, vagy annak újabb és sokszor kisebb-nagyobb mértékben átdolgozott kiadását valószínűleg igen sokunk már szakmai munkája kapcsán eredményesen forgatta, valamint oktatási tevékenységében is felhasználta. Az 515 oldal terjedelmű, tíz fejezetre tagozódó művet a korábbiakhoz hasonlóan a szakmai élet jól ismert professzori gárdája állította össze. Elsősorban a drezdai, magdeburgi, merseburgi, freiburgi iskola megalapítói, képviselői, így a szerkesztőkön kívül **H. Blumenauer, I. Garz, H. Hoffmann, K. Lunkwitz, W. Pompe, M. Rühle, S. Spasus, E. Schlegel, H.-J. Ullrich és H. Wibbeler** professzorok működtek közre ezen munka összeállításában az egyes fejezetek megírásában.

Ha a könyvet röviden kívánám jellemezni akkor azt mondhatom, hogy alapvetően „fém-centrikus”, azaz a fémek felépítésével, a megdermedés sajátosságaival, a szilárd állapotban végbemenő átalakulásokkal, a termikusan aktivált és a diffúziós folyamatokkal, a korrozio sajátosságaival valamint a szilárd fázisú anyag mechanikai és fizikai tulajdonságaival, annak jellemzési módjaival foglalkozik. E rövid sematikus jellemzésből egyben ki-következtethet az ön maga szempontjából előnyös és hátrányos kiadásra. Hangsúlyozni szeretném azt, hogy egy könyv „előnyeinek vagy hátrányainak” mérlegelése mindig az olvasó elvárásaitól, ismereteitől és elképzeléseitől függ, azaz rendkívül szubjektív. Az ismertetés összeállításánál éppen ezért én a tartalom bemutatására töreksem, és megjegyzéseimet a saját ismereteim és elvárásaim figyelembevételével teszem meg úgy, hogy természetesen válok ezen álláspont érveken nyugvó megvitátását is.

A bevezetést követő **második fejezet** a szilárd testek szerkezetével, annak sajátosságaival foglalkozik egyrészt túlhűtött, másrészt teljesen megszilárdult állapotban. Igen részletes áttekintést kaphatunk a kristályos szerkezetéről, annak sajátosságairól a kristályrácsoktól kezdve az ionstrukturákon, az intermetallikus fázisokon, molekulaszervezeten keresztül a polimerekig. Tárgyalásra kerülnek a különböző típusú rács-hibák is. A túlhűtött állapot jellemzése kapcsán a szilikát üvegek, az amorfi polimerek és az amorfi fémek szerkezetének sajátosságai kerülnek bemutatásra. Ezen fejezet részletességét, súlyát talán kifejezi az a tény, hogy terjedelme mintegy 100 oldal, azaz a teljes mű 20%-a. Ez egyben tükrözi azt az irányt is amit a mű követ, azaz adjon biztos alapismereteket annak érdekében, hogy a szerkezet és az alapvető tulajdonságok összekapcsolhatók legyenek a legkülönbözőbb anyagoknál. Talán úgy is lehetne fogalmazni, hogy e fejezet adja meg az „alaphangot”, azaz „olvasó; anyagtudományi alapismereteket várj, legyen alapos tudásod, hisz ennek birtokában értheted meg igazán az anyagink viselkedését a legkülönbözőbb feltételek között”. Személy szerint én ezt tekintem a könyv „üzenetének”.

A **harmadik** mintegy 50 oldal terjedelmű fejezet a szilárd állapotba való átmenet sajátosságait, annak folyamatait foglalja össze. Külön kerül tárgyalásra a folyékony-kristályos, a túlhűtött-üvegállapot és a gáz-kristályos fázisok átmeneteinek jellegzetességei.

A mindössze 30 oldal terjedelmű **negyedik fejezet** a szilárd állapotban végbemenő fázisátalakulásokkal, azok különbözőségeivel és sajátosságaival foglalkozik attól függően, hogy mi szolgáltatja az átalakulás hajtóerejét. Ennek megfelelően a kristályrács átalakulásával, a koncentráció megváltozásával és egyéb nem konvencionális változásokkal járó átalakulások kerülnek ismertetésre.

Az **ötödik**, mintegy újabb 50 oldal terjedelmű rész az állapotábrákkal foglalkozik. Bemutatásra kerülnek a termodinamikai alapok, ill. ezeken keresztül az átalakulások jellegzetes típusai, az ezekhez tartozó „állapotábra vonalak”, amelyeket a lehűlési görbe kísérleti felvételének ismertetése és a görbe töréspontjainak értelmezése követ. Jellegzetes kétfázisú rendszerek közül a következők kerülnek ismertetésre: a két fém szilárd állapotban korlátlanul oldja egymást; szilárd állapotban nem oldják egymást de eutektikumot képeznek; korlátozottan oldják egymást és eutektikumot is képezhetnek; korlátozottan oldják egymást, eutektikumokat képezhetnek és intermetallikus fázis is keletkezik. Ezt követi a többfázisú rendszerek sajátosságainak ismertetése, majd a reális diagramok bemutatása, így az Fe-C, illetve az Fe-Fe₃C, a réz-cink, SiO₂ - α - Al₂O₃ és a polimerkeverékek állapotábrái. Az átalakulások időbeli lefolyását az állandó hőmérsékleteken, vagy az állandó hűlési

sebesség mellett lejátszódó izotermikus, illetve folyamatos átalakulási diagramok segítségével ismerteti.

A 40 oldal terjedelmű **hatodik fejezet** a „szerkezet és tulajdonságok” kapcsolatát elemzi. Ezen belül legnagyobb figyelmet a szerkezet jellemzésére fordítja. Így a próbatest előkészítésének folyamatát, a legkülönbözőbb marószerek alkalmazhatósági feltételeit, a mikroszkópos vizsgálatok fajtáit és a kvantitativ metallográfiát ismerteti annak érdekében, hogy a bonyolult szerkezetű anyagot, annak mikroszkópos szerkezetét minél alaposabban, körültekintőbben, minél több objektív paraméterrel lehessen jellemezni. A szerkezet és a tulajdonságok kapcsolatát két szempontból elemzi. Egyrészt ismerteti a szerkezettől függetlennek tekinthető tulajdonságokat, másrészt az egyfázisú és többfázisú rendszereket elemzi.

A **hetedik**, mintegy 40 oldalnyi fejezet a termikusan aktivált folyamatok jellegzetességeit tárgyalja. Ezt két nagy csoportra bontja, úgy mint a diffúzióra és az újrakristályosodásra. Az elsőnél elemzi a folyamat különböző típusait, a diffúziós törvényeket, a diffúziós zóna kialakulásának sajátosságait, a diffúziós kúszást, valamint a diszlokációk kúszásának törvényszerűségeit és a szinterelés sajátosságait. Az újrakristályosodás kapcsán annak egyes folyamatai kerülnek ismertetésre, azaz megújulás, újrakristályosodás és szemcsenövekedés (szemcsedurulás). Az újrakristályosodási textúra sajátosságainak bemutatása sem marad el.

A kb. 20 oldal terjedelmű **nyolcadik fejezet** a korrozio folyamatának elemzésével foglalkozik. Így ismertetésre kerülnek az oldódással végbemenő korrozio jelenségek alapelvei majd a korrozio károsodások sajátosságai. Külön kerül tárgyalásra a polimerek károsodása folyékony anyagokban, illetve a fémek korrozio károsodásai gőz- és gázfázisú környezetben. E fejezetet kiegészíti a károsodások megelőzésének aktív és passzív lehetőségeit bemutató módszerek ismertetése.

A mintegy 100 oldal terjedelmű **kilencedik fejezet** a mechanikai viselkedés, a mechanikai tulajdonságok jellemzésével foglalkozik. A csoportosítás alapját a reverzibilis, a képlekeny alakváltozás (illetve ez utóbbi kiegészül a kúszással és viszkózus-, viszkorugalmas alakváltozással) és a törés adja. Mind az alakváltozás jellegzetességei, mind pedig az azt befolyásoló tényezők, azok szerepe bemutatásra kerül. A könyv indításából következőben különös hangsúlyt kap az anyagszerkezet és a szövetszerkezet szerepének elemzése. E fejezetet a mindig jelenlévő maradó feszültségek hatásának elemzése, valamint a szilárdságnövelés lehetőségeinek bemutatása egészíti ki. A kopás jelenségének rövid bemutatása is e fejezet témája.

Az utolsó, **tizedik fejezet**ben a fizikai tulajdonságokat hordozó jellemzők ismertetésére kerül sor mintegy 80 oldalnyi terjedelemben. Itt az elektromos vezetés, a szupravezetés, a termoelektromos hatás, a dielektromosság, a mágneses tulajdonságok, a hőtágulás, a rugalmassági jellemzők hőmérséklet-függése, a csillapítási tulajdonságok valamint az elektromos áram és a szilárd test közötti kölcsönhatás közben lejátszódó folyamatok bemutatására kerül sor. A mechanikai tulajdonságok ismertetése kapcsán követelt elv itt is maradéktalanul érvényesül, azaz az anyagszerkezeti jellemzők szerepének kiemelése itt sem marad el.

Úgy hiszem, hogy ezen ismertetés olvasója teljes képet kaphatott a könyvről, annak tartalmáról. Ez hasznos lehet egyrészt azért, mert bármilyen szakmai probléma kapcsán ezen ismertető birtokában is dönteni lehet arról, hogy olyan részletesebb ismeretek szerezhetők-e e műből, amelyek előre viszik a probléma megoldását, az adott terület ismereteinek bővítését, másrészt hasznos lehet az ismertetés azért is mert egy koncepció áll előttünk az „anyagtudományi ismeretek bemutatására”. Mint az egyetemi oktatóval hosszú ideje foglalkozó ember úgy hiszem – és erről meg vagyok győződve –, hogy az ismertetett mű szerkezetében, tartalomjegyzékében tükröződő stratégia egyike azoknak, ahogy az anyagtudományi ismereteket össze lehet foglalni, mások számára át lehet adni. Röviden jellemezve: biztos alapismeretekre épített mechanikai és fizikai tulajdonságok. Ez tükröződik a terjedelmekből, hisz mintegy 50%-a a műnek e kérdéskörökkel foglalkozik. Ha a hazai képzési struktúrában keresem az ismertetett mű helyét, akkor azt mondhatom, hogy a „kohász irányítottágú” képzés erősebben orientált a könyv struktúrájára, míg a „gépész jellegű képzés” talán többet meríthet a két utolsó fejezetből.

Összefoglalva azt mondhatom, hogy egy igen jó szakmai színvonalú és jó felépítésű könyvet mutathattam be Önöknek, kedves olvasók, és meggyőződéssel vallom, hogy mind szakmai, mind pedig nyelvi ismereteink bővítésére igen hasznosan forgathatjuk e munkát.

Tóth László
egyetemi tanár

Antianyag-atomok

1995 folyamán a CERN-ben, az európai részecskefizikai kutatóközpontban folyó kísérletek során kilenc antihidrogén-atomot szintetizáltak. Ez az első eset, hogy valóságos atomos antianyagot mutattak ki.

A fizikusokat természetesen izgalomba hozta ez a felfedezés, ám a java az ez irányú munkának még hátra van, nevezetesen meghatározni, hogy melyik anyag és antianyag viselkedik azonos módon.

A fizika eddig megismert szabályai szerint ugyanis, minden a világegyetemben előforduló elemi részecskének van antirészecskéje, amelyek kvantumszáma (töltése) azonos, de ellentétes értelmű. Amikor egy részecske az antirészecskéjével találkozik a legvalószínűbb a kisugárzással kísért megsemmisülésük.

Az antianyag története közel száz évre nyúlik vissza. 1898-ban Arthur Schuster, aki a katódsugarak mágneses térben való viselkedését tanulmányozta, megsejtette az antianyag létezését, és feltételezte, hogy ezen atomok tulajdonságai teljesen ellentétesek a rendes atomokénak. Valójában csak az 1920-as években merült fel a legtöbb kényszerítő érv az antirészecskék létezésének. Paul Dirac kvantummechanikai és speciális relativitáselméleti számításai alapján az elektron egyenleteinek két megoldása volt: az egyik a már ismert elektronnak felelt meg, a másik ugyan annak, de ellentétes elektromos töltéssel, vagyis elméleti úton megjósolta az antianyag létét.

1932-ben Carl Anderson felfedezte az antianyag elektronját, a pozitron a kozmikus sugárzásban. Ezt követően sok kutató kísérlete meg a proton negatív töltésű ikertestvérének, az antiprotonnak a kimutatását. Ám

a proton tömege mintegy 1840-szer nagyobb az elektron tömegénél, így a proton-antiproton pár keletkezéséhez körülbelül 6 GeV energia szükséges. Bár a kozmikus sugárzásban ilyen nagy energiájú ütközések előfordulnak, de azonosítási nehézségek miatt a kozmikus sugárzásban sohasem sikerült antiprotonok létét kimutatni.

Amikor Berkeleyben 1954-ben üzembe helyezték az igen nagy teljesítményű részecskegyorsítót, a bevatront, akkor mód nyílt a proton-antiproton pár laboratóriumi létrehozására. Owen Chamberlain és Emilio Segré neutronokat tartalmazó acéltárgyat bombáztak 6,2 GeV energiájú protonnyalábbal, és 1955 októberében közölték: sikerült antiprotonokat megfigyelniük. Felfedezésükért 1959-ben fizikai Nobel-díjat kaptak.

A CERN-ben 1959-ben egy nagyob energiájú részecskegyorsítót helyeztek üzembe.

Chamberlain később fotográfiai emulzióban mutatta be a proton-antiproton pár megsemmisülésének, energiává váló szétsugárzódásának nyomát. Ez a technika hozzájárult az antineutron felfedezéséhez is.

Az antirészecskék léte tehát bizonyítottá vált. Elvileg ezekből az antirészecskékből a mi világegyetemünk tükörvilága felépíthető. Ha fizikusaink értelmezései helyesek, akkor ez az antianyag pontosan úgy fog viselkedni mint az általunk már ismert anyag.

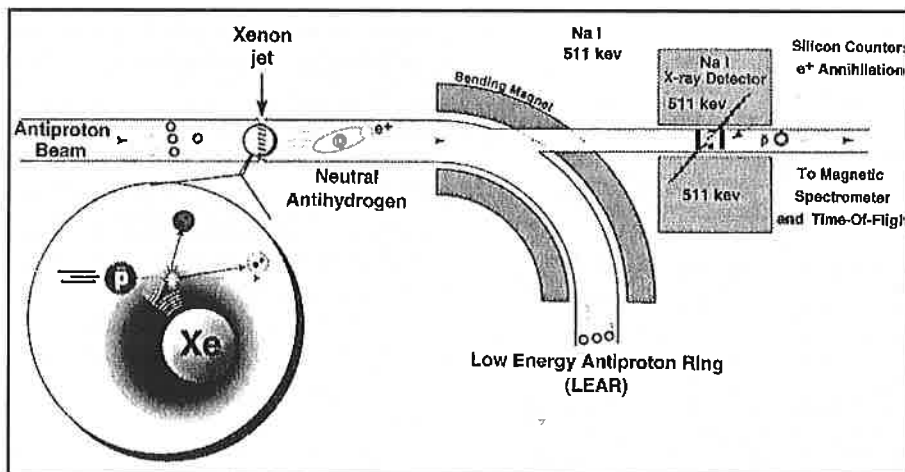
Mivel az ismert antirészecskék listája állandóan nő, az ilyen atomos antianyag szintézisének nehézségeire tekintettel érthető, hogy a fizikusok először a legegyszerűbb antiatom, az antihidrogén-atom kimutatását választották, amelyben egy pozitron kering az egy antiprotonból álló mag körül.

Az antihidrogén előállításához két dolog szükséges: igen sok antiproton és megfelelő „hűtés”, amely elég alacsony hőmérsékletű (mintegy 14 eV), hogy közben az antihidrogén el ne párologjon részecskéire.

A CERN a világ első „antiproton-gyára”, ahol 1980 óta működik egy olyan berendezés, amely gondoskodik a fizikai kísérletekhez szükséges sűrű antiproton-nyalábról. 1995 folyamán az IKP Forschungszentrum (Jülich), a GSI (Darmstadt), az egyetem és az INFN (Erlangen-Nürnberg/Genoa) intézetek kutatóiból alakult csoport (szóvivő: Walter Oelert) dolgozott a CERN LEAR – kis energiájú antiproton gyűrűvel és először állítottak elő antihidrogént.

Az ábra az antianyag-kísérletek vázlatát szemlélteti. A Xe-gáz nuklidok és az antiprotonok összeütközéséből elektron-pozitron

párok képződnek, és ha a feltételek megfelelőek: az antiproton és a pozitron sebessége csaknem azonos, a felbukkanó pozitront a szomszédos antiproton befogja semleges antihidrogén-atomot alkotva, amely egyenes vonalban száguldva megszökik a LEAR-gyűrű mágneses antiproton pályáról.



A PS 210 kísérlet elve; az antihidrogén előállítása

Az antihidrogén közvetlen detektálása nehéz feladat, mivel a vékony Si-detektoron áthaladó antihidrogén-atom alkotórészeire szétesik. A megsemmisülő pozitron szétsugárzó energiáját a NaI-detektorral érzékelték. Az antiprotonot pedig mágneses spektrométerrel és az ún. time of flight módszerrel azonosították.

A kísérlet során előállított kilenc antihidrogén-atom 40 milliomed másodpercig érintetlen maradt és néhány 10 métert repült. Kimutatni a bomlástermékeik azonosításával lehetett. A kémiai antianyag elkülönítésének feladata még megmaradt.

(Forrás: CERN Courier Vol 36, March 1996.)

Tanfolyamok 1997-ben

MINŐSÉGÜGYI TANFOLYAMOK

TÜV Rheinland Akadémia Hungária – MMT közös, vizsgaköteles német-magyar nyelvű bizonyítványt adó tanfolyamok:

- Minőségügyi szakember; időtartama 12 nap
- Minőségügyi megbízott; időtartama 15 nap
- Minőségügyi auditor; időtartama 13 nap
- Minőségügyi technikus; időtartama 16 nap
- Minőségügyi menedzser; időtartama 29 nap

Jelentkezés és felvilágosítás: Magyar Minőség Társaság, Somogyi Miklós, tel.: 1 218-3011/473; fax: 1 218-0267

ÉMI-TÜV Bayern, a TÜV Akadémia keretében szervezett, 5 napos, német-magyar nyelvű bizonyítványt adó tanfolyamok:

- Minőségirányítási megbízott (QMB)
- Minőségirányítási auditor (QMA)
- Minőségirányítási menedzser (QM)

Jelentkezés és felvilágosítás: ÉMI-TÜV Bayern Kft.

2000 Szentendre, Dózsa György út 26. Pf. 170.

Tel.: 06/26-315-765; fax: 06/26-315-764

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET TANFOLYAMAI

OKJ-szakképesítést adó tanfolyamok:

- Minőségellenőr tanfolyam Időtartam: 150 óra
- Minőségügyi felülvizsgáló és tanúsító (auditor) tanfolyam Időtartam: 120 óra

ANYAGVIZSGÁLÓ TANFOLYAMOK:

- Radiológiai vizsgáló: RT1, RT2, RT3
- Ultrahangos vizsgáló: UT1, UT2, UT3, UT2T
- Mágneses, penetrációs, vizuális vizsgáló: MPVT1, MPVT2
- Örvényáramos vizsgáló: ET1, ET2
- Rezgéselemző: VAT1, VAT2
- Színképelemző: ST1, ST2
- Általános hegesztett termék vizsgáló inspektor: INSP

Vizsgaköteles közép- (1), felsőfokú (2 és 3) és továbbképző tanfolyamok.

KÖRNYEZETVÉDELMI TANFOLYAMOK

Az ISO 14000 szabványsorozat szerinti környezetirányítási rendszerek bevezetésére felkészítő, német-magyar TÜV-GTE-bizonyítványt adó tanfolyamrendszer:

- Környezetvédelmi munkatárs
- Környezetvédelmi auditor
- Környezetvédelmi szakelőadó
- Veszélyes hulladék- és termékdíj ügyintéző

JELENTKEZÉS ÉS FELVILÁGOSÍTÁS

GTE Oktatási Iroda, 1027 Budapest, Fő utca 68. III. em. 344.

Tel.: 202-1382 vagy 201-2011/422, 626 – Fax: 201-7180

Nemzetközi rendezvények 1997-ben

9th Int. Conf. on fracture – ICF9, Sydney, Ausztrália, 1997. április 1-5. Jelentkezés max. 500 szavas előadáskivonattal azonnal! Cím: Prof. A. Dragon, LMPM, ENSMA – Site du Futuroscope B. P. 109. 86960 Futuroscope Cedex, France. Tel.: (+33) 49498224, fax: (+33) 49498238

EUROMAT 97, Maastricht, Hollandia, 1997. április 21-23. A nyolc párhuzamos szimpózium: A) metals and composites, B) polymers and composites, C) ceramic, glass and composites, D) surface engineering, E) functional materials, F) microstructural characterization of materials, G) sustainable development, H) application of materials in relation to production. Jelentkezés az EUROMAT 97 Secretariat, PO Box 390, NL-3330 AJ Zwijndrecht, The Netherlands címen. Telefon: ++ 31-78-619 2655, fax: ++ 31-78-619 5735, e-mail: bvm a metropolis.nl

ICIT '97 – Int. Conf. on Industrial Tools, Maribor, Szlovénia, 1997. április 21-22. Cím: TECOS, Slomskov trg 11. SI-3000 Celje, Szlovénia. Fax: (+386) 63 441 711. E-mail: tecos@celje.eunet.si

Post Experience Course: High Temperature Component Life Assessment, London, UK, 1997. május 13-19. Cím: Prof. G.A. Webster, Dept. of Mechanical Engineering, Imperial College, Exhibition Road, London SW7 2BX. Fax: (+44) (0) 171 823 8845. E-mail: g.webster@ic.ac.uk

3. Nemzetközi Konferencia: Hőerőgépek és környezetvédelem, Tata, 1997. május 25-28. Cím: Budapesti Műszaki Egyetem Rendezvényiroda Budapest, Műegyetem rkp. 3-9. K. ép. I. em. 64. Tel/fax: 463-3542.

Surfaces and Interfaces in Polymers and Composites, Lausanne, Svájc, 1997. június 1-6. Cím: EPS '97 EPFL-DMX, CH-1015 Lausanne, Switzerland. Fax: (+41) 21 693 5880. E-mail: eps97@dmx.epfl.ch/EP97/home.html.

Int. Conf. on Fatigue of Composites, Párizs, Franciaország, 1997. június 3-5. Chantal Iannarelli, Congrés Scientifiques Services (C2S) 2, rue des Villarmains, BP 124. 92210 Saint Cloud Cedex – France. Fax: (33) 01 4771 9005.

Safety in application of high strength steel, Trondheim, Norvégia, 1997. július 1-2. Cím: Statoil Research Centre, fax: +47 73 58 46 29, vagy Toril Skogstad, symposium secretariat, Postuttak, N-7005 Trondheim, Norway

Int. Chemical and Petroleum Industry Inspection Technology, V Topical, Houston, USA, 1997. június 16-19. Kapcsolat: ASNT szervezet.

14th Int. Conf. on Structural Mechanics in Reactor Technology – SMIRT 14 –, Lyon, Franciaország, 1997. augusztus 17-22. Cím: SMIRT 14 Secretariat, c/o Michel Livolant, SMIRT-97 – B.P. 64; 91193 Gif sur Yvette Cedex, France.

Fax: (+33) 169089696

3rd EUROMECH Solid Mechanics Conf., Stockholm, Svédország, 1997. augusztus 18-22. Cím: Dr. Per-Lennart Larsson, Royal Inst. of Technology, S-10044 Stockholm, Sweden. Tel.: (+46) 87907540, fax: (+46) 84112418, e-mail: 3esmo@hallf.kth.se

11th Int. Conf. on Strength of Materials – ICSMA-11, Prága, Cseh Köztársaság, 1997. augusztus 25-29. Cím: Secretariat ICSMA-11 c/o Dr. L. Kunz, Acad. of Sciences of the Czech Republic Inst. of Physics of Materials, Žitkova 22., 61662 Brno, Czech Republic, Tel.: (+42) 5746327, fax: (+42) 541212301

5th Int. Conf. on Biaxial/Multiaxial Fatigue and Fracture, Krakkó, Lengyelország, 1997. szeptember 8-12. Jelentkezés előadás-kivonattal 1996. október 30-ig. Cím: Dr. W. Bedkowski, Techn. Univ. of Opole, ul. Miolajczka 5; 45-233 Opole, Poland. Tel.: (+48) 77556041, fax: (+48) 77556080

11th Int. Conf. on Surface Modification Technologies, Párizs, Franciaország, 1997. szeptember 8-10. Jelentkezés angol nyelvű előadás-kivonattal 1997. január 15-ig. Cím: Chantal Iannarelli, Congrés Scientifiques Services (C2S), 2 rue des Villarmains, BP 124-92210 Saint Cloud Cedex – France, Tél: 33 1 47 7190 04, Fax: 33 1 47 7190 05

6th Int. Seminar of IFHT: Advanced Heat Treatment Technology Towards the 21st Century, Kyongju, Korea, 1997. október 15-18. Cím: The Korean Society for Heat Treatment. Rm. 717, Korea Federation of Small Business Bldg. 16-2 Yoido-dong, Youngdeungpo-ku, Seoul, 150-010, Korea.

Symp. on Time Dependent and Non-linear Effects in Polymers and Composites, San Diego, USA, 1997. november 10-11. Cím: R.A. Schapery, Dept. of Aerospace Engineering and Engineering Mechanics University of Texas, Austin, Tx 78712, USA. Fax: (+1) 512 471 5500.

2nd Symp. on Advances in Fatigue Crack Closure Measurement and Analysis, San Diego, USA, 1997. november 12-13. Cím: J.C. Newman, NASA Langley Research Center, MS 188E Hampton, Va. 23665, USA. Fax: (+1) 757 864 8911.

Symp. on Fatigue of Materials in Electronic Applications, San Diego, USA, 1997. november 12. Cím: S.A. Schroeder, Rockwell Science Center, 1049 Camino dos Rios, Thousand Oaks, Ca. 91360, USA. Fax: (+1) 805 373 4500, E-mail: scott schroeder@scimail. risc.rockwell.com.

A Gépipari Tudományos Egyesület országos rendezvényei:

Országos karbantartási konferencia, Pécs, április 23-25.

Országos hőkezelő konferencia, Sopron, október 14-17.

Nyomástartó edények és csővezetékek ankét, Csepak, októberben.

Cím: GTE Rendezvényiroda, Budapest, Fő u. 68. 1027. Fax: 202-0252

A Magyar Kémikusok Egyesülete országos rendezvényei:

IFSCC Nemzetközi Kozmetikai és Háztartásvégypari Konferencia, Budapest, április 14-16.

Műanyag Kollokvium, Eger, május 14-16.

Kőolajfinomítói és Kenőanyag Adalékok Nemzetközi Konferencia, Sopron, május 21-23.

Biztonságtéchnika '97, Siófok, május 28-30.

Komplexxkémiai Kollokvium, Kecskemét, június 4-6.

Kromatográfiás Vándorgyűlés, Budapest, június 18-19.

40. Spektrokémiai Vándorgyűlés Nemzetközi Konferencia, Debrecen, június 29-július 4.

Vegyészkonferencia '97 (Szerves kémia), Szeged, augusztus 27-29.

Conferentia Chemometria, Budapest, augusztus 21-23.

17 ICAMS, Budapest, augusztus 25-29.

Eljárások Üzemesítése Nemzetközi Konferencia, Budapest, szeptember 15-17.

Nemzetközi Kolorisztikai Szimpózium, Tata, szeptember 22-24.

Környezetvédelmi Analitikai Konferencia, Tata, október 7-9.

Radioanalitika '97, Tata, október 14-16.

Jelentkezés, felvilágosítás: MKE titkársága: Budapest II. Fő u. 68.

Telefon: 201-6883, fax: 201-8056

III. Minőségbiztosítás és termékfejlesztés a gyakorlatban konferencia és szakkiallítás, Siófok Hotel Magistern 1997. március 18-19.

Jelentkezés: Stádium Kft. 6701 Szeged, Pf. 1181.

Tel.: 62/431-927, fax: 62/431-928

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA 1996. évi 6. évfolyamának tartalomjegyzéke

Cikkcímek rovatok és témakörök szerint

Szám Oldal

MŰSZERES ANALITIKA

A GC-MS-módszer szerepe a környezetvédelmi analízisben, <i>dr. Balla József, Camarasu Costin</i>	1	3
Környezetvédelem – Analitika – Innováció, <i>dr. Cserfalvi Tamás</i>	1	7
ARC-MET 900 mobil spektrométer alkalmazása és elemzési tapasztalatok, <i>Kovács Lajosné, Özse József, Varjúné B. Ilona</i>	2	59
A szén hamutartalmának meghatározása korszerű XRF-módszerrel, <i>dr. Lehofer Kornél, Papp Balázs, Rátai Sándorné, Szigethy Istvánné</i>	2	61
Oldott és nem oldott Al és B optikai emissziós spektrometriás meghatározása acélokban a csúcsintegrálás módszerével, <i>dr. Gh. Vlaicu, F. Pirsan, P. Nicolae</i>	2	62
A totálreflexiós röntgenfluoreszcens spektrometria alkalmazása nagy szervesanyag-tartalmú minták vizsgálatára, <i>dr. Varga Imre, dr. Záray Gyula</i>	4	117
Az adiabatikus kaloriméter működési elve, <i>Sass Attila, Aradi Béla</i>	4	120

RmV-HELYZETKÉP

Miért a felületi hibák vizsgálata a fontosabb?, <i>dr. Tóth László</i>	2	43
Nagyobb szilárdságú acél – nagyobb kockázat – fokozott követelmények, <i>dr. Karsai István, dr. Ginsztler János</i>	2	45
A roncsolásmentes anyagvizsgálat és az információ-technológia hatásai a spirálcsőtermék életgörbéjére a Dunafernnél, <i>dr. Tar József</i>	2	48
Új Nordtest ajánlások roncsolásmentes vizsgálati technikák összehasonlítására és helyettesítésére, <i>Olav Førli</i>	4	105
Az ultrahangvizsgálati adatok elektronikus feldolgozása, <i>U. Hoppenkamps</i>	2	54
Állapotellenőrzés akusztikus emissziós vizsgálattal, <i>dr. Zolnay Gábor</i>	1	23
Földdel fedett PB-gáztartályok akusztikus emissziós vizsgálata, <i>Szűcs Pál, Zilahy Zoltán</i>	4	107
Nagy aktivitású berendezések vizuális vizsgálata a Paksi Atomerőműben, <i>Bácskai Péter</i>	4	110
Sugárvédelem az ipari radiográfiában Magyarországon, <i>dr. Jung József</i>	2	52

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Sima próbatest szakítóvizsgálata a módosított Gurson-féle szívós törési elmélet alapján, <i>dr. Králli György, Tatár Levente</i>	2	56
Az alakítási határállapotok kutatása, <i>dr. Ziaja György</i>	3	73
Termomechanikusan alakított acélok védőgázos hegesztése, <i>Prof. dr. Thomas Varga, Csikós Gábor</i>	3	81
Reológiai mérések a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen, <i>dr. László Péter, dr. Zana János</i>	1	14
A mágneses és elektro-emissziós mérés technika alkalmazása műszerezett ütvizsgálatnál, <i>Lenkeyné, dr. Bíró Gyöngyvér, dr. Siegfried Winkler</i>	1	16
Mikroszerkezet-változások hatása a mágneses jellemzőkre, <i>dr. Dévényi László, dr. Hidasi Béla</i>	3	83
Állapotértékelő, kárelemző vizsgálatok, <i>dr. Bacskai Antal</i>	1	20
Tapasztalatok az ipari kazántelemek vízelőkészítéséről, <i>Demeter Ákos</i>	1	26
Csípőcsont-szár felszínbevonatos optikai feszültségvizsgálata, <i>dr. Borbás Lajos, dr. Thamm Frigyes, dr. Hagymási Miklós, dr. prof. Kratkovics Gábor</i>	3	87
Fonalmechanikai vizsgálatok képfeldolgozó rendszer segítségével, <i>dr. Vas László M., dr. Halász Géza, Eördögh Imre, Szász Károly</i>	1	9

SZÁMÍTÁSTECHNIKA

INSTRON SERIES IX anyagvizsgálati programcsomag, <i>Narancsik Zsolt</i>	1	27
Textillapok deformációjának vizsgálata számítógépes képfeldolgozó rendszer segítségével, <i>dr. Vas László M., dr. Halász Géza, dr. Nagy Péter, Eördögh Imre, Juhász György, Szász Károly</i>	4	111

KÉSZÜLÉKEK, BERENDEZÉSEK

Új, repedésvizsgáló csőgörény	2	64
Betonszerkezetek helyszíni vizsgálata	3	92
Új, bevonatvastagság-mérő	3	93

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

A kockázatokra optimális minőségügyi technikák a termékjellemzők és a gyártási folyamatok információinak feldolgozása alapján, <i>dr. Koczor Zoltán, Marschall Marcell, Némethné dr. Erdődi Katalin, Réthy Zsolt</i>	4	123
IV. Magyar Minőség Hét, <i>dr. Róth András, Pákh Miklós</i>	1	31
Környezetirányítási rendszerek tanúsítása, <i>Mucsi Ferenc</i>	1	34
Élelmiszeripari és mezőgazdasági laboratóriumok akkreditálása, <i>dr. Fodor Péter</i>	1	35
Az Ü jel, <i>Becker István</i>	4	126

Az MSZT termékminősítési rendszere	4	127
SZABVÁNYOSÍTÁS		
Újjászervezik a szabványosítási bizottságokat	2	65
Új európai megfeleléségi jel	2	65
Új európai és nemzetközi szabványok	3	97
ASTM szabványok évkönyve 1996	3	98
SZEMLE		
Új vizsgálati eljárás: a „lock in” termográfia	3	94
Roncsolásmentes vizsgálatok a Nemzetközi Hegesztési Intézet V. bizottságának munkájában, <i>Fücsök Ferenc</i>	4	128
IIW közgyűlés: Fémek hegeszthetősége, <i>dr. Rittinger János</i>	4	130
BEMUTATJUK A 25 ÉVES ÁEEF-LABORATÓRIUMOT	1	19-26
MÉRFOLDKÖVEK		
Tetmajer-émlékülés Miskolcon, <i>dr. Lehofer Kornél</i>	1	36
Tetmajer Lajos jelentősége a hazai anyagvizsgálatok fejlődésében, <i>dr. Tóth László</i>	1	37
A magyar roncsolásmentes anyagvizsgáló szervezet rövid története, <i>dr. Karsai István, dr. Réti Pál</i>	2	66
Egy anyagvizsgáló siker-sztori, <i>Palásti József</i>	2	69
A BME Mechanikai Technológiai Tanszék hozzájárulása a magyar anyagvizsgálat fejlődéséhez, <i>dr. Artinger István</i> ..	3	95
HÍREK		
ESEMÉNYNAPTÁR		

SON-TECTOR ULTRAHANGDETEKTOR

szivárgások és működési hibák feltárásához

*Hangdiagnosztikai kéziműszer karbantartóknak.
Egyszerű, megbízható, gazdaságos!*



A Son-Tector kéziműszer 35–40 kHz-re érzékenyített légtéri vagy kontakt kéziérzékelővel észlelt zajokat felerősíti és hallhatókká alakítja. Zajos környezetben a fülhallgató segíti a szivárgások és a rendellenes működés okozta zajforrások behatárolását. Zárt terek tömítetlenségei a bezárt hanggenerátor kiszivárgó hangjainak érzékelésével ismerhetők fel.

A Son-Tector jellemző alkalmazási területei:

Széles körűen alkalmazható csaknem valamennyi iparágban és szolgáltatásban működtetett berendezések, gépek, csőrendszerek szivárgó, kilyukadt, megrepedt helyeinek, illetve hibás vagy meglazult oldható kötéseinek, tömítéseinek a behatárolására, továbbá hibásan működő gépelemek (pl. csapágyak, motorszelepek), hidraulikai rendszerek és villamos érintkezősi hibák (pl. korona-kisülés, szikrázás) szűrszerelés nélküli megkeresésére.

Kérjen részletes tájékoztatást!

TESTOR

Anyagvizsgálat és Méréstechnika

H-1124 Budapest, Meredek u. 45. H-1538 Budapest Pf. 528. Telefon: (361) 319-4782 Fax: (361) 319-2284



Hosszméréstechnikai eszközök és készülékek

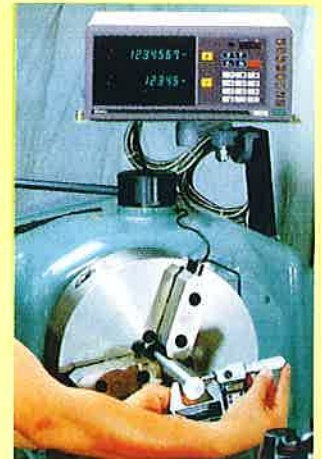
Teljes Mitutoyo-program, SPC-rendszer

- idomszerek, tolómérők, mikrométerek, mérőórák
- mérőasztalok, állványok, futáspontosság-mérők
- satuk, tusírozó-, tükrösítő- és gránitlapok
- szögmérő, derékszög, vonalzó
- lineáris hosszmerő rendszerek
- indukciós tapintók, lézerindikátor
- mérőgépek (profil-, hossz-, köralak- és koordináta)
- felületi érdességmérők
- adatfeldolgozók, szoftverek

Mitutoyo

PREISSER

SOLA



ELE
International

Beton-, aszfalt- és bitumenvizsgáló eszközök

A mintaelőkészítéshez:

- szitasorok, -rázók
- szárítószekrények
- kézi és automata keverők



Az aszfaltjellemzők méréséhez:

- univerzális vizsgálóberendezések,
- girátor és penetrométer („pecsétnyomó”)
- termikus, oldószermentes bitumentartalom-mérő
- Marschall-tesztelők, hőmérséklet-, sűrűség- és lobbanáspont-mérők

A betonjellemzők méréséhez:

- roskadásvizsgálók, Vicat-készülékek
- törőgépek, kézi és automatizált kivitelben
- ultrahangos anyagjellemző és hibavizsgáló készülék

proceq



Beton- és vasbeton szerkezetek állapotellenőrzéséhez:

- Schmidt-kalapácsok a beton keménységének,
- Dyna tapadóerő-mérők a beton tapadószilárdságának,
- Canin korrózióelemző a beágyazott vas állapotának,
- Profométer betonvas-bemérő a vas helyzetének, átmérőjének és a beton-takarás vastagságának,
- Torrent készülék a beton permeabilitásának a meghatározására szolgálnak.

Állapotellenőrző kéziműszerek, készülékek

- zajszintmérők, kalibrátorok
- egytengelyűség-mérők
- zajdiagnosztikai hangdetektorok
- erősáramú és távközlési kábelvizsgálók
- vízhálózat-ellenőrző készülékek nyomvonal- és szivárgáskereséshez



Festék- és bevonatvizsgáló mérőeszközök

- viszkoziméter, száradási időt vizsgáló
- filmfelhordók, nedvesréteg-vastagságmérők
- grindométerek, tapadásvizsgálók
- nedves és száraz dörzsállóság-vizsgálók
- porusosságmérők, ütésállóság-mérők
- hajlító- és mélyhúzógépek
- pára-, sókőd- és UV-állóság-vizsgáló kamrák
- fényesség-, szín- és opacitásmérők

Bevonatvastagság-mérők

- a mágnesezhető és a nem mágnesezhető fémes alapra felvitt nemfémes és fémbevonatok méréséhez magnetoinduktív, örvényáramos és rtg-fluoreszcens elven mérő műszerek
- nemfémes alapra (betonra, fára, üvegre...) felvitt nemfémes bevonatok (műanyag, festék, gumi, máz...) roncsolásmentes vastagságméréséhez ultrahangos műszer



Sheen



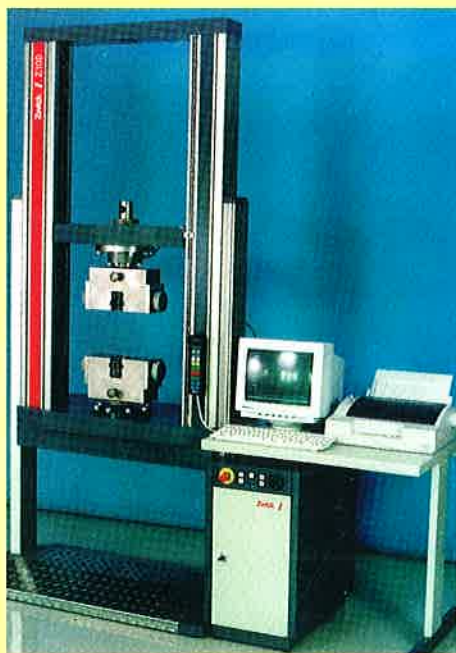
RÖNTGENANALYTIK
MESSTECHNIK GmbH

mtv

Zwick

Materialprüfung

anyagvizsgálat felsőfokon



- univerzális szakítógépek (nyomó- és hajlítógépek), speciális vizsgálatok elvégzésére is;
- próbatest-kivágók, próbatest-marók;
- keménységmérők (Rockwell, Vickers, Brinell, Knoop, Shore A, Shore D);
- Melt-index mérő;
- ingás ütőművek;
- automatikus fonálszakítók;
- kopásvizsgáló;
- kapillár reométer,
- mooney-viszkoziméter



IK A - Analysentechnik



IK A AOD 1 kén- és halogénmeghatározó készülék



IK A C 5000 típusú kaloriméter

Precisa



nedvesség-mérő készülék
analitikai- és táramérlegek hitelesíthető kivitelben is,
önkalibráló rendszer,
csatlakoztatható nyomtató
precíziós mérlegasztalok
SVÁJCI MINŐSÉG,
KEDVEZŐ ÁR!

AHLBORN ALMEMO

hőmérséklet, légsebesség, légnedvesség, nyomás, frekvencia, mV, mA, fordulatszám és egyéb jellemzők mérése egy készülékkel;
érítés nélküli infrahőfokmérők, adatgyűjtők, szoftverek, nyomtatók



Magyarországi képviselő: **Senselektro Kft.** 1064 Budapest VI., Vörösmarty u. 33. Tel.: 3427-982, Fax: 2848-180

Forgalmazás, üzembehelyezés, garancia, garanciaidőn túli szervizszolgáltatás, karbantartás, pótalkatrész- és tartozékszállítás

Kérésre ingyenes részletes gyártmánykatalógust és információt küldünk!