

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS

Lépjen be Ön is a MAROVISZBA!

9. ÉVFOLYAM
2. SZÁM
1999.



Várjuk Önt rendezvényünkön,
az I. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló
Konferencián és Kiállításon Egerben.

„Roncsolásmentes anyagvizsgálat
az EU-csatlakozás tükrében.”



**Anyagvizsgáló eszközök forgalmazása,
szervize és szakemberképzés**



TANÚSÍTVÁNY

A TÜV Rheinland Euroqua Kft.

TÜV CERT Tanúsítóhelye

a TÜV CERT eljárás alapján igazolja, hogy a

KE-TECH Kft.

H-1183 Budapest

Magyarország

**roncsolásmentes anyagvizsgáló gépek, eszközök és anyagok
forgalmazása és szervizelése**

tevékenységi területen minőségügyi rendszert vezetett be
és alkalmaz.

A tanúsító audit során, amelynek jelentésszáma **7427**
bizonyítást nyert, hogy a rendszer megfelel az

EN ISO 9002:1994

számú szabvány követelményeinek.

Ez a tanúsítvány **2001. december végéig** érvényes.

A tanúsítvány nyilvántartási száma: **75 100 7427**



Brüsszel, 1999. 01. 15.

TÜV Rheinland Euroqua Kft.
TÜV CERT Tanúsítóhelye

10/0140 TÜV Rheinland 0 99

Várjuk Önöket az Egri Konferencián a Hotel Flórában.

KE-TECH KFT. 1183 Budapest, Üllői út 470: Telefon: 290-0151 Fax: 292-2159

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Szerkesztőség:

a kiadó **TESTOR BT.** címén
Budapest XII., Meredek u. 33.
1538 Budapest, Pf. 528.
Telefon: 319-4782
Telefax: 319-2284
E-mail: info@testor.hu
Internet: www.testor.hu

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 1999-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:

KÁNAI NYOMDA Kft.

1225 Budapest, Kolozsvári utca 67.

Felelős vezető: Kánai József

Előkészítés: **PC-PRINT BT.**

Tel.: 205-6399

FIGYELEM!

Le ne maradjon!

Idejében fizessen elő!

ISSN 1215-8410

RmV-fórum

Tisztelt Olvasóink!

Csaknem negyedszázados hagyomány a roncsolásmentes anyagvizsgálat szakértőinek két-három évente sorra kerülő többnapos seregszemléje, amely fórum a műszerkiállítással egybekötött tapasztalatcseréhez. Győr, majd Gyula után 1995-től Eger ad otthont a rendezvénynek.

Az Anyagvizsgálók Lapja RmV-helyzetkép rovata folyamatosan figyelmet szentel – jelentőségének megfelelően – a roncsolásmentes anyagvizsgálatoknak, és jelen számunkat, csakúgy mint 1995-ben és 1997-ben is, célszámként a konferencia programjában szereplő előadások lapzártáig beérkezett kézírataiból szerkesztettük.

Az idei rendezvény mottója: „Roncsolásmentes anyagvizsgálat az EU-csatlakozás tükrében”. Ezt a felületes szemlélő divatos szólamnak is vélhetné, ám a társadalom növekvő igényeinek a biztonságos és a környezettel harmonizáló kielégítése korunk igazi kihívása. Alapvetően ezzel függ össze az is, hogy megnőtt a roncsolásmentes vizsgálati módszerek jelentősége, és nemkülönben a vizsgálószemélyzet felelősége és szerepe azokban az ellenőrzési rendszerekben, amelyeket mind a termékek minőségének biztosítása, mind a gépek, a szerkezetek és a technológiai berendezések biztonságos üzemeltetése érdekében működtetünk, mégpedig a nemzetközi szabványokban és irányelvekben megfogalmazottak szellemében. Ezért is hangsúlyos az idei tanácskozáson mind a vizsgálószemélyzet, mind a vizsgálóberendezések és módszerek megfelelésének minősítése és tanúsítása, amelynek követelményrendszere és eljárásrendje az egységesítés és a jobbítás érdekében nemzetközi egyeztetés tárgya.

Az anyaghibák veszélyességének megalapozott, a törésmechanikai szempontokat is érvényesítő megítéléséhez nélkülözhetetlen azok elhelyezkedésének, alakjának és méreteinek mind megbízhatóbb meghatározása. E téren atomeróművünk reaktortartályainak gépesített ultrahangvizsgálatával és gőzfejlesztői hőátadó csöveinek örvényáramos vizsgálatával szerzett kedvező tapasztalatokat ajánljuk figyelmükbe.

Reméljük, hogy célszámmal elősegítjük a konferencián elhangzottak átgondolását és hasznosítását.

A szerkesztőbizottság

MEGHÍVÓ

az **INDUSTRIA '99 NEMZETKÖZI SZAKVÁSÁR** keretében

– együttműködve a Magyar Minőség Társasággal –

az **ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA FÓRUM** rendezvényre

1999. május 14-én a Budapesti Vásárközpont B pavilon Média termébe.

– PROGRAM –

10.30 óra: Elnöki megnyitó, Dr. Vargay Zoltán, Magyar Minőség Társaság
LABORAKKREDITÁLÁS – MECHANIKAI VIZSGÁLATOK

Az anyagvizsgáló laboratóriumok akkreditálási tapasztalatai

Dr. Ring Rózsa, Nemzeti Akkreditálási Testület

Akkreditált laboratóriumaink működési tapasztalatai

Klausz Gábor - Majoros András, AGMI Rt.

A mechanikai anyagvizsgáló gépek típusvizsgálata és hitelesítése

Simon László - Tóth Mihály, Országos Mérésügyi Hivatal

A korszerű mechanikai anyagvizsgálat mérés technikai igényei

Dr. Havas István, Budapesti Műszaki Egyetem

A korszerű anyagvizsgáló gépek mérés technikai és szoftver-adottságai

Tóth Péter, Testor BT.

12.30 óra: ÁLLAPOTELLENŐRZÉS, DIAGNOSZTIKA

Humanoid látómodulok, *Dr. Greguss Pál, Budapesti Műszaki Egyetem*

Rendszerszintű fizikai állapotvizsgálat,

mint az állapotfüggő karbantartás eszköze, *Békési András, AGMI Rt.*

Vegyipari technológiai berendezések állapotellenőrzési és diagnosztikai rendszere

Szutor István, Tiszai Vegyi Kombinát

Korszerű elektromágneses vizsgálóberendezések, *N. Riess, Helling GmbH.*

Tisztelettel meghívjuk fórumunkra érdeklődő munkatársaival együtt.

Szeretettel várjuk!

A szerkesztőbizottság nevében:

Dr. Lehofer Kornél
felelős szerkesztő

RmV-HELYZETKÉP – NDT-REVIEW – ZfP RUNDSCHAU

Minőségbiztosítás – Quality assurance – Qualitätssicherung

- Karsai István: Anyagvizsgálók felelősége a minőségbiztosításban – a GTE Anyagvizsgáló Szakosztály szerepe a hazai roncsolásmentes vizsgálatok fejlesztésében — Responsibility of the material testers for quality assurance – the role of the GTE Material Testing Division in development of the home NDT — Verantwortung der Materialprüfer für Qualitätssicherung – die Rolle der GTE Fachabteilung für Materialprüfung in Entwicklung der heimische ZfP ... 43
- Somogyi Sándor: A roncsolásmentes anyagvizsgálók tanúsítása a nyomástartó berendezések különféle előírásai szerint — Certification of the NDT-personal by the different regulation of pressure vessels — Bezeugung der ZfP-Personale nach verschiedene Vorschriften für Druckbehälter ... 46
- Trampus Péter: Elvárások és gyakorlat az atomerőművi roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítése terén — Requirements and practice on qualification of the NDT-system for NPP — Anforderungen und Praxis in Qualifikation der ZfP-Systeme für KKW ... 48
- Lehoczky György: Nagy térfogatú tárolótartályok építésének komplex roncsolásmentes vizsgálata és felügyelete — Complex NDT and supervision of the big volume storage tanks under building — Komplexe ZfP und Überwachung der Behälter mit großem Rauminhalt unter dem Bau ... 51
- Fücsök Ferenc: A roncsolásmentes anyagvizsgáló személyzet megbízhatóságának mérése, 2. rész — Measuring of reliability of the NDT-personal, 2nd part — Messung der Zuverlässigkeit von ZfP-Personale, 2. Teil ... 52

Ultrahangvizsgálat – Ultrasonic testing – Ultraschallprüfung

- Paul Ryan: Csővezetékek minőség-ellenőrzése fejlett ultrahangvizsgálati módszerekkel — Quality control of pipe-line by advanced ultrasonic test methods — Qualitätskontrolle der Rohrleitungen mit entwickelt Ultraschallprüfmethoden ... 55
- Czibula Mihály: REFLEKTOR 3D anyaghiba adatbázis megjelenítő program — REFLEKTOR 3D data base management program for material failure — REFLEKTOR 3D Datenverarbeitung-Program für die Materialfehler ... 59
- Palásti József, Pinczés János, Czibula Mihály, Doszpod Barna: Gépi ultrahangos rendszerek regisztrátumainak feldolgozási tapasztalatai a Paksi Atomerőműben — Experience of data processing of the mechanized ultrasonic testing system in Paks NPP — Verarbeitungserfahrungen der Registrierung von mechanisierte Ultraschallprüfung-Systeme in Paks KKW ... 61
- Palásti József, Pinczés János, Szabó Dénes: Kísérőjelek segítségével végzett méret-meghatározások tapasztalatai a gépi ultrahangos vizsgálatok során — Experience of measurement determination by satellit puls of the mechanized ultrasonic test — Erfahrungen der Meßbestimmungen mit satellit puls der mechanisierte Ultraschallprüfung ... 64

Akusztikus emisszió – Acoustic emission – Schallemission

- Czigány Tibor, Marosfalvi János: A károsodási zóna meghatározása polimer kompozitoknál akusztikus lokációval — Determination of the failure zone of polymer composite by acoustic localization — Bestimmungen der Sadenzone der Polymer Verbund mit akustischer Lokalisation ... 66

Örvényáramos vizsgálat – Eddy current test – Wirbelstromverfahren

- Dóczy Miklós, Buglyó Imre, Takács Gyula: Gőzfejlesztő hőátadó csővei örvényáramos vizsgálatának eredményei Pakson — Eddy current test's results of heat transfer tubes of the steam generator in Paks NPP — Wirbelstrom-Prüfergebnisse der Wärmeübertragungsrohre von Dampferwickler in Paks KKW ... 69
- Lautner Nándor, Kulcsár Tibor, Skopál István: Hajtűcsövek íveinek ellenőrzése örvényárammal — Investigation of hairpin tubes by eddy current method — Prüfung der Haarnadelrohre mit Wirbelstromverfahren ... 71
- Vértessy Gábor: A mágneses tér nagy érzékenységű mérési módszere és alkalmazása az elektromágneses roncsolásmentes anyagvizsgálatban — High sensitiveness method for measuring of the magnetic field and its application for the electro-magnetic NDT — Hoheempfindliche Methode für Messung des Magnetfeld und seiner Anwendung für elektromagnetische ZfP ... 72

Radiográfia, sugárvédelem – Radiography, radiation protection – Radiographie, Strahlenschutz

- Balaskó Márton, Szikra István, Kuzén Zoltán: Hűtőgép-termostátok vizsgálata dinamikus neutron-radiográfiával — Investigation of refrigerator thermostat by dynamic neutron radiography — Prüfung des Kühlerthermostat mit dynamische Neutronradiographie ... 74
- Szakács Sándor: Ipari röntgenfilmrendszerek osztályozása és minőségbiztosítása — Classification and quality assurance of the industrial X-ray film systems — Klassifizierung und Qualitätssicherung der industriell Röntgenfilm-Systeme ... 76
- Skrek Mátyás, Tóth Endre: A magyar defektoszkóppal szemben támasztott követelmények — Requirements against the home defectoscope — Anforderungen gegen der heimische Defektoskope ... 77
- Jung József: Az ipari radiográfia új, sugárvédelmi szabványai — New standards for radiation protection of the industrial radiography — Neue Standards für Strahlenschutz der industriell Radiographie ... 78

Felületvizsgálat – Surface testing – Oberflächenprüfung

- Mohácsi Gábor: A Welch Allyn új videoendoszkópja — New Welch Allyn's videoendoscope — Neues Videoendoskop von Welch Allyn ... 80
- Orentsák Géza: Környezetbarát folyadék-behatolási vizsgálat ipari gyakorlata — Industrial practice of the environment friend liquid penetrant testing — Industriell Praxis der umweltfreundliche Eindringverfahren ... 82

Méréstechnika – Measuring technics – Meßtechnik

- Bodolai Tamás: A termovízió alkalmazása az MBVTI Kft. laboratóriumában — Application of thermovision in MBVTI Ltd's laboratory — Anwendung der Thermovision in MBVTI GmbH. Laboratorium ... 84
- Kovács Miklós: Repülőgép hajtóművének rezgésmérése — Measuring of vibration on the aircraft's driving mechanism — Vibrationsmessung des Flugzeuggetriebe ... 84
- Forgács Endre, Terpó György, Bene László, Tóth Gyula: Egytengelyűség-hiba lézeres és rezgéstani vizsgálatának összehasonlítása — Comparison of one-axis error measured by laser and vibration method — Vergleich die Laser- und Vibration-Meßmethode für Einachsigsigkeitsfehler ... 86
- Száva János, Varga Béla: Fakötések és emberi csontok roncsolásmentes vizsgálata holografikus interferometria segítségével — NDT of wood-joints and human bones by holographical interferometry — ZfP der Holz-Bindungen und human Knochen mit holographische Interferometrie ... 88

Technológia – Technology – Technologie

- Bogár József, Takács József: Etánmentesítő torony gyártási és vizsgálati problémái — Manufacturing and testing problem of deethaning tower — Herstellungs- und Prüfungsprobleme des Deethanierenturm ... 89

Bemutatjuk alabort – The... laboratory is introduced – Wir stellen das Labor....vor

- Subkégel Jenő: A bányászati célt szolgáló vizsgálóállomásokon végzett vizsgálatok köre és a vizsgálóállomások bányafelügyeleti engedélye — Test stations for mining: testing round and their authorization by mining supervision — Prüfstationen für Bergbau: Prüfungsbereich und ihre Bewilligung mit Bergbauüberwachung ... 92

MÉRFÖLDKÖVEK – MILESTONE – MEILENSTEIN: Dr. Főzy Gyula

MŰSZERES ANALITIKA – ANALYSIS WITH INSTRUMENT – INSTRUMENTELLE ANALYSE

- Kántor Tibor: 8. Szilárdmintás Spektrokémiai Kollokvium, Budapest, 1998. szept. — About 8th Solid Sampling Spectrometry Colloquium, Budapest, Sept. 1998. ... 94
- SZABVÁNYOSÍTÁS – STANDARDISATION – NORMUNG ... 95
- ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER ... 96

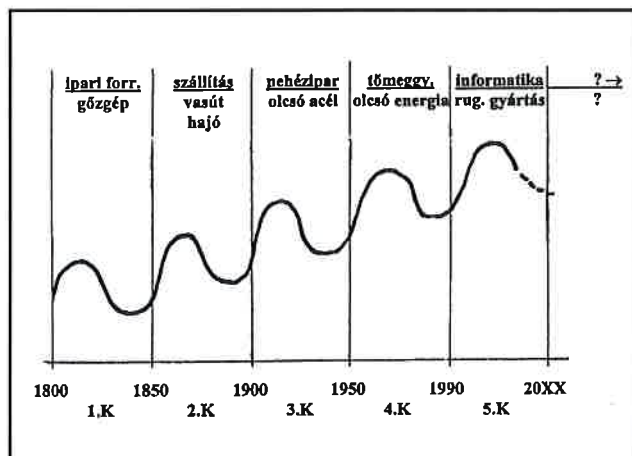
Anyagvizsgálók felelőssége a minőségbiztosításban – a GTE Anyagvizsgáló Szakosztály szerepe a hazai roncsolásmentes vizsgálatok fejlesztése terén

Dr. Karsai István*

Bevezetés

Az ipari forradalom új fejezetet nyitott az emberiség történetében: rohamos fejlődés indult meg a technika és a gazdaság területén is. Ez a fejlődés – bár tendenciáját tekintve egyértelműen emelkedő jellegű – változva növekedési és visszaesési szakaszokat tartalmaz.

Először a közgazdászok vizsgálták mélyrehatóbban a jelenséget és Nikolaj Kondratyev fogalmazta meg 1926-ban a ciklusosságra vonatkozó elméletét. E szerint a fejlődésben 50-60 éves periódusokat lehet felfedezni, és a ciklusok emelkedő szakaszát jelentős találmányok, kulcstechnológiák megjelenése indítja el (1. ábra).



1. ábra. Kondratyev – ciklusok

Az egyes ciklusokhoz tartozó meghatározó események fellépése a görbeszakaszok mélypontjához tartozik. Mint az ábrából kitűnik, jelenleg az 5. Kondratyev-ciklusban vagyunk [1], amelyben az információs technika, a tudásalapú társadalom a meghatározó tényezők. Erre a szakaszra a minden téren megnyilvánuló magasabb igények jellemzőek. A fogyasztó, a felhasználó a szerkezeti anyagokkal szemben is új követelményekkel lép fel: a megkívánt minőséget biztosan garantáló, egyenletes tulajdonságú anyagokat igényel, amelyekkel

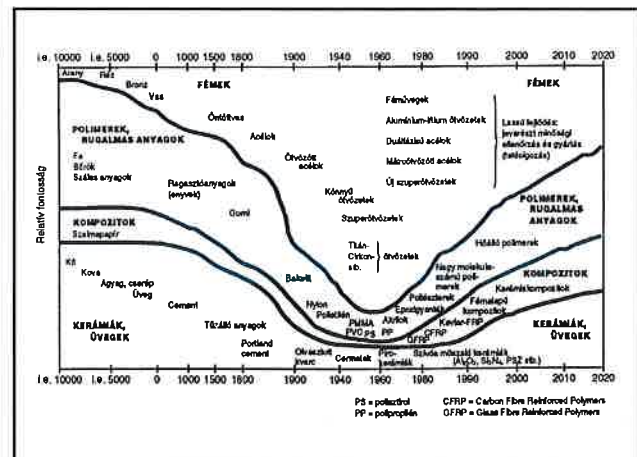
- újszerű konstrukciók megoldások lehetségesek;
- kisebb fajlagos anyagfelhasználás mellé kedvező hatékonyságú feldolgozási technológia társul;
- a biztos és tartós üzemeltetés garantált;
- a megsemmisítés, vagy a termelésbe való visszaforgatás (újrahasznosítás) a környezet minimális károsításával jár.

Vagyis a termék „korszerűségét”, használati értékét többé már nemcsak az egyszerű célra való alkalmassága dönti el, hanem gazdasági, esztétikai, ergonomiai, biztonsági és ökológiai megfontolások is közrejátszanak a minősítésben.

A történelem során a természeti anyagok (fa, bőr, kövek) mellett a műszaki szerkezetek legfontosabb anyagai a fémek voltak. A XX. században a „klasszikus” szerkezeti anyagok palettája kibővült, külön-

leges, nagy teljesítményű fémek és új anyagok jelentek meg: a polimer, kompozit, kerámia. Ezek egymáshoz képesti relatív fontosságának változását az 1900-as évektől kezdődően a 2. ábra mutatja [2]. Az ábrából kitűnik, hogy a fémeknek (ötvözeteknek) az új anyagok növekvő jelentősége ellenére még ma is nagy fontosságuk van. Ez a megállapítás különösen a szerkezetépítés (épület- és tartószerkezetek; járműszerkezetek; energiaipari szerkezetek, berendezések; vegyi- és élelmiszeripari berendezések stb.) területére igaz.

A Fraunhofer Institute (Karlsruhe) kutatásai alapján az Euromaterials az 1994. májusi számában összehasonlítást közöl a jövő századi szerkezeti anyagok 2000. évi előre jelzett státuszáról [3]. Az összehasonlítás alapja a fent jelzett nagy teljesítményű (fokozott követelményű) anyagok 1993-ban elfoglalt státusza és annak várható változása az alapkutatás – alkalmazott kutatás – piaci megjelenés – rendszeres felhasználás folyamatban. A tanulmány szerint a sorban a nagy teljesítményű fémek állnak elől.



2. ábra. Szerkezeti anyagok fejlődése

A vizsgáló felelőssége

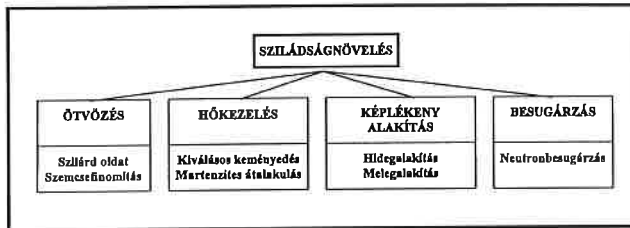
A szerkezetek gyártásában a fémek között ma is meghatározó szerepe van az acélnek.

Az ipar a felhasználási céltól függő tulajdonságokkal rendelkező szerkezeti acélok széles skáláját kínálja a felhasználóknak. A következőkben csak példaképpen a hegeszthető szerkezeti acélokkal kapcsolatos néhány – az anyagvizsgálókat közvetlenül is érintő – problémával foglalkozunk röviden, megjegyezve, hogy a vizsgálatokra vonatkozó megállapítások általános érvényűek.

A felhasználói igény a nagy szilárdságú, egyben elegendően szívós és kedvező technológiai tulajdonságú acélokra irányul. A téma gazdasági és műszaki szempontból egyaránt fontos, mert a nagyobb szilárdságú anyagból könnyebb önsúlyú szerkezet készíthető, miközben a kisebb falvastagság növekvő biztonságot jelent a rideg töréssel szemben.

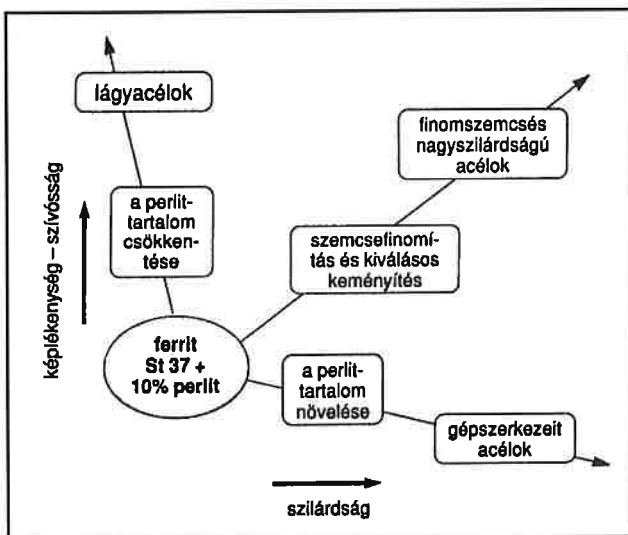
A szilárdság növelésére elméletileg sokféle lehetőség van. Nagyon leegyszerűsítve a kérdést, ezek négy fő csoportba sorolhatók (3. ábra). A hegeszthető szerkezeti acélok esetében azonban ezek közül a beavatkozás határfokát tekintve kézenfekvőnek látszik az ötvöztetés nyújtotta

* Magyar Mérnökakadémia



3. ábra. Szilárdságnövelési lehetőségek

előnyök kihasználása, ugyanis a ferrit szilárdsága jelentős mértékben növelhető a ferritben oldódó ötvözőelemekkel. A legnagyobb szilárdságnövekedést az intersticiósan oldódó karbon biztosítaná, azonban a szénttartalom növelése csak viszonylag szűk határok között lehetséges, mivel a szívósságot csökkenti és edződési veszélyt okoz. Ugyanakkor a szubsztitúciósan oldódó Ni a szilárdságot és a szívósságot is növeli. Még jobb eredményt ad a szemcséfinomító ötvözők használata. Ez látható a [4] alapján bemutatott 4. ábrán is.

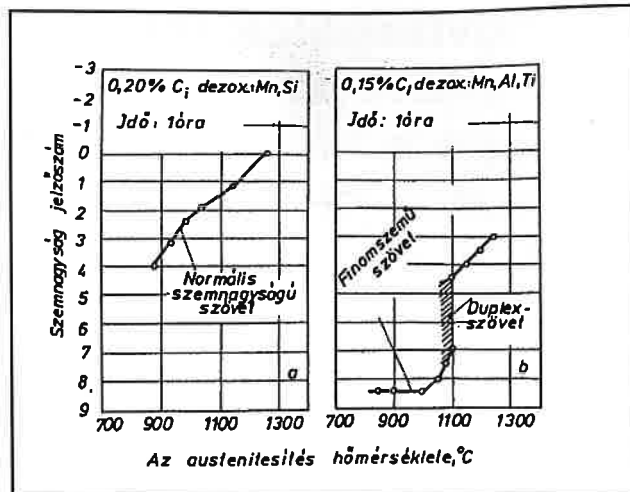


4. ábra. Az acél fejlesztésének fő irányai

A hegesztett szerkezetekben különösen fontos követelmény a megfelelő szívósság, vagyis hogy az acél ellenálló legyen a repedés keletkezésével, valamint a meglévő repedés terjedésével szemben is. A követelményeknek a különlegesen dezoxidált, csökkentett szénttartalmú, mikroötvözött, kén- és zárványszegény acélok felelnek meg; amelyek szemcséfinomsága a Taylor-skála szerinti 5-ös, vagy annál nagyobb jelzőszámmal jellemezhető.

Egy adott kémiai összetételű anyag tulajdonságait a szövetszerkezete határozza meg. A szövetszerkezet egyik mennyiségi jellemzője a szemcsenagyság, ami az ausztenit szemcseméretétől és a hűlési viszonyoktól függ. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy a szemcseméret-változás jellege is eltérő a különböző anyagoknál: míg például csak Si-al dezoxidált anyagban a 900–1300 °C hőmérsékleti tartományban a változás folyamatos (5a. ábra), az Al+Ti-al dezoxidált finomszemcsés acél esetében az 1100 °C körüli hőmérsékleten ugrásszerűen durvul a szemcseszerkezet (5b. ábra). A finomszemcsés anyag mind a melegalakításnál lezajló hőciklusokra, mind a hegesztési hőfolyamatokra fokozottan érzékeny.

A BME Mechanikai Technológia Tanszékén kísérleteket végeztünk a növelt folyáshatású, szemcséfinomított acélok hőfolyamatoktól függő szemcsedurulásának vizsgálatára. WTX70 típusú anyagon végzett vizsgálatok eredményeként megállapítottuk, hogy az eredetileg 12-es szemcséfinomságú anyag –40 °C alatti kritikus átmeneti hőmérséklete (TTKV) az eldurvult 5–7 jelzőszámú szemcseszerkezet esetében drámaian megváltozott +20 °C körüli értékre. Mindezekből egyértelműen következik, hogy a hasonló anyagok feldolgozása csak szigorúan előírt, betartott és folyamatosan ellenőrzött technológiával engedélyezhető.



5a. ábra. Az acél szemcsenagyságának változása (durvaszemcsés acél)

5b. ábra. Az acél szemcsenagyságának változása (finomszemcsés acél)

A hegesztett szerkezetek törését szinte kizárólag a feszültséggyűjtő helyekről kiinduló repedések okozzák. A hegesztett kötések egyértelműen feszültséggyűjtő hatásúak részben a varratok geometriai kialakítása, részben a kötés szövetszerkezeti inhomogenitása, valamint az esetleges anyagfolytonossági hiányok (varrathibák) miatt. Különösen veszélyesek az éles bemetszést jelentő kétdimenziós, repedés jellegű hibák, mivel azok a kisebb szívósságú anyagokban az igénybevételtől függően rideg törés, vagy fáradt törés kiinduló helyei lehetnek.

Ömlesztő hegesztéseknél gyakori az alakhibák közé sorolt 500 kódjelű szegélyhiba. Ez a felületen megjelenő, a varratszegélyben kialakult – gyakran éles – bemetszés jellegű hiba. Ismeretes, hogy a ridegtörési veszély szempontjából a felületi hibák lényegesen veszélyesebbek a belső hibákhoz képest – és ez a jelenség fokozottan mértékben érvényes az acél folyáshatárának növekedésével. Különböző folyáshatárú acélokat vizsgálva az $R_{p0.2} = 280\text{--}1480$ MPa tartományban, [5] összehasonlítást tett az ugyanolyan geometriájú felületi és belső anyaghiba esetében. Az eredmények egyértelműen igazolták, hogy a felületi hibák veszélyesebbek, valamint azt is, hogy a repedés-terjedési érzékenység a szilárdság növelésével erőteljesen növekszik.

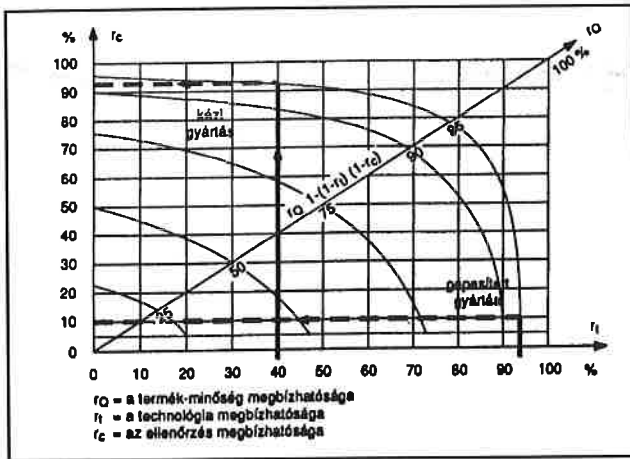
Mindezekből világos, hogy a nagy szilárdságú, hegeszthető acélok esetében fokozott gondot kell fordítani a varratszegélyek ellenőrzésére és a hőhatásövezet repedésvizsgálatára; felértékelődnek a vizuális, penetrációs, mágnesporos és örvényáramos felületi vizsgálati módszerek; igény jelentkezik új eljárások alkalmazására; objektív, reprodukálható és dokumentált vizsgálatokra van szükség. Ez mind az anyagvizsgáló felelősségének növekedését jelzi.

Egy termék megbízhatósága a technológia és az ellenőrzés függvénye. A megbízhatóság valószínűségszámítási alapon a

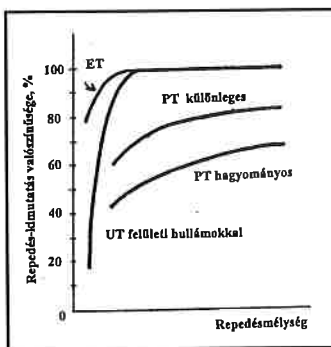
$$t_Q = 1 - (1 - t_t)(1 - t_c)$$

összefüggéssel számítható (6. ábra), ahol a t_Q a termék megbízhatósága, a t_t a technológia, és a t_c az ellenőrzés megbízhatóságát jelenti. Az ábrából is egyértelmű, hogy egy bizonyos megbízhatóság elérhető nagy megbízhatóságú technológiával (gépesített gyártás) és viszonylag kisebb mennyiségű ellenőrzéssel, vagy úgy is, hogy a gyártás kevésbé megbízható, nem homogén minőségű, ebben az esetben azonban fokozott ellenőrzés szükséges. Ez utóbbi nem csak mennyiségi, de minőségi értelemben is igaz.

A megbízhatóbb, jobb minőségű termék előállítására irányuló erőteljes megnövekedett fogyasztói igények teljesítése az egész folyamat minél részletesebb megismerését, ellenőrzését és vizsgálatát követeli meg mind műszaki, mind gazdasági szempontból. Ebben a folyamatban egyre nagyobb és felelősségteljesebb feladat hárul az anyagvizsgálókra és ezen belül kiemelten a roncsolásmentes vizsgálatokat végzőkre.



6. ábra. Termékminőség a technológia és az ellenőrzés függvényében



7. ábra. Felületi hibakimutatási érzékenység összehasonlítása

érzékelte a 7. ábra, amely néhány felület-vizsgáló eljárást hasonlít össze a repedés kimutatási érzékenységük (hatékonyságuk) szempontjából.

Az ábra is jelzi, és az előzőekben megfogalmazott gondolatokból is következik, hogy az anyagvizsgáló adott esetben nemcsak a vizsgálat szakszerű elvégzéséért, hanem a célnak leginkább megfelelő eljárás, azon belül a módszer megválasztásáért is felelősséggel tartozik.

A GTE szerepe

Az anyagvizsgáló végigkíséri a terméket annak gondolata megszületése pillanatától a gyártáson keresztül az üzemeltetés végső pillanatáig. Szerepét és helyét a minősbiztosítási folyamatban a 8. ábra szemlélteti. Munkája ellátásához széles körű tárgyi ismeret, szak-

VIZSGÁLATOK A HEGESZTETT SZERKEZETEK MINŐSBIZTOSÍTÁSÁBAN				
TERVEZÉS	GYÁRTÁS			ÜZEMELÉS
	ELŐTT	KÖZBEN	UTÁN	
korszerű - elv - anyag - technológiai vizsgálhatóság	hegeszthetőség előgyártm. kész. - minőség-ellen. raktározás - azonosítás - válogatás adagolás - válogatás - ellenőrzés (pl. rétegség) gyártás- előkész. - eljárás vizsg. - beg. minősítése - techn. próba	munka-/kondíció- próba futóellenőrzés - geometria - felületi gyártás-ellen. - átvétel szerinti R és R _m vizsgálat	végátvétel - szerkezeti vizsg. - roncsolásmentes (R _m) vizsg. "null-állapot" meghatározás	károsodások - felületi - korróziós - repedés hibatörténet állapotvizsg.

8. ábra. Az anyagvizsgálat helye a minősbiztosításban

mai elkötelezettségre és nem utolsósorban magas szintű etikai magatartásra van szükség. A szakmai megfelelısség iniciálására és gondozására kezdettől fogva a Gépipari Tudományos Egyesület vállalkozott.

Az első, e téren kifejtett tevékenysége az ipari röntgenvizsgálatokkal kapcsolatos. Magyarországon a radiográfia ipari alkalmazásának kezdete 1948-ra tehető. Az akkori Híradástechnikai Tudományos Egyesületben működő néhány szakember felismerve a radiográfia fontosságát és látván, hogy a helyzet sem a vizsgáló szakember ellátottság, sem berendezések szempontjából nem kielégítő, hozzáátott a megfelelő hazai szabványok és röntgenberendezések kérdésének rendezéséhez. Ez a munka 1952-ig a Gépipari Tudományos Egyesület Technológiai Szakosztálya keretében folyt.

1957. május 29-én a Technológiai Szakosztályból kivált csoport megalakította a GTE Anyagvizsgáló Szakosztályt, amely hat szakbizottságot állított fel. Ezek egyike a „Roncsolásmentes belsőhiba-kutatási”, későbbi nevén „Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szakbizottság” (RASZ) volt. A szakbizottság célja a roncsolásmentes anyagvizsgáló kultúra fejlesztése; új módszerekről, ezek eredményeiről széles körű tájékoztatás adása. Ennek megfelelően a fő feladatait a következőkben fogalmazta meg:

- szabványosítási munkában való részvétel;
- eszközfejlesztési munkában való részvétel;
- vizsgálószemélyzet képzése;
- szakmai információs tevékenység;
- bekapcsolódás a nemzetközi szakmai életbe.

A szakbizottságban kezdetben még együtt voltak a radiográfiai és az ultrahangos eljárások, azonban a fejlődés következtében 1961-ben a szakbizottságon belül különvált a Radiográfiai Szakcsoport és az Ultrahangos Szakcsoport, ez utóbbi magába foglalta a felületvizsgáló szakembereket is.

A szakcsoportok munkájában kezdettől fogva a legkiválóbb ipari szakemberek, kutatóintézeti munkatársak és egyetemi oktatók vettek részt.

A GTE és ezen belül a szakbizottság történetével és munkásságával az elmúlt években, részben a jubileumi események kapcsán, több előadás, cikk foglalkozott. Részletes információk találhatóak a témáról például a [6], [7], [8] és [9]-ben. Ezúttal csak az előadás szempontjából fontosabb néhány évszám kiemelése indokolt a RASZ „újabb kori” történetéből kronologikus felsorolásként:

1970. – csatlakozás a Nemzetközi Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szövetség (ICNDT) szervezethez.

1973. – a VII. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Világkongresszuson (WCNDT) a vizsgálószemélyzet képesítésével foglalkozó testület felkérése alapján részvétel a harmonizációs előkészítő bizottság munkájában.

1974–76. – átállás a 3 fokozatú oktatási rendszerre.

1983. – bilaterális szerződés az ÖGZfP-vel.

1986. – bilaterális szerződés a DGZfP-vel.

1994. – az EN473 európai szabvány átvétele a magyar szabvány rendszerbe.

1995. – IX. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szeminárium. Az önálló magyar roncsolásmentes vizsgáló szervezet megalakítása gondolatának felvetése.

1997. – új szervezeti, működési forma keresése a RASZ részére, az együttműködés célszerű és lehetséges formáinak vizsgálata más szakmai szervezetekkel.

A felsorolás korántsem teljes, de így is érzékelteti, hogy egy társadalmi szervezet milyen jelentős szerepet játszhat egy-egy problémakör kezelésében; egyben arra is utal, hogy a szakma érdekében a tudományos egyesület és a rokon célú szervezetek között a lehetőség szerinti szoros együttműködésre van szükség.

Összefoglalás

A korszerűbb anyagok használata, a szerkezetek működési biztonságának fokozására irányuló igények előtérbe helyezik a roncsolásmentes anyagvizsgáló tevékenységét.

Megnőtt a vizsgáló felelőssége az eljárások kiválasztása és leghatékonyabb alkalmazása, valamint a vizsgálati eredmények interpretálása terén. Ehhez a technikai fejlődés olyan eszközöket adott a vizsgáló kezébe, amelyek révén mind pontosabb hibadiagnózis készíthető, a törésmechanika eredményei alapján pedig a feltárt hibák tényleges veszélyességét – az adott igénybevételi viszonyok között – az elfogadható kockázat szintjén el lehet bírálni.

A végső minősítés elkészítéséhez azonban a vizsgálati eredmények mellett számos más tényezőt is figyelembe kell még venni a környezeti és társadalmi kockázatok minimalizálása érdekében.

Az anyagvizsgáló munkája tehát sok szálon kapcsolódik más területekhez; a kívánt cél elérése érdekében együttműködésre van szükség a különböző szakmai, tudományos és érdekvédelmi szervezetek között.

Irodalomjegyzék

- [1] B. Weiss: Persönliche Sichtweise über die neuen Technologien am Beginn des 21. Jahrhunderts, Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften (Zürich) 1995. évi kiadvány
- [2] Gáti J.: Polimerek és hegesztésük, Hegesztéstechnika IX.évf. 1998/3 (Budapest)
- [3] New Materials: 21st Century Technology, EuroMat 1994. (Weinheim, Németország)
- [4] Kóhalmi K. – Králik Gy. – Zsámbók D.: Acélgártás és felhasználás az ezredforduló küszöbén, Technika 1996.nov-dec. (Budapest)
- [5] Tóth L.: Hegesztett kötések megbízhatósága, a hibák veszélyességének megítélése, Hegesztéstechnika 1995/4 (Budapest)
- [6] P. Réti – I. Karsai: The History of Hungarian NDT Organization, Insight 1996. márc. The British Institute of NDT (Northampton, Anglia)
- [7] Tóth L.: A Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete alapításának 100 éves évfordulója, Gép 1997/7-8. (Budapest)
- [8] Lehofer K.: Anyagvizsgálóink tevékenysége a Gép tükrében, Gép 1997/7-8 (Budapest)
- [9] Lehofer K.: A honi anyagvizsgálat rövid története, Anyagvizsgálók Lapja 1997. (Budapest)

A roncsolásmentes vizsgálók tanúsítása a nyomástartó berendezések különféle előírásai szerint

Dr. Somogyi Sándor

A nyomástartó berendezést gyártók régi vágya, hogy egységes előírások szerint tervezett, gyártott és vizsgált berendezésekkel jelenhessenek meg a piacon. Ez a vágy, úgy tűnik, még sokáig csak álom marad, annak ellenére, hogy a globalizáció kényszerű hatására megindult harmonizáció ezen a területen is elkezdődött. Az eredmények biztónak tűnnek, mindaddig, amíg alaposabban vizsgálat alá nem vesszük a megjelent irányelveket és más előírásokat.

Kezdjük az EU rövidesen hatályba lépő 97/23/EC sz. irányelve előírásrendszerének az elemzésével. Ez az irányelv már a *global approach*, az *átfogó megközelítés* elvének megalkotása és bevezetése után született, ún. generációs irányelv. A nyomástartó berendezésekre vonatkozó, kötelező és lényeges biztonsági követelmények az irányelv I. függelékében találhatóak. A 3.1.3. sz. szakasz tartalmazza a személyzet tanúsítására vonatkozó előírásokat:

A nyomástartó berendezések kötéseinek roncsolásmentes vizsgálatát csak megfelelően minősített személy végezheti. A III. és IV. osztályba tartozó berendezések vizsgálatát végző személyzet minősítését a tagállamok által a 13. cikkely alapján elismert független harmadik fél végezheti.

A nyomástartó berendezések osztályba sorolása a hivatkozott irányelv II. függelékében található nomogramok segítségével viszonylag könnyű, ezzel nem kívánok részletesen foglalkozni. Az említett III. és IV. osztály nagyjából megfelel a hazai szabályzatok szerinti közepes és nagy veszélyességű nyomástartó edényeknek, illetve az A kategóriájú kazánoknak. Ide kell sorolni még a biztonsági szerelvényeket is (IV. osztály), ahol szintén adódhatnak roncsolásmentes vizsgálati feladatok. Természetesen főleg a gyártás során, gondolok itt elsősorban a szerelvényházak, vagy a záró felületek repedésvizsgálatára, pl. felrakó hegesztés után.

Nézzük, mit tartalmaz a hivatkozott 13. cikkely:

Elismert (független) harmadik félként működő szervezetek

1. A tagállamok kötelesek értesíteni a Bizottságot és a többi tagállamot azon szervezetekről, amelyeket az I. függelék 3.1.2. és 3.1.3. bekezdéseiben leírt feladatok végzésére elismertek.

A Bizottság köteles az Európai Közösségek hivatalos lapjában az elismert szervezetek listáját közzétenni, az elismerés tárgyát képező feladatait feltüntetésével. A Bizottságnak a listát naprakészen kell vezetnie.

2. A tagállamoknak a IV. függelékben leírt feltételeket kell alkalmazniuk a szervezetek elismerésénél. A vonatkozó harmonizáló szabványoknak megfelelő szervezetekről vélelmezni kell, hogy megfelelnek a IV. függelék vonatkozó követelményeinek is.

3. A tagállam a már elismert szervezettől köteles visszavonni az elismerést, ha úgy ítéli meg, hogy a szervezet már nem felel meg a 2. bekezdésben leírt követelményeknek. Az elismerés visszavonásáról egyidejűleg értesítenie kell a tagállamokat és a Bizottságot.

A kereszthivatkozások miatt el kell olvasni a IV. függelék követelményeit is, nevezetesen:

Alapkövetelmények a 12. cikkelyben hivatkozott bejegyzett testületek és a 13. cikkelyben hivatkozott elismert független harmadik félként tevékenykedő szervezet kijelölésénél

1. Az értékelő és tanúsító tevékenység végrehajtásáért felelős testület, annak igazgatója és személyzete nem lehet a testület által ellenőrzött nyomástartó berendezés vagy rendszer tervezője, gyártója, szállítója vagy szerelője, sem a felek meghatalmazott képviselője. Nem vehet részt közvetlenül a nyomástartó berendezés tervezésében, gyártásában, forgalmazásában vagy karbantartásában és nem képviselheti az e tevékenységekben érintett feleket és az intézményt. Ez a feltétel azonban nem zárja ki műszaki információcseré lehetőségét a nyomástartó berendezések, vagy létesítmények gyártója és a bejegyzett testület között.

2. A testület és személyzete köteles az értékelést és tanúsítást a szakmai függetlenség és a műszaki hozzáértés legmagasabb fokán végezni és legyen mentes minden olyan, elsősorban a tanúsítás eredményében érdekelt személyektől vagy csoportoktól származó hatástól és befolyástól, különösen a pénzügyitől, ami befolyásolhatja a tanúsítás eredményeinek megítélésében.

3. A testület rendelkezzen az ellenőrzési és felügyeleti tevékenység

műszaki és adminisztratív végrehajtásához szükséges személyzettel és eszközökkel, valamint hozzáférhető legyenek számára a speciális tanúsítási feladatok végrehajtásához szükséges berendezések.

4. Az ellenőrzési tevékenységért felelős személyzet

- rendelkezzen alapos műszaki és szakmai ismeretekkel;
- rendelkezzen elegendő ismerettel a testület által végzett ellenőrzés követelményeiről és kellő gyakorlattal annak végrehajtásában;
- legyen képes az ellenőrzés végrehajtását bizonyító jelentések, jegyzőkönyvek és tanúsítványok kiállítására.

5. Biztosítani kell az ellenőrző személyzet függetlenségét; díjazása nem függhet sem az elvégzett ellenőrzések számától, sem azok eredményétől.

6. A testület rendelkezzen felelősségbiztosítással, kivéve, ha a nemzeti törvények alapján ezt az állam szavatolja, vagy közvetlenül maga a tagállam felelős az ellenőrzésekért.

7. A testület személyzete szakmai titoktartásra kötelezett valamennyi információ vonatkozásában, amelyhez jelen irányelv vagy az azt hatályba léptető nemzeti törvény alapján végzett tevékenység során hozzájut (kivéve a tevékenység helyszínét képező állam illetékes adminisztratív hatóságait).

A függelék áttekintése után két lényeges információ birtokába jutunk. Tudjuk azt, hogy milyen osztályú berendezés roncsolásmentes vizsgálatánál kötelező a roncsolásmentes vizsgálószemélyzet minősítése (független) harmadik fél által; s nagyjából az is egyértelmű, hogy mely szervezetek lesznek jogosultak a tanúsításra.

Nem egyértelmű viszont, milyen előírás alapján kell a személyzet minősítését lefolytatni, és a tanúsítványokat kiadni. Kézenfekvőnek tűnik a válasz: természetesen az EN 473. Kézenfekvő, de nem biztos, hogy minden esetben igaz. Legalábbis nem egyértelmű és nem kizárólagos. Miért?

Az irányelv hatálybalépését megelőzően már megkezdődött és most is folyik azon EN termékszabványok kidolgozása, amelyek majd tartalmaznak a részletes műszaki követelményeket az irányelv minimális biztonsági követelményeinek a megvalósításához. A teljesség igénye nélkül néhány szabvány: EN 12 952 (sorozat): Vízcsöves kazánok. EN 12 953 (sorozat): Lángcsöves kazánok. EN ISO 4162 (sorozat): Biztonsági szerelvények.

Ezek a szabványok (talán) majd kiváltják a jelenleg érvényes (nemzeti) nyomástartó berendezés szabályzatok és szabványok egy részét, illetve azok egyes fejezeteit. Az bizonyára mindenki számára ismeretes, hogy az EU-irányelv hatálya csak a berendezés gyártására vonatkozik, beleértve azok megfelelőségének tanúsítását és forgalomba hozatalát. A berendezések üzemeltetésére továbbra is a tagországok (nemzeti) szabályzatai illetve más jogszabályai vonatkoznak.

Az EU tagországainak területére a jövőben is érkeznek majd más előírások alapján tervezett, gyártott és vizsgált nyomástartó berendezések. Elsősorban az olajipar, az off-shore és a vegyipar területén, de más gazdasági ágazatokban is alkalmaznak olyan nemzetközileg ismert és elfogadott előírásokat, mint az API vagy az ASME.

Az EU-irányelv nem adja meg, hogy milyen szabályzat vagy szabvány szerint kell az edényt méretezni. A tervezésre vonatkozó I. függelék szerint:

2.1.2. A nyomástartó berendezést minden lényeges tényező figyelembevételével, megfelelő módon kell tervezni, biztosítva a berendezés biztonságos üzemelését a tervezett élettartama idejére.

A tervezés során megfelelő biztonsági tényezőket kell alkalmazni, olyan, minden részletre kiterjedő ismert módszerek felhasználásával, amelyek alkalmasak a lehetséges meghibásodások kiküszöbölésére, megfelelő biztonsági tartalékok beépítése útján.

2.2.3. Méretezési módszer

Az alkalmazott méretezési módszerek adnak megfelelő biztonsági tartalékot, összhangban a 7. szakasz követelményeivel, ahol az alkalmazható.

A fenti követelmények bármely alábbi módszer alkalmazásával,

illetőleg, ha szükséges, más módszerekkel kiegészítve, vagy azok együttes alkalmazásával teljesíthetők:

- méretezés képletek alapján,
- méretezés elemzés útján,
- törésmechanikai méretezés.

2.2.4. Kísérleti tervezési módszer

A berendezés terveinek megfelelőségét részben vagy egészben igazolni lehet a berendezést vagy a berendezés osztályát reprezentáló mintadarabon lefolytatott vizsgálati program alapján.

Ha fentiek alapján a berendezést pl. ASME-szabályzat alapján tervezték, ez azt jelenti, hogy az adott szabályzatban leírt módszerekkel kell a berendezés vizsgálatát elvégezni. Itt jegyzem meg, hogy a különféle szabályzati követelmények „összesmosása”, ami a hazai gyakorlatban sajnálatos módon még ma is elég gyakran előfordul, ellentétes a mértékadó mérnöki gyakorlattal.

A vizsgálati módszerekben és a terjedelemben meglévő különbségeken túl az EU- és az ASME-előírások lényegesen eltérnek a személyzet-tanúsítás vonatkozásában is. Az előzőekben hivatkozott EU-irányelv szerint a III. és IV. osztályba sorolt berendezéseknél kötelező a személyzetet (valamely tagállam által) elismert, független harmadik félként bejelentett szervezettel tanúsíttatni. Az alacsonyabb veszélyességi osztályba sorolt berendezések esetén nincs ilyen követelmény, pontosabban: semmilyen konkrét előírás nincs. Értelmszerűen az egyes tagországok eltérő módon szabályozhatják a tanúsítást ezen a területen. Abban lehet bízni, hogy a piaci körülmények között még az irányelv kötelező alkalmazásának időpontjáig (2002. május 29.) kialakulnak a szabályok.

Az ASME, a hegesztők minősítéséhez hasonlóan, a roncsolásmentes anyagvizsgálók képzését és tanúsítását is a berendezés gyártójának a hatáskörébe utalja. Gondolják végig, mekkora felelőséget vállal magára a gyártómű felelős vezetője, amikor egy néhány soros megbízólevélben kinevezi a III. fokozatú anyagvizsgálót a képzettséget és jártasságát igazoló dokumentumok alapján, esetenként vizsga nélkül. Talán nem mindenki tudja: ha a gyártó vonatkozó eljárás-utasítása ezt lehetővé tette, a III. fokozatú anyagvizsgáló korábban vizsga nélkül is eláthatta feladatát, beleértve a gyártó alkalmazásában lévő alacsonyabb fokozatú anyagvizsgáló személyzet képzését és minősítését, valamint az esetleges alvállalkozók jóváhagyását is.

Meg szeretném jegyezni, hogy az elmúlt időszakban az általam lefolytatott ASME szerinti vállalatminősítések során nem tapasztaltam eltérést a vizsgázott vagy a vizsga nélkül kinevezett III. fokozatú anyagvizsgáló szakember által tanúsított, irányított anyagvizsgálók munkájában, pontosabban: annak eredményében.

Időközben az ASME előírásai is megváltoztak. A vizsgálók minősítését szabályozó eljárási utasítás kidolgozásához kötelező jelleggel használt SNT-TC-1A "A roncsolásmentes anyagvizsgálók minősítésének és tanúsításának javasolt gyakorlata" című ASNT-irányelv 1992. évi kiadása előírja a III. fokozatú anyagvizsgálók minősítését vizsga alapján, az első alkalommal. A tanúsítvány öt évig érvényes, és vizsga nélkül meghosszabbítható, ha megfelelően bizonyítható az anyagvizsgáló folyamatos, megfelelő minőségű működése.

Természetesen, a vizsga önmagában nem elegendő, a III. fokozatú anyagvizsgálót a foglalkoztató cég vezetőjének ki kell jelölnie, illetve meg kell bízni a adott munkakör ellátásával. (Remélem, nem újdonság senki számára, hogy ez a követelmény megtalálható az MSZ EN 473 szabvány 3.10. pontjában „működési engedély” címszó alatt, mint a munkavégzés feltétele.)

Újabb változások is vannak, illetve lesznek. Az ANSI/ASNT CP-189-1995. sz. „A roncsolásmentes anyagvizsgálók minősítése és tanúsítása” című ASNT szabványt már elfogadta az ASNT központi tanúsítási programja: ACCP-1996 (ASNT Central Certification Program).

Az ASME értelmezése szerint a három tanúsítási rendszer (SNT-TC-1A, CP-189 és ACCP) egyenértékű. A nyomástartó berendezés gyártója választja meg, mely dokumentum alapján készíti el saját eljárás-uta-

sítását. A CP-189 és az ACCP a III. fokozatú anyagvizsgálónál érvényes ASNT-tanúsítványt követel meg.

A kazán és a nyomástartó edény szabályzatok és szabványok harmonizációját a Nemzetközi Szabvány Szervezet (ISO) is fontos feladatának tekinti. Az ISO TC 11 sz. műszaki bizottság, mint a terület gazdája, létrehozta a WG 10 sz. munkacsoportot, ahol folyamatban van egy olyan keretszabvány (ISO/WD 16528) kidolgozása, amely lehetővé teszi a tagországokban alkalmazott kazán és nyomástartó edény szabályzatok illetve szabványok harmonizálását.

A szabványtervezet szellemének megfelelően az ISO-tagországokban alkalmazott szabályzatokat illetve szabványokat az érdekelt ország bejelentése alapján az ISO/TC 11 titkársága (NBBI, USA) felveszi egy bizonyos rendszerességgel publikált és megújított listára, amennyiben az megfelel a keretszabványban leírt követelményeknek. A szabvány alkalmazásának és a lista közzétételének célja a kazánok és nyomástartó edények nemzetközi forgalmának elősegítése, a GATT illetve a TBT egyezmények szellemében.

A szabványtervezet 5.7.5.4. pontja foglalkozik a személyzet-tanúsítás elveivel az alábbiak szerint:

A szabályzat rendelkezzen az ellenőrző és vizsgálószemélyzet minősítéséről. A minősítés feleljen meg a gyártó minőségbiztosítási rendszerének, vagy a nemzeti minősítési rendszernek.

Ez a megközelítés összhangban van mind az ASME, mind az EU-irányelv előírásaival, függetlenül attól, hogy az EU nem rendelkezik az alacsonyabb osztályba sorolt nyomástartó berendezések vizsgálóinak tanúsításáról.

Ahhoz, hogy a hazai minősítés és tanúsítás megfeleljen a fentiekben vázlatosan ismertetett három eltérő rendszerben, a tanúsító szervezet nemzetközi elfogadtatása a legsürgetőbb feladat. Az EU-tagság elnyeréséig ehhez elsősorban kétoldalú megállapodások megkötésére van szükség, amelyet követhet majd a tanúsító szervezet bejegyzése az EU Tanácsánál független harmadik félként.

Elvárások és gyakorlat az atomerőművi roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítése terén

Dr. Trampus Péter*

Bevezetés

1998 végén a világon összesen üzemelő 434 atomerőművi blokk névleges villamos teljesítménye kerekén 350 GW volt. Mértékadó előrejelzések 2015-re ezt az értéket 360 és 510 GW közé teszik [1, 2]. Ez azt jelenti, hogy még a legborúlátóbb előrejelzések szerint is legalább 80-100 új reaktort fognak az elkövetkező 20 évben üzembe helyezni, mivel – figyelembe véve a jelenleg üzemelő blokkok korát – legalább ugyanennyit kell majd leállítani. Az új reaktorok többségét nem a nukleáris infrastruktúrával rendelkező országok fogják megépíteni.

Miután atomerőművet építeni rendkívül tökéletes vállalkozás, továbbá kevés ország közvéleménye és politikusai támogatják az atomerőművek építését, egyre fontosabbá válnak a jelenleg üzemelő blokkok öregedéseivel, élettartam-gazdálkodásával összefüggő döntések. A jelen és a közeljövő képének teljességéhez hozzátartozik még, hogy az atomerőműveket egyre szigorodó villamos energia piaci versenyhelyzetben kell biztonságosan üzemeltetni. Nem igényel különösebb magyarázatot az, hogy ebben a helyzetben milyen fontos szerepe van az atomerőművek nyomástartó berendezései hosszú távú szerkezeti integritásának és ennek keretében ezen berendezések üzem közbeni időszakos roncsolásmentes ellenőrzésének.

A roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítésének története

A 80-as évek elejére – a PISC első fázisának eredményei, továbbá egyéb vizsgálati tapasztalatok alapján – szép lassan világossá vált, hogy amennyiben az ellenőrzést nem tervezik a vizsgálati feladat megoldására, az ultrahangos vizsgálati rendszerek teljesítményképesége gyakorta alacsonyabb lehet, mint ahogyan azt feltételezték vagy megkövetelték. Ez a felismerés vezetett a minősítéssel szembeni igény megjelenéséhez. Egy üzem közbeni időszakos roncsolásmentes vizsgálati rendszer minősítése azt jelenti, hogy a roncsolásmentes vizsgálati utasítás, a vizsgálóberendezés és a vizsgálatot végző személyzet valamennyi kombinációját figyelembe véve bizonyított az, hogy a rendszer képes a feladatának ellátására.

Elsőként ultrahangvizsgáló rendszereket az Egyesült Királyság ez idáig egyetlen nyomottvízes atomerőműve építése idején minősítették. Ezt követően a világ egyre több országában, ill. egyre több nukleáris biztonságtechnikai előírásrendszerében jelenik meg a minősítés. Ugyancsak erre az időszakra tehető az amerikai nukleáris szabályozási rendszer alapfilozófiájának elmozdulása is a szigorúan kötelező érvényű előírásoktól az engedélyesnek bizonyos szabadságot megengedő ún. teljesítmény alapú (*performance based*) filozófia irányába. Az amerikai hatóságnak ez a filozófiaváltása összefüggésben van olyan üzemi eseményekkel, amelyek az üzem közbeni időszakos ellenőrzéseket szabályozó előírásrendszer (ASME Code Section XI) betartása ellenére meghibásodásokhoz vezettek és erős támogatást élvezett az amerikai nukleáris ipar részéről is. Ennek eredményeként 1989-ben megjelent a kód kiegészítése egy, a minősítést szabályozó függelékkel [3].

Az Európai Közösség és Svájc 1992-ben hozta létre a roncsolásmentes vizsgálatok minősítésének európai hálózatát (European Network for Inspection Qualification, ENIQ), majd adta ki 1995-ben az első, 1997-ben a második (jelenleg is érvényes) dokumentumát a vonatkozó irányelvekről [4]. Időközben az Európai Közösség országainak nukleáris biztonságtechnikai hatóságai is megjelentették közös álláspontjukat [5], amelyik ugyanarra a következtetésre jut, amire az ENIQ irányelvek, nevezetesen szükségesnek tartja a vizsgálati rendszerek minősítését. Ezek után egyre több ország nemzeti előírásrendszerében tűnik fel a minősítés (Svédország, Németország, Spanyolország, Belgium), sőt Csehországban az 1997-ben elfogadott új atomtörvényben is helyet kap.

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) egy átfogó, az orosz tervezésű reaktorok biztonság növelését célzó programja keretében 1998-ban adta ki módszertani irányelveit a VVER típusú reaktorok időszakos ellenőrző rendszereinek a minősítéséhez [6]. Az ebben a dokumentumban foglaltak igen közel állnak az európai irányelvekhez, de nincsenek ellentmondásban az amerikai gyakorlattal sem.

A roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítésének alapelemei

A roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítése elvégezhető műszaki igazolás (*technical justification*) és gyakorlati vizsga (*practical trial*) kombinációjaként. Ezen elemek viszonylagos súlyát illetően az

* Nemzetközi Atomenergia Ügynökség

engedélyesnek és a minősítő testületnek kell megegyeznie, amely megegyezés alapja lehet az engedélyes vagy megbízásából egy vizsgálószervezet által elkészített műszaki igazolás kiértékelése. Célszerű szétválasztani a roncsolásmentes vizsgálati utasítás és a vizsgálóberendezés minősítését a vizsgálószemélyzet minősítésétől. Az első esetben a minősítés célja annak az igazolása, hogy a szóban forgó roncsolásmentes vizsgálati módszer, technika, utasítás és az alkalmazott berendezés megfelel a célnak, azaz képes egy szerkezeti elem adott tartományában (pl. hegesztési varratában) meghatározott típusú folytonossági hiány megkeresésére és nagyságának meghatározására a megkövetelt megbízhatósággal. Amennyiben a műszaki igazolás nem szavatolja megfelelően a szóban forgó vizsgálati eljárás és berendezés alkalmazhatóságát, akkor gyakorlati vizsgára van szükség. Ez történhet a mesterséges hibák ismerete nélkül (*blind trial*) vagy azok ismeretében (*non-blind trial*).

A vizsgálószemélyzetet minősítő folyamat célja annak igazolása, hogy a nemzeti vagy nemzetközi szabványok szerint minősített roncsolásmentes anyagvizsgálók, minősített vizsgálóberendezést és utasítást alkalmazva, képesek megkeresni és megmérni a folytonossági hiányt a megkövetelt megbízhatósággal, a valóságos vizsgálati körülmények egyidejű szimulálása mellett. A személyzet minősítése vak körülmények közötti gyakorlati vizsgán történik.

A minősítésben minden körülmények között részt vesz és jól meghatározott felelőssége van az atomerőmű üzemeltetőjének (engedélyesnek), az üzem közbeni időszakos ellenőrzést végző szervezetnek, a minősítő testületnek és a nukleáris biztonságtechnikai felügyeletnek.

A minősítési folyamat fő lépései a következők:

- *Műszaki specifikáció kidolgozása*, amelynek tartalmaznia kell az alkalmazott vizsgálati előírást, a vizsgálandó szerkezeti elem jellemzőit, az alkalmazandó roncsolásmentes anyagvizsgálati eljárást, a vizsgálati körülményeket, a feltételezett károsodási mechanizmust, a feltételezett folytonossági hiány jellemzőit, a vizsgálat megbízhatóságával szemben támasztott követelményeket, valamint a minősítési eljárás minősbiztosítását.

- *Roncsolásmentes anyagvizsgálati utasítás kidolgozása*, amelynek tartalmaznia kell a vizsgálati módszert annak fizikai elveivel, a vizsgálati paramétereket, a vizsgálóberendezés üzemeltetésével kapcsolatos utasításokat, a hitelesítés folyamatát, az indikációk rögzítésének és minősítésének követelményeit, a vizsgálóberendezés és szoftver leírását, valamint egy nyilatkozatot arról, hogy a berendezés vagy annak részei milyen nemzeti vagy nemzetközi szabvány szerint készültek.

- *Roncsolásmentes anyagvizsgálati utasítás előzetes értékelése*.

- *Műszaki igazolás elkészítése és gyakorlati vizsgák lefolytatása, az eredmények kiértékelése*.

- *A szóban forgó roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszer (vizsgálati utasítás, vizsgálóberendezés és vizsgáló személyzet) minősítésének jóváhagyása*.

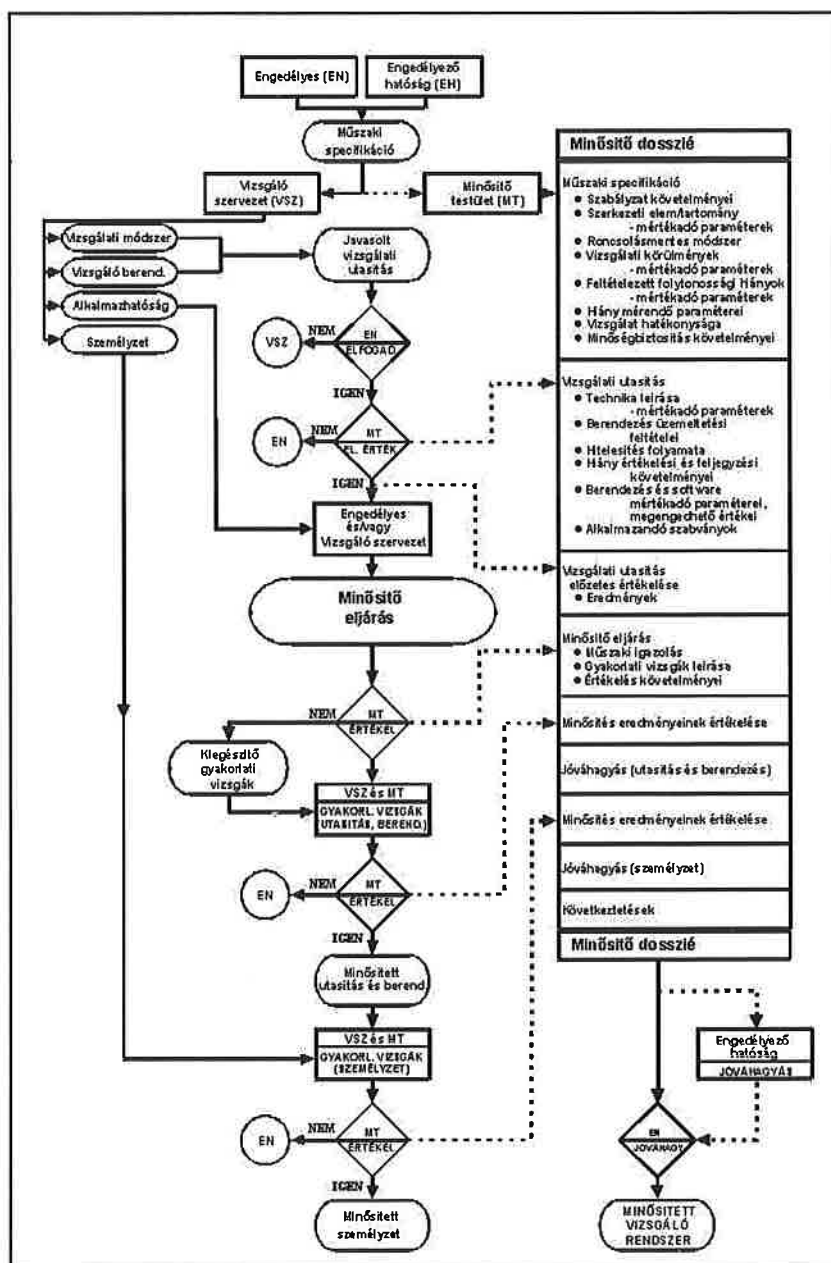
A minősítési folyamat teljes dokumentációját az ún. minősítési dosszié foglalja össze. Az ábra

a minősítő folyamatot és az egyes lépéseknek a minősítési dossziéval való kapcsolatát mutatja be.

A minősítés előnye

A roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítésének legáltalánosabban megfogalmazható előnye az, hogy lehetőséget kínál a vizsgálattal kapcsolatos problémák feltárására és kijavítására. Ezen túlmenően, a minősítés bizonyítja azt, hogy a vizsgálat képes kielégíteni a biztonsági követelményeket. Nem egyszerű, de igen fontos része a minősítésnek a feltételezett folytonossági hiányok előzetes meghatározása és ezek alapján a gyakorlati vizsgához használandó etalonok elkészítése. A folytonossági hiányok előzetes ismeretéből fakadó előny viszont az, hogy maga a vizsgálat könnyebben és pontosabban tervezhető.

A minősítés filozófiája abban van, hogy nem ragaszkodik egy meghatározott vizsgálati eljáráshoz, hanem bármilyen roncsolásmentes vizsgálati módszer alkalmazását megengedi, amelyik a szóban forgó vizsgálati szemben támasztott követelményeket kielégíti. Ez nagyobb teret enged új vizsgálati technikák bevezetésének, mint a hagyományos,



kötelező jellegű előírásrendszerek. Az új technikák következménye viszont a megnövekedett vizsgálati érzékenység, ami jobb hibanagyság meghatározást eredményezhet.

Általánosságban igaz, hogy az átgondolt, szervezett minősítési eljárás a teljes vizsgálati folyamat jobb szervezetségéhez vezet.

A minősítés hozzájárul a vizsgálati eredmény megbízhatóságának növekedéséhez. Fontos szerepe van ebben a műszaki igazolásnak, amelyik tartalmazza mindazon információkat, amelyek támogatják a vizsgálat elvégezhetőségét és nem szükséges kitérni rájuk a gyakorlati vizsgák végrehajtása során (pl. platírozás hatása, felületi érdesség hatása). Természetesen nem szabad elhanyagolni a gyakorlati vizsga által hozzáadott értéket a megbízhatóság növekedéséhez.

Az előnyök közé kell sorolnunk a minősítés gazdasági hasznát. A vizsgálati költségek ugyanis csökkennek, mivel kiküszöböljük a nem hatékony vizsgálatokat (elkerülhető a vizsgálatok ismétlése). További gazdasági előnyt jelent a vizsgálat megbízhatóságának növekedése. A hibakeresés és a hibanagyság-meghatározás javulásának az eredményeként a két időszakos vizsgálat közötti időtartam pontosabban meghatározható, figyelembe véve a hiba növekedését. Úgyszintén pontosabban meghatározhatók és tervezhetők az esetleges javítások időpontjai, ill. elkerülhetők a nagyobb költséget jelentő berendezéscserék [7].

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség szerepe és tevékenysége

A NAÜ atomerőművek élettartam-gazdálkodásával foglalkozó nemzetközi munkacsoportja kiemelt figyelmet fordít az üzem közbeni időszakos ellenőrzéssel kapcsolatos kérdésekre és ezen belül a vizsgálatok minősítésére. A minősítéssel foglalkozó legutolsó szakértői értekezet, amelyet a NAÜ közösen rendezett az Európai Közösség Egyesített Kutató Központjával és az OECD Atomenergia Ügynökségével, megállapította, hogy érzékelhető fejlődés történt ezen a területen az elmúlt időszakban. Az is világossá vált azonban, hogy – bizonyos harmonizációs törekvések ellenére – a tevékenység nemzeti alapokon széttagolva folyik [8]. Ebből következik, hogy jelentős megtakarítások érhetők el, ha nemzetközi egyetértés alakul ki a minősítés előírásrendszerének a megalkotásakor, amire jó alkalmat nyújthat például a NAÜ-irányelvek követése.

Ez ugyan nem kötelező érvényű dokumentum, de figyelembe véve azt a tényt, hogy az összes érdekelt ország szakemberei támogatják a dokumentum kiadásának gondolatát és részt vettek annak kidolgozásában, beleértve hazánk szakembereit is, szilárd alapot kell, hogy képezzen az egyes nemzeti előírások illetve infrastruktúra megalapozásában.

A NAÜ nukleáris biztonsági szabványsorozatának megújítása keretében jelenleg folyik az atomerőművek karbantartása, üzemi ellenőrzése és üzem közbeni időszakos ellenőrzése témakörök egy kötetben történő összefoglalása és megjelentetése [9]. Ez a dokumentum a Biztonsági Irányelvek sorozat része lesz és természetesen meg fog jelenni benne a minősítéssel kapcsolatos fejezet. E dokumentum célja az lesz, hogy irányelveket és javaslatokat adjon a karbantartást, üzemi és üzem közbeni időszakos ellenőrzést illetően a biztonság szempontjából fontos szerkezetek, rendszerek és berendezések funkcióinak a tervezési elvárások szerint történő ellátásához.

A NAÜ fejlődő országokba irányuló műszaki támogatása keretében jelentős programot folytat a VVER reaktorok időszakos ellenőrzése területén az ilyen típusú reaktorokat üzemeltető országok szakembereinek a bevonásával [10]. Ennek a tevékenységnek az egyik fő célja a NAÜ minősítési irányelvek gyakorlati alkalmazhatóságának bizonyítása egy konkrét példán keresztül, amely tanulságokkal szolgál a programban részt vevő országok számára a nemzeti minősítési infrastruktúrájuk létrehozásához. A gyakorlati alkalmazási példa tárgya a bulgáriai Kozloduj Atomerőmű 5. blokk (VVER-1000) reaktortartály övzónája hegesztési varratának ultrahangvizsgálata ill. ezzel összefüggésben a

minősítési eljárás szimulálása, azaz a minősítőtestület létrehozása és a minősítési folyamat végrehajtása. A programba a minősítési eljárás valamennyi valódi szereplőjét bevontuk, továbbá közreműködik benne a reaktortípus főtervezője és egy nemzetközi intézet (EPRI), amelyik ma kétségkívül a legkiterjedtebb minősítési tapasztalattal rendelkezik a világon.

Következtetések

Magyarországon az atomerőműben termelt villamos energia hánysága döntő jelentőségű. Az ország elemi érdeke tehát a még bizonyára jó ideig egyetlen atomerőműve hosszú távú, biztonságos és megbízható üzemeltetése. Ezt még hangsúlyosabbá teszi az a tény, hogy a Paksi Atomerőműben előállított villamos energia ma a legolcsóbb az országban. A fővívkör nyomástartó berendezései szerkezeti integritásának biztosítása, ezen belül ezen berendezések időszakos üzem közbeni roncsolásmentes ellenőrzése a nemzetközileg egységes biztonsági követelmények kielégítése érdekében vitathatatlan. Minden arra mutat, hogy az országnak előbb vagy utóbb ki kell alakítania saját minősítési eljárásrendjét, meg kell teremteni ennek jogi háttérét, meg kell alapítani a minősítőtestületet, azaz a gyakorlatban kell alkalmazni a minősítésre vonatkozó irányelveket. Ennek során javasolt a NAÜ idézett módszertani irányelveinek követése.

A minősítési infrastruktúra kialakítása költség- és időigényes feladat. Figyelembe kell, hogy vegye az ország meglévő adottságait, sajátosságait és az esetleges korlátait. Ugyancsak célszerű figyelembe venni a hasonló méretű, adottságú országok tapasztalatait.

A minősítési eljárás maga is csapatmunka, de a minősítő infrastruktúra létrehozása úgyszintén igényli valamennyi szereplő kezdettől történő aktív bevonását ill. részvételét. Feltétlenül szükséges a folyamatos, nyílt véleménycseré és a konszenzus kialakítása engedélyes és engedélyező, vizsgálószervezet és minősítőtestület között még mielőtt a végső döntések megszületnének. A minősítésnek szilárd műszaki alapon kell nyugodnia, aminek a létrehozására nem szabad sajnálni az erőfeszítéseket.

Hivatkozások

- [1] Nuclear Power Generation and Fuel Cycle Report, DOE/EIA-0436, 1997.
- [2] Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2015, IAEA Reference Data Series 1, July 1997.
- [3] ASME Code, Section XI: Rules for In-Service Inspection of Nuclear Power Plant Components. Appendix VIII 'Performance Demonstration for Ultrasonic Examination Systems', 1989.
- [4] European Methodology for Qualification (Second Issue), EUR 17299 EN, 1997.
- [5] Common position of European regulators on qualification of NDT systems for pre- and in-service inspection of light water reactor components, EUR 16802 EN, 1996.
- [6] Methodology for qualification of in-service inspection systems for WWER nuclear power plants, IAEA-EBP-WWER-11, March 1998.
- [7] Waites, C. - Whittle, J.: Adding value by inspection qualification. Proceedings of Joint EC/OECD/IAEA Specialists Meeting, Petten, The Netherlands, 11-13 March 1997, p. 91.
- [8] NDE Techniques Capability Demonstration and Inspection Qualification, Proceedings of the Joint EC/OECD/IAEA Specialists Meeting, Petten, The Netherlands, 11-13 March 1997, EC 1997.
- [9] Safety of Nuclear Power Plants: Operation - Maintenance, Surveillance and In-Service Inspection of Nuclear Power Plants, Draft Safety Guide, 1998 (kidolgozás alatt).
- [10] Trampus, P. - Čorak, D.: Advanced NDT of Primary Circuit Components of WWER NPPs. Proceedings of 7th ECNDT, Copenhagen, 26-29 May 1998, Volume 2, p. 1535.

Nagy térfogatú tárolótartályok építésének komplex roncsolásmentes vizsgálata és felügyelete

Lehoczky György*

A kőolaj és kőolajtermék stratégiai készletezésére 1996-1998 között 1100 ezer m³ tárolókapacitás épült meg hazánkban a korábbi kormány határozata alapján. Ez a nagy térfogatú tárolótér létesítése komoly kihívást jelentett a hazai kivitelezők számára. A nagy méretek és az egyidejű, több helyszínen folyó kivitelezés több gyártó és szerelő vállalat részvételét tette szükségessé.

A fenti körülmények a generál kivitelezőt (Mol Rt.) arra inspirálták, hogy műszaki felügyeletet bízjon meg a beruházás minőségének és műszaki ellenőrzésének biztosítására és összehangolására.

A korábbi gyakorlatnak megfelelően a hegesztési tevékenység ezen a beruházáson is előre rögzített módon és folyamatában szabályozottan került ellenőrzésre.

A minőség folyamatos ellenőrzésében fontos, meghatározó szerepet játszottak a roncsolásmentes vizsgálatok.

Ebben a vonatkozásban: a roncsolásmentes vizsgálatok „minőségének a biztosítása” egységes színvonalon történő elvégzése – a hegesztés gyakorlatához hasonlóan – egy „rendszer” megteremtését igényelte, amelynek koordinálása a műszaki felügyelet feladata volt. Ez a korábbi beruházásokon, csak mint a radiográfiai felvételek értékelésének gyakorlata volt ismeretes.

A beruházó a műszaki felügyelet ellátására a TÜV Rheinland Hungária Kft-t és az MBVTI Kft-t bízta meg. A két felügyelet közel azonos rendszerben, de egymástól függetlenül végezte munkáját.

A roncsolásmentes vizsgálatok

A tartályok építése során az alábbi fontosabb roncsolásmentes vizsgálatok kerültek alkalmazásra:

- szemrevételezés
- radiográfiai vizsgálat
- ultrahangos lemeztéregesség vizsgálat
- ultrahangos lemezvastagság mérés
- ultrahangos varratvizsgálat
- folyadékbehatolásos vizsgálat
- mágnesporos vizsgálat
- vákuumkamrás tömörségvizsgálat
- vákuumtartási próba
- festék rétegvastagság mérés

A vizsgálati szabványok

A beruházás során alapvetően az **API 650** amerikai előírásrendszerben leírtak vonatkoztak a roncsolásmentes vizsgálatokra is. A konkrét vizsgálatokra ez a szabvány az **ASME Code V** kötetére hivatkozik.

Ha figyelembe vesszük, hogy a kivitelezők egyike sem rendelkezett érvényes ASME-minősítéssel: beláthatjuk, hogy komoly gondot jelentett a roncsolásmentes vizsgálatok elvégzése és értelmezése.

Az ellentmondás feloldására a vonatkozó magyar szabványokban leírtakat alkalmazhatta mindegyik kivitelező a vizsgálatok végzésénél.

Az API 650, illetve az ASME-rendszer a vizsgálati terjedelem, illetve a hibakritériumok meghatározásánál érvényesült.

A roncsolásmentes vizsgálatok képzése

A beruházáson csak azok a vizsgálatok lehettek volna alkalmazhatók, akik az MSZ-EN 473 szerint legalább a 2. fokozatú, az adott vizsgálatra érvényes vizsgával rendelkeznek.

Az éghető és veszélyes anyagok tárolását megvalósító beruházáson – mint jogilag szabályozott területen – ezzel szemben, az IKM 11/1994. számú illetve az azt módosító IKM 44/1995. számú rendeletek alapján érvényes tartályvizsgálói képesítéssel rendelkező vizsgálatok is alkalma-

zást nyerhettek. A gyakorlatban ez gondot jelentett elsősorban a tömörségvizsgálat, a felületi vizsgálat és a szemrevételezés során.

A vizsgálatok felkészültségének hiányosságait talán érzékeltetheti, ha figyelembe vesszük, hogy a tartályvizsgálói képzés során a roncsolásmentes vizsgálatok oktatására (ultrahangos falvastagságmérés, tömörségvizsgálatok, szemrevételezés, folyadékbehatolásos illetve mágnesporos vizsgálat) gyakorlattal együtt néhány nap jutott, ugyanakkor az MSZ-EN 473 szerinti képzésnél ez vizsgálatonként és fokozatonként külön-külön legalább két-két hét folyamatos elméleti és gyakorlati oktatást jelentett a szakma legjelebb szakemberei, mint oktatók részvételével.

A roncsolásmentes vizsgálati technológiák fontossága

A minőségbiztosítási szemlélet, gondoljunk az MSZ-EN 9000 sorozatra, vagy az MSZ-EN 45001 számú szabványra, a munkák megkezdése előtt, az adott konkrét berendezésre vonatkozó „jóváhagyott gyártási és vizsgálati technológiák” rendszerét tételezi fel.

Ez a gyakorlat a kivitelező vállalatoknál a hegesztés vonatkozásában egy elfogadott és alkalmazott eljárásrendet tételez fel (lásd WPS, PQR, WPAR lapok), de alig vagy egyáltalán nem létezett például a mérés-technika és az anyagvizsgálatok tekintetében.

Néhány különösen fontos vizsgálati feladat felhívta a figyelmet arra, hogy nem lehetséges a vizsgálatok megkezdése, érvényes, jóváhagyott technológia nélkül.

Példaként megemlíthető a tartálypalást-talplemez K varrat hegesztésének ultrahangos varratvizsgálata, ahol a **vizsgálati követelmény** a megengedhető 3 mm beolvadási hiány **biztonságos kimutatása** volt.

Ez a speciális vizsgálati feladat egy egységes jóváhagyott vizsgálati technológiát jelentett minden kivitelező számára, amikor is egy előre elkészített beállító etalon alapján lehetett csak a vizsgálatokat megkezdniük illetve elvégezniük.

Megjegyezném, hogy a radiográfiai felvételek 100%-ban elvégzett ellenőrzésének gyakorlatát elfogadták a kivitelezők, de az egyéb roncsolásmentes vizsgálatok teljes terjedelmű, vagy akár szűrőpróbaszerű ismételt, független ellenőrzése – kezdetben –, szokatlanul éles érzéseket váltott ki.

A későbbiekben ez az „ellenőrzés” a konkrét, eltérő véleményt jelentő hegesztési hibák feltárása során – azonosítva az adott hibákat – feloldódott.

A teljesség igénye nélkül a fentiekben vázolt néhány szempont talán felhívta a figyelmet arra, hogy adott létesítmény megvalósítása esetében, különösen, ha azt több kivitelező valósítja meg egy időben: indokolt a független műszaki felügyelet bevonása.

Összefoglalás, javaslatok:

1. Az éghető és veszélyes anyagok tárolásánál: a létesítés és az időszakos ellenőrzések során is egyaránt meg kell teremteni a roncsolásmentes vizsgálatok képzésének és a vizsgálatok elvégzésének összhangját!

2. A berendezések, a létesítmények megvalósításának megkezdése előtt a roncsolásmentes vizsgálatok vonatkozásában is érvényes, jóváhagyott vizsgálati technológiával kell a kivitelező vállalatoknak rendelkezni!

3. A roncsolásmentes vizsgálatok elvégzésének feltételeit – különösen, ha azok eltérő szabványkörnyezetben értelmezendők – a vizsgálatok megkezdése előtt tisztázni kell! (ASME illetve MSZ)

4. A szakterületi képzés körét adott roncsolásmentes vizsgálatok vonatkozásában adott feladatok ismeretében ki kell terjeszteni! (Esetünkben tartályvizsgálatra.) Ha ez nem lehetséges, egy közel azonos vizsgálati színvonalat biztosító tréninget kell megszervezni a vizsgálatok számára.

* MBVTI Kft. – Anyagvizsgáló Laboratórium

A roncsolásmentes anyagvizsgáló személyzet megbízhatóságának mérése, 2.

Fücsök Ferenc*

Bevezetés

A roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatósága már évtizedek óta téma mind a vizsgálatot végzőknek, mind a vizsgálati eredményeket felhasználó szakembereknek. Az elmúlt években ezen a területen is jelentős fejlődés tapasztalható, egyre több cikk és tanulmány jelenik meg, amelyek különböző gyakorlati szempontok alapján értelmezik az elméleti megállapításokat. A fejlődés jelentős állomása volt az 1997. június 18-20. között Berlinben rendezett Európai-Amerikai Workshop, amit a roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatóságának vizsgálatáról és a módszerek igazolásáról rendeztek.

Ezen a rendezvényen a résztvevők egy gyakorlati képletben, jobb kifejezéssel élve egy modellben állapodtak meg. Ez a modell általánosan írja le egy roncsolásmentes vizsgálati módszer megbízhatóságát: [1]

$$M = f(BA) - g(AP) - h(ET) \quad (1)$$

ahol

M = a roncsolásmentes vizsgálati módszer megbízhatósága,

BA = a módszer belső adottsága,

AP = az alkmazott paraméterek hatása,

ET = az emberi tényező hatása.

A képletben az f, g, h betűk olyan matematikai függvényeket jelentenek, amelyeket jelenleg nehéz vagy lehetetlen pontosan leírni.

A belső adottságot (BA) általában a módszer felső határának tekintik, amit a legkedvezőbb körülmények között, az ideálisnak tekinthető paraméterekkel elvégzett vizsgálat esetén lehet csak elérni. Ezeket a paramétereket egy feladtnál több kísérlettel lehet meghatározni, és esetenként nem is keressük meg.

Az alkalmazott paraméterek (AP) hatására a vizsgálat érzékenysége és ezzel a hatékonysága csökken. A gyakorlatban ritkán alkalmazzuk a vizsgálat ideális paramétereit, mert vagy nem ismerjük azokat pontosan, vagy több korlátozó tényező is abba az irányba szorít bennünket, hogy engedményeket tegyünk a minőség rovására.

A roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatóságának legfontosabb, de egyben leggyengébb és legjobban változó összetevője az emberi tényező (ET). Az ember teljesítménye ezen a területen is nagyon sok tényezőtől függ, és nagyon gyorsan változhat jó és rossz irányba. Több különböző kísérletet végeztek az elmúlt években a célból, hogy a körülmények függvényében mérjék a roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatóságának változását [2]. Az említett cikk ismerteti egy vizsgálat eredményét, ahol egy megfelelően kialakított laboratóriumban dolgoztatták az anyagvizsgálókat és változtatták a megvilágítást, a zajt, a légnedvességet, a munkaidő hosszát stb. Az eredményeket minden gyakorló anyagvizsgáló meg tudja jósolni.

Számos módszer létezik a roncsolásmentes vizsgálati módszerek megbízhatóságának mérésére és értékelésére. Hasonló módszereket alkalmaztunk a vizsgálószemélyzet megbízhatóságának mérésére is, bár a személyek vizsgálatának van néhány különleges jellemzője. Az emberek tudják, hogy őket vizsgálják, gondolkodnak a saját munkájukról és a teljesítményük nagyon változó. Ezért nagyon nehéz az emberek megbízhatóságát értékelni, amikor roncsolásmentes vizsgálatokat végeznek, de még nehezebb ezt a megbízhatóságot fejleszteni.

Egy akkreditált ipari laboratóriumnak szükséges, hogy mérje a vizsgálók megbízhatóságát, hogy bizonyítsa a vizsgálatok és a labor teljesítményét, ezzel növelje megbízói bizalmát. Emellett azonban az is szükséges, hogy a résztvevők értsék, mi az eredménye a vizsgálatoknak. Ehhez nem kell megtanulni a megbízhatósággal kapcsolatos bonyolult matematikai kifejezéseket. Elég, ha az egészséges versenyszellem alapján érdekli a résztvevőket, ki a jobb szakmailag a csapatban.

Az említett célok elérésére legjobb módszer, hogy időről időre laboratóriumban belül és laboratóriumok között körvizsgálatokat szervezünk, értékeljük azokat, és a résztvevőknek részletesen megmagyarázzuk az eredményeket.

Ilyen vizsgálatok összehasonlításokra alkalmasak, abszolút mércét nem lehet felállítani. Még nem halmozódott fel annyi adat, hogy érdemjegyet lehessen adni egy bizonyos teljesítményért.

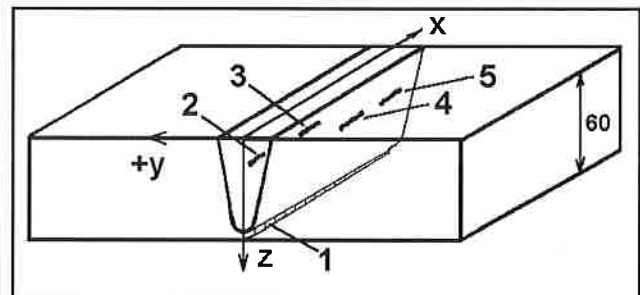
Egy körvizsgálat eredményei

Az Erőkar Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Laboratóriuma 1997-ben egy ultrahangos körvizsgálatot szervezett a TINCA PLUS program keretében, melyben 8 laboratóriumból 24 vizsgáló vett részt.

A körvizsgálatban résztvevő laboratóriumok:

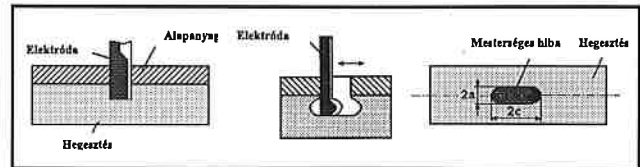
AGMI Rt. (Bp.)	1 fő
Erőkar Rt. (Bp.)	8 fő
MBVTI Kft. (Bp.)	1 fő
Metalcontrol Kft. (Miskolc)	2 fő
Powertest Kft. (Bp.)	1 fő
P.A. Rt. (Paks)	9 fő
R.U.M. Testing Bt. (Bp.)	1 fő
Acélszerkezeti és Gépgyártó Kft. (Tatabánya)	1 fő

A vizsgálandó próbatestet a német Fraunhofer Institutban készítették és 7. 1. jellel kódolták. A 60 mm vastag hegesztési varrat négy mesterséges hiányt és egy természetes gyökhibát tartalmazott, vázlatát az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra. A 7.1. jelű próbatest vázlatja

A 2. ábrán látható a mesterséges hibák előállításának módszere. A térfogati hibák üregeit szikraforgácsolással állították elő, ami egy jó és pontos módszer az előírt méretű üregek kimunkálására.



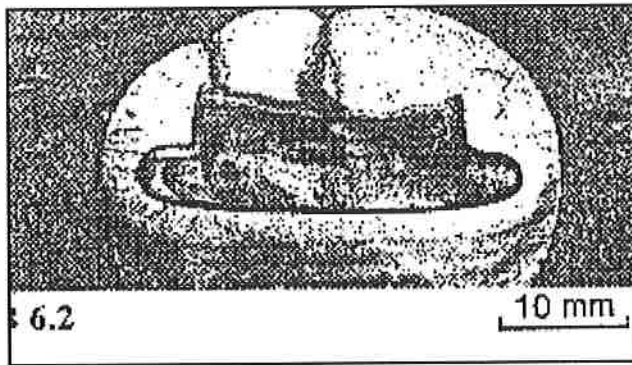
2. ábra. Mesterséges hibák gyártása

A hibák valódi formáját a 3. ábra mutatja be. A fotót a 6. 2. jelű, hasonló kialakítású próbatest törési felületéről készítették.

A próbatestet az önkéntes vizsgálatok egy szigorú technológia előírásai alapján vizsgálták. A regisztrációs határ Ø 3 mm-es lapos fenekű hengeres furat volt, a vizsgálatot 2 MHz frekvenciájú 45°, 60° és 70°-os besugárzási szöggel, négy irányból kellett elvégezni. Ezt a feladatot a vizsgálók döntő többsége nyolc órai, vagy több munkával tudta elvégezni.

A 24 vizsgáló négy irányból, három besugárzási szöggel elvégzett méréseinek átlaga az 1. táblázatban, az eredmények korrigált szórása a

* Budapesti Erőmű Rt.



3. ábra. A mesterséges hiba valódi alakja

2. táblázatban látható. A 3. táblázat a mesterséges hibák koordinátáinak tervezett értékeit mutatja. Mivel az 1. jelű gyökhibát nem tervezték, a táblázat első sora üres.

1. táblázat. A hibák mért koordinátáinak átlaga

Hiba sor	Reflektor kezdete [mm]	Reflektor hossza [mm]	y [mm]	z [mm]	3 mm KTR +dB	KTR [mm]
1	1.12	289.79	0.17	58.73	13.24	6.60
2	42.27	13.62	7.74	31.40	3.83	3.73
3	133.76	21.59	8.03	31.04	4.40	3.87
4	233.76	26.14	-2.10	31.36	5.83	4.23
5	325.40	44.76	-2.22	31.37	7.10	4.53

2. táblázat. A mért koordináták korrigált szórása

Hiba sor	Reflektor kezdete [mm]	Reflektor hossza [mm]	y [mm]	z [mm]	3 mm KTR +dB	KTR [mm]
1	5.51	42.15	3.63	3.61	3.84	1.51
2	5.43	6.48	3.66	5.73	3.08	0.70
3	5.21	6.50	3.71	5.55	2.84	0.72
4	8.63	7.88	6.73	3.26	3.24	0.84
5	7.52	11.71	6.75	3.42	2.97	0.85

3. táblázat. A koordináták helyes értékei

Hiba sor	Reflektor kezdete [mm]	Reflektor hossza [mm]	y [mm]	z [mm]	Hiba kódja
1	-	-	-	-	-
2	45	15	-	31,5	B 7.1
3	133	30	-	31,5	B 7.2
4	245	15	-	30	KB 7.1
5	343	30	-	30	KB 7.2

A körvizsgálat értékelése

A vizsgálószemélyzet megbízhatóságának elemzéséhez szükség van a mért koordináták helyes értékeire. (A "helyes érték" egy mennyiség megnevezésének valódi értéke. Definíciója szerint a helyes érték valamely meghatározott mennyiségének tulajdonított olyan érték, amely az alkalmazás céljának megfelelő bizonytalanságú [3.])

A hegesztett próbatétel ultrahangos vizsgálatának helyes értékei lehetnek:

- minden egyes koordináta mérési eredményeinek átlaga (1. táblázat);
- ha a gyártás elegendően pontos, akkor a tervezési adatok (3. táblázat);
- nagy pontosságú, automatikus ultrahangos vizsgálat eredménye;
- a próbatétel szétbontása után mért koordináta adatok.

A tervezett koordináta adatok ellenőrzése az elmúlt év végén kezdődött. Mivel a bemutatott 7.1. jelű munkadarabból törésmechanikai

próbatesteket vágta ki, nem volt lehetőség az összes méret ellenőrzésére. Eddig csak a B. 7.2. jelű hiba hossz méretének ellenőrzése történt meg, amit 29,81 mm-nek mértek. A táblázatban látható 30 mm-hez képest az eltérés kevesebb, mint 0,2 mm, ezért a 3. táblázat adatait a helyes értéknek tekintettük. A résztvevők megbízhatóságának meghatározásához helyes értéknek a tervezési adatokat használtuk fel.

A megbízhatósági értékeléshez három különböző módszert használtunk fel. Mindegyik módszernek van előnye és hátránya, ezeket is részletezni fogjuk a következőkben.

Az alkalmazott értékelési módszerek:

- statisztikai folyamatellenőrzés (SPC = Statistical Process Control),
- tapasztalati POD értékelés (POD = Probability of Detection),
- finomított POD értékelés.

Az SPC értékelés

A minőségbiztosításban többféle alkalmazási területe van a statisztikai folyamat szabályozásnak. A roncsolásmentes vizsgálati módszerek és a vizsgálószemélyzet értékelésére McEvans és szerzőtársai [4] ajánlották először.

Ebben a megoldásban a megbízhatóságot, mint egy jel/zaj viszonyt számítjuk, és decibelben fejezzük ki. A decibel skála ismerős lehet az ultrahangos vizsgálatnak, hiszen minden nap használja. Ebben az értékelésben a helyes érték a jel, a mérés hibája pedig a zaj. A számítási módszer:

$$J/Z = -10 \log(\Delta) [dB] \quad (2)$$

$$\Delta = (1/n) \sum (x_i - V)^2$$

ahol:

J/Z = a jel/zaj viszony dB-ben,

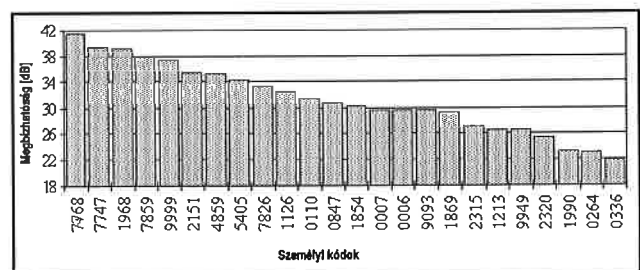
Δ = négyzetes középeltérés,

n = a mérések száma,

x_i = a mért érték,

V = helyes érték.

A körvizsgálatban résztvevő vizsgálatok megbízhatóságának sorrendje dB-ben kifejezve a 4. ábrán látható. Az oszlopdiagram függőleges tengelyén a (2) képlettel számított megbízhatóságot ábrázoltuk, a személyeket az általuk választott kóddal rejtjeleztük. Az értékelésnek ez a módja gyors és érthető, és addig jól használható, ameddig az összes hibát minden résztvevő megtalálta. Körvizsgálatunk résztvevői közül többen egyes hibákat nem észleltek, vagy csak bizonyos besugárzási szöggel találtak meg azokat. A hibák koordinátájának helyére ekkor 0 került és emiatt a dB-ben kifejezett érték kisebb lett, a képletben szereplő négyzetre emelés és negatív előjel miatt. Ezzel a módszerrel a vizsgáló megbízhatóságát alábecsültük.



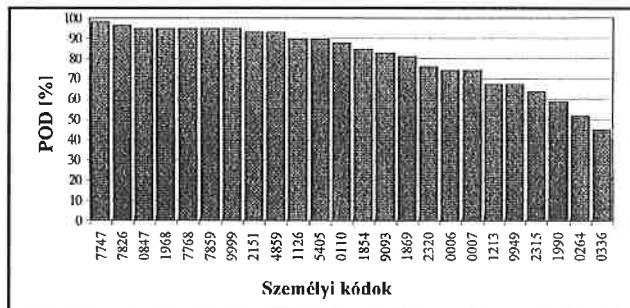
4. ábra. A mérési pontossággal kifejezett megbízhatóság

Az értékelési módszer másik hátránya is kiderült. Ha a hiányzó x_i koordináta relatív értéke nagyobb (pl. 4. reflektor), nagyobb hatása lesz az eredményre, mint a kisebb relatív értékű koordináta hiányának (pl. 2. reflektor). Ha tehát a példának választott egyforma reflektorok közül egy résztvevő a 2. jelű reflektort nem veszi észre, kisebb mértékben romlik az eredménye, mint ha a 4. jelű reflektort téveszti el. Megpróbáltuk kijavítani a módszer hibáját azzal, hogy ha hiányzott egy x_i adat, akkor az $(x_i - V)$ kifejezést helyettesítettük 0-val. Azonban kiderült, hogy ez a 0 „ajándék” a hibázó vizsgálónak, mert így ha valaki többet hibázott, magasabb dB értéket ért el.

A fenti módszerrel értékelt megbízhatóság csak az x_i koordináták mérési pontosságát jellemzi. Nem tartalmaz információt a nem detektált hibákról, tehát a vizsgáló megbízhatóságának csak az egyik oldalát, a mérési pontosságot mutatja be.

Tapasztalati POD értékelés

A POD az észlelés valószínűségének (Probability of Detection) mérőszáma. Tapasztalati értéke azt mutatja meg, hogy az összes folytonossági hiányból hány százalékot derített fel a vizsgáló. A 7. 1. képszámmal próbatesten 4 irányból 3 vizsgálófejjel 5 db hibát lehetett felderíteni, azaz összesen 60 reflektort kellett a vizsgálati jegyzőkönyvben feltüntetni. Mint az 5. ábrán látszik, ez senkinek sem sikerült, az ismétlődő feladatot sem tudták teljes biztonsággal megoldani. Feltehetőleg a hosszú és unalmas munka okozhatta a hibák eltévesztését. Mint ahogy ez magyarázza a sorban hátul állók 50 % körüli teljesítését is.



5. ábra. Az észlelés valószínűségével kifejezett megbízhatóság

Ha összehasonlítjuk a 4. és 5. ábrán szereplő személyi kódok sorrendjét, kiderül, hogy nagy eltérés van a vizsgálók teljesítményében, ha a hibamentességet (akkurátusság) és a pontosságot (precizitást) külön-külön vizsgáljuk. Ez az összehasonlítás egyben az értékelési módszerek kritikája is, hiszen különválasztja a megbízhatóság két elemét, a hibamentességet és a pontosságot. További finomítást kell végezni az értékelési módszeren, ha a két jellemzőt egyidejűleg akarjuk vizsgálni.

A finomított POD értékelés

Ha végiggondoljuk egy roncsolásmentes vizsgálat folyamatát, kiderül, hogy négyféle eredménye lehet:

Pozitív igaz (PI): hiba volt kimutatva ott, ahol valóban volt hiba,
Negatív igaz (NI): nem volt hiba kimutatva ott, ahol valóban nem volt hiba,

Pozitív hamis (PH): hiba volt kimutatva ott, ahol valóban nem volt hiba,
Negatív hamis (NH): nem volt hiba kimutatva ott, ahol valóban volt hiba.

A megbízhatóság értékelésénél szokásos megoldás, hogy a hegesztést teljes hosszában cellákra osztják és azt vizsgálják, hogy a cellába esett-e hiba, vagy sem. A mi hegesztésünket 2 cm hosszú cellákra osztottuk. Könnyű belátni, hogy a vizsgálat négyfajta végeredménye közti kapcsolat, ha cellaszámban van kifejezve, akkor a következő lehet [4]:
 $PI + NH = N1$ A hibát tartalmazó összes cella száma,
 $PH + NI = N2$ A hibátlan cellák száma.

Az észlelés valószínűségét (POD), vagy más megfogalmazásban a pozitív igaz valószínűségét számíthatjuk a következő módon:

$$p(PI) = POD = PI / (PI + NH) = PI / N1 \quad (3)$$

A (3) formula szerint az észlelés valószínűsége egyenlő a pozitív igaznak minősített cellák számának és az összes, hibát tartalmazó cellák számának arányával.

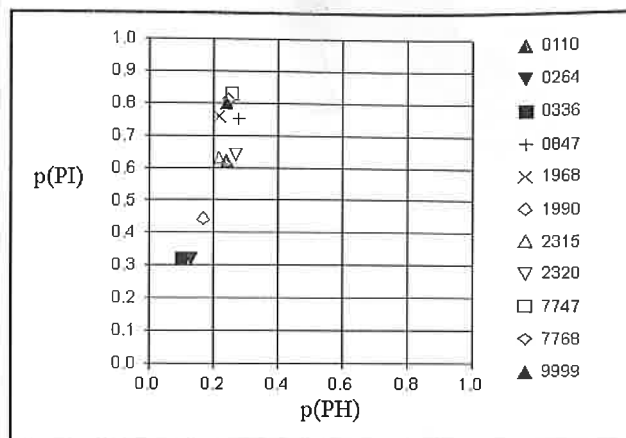
Ha a vizsgáló ott is hibát észlel, ahol az a valóságban nincs, akkor hamis riasztást végez. A hamis riasztás valószínűsége (PFA) ugyancsak jellemzője a roncsolásmentes vizsgálatnak, ezért ezt is számítani kell. Más megfogalmazásban ez a pozitív hamis valószínűsége. Számítása:

$$p(PH) = PFA = PH / (PH + NI) = PH / N2 \quad (4)$$

A (4) képlet szerint a hamis riasztás valószínűsége egyenlő a pozitív hamisnak minősített cellák számának és az összes, hibátlan cella számának arányával.

A 6. ábra mutatja be az észlelés valószínűségének diagramját, ahol a $p(PI)$ értékét a hamis riasztás valószínűségének függvényében ábrázoltuk. Az ábrán egy pont egy vizsgáló teljesítményét jelképezi. Áttekinthető módon nem lehetett mind a 24 fő eredményét ábrázolni, ezért csak 9, véletlenszerűen kiválasztott vizsgáló teljesítményét mutatjuk be. A teljesítmények ábrázolásának ez a módja pontos, mert tartalmazza a pontosságot és a hibamentességet is. Nehéz azonban azt meghatározni, hogy kinek jobb a teljesítménye. A legjobb teljesítményt ezen az ábrán a nulla hamis riasztás és az észlelés valószínűségének legnagyobb érté-

ke, azaz a diagram bal felső sarka mutatja. Az ettől a ponttól való távolság növekedésével arányosan csökken a vizsgáló teljesítménye, és ha a pontja a 45°-os egyenesre esik, akkor már csak találgatott.



6. ábra. Jellegzetes POD diagram

Megbízhatósági tapasztalatok

Jelenleg még nincs elegendő tapasztalat arra nézve, hogy egy vizsgálótól egy adott módszer esetén milyen teljesítmény várható el. Az elfogadási szintnek ezen az ábrán egy terület felel meg. Az eddig felhalmozott tapasztalatok szerint a diagram a vizsgálók teljesítményének az összehasonlítására alkalmas, és segítségével meghatározható, hogy ki a jó és kinek kell gyakorlatokkal fejleszteni a megbízhatóságát.

Az elfogadási szintek meghatározására követendő példa lehet az ASME Code XI. kötetének VIII. függelékében meghatározott elvárások. Mivel ezek az elvárások függenek a vizsgálati módszertől, a feladattól, a munkakörülményektől, az adott iparág elvárásaitól, a gyártási folyamatok ellenőrzöttségétől és a tervezők méretezési módszereitől is, a korrekt meghatározásokhoz még sok tapasztalatot kell összegyűjteni.

A körvizsgálat megvalósításának feltételeihez is gyűjthetünk tapasztalatokat. Kiderült, hogy a vizsgálók egy része unalmasnak találta ugyanazt a munkadarabot többször átvizsgálni, feltételezve, hogy csak mesterséges térfogatos hibákat tartalmaz. Az unalmas, egy teljes napig tartó munka nem adott számunkra új tapasztalatot és hasznosítható tudást. Ugyanakkor az eredményért nem kell a szokásos mértékben felelősséget vállalni.

A próbatest kialakítása, hogy csak két különböző hosszúságú térfogatos hiányt tartalmazott, nem tette lehetővé a POD görbe felvételét. Ehhez különböző nagyságú hibák és hibátlan darabok is kellenek volna, valódi hiányokkal. Ilyen feladat nagyobb kihívást jelentene és tanulságos lenne a résztvevőknek is.

Köszönetnyilvánítás

A körvizsgálatot a Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik és a Bay Zoltán Intézet közötti, FD-127 számú együttműködés keretében szerveztük, amit Dr. S.G. Banel és Prof. Dr. Tóth László vezettek.

A mérési eredmények értékelését segítette a berlini Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) VIII. 33, a Roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatósági laboratóriuma, Dr. rer. Nat. Christina Nockemann vezetésével.

A szerző köszönetét fejezi ki az említett laborok dolgozóinak önzetlen segítségért.

Irodalomjegyzék

- [1] Christina Nockemann, Chris Fortunko: Conclusion of the Workshop, European-American Workshop Determination of Reliability and Validation Methods of NDE. June 18-20, 1997. Berlin, Germany, Proceedings
- [2] R. Murgatroyd, S. Crutzen: Human Reliability in Inspection, Final report on Action 7 in the PISC III. Programme
- [3] Fücsök Ferenc: A roncsolásmentes anyagvizsgáló személyzet megbízhatóságának mérése, Anyagvizsgálók Lapja, 7. évf. 1-2. szám 1977.
- [4] W. McEwan, N. Belavendram, M. Abou-Alt: Practical Guide to Statistical Process Control in NDT, The British Journal of NDT Vol. 34 No. 4. April 1992, pp. 183-189.
- [5] C. Nockemann, G.-R. Tillack, H. Wessel, C. Hobbs, V. Konchina: Performance Demonstration in NDT by Statistical Methods: ROC and POD for Ultrasonic and Radiographic Testing. 6th ECNDT 1994. Nice, France. Proceedings pp. 37-44.
- [6] Boiler and Pressure Vessel Code Section XI. Appendix VIII. Performance Demonstration for Ultrasonic Examination Systems 1992. pp. 351-371.

Csővezetékek minőség-ellenőrzése fejlett ultrahangos vizsgálati módszerekkel

Paul Ryan*

Az ipari üzemek és a csővezetékek üzembiztos működése nagymértékben függ a felhasznált anyagoktól és a kivitelezés, a szerelés és az üzemvitel egymást követő szakaszaiban elvégzett roncsolásmentes vizsgálatoktól, amelyek jelentősen növelik a minőség-ellenőrzés szintjét és segítik a szerkezet várható élettartamának megítélését.

Jelen cikk azokra az ultrahangos ellenőrzési módszerekre irányítja a figyelmet, amelyek alkalmazása az anyaggyártás, a szerelés-kivitelezés és az üzemvitel során a hibaészlelés terén jelentős javulást eredményeztek.

Előzmények

A hegesztési varratok minőségét tradicionálisan radiográfiai módszerekkel vizsgálták azért, mert a vizsgálati eredmények a röntgenfelvételekkel dokumentálhatók. Az ultrahangvizsgálatokat sokáig azért nem alkalmazták, mert a dokumentálás/archiválás nem volt lehetséges. Az utóbbi időben azonban a számítástechnika fejlődése oda vezetett, hogy mód nyílt az ultrahangvizsgálat dokumentálásához szükséges nagy sebességű adatgyűjtésre és feldolgozásra.

A széles alkalmazói körre kiterjedő felmérések azt bizonyítják (1. ábra) egyrészt, hogy a roncsolásmentes röntgen- és gamma-radiográfia, valamint a kézi ultrahangos vizsgálatok hibadetektálási valószínűsége (POD) és megbízhatósága (reliability) nem olyan nagy, mint azt elsőre gondolnánk, és a téves észlelések gyakorisága (FCR) is viszonylag nagy, másrészt, hogy az ultrahangos módszerek fejlesztésével, amelyben az AEA Sonomatic szakemberei jelentős szerepet vállaltak, az említett jellemzők javíthatók, értékeik eléri sőt meghaladják a radiográfiai vizsgálatokra jellemző értékeket. Ugyanakkor a fejlett ultrahangos módszerek alkalmazásakor elmaradnak a sugárvédelmi előírások érvényesítésével járó hátrányok: a munkaterület lezárása a radiográfia felvételek elkészítésének idejére (ami a helyszíni szerelési munkákat hátráltatja), vagy a vizsgálandó alkatrészek elszállítása a felvételző helyiségbe. A kohászati termékek (rudak, csövek, szalagok, lemezek) gyártás közbeni ellenőrzése esetén pedig az automatizált ultrahangvizsgáló rendszerek integrálhatók a gyártási folyamatba, mégpedig úgy, hogy az anyaghibák mielőbb, de a végellenőrzéskor mindenképpen ki-

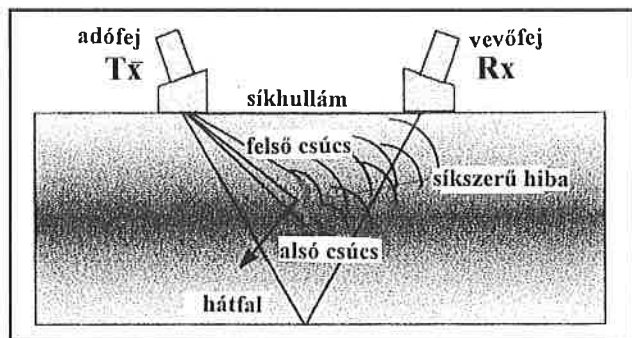
szűrhetők legyenek. A vizsgálati feladattól függően ezen előnyök érvényesítése jelentős költség-megtakarítást is eredményezhet.

Fejlett ultrahangvizsgálati módszerek

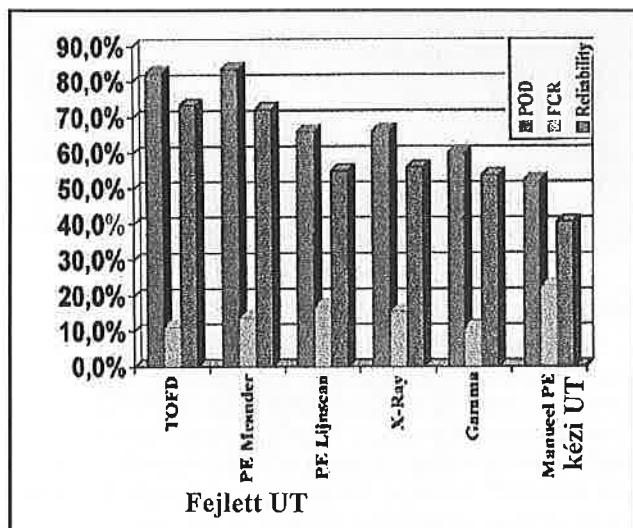
A futásidő szóródás – a TOFD módszer

A futásidő szóródás mérésén alapuló vizsgálati módszert (TOFD) az angliai AEA Harwell Laboratory fejlesztette ki a hetvenes évek közepén elsődlegesen a nukleáris ipar vastag falú, hegesztett szerkezeiteinek ellenőrzéséhez, az anyagihiányok (reflektorok) méreteinek pontos meghatározása céljából. A módszer azért hatékony, mert az adó és vevő vizsgálófejekből álló rendszer nemcsak az anyagihiányokról reflektált, hanem annak szélein, csúcsain szóródó hangjeleket is detektálja.

A TOFD módszer elvét a 2. ábra szemlélteti. Az adófej rövid hangimpulzusokat juttat az anyagba, amelyek síkhullámként, ismert sebességgel, meghatározott szög alatt terjedve részben a hátfalról, részben az anyagihiányokról visszaverődnek, illetve részben az anyagihiányokba behatolva diffraktálódnak, szóródnak és a vevőfej felé továbbhaladnak. Az idő függvényében detektált jeleket a számítógép a geometria figyelembevételével folyamatosan feldolgozza és egy szűrési fokozatú skálát alkalmazva a vizsgált szelvényt az észlelt anyagihiányokkal együtt grafikus megjeleníti (3. ábra, amely a helyzet-meghatározáshoz tokozott jeladóval is felszerelt, egytengelyes letapogató kerettel végzett vizsgálattal készült). Szükség esetén a begyűjtött információk speciális szoftverrel is feldolgozhatók és PC alapú ultrahangos megjelenítő rend-



2. ábra. A TOFD módszer elve

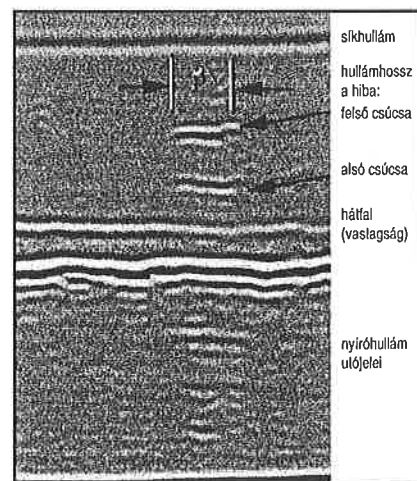


1. ábra. A radiográfiai ill. a kézi és a fejlett ultrahangos vizsgálatok összehasonlítása

szeren (pl. az AEA Microplus) elemezhető.

Hegesztési varratok vizsgálatok az adó- és vevőfej a varrat középpontjától egyenlő távolságra van, és a letapogatás a varratl párhuzamos.

A Holland Hegesztési Intézet (NIL) vizsgálta a TOFD módszer hatékonyságát 250, 6-15 mm méretű, valódi anyagihiányokat tartalmazó mintadarabokkal. A nagy hibadetektálási való-



3. ábra. A TOFD módszerrel kapott ernyőkép

* AEA Technology

színűség (POD) kis téves hibaészlelési gyakorisággal (FCR) párosult (l. az 1. ábrán).

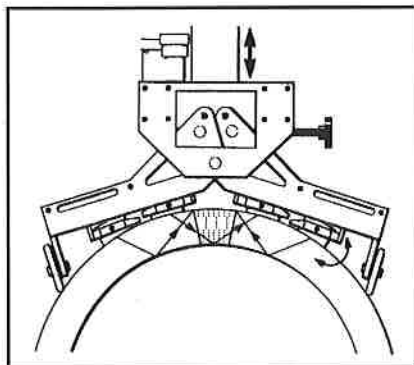
A TOFD eljárás előnyei: a detektálás független az anyagihiány típusától és elhelyezkedésétől, jól reprodukálható (még a technológiai, pl. hőkezelési, vagy üzembe helyezési művelet előtt és után is), pontossága $\leq 0,5$ mm. Gyors letapogatás, on-line adatgyűjtés, -elemzés és grafikus megjelenítés.

A TOFD eljárás hátrányai: A síkhullámok alkalmazása a vizsgálófej felőli felülethez közeli anyagihiányok kimutatását kétségesse teszi. A szabványok némelyike által még nem elfogadott módszer.

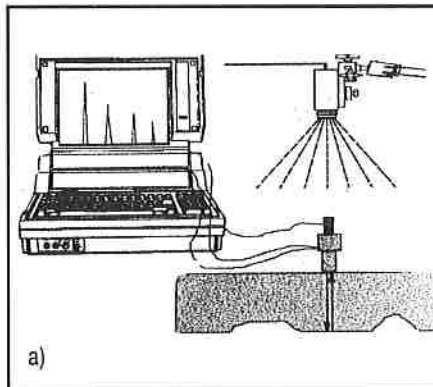
A TOFD módszert napjainkban már széleskörűen alkalmazzák az olaj- és gáziparban, mind a szárazföldi, mind a tengeri (off-shore) kitermelési helyeken különösen a hegesztési varratok korróziós és eróziós hibáinak felderítésére és megfigyelésére.

Automatizált impulzus visszhang módszer

Az AEA Technology Risley nemrég kifejlesztett egy új, automatizált, egytengelyű, rögzített vizsgálófejekkel ellátott impulzus-visszhang ellenőrzési rendszert a vékony falú csővezetékek vizsgálatához (4. ábra).



4a. ábra. Az automatizált impulzus visszhang módszer; vizsgálófej-elrendezés hegesztett csővek varratvizsgálatához



6. ábra. A Seescan rendszer elvi felépítés (a) és egy alkalmazási elrendezés (b)

A sokcsatornás, egyutas vizsgálórendszer felépítésének és működésének alapelemei a következők: A hűszerű bilincsbe foglalt vizsgálófej-együttes a hordozó kocsihoz rögzítve legfeljebb 150 mm/s sebességgel mozgatható a hegesztési varrat mentén. A csatlakozó víz, adagolása és figyelése folyamatos. A vizsgálati helyzet a beépített jeladóval határozható meg. A vizsgálat megkezdése előtt az egyes jelcsatornákat kalibrálják. Ehhez egy referencia mintadarabot használnak. (A 4b. ábra ezt szemlélteti.) Beállítják a gyűjtőkapuk küszöbértékeit és beírják az egyes vizsgálófejekre vonatkozó egyedi paramétereket. A vizsgálófejek a ki-/bemeneti interfészen keresztül csatlakoznak a továbbfejlesztett ultrahangos képmegjelenítőhöz. A beállítások Windows formátumban végezhetők. A szoftveres elemzés a létező csővezeteki előírások és specifikációk szerint történik. Az on-line elemzés és megjelenítés azonnali elbírálást tesz lehetővé. A kijelzések könnyen értelmezhetők. A szoftveres megjelenítésre az 5. ábra mutat egy példát. A lehetséges opciók: képernyő-lapozás, hibaméret-meghatározás, hibakiértékelő táblázat. Minden információ merevlemezen rögzíthető és optikai tárolólemezen archiválható (lemezenként 250 varrat). A rendszerrel vizsgálható legkisebb csőfalvastagság 5 mm.

PE/TOFD kombináció állapotellenőrzéshez

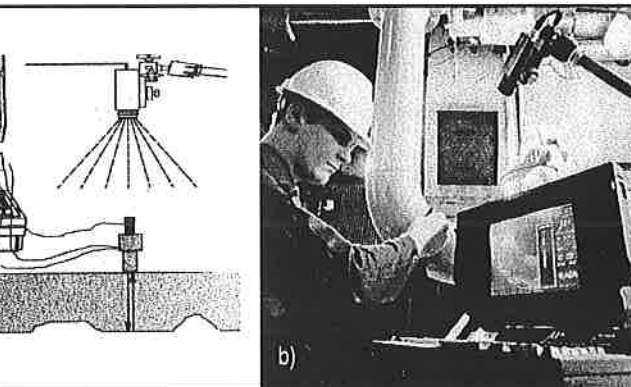
A Seescan kombinált ultrahangvizsgálatot csővezetékek állapotellenőrzéséhez fejlesztették ki. Segítségével a csőfal korróziós és eróziós falvastagság-csökkenéssel járó károsodásairól valós idejű, színes, síkban kiterített térkép készíthető. A vizsgálórendszer vázlatos felépítését és egy jellemző alkalmazását a 6. ábra szemlélteti. A kézzel mozgatott, LED kijelzővel ellátott, merőleges vizsgálófej jeleihez illetve a vastagságkód szerinti színhez a LED kijelzőt figyelő CCD videokamera és az AEA videoközlő szolgálja a helykoordinátákat. A szoftveres elemzés megjelenített eredménye a színes korróziós térkép (7. ábra). Ezzel a

rendszerrel minden, a vizsgálófejjel letapogatható, összetett geometria: T elágazások, szelepek, csőívek állapota feltérképezhető. A rendelkezésre álló szoftverekkel háromdimenziós megjelenítés, százalékos anyagvesztés-kimutatás, keresztmetszeti kép előállítható.

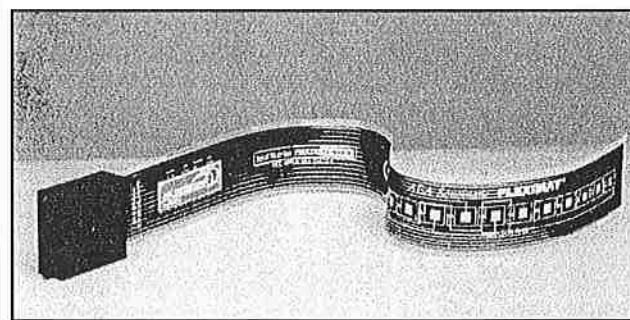
Fleximat folyamatos korróziófigyelő

A Fleximat vékony, hajlékony, nyomtatott áramkört szalagokra (40 mm széles, 450 mm hosszú) egymás mellé, vagy más alakzatban felragasztott vizsgálófejekből áll (8. ábra). Ez kellőképpen hajlékony ahhoz, hogy a figyelni kívánt szerkezet – tárolótartály, csővezeték – falára tartósan felragasztható legyen, és annak állapotáról az élettartama során információkat szolgáltatson. Alkalmazása különösen akkor ideális, amikor az időszakonkénti adatgyűjtéshez el kellene távolítani a szigetelést, be kellene állványozni a szerkezetet, vagy le kellene állítani az üzemét. Így viszont, a Fleximat folyamatosan méri a korrózió tényleges mértékét. Segítségével a figyelt szerkezeti elem várható élettartama is pontosabban becsülhető.

A Fleximatról a távadatgyűjtés jelenthet teljesen automatizált, PC alapú, on-line folyamatirányítást, de a készülék a hagyományos hibade-



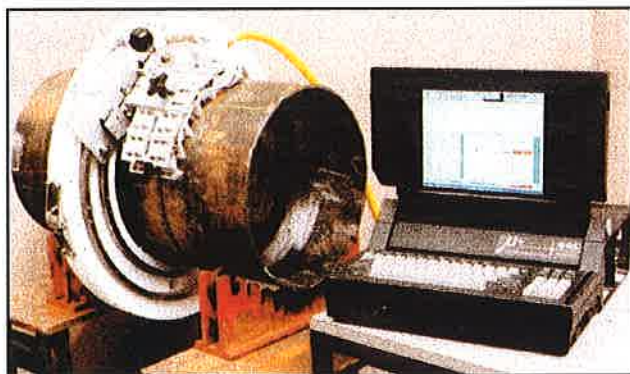
tekorrallal is működtethető a kapcsoló dobozon keresztül. A távadatgyűjtés lehetséges kábelben keresztül legfeljebb 50 km távolságról, vagy radio/modem kapcsolattal, a terepviszonyoktól függően, kb. 15 km távolságra.



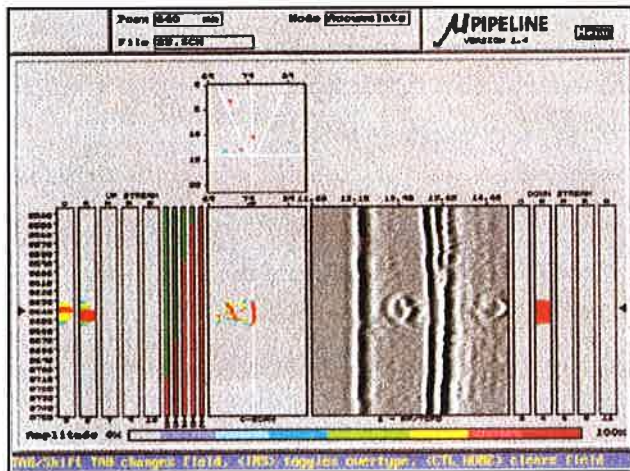
8. ábra. A Fleximat vizsgálófej-rendszer

Vizsgálatok a tenger alatt

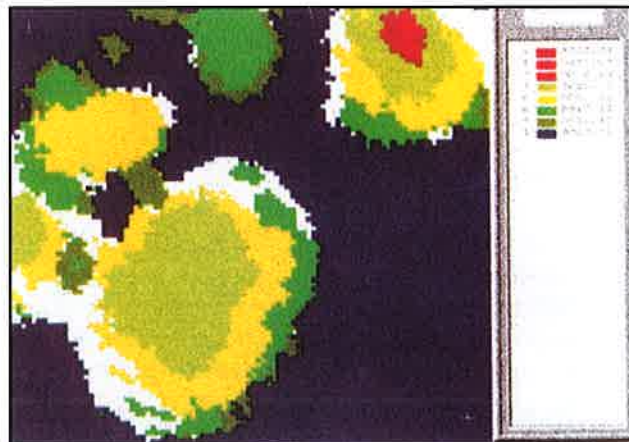
Az ismertett ultrahangos vizsgálati módszerek mindegyike tenger alatt is – egészen 250 m mélységig – alkalmazhatók a Nautilus két dimenzióban mozgatható manipulátor segítségével, amelyet egy könnyűbűvár egyszerűen felszerelhet a vizsgálni kívánt szerkezetre (9. ábra), majd a hajóról az AEA Microplus és az MDU hajtó egységgel távműködtetve elvégezhető a vizsgálat. A vizsgálófejek helyzetét a beépített optikai jeladók pontosan visszajelzik. A vizsgálófejek rögzítéséhez – az elvégezhető feladatok sokféleségére tekintettel – a tartók széles választéka áll a vizsgáló rendelkezésére. Az ultrahangos rendszerrel vizsgálhatók a hevederek, a csonkok, a hegesztési hossz- és spirálvarratok, és ezekről korróziós térkép is készíthető.



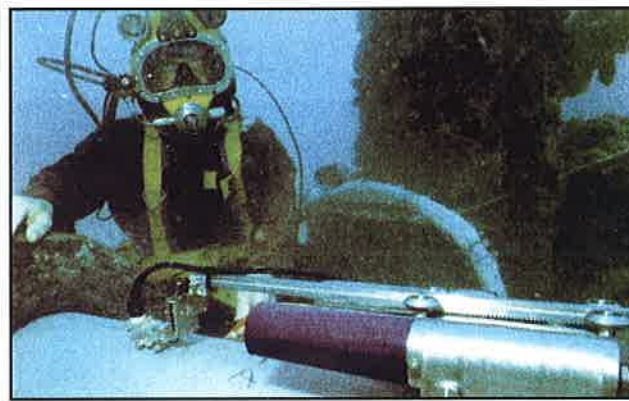
4b. ábra. Az automatizált vizsgálórendszer kalibrálása



5. ábra. Példa a szoftveres kiértékelés megjelenítésére



7. ábra. A Seescan rendszer kijelzése: a korróziós térkép



9. ábra. A Nautilus rendszer telepítése a tenger alatt

industria '99

minex-metex
energexpo
instrument
ökötech
limexpo
transexpo
liftexpo
subcontract
invest fórum



Iparágak kapcsolódási pontja
Évről évre egyre nagyobb érdeklődés kíséri
ezt az ipar fejlődését folyamatosan vissza-
tükröző rendezvényt.

Várjuk Önt is Magyarország legjelentő-
sebb ipari szakkonferenciáján.

Beruházási javak nemzetközi szakkonferenciájára a
Budapesti Vásárközpontban

1999. május 11-15.
Szakkonferenciáról szakkonferenciára

HUNGEXPO Rt. - INDUSTRIA projekt
Postacím: 1441 Budapest, Pf. 44
Tel.: 263-6084, 263-6000
Fax: 263-6086
Internet: <http://www.industria.hu>
E-mail: industria@hungexpo.hu



MEGHÍVÓ

„Felkészülés a minőség évszázadára”

avagy

Úton az Európai Unió felé



Rheinland
Magyarországi Csoport

címmel rendezi meg az immár hagyománnyá vált konferenciát
a 10 éves TÜV Rheinland Magyarország Csoport.

**A konferencia 1999. május 18–20. között Siófokon,
a Hotel Ezüstpart szállodában kerül megrendezésre,
fő témái a következők:**

- Az EU-konform műszaki szabályozás intézményrendszere;
- Műszaki fejlesztés és a minőségügy az EU-integráció szolgálatában;
 - Magyarország feladatai az EU-integráció előterében;
 - Piacfelügyelet – fogyasztóvédelem;
 - Minőség és logisztika;
 - Beszállítói tapasztalatok vállalati szemmel;
 - Minőségköltség, avagy mibe kerül a minőség?
- Feladatok és perspektívák az ISO 9001:2000 tükrében;
- Környezetpolitika és környezetirányítási rendszerek a gyakorlatban;
 - Energetika és környezetvédelem kapcsolata;
 - Önértékelés, a Nemzeti Minőség Díj;
 - Támogatási és befektetési rendszerek;
- Minőségről gyártóknak – minőségről szolgáltatóknak.

Jelentkezésüket várjuk írásban a TÜV Rheinland Magyarország Csoport címén,
illetve az I-268-0891 telefonszámon. A rendezvénnnyel kapcsolatosan Vecsei Dalma
és Bíró Zsolt bármilyen kérdésben szívesen állnak
rendelkezésére.

Reméljük, hogy konferenciánkon Önt is vendégeink között üdvözölhetjük!

TÜV Rheinland Magyarországi Csoport
1061 Budapest, Paulay Ede u. 52., Levelezési cím: 1399 Budapest, Pf.: 701/1301
Tel.: I-268-0891; Fax: I-268-0671
e-mail: tuvrf@mail.datanet.hu

REFLEKTOR 3D anyaghiba adatbázis megjelenítő program

Czibula Mihály*

Bár a gyakorlati tapasztalataim eddig a Siemens SAPHIR – DEA kiértékelő rendszerére vonatkoznak, mégis megpróbálom ettől elvonatkoztatva általánosságokban írni a kiértékelés távlatáról, anyagvizsgálati szakértői rendszer elméletéről, az ipari adatbázisok nyújtotta lehetőségekről és magáról a REFLEKTOR 3D programról.

A gépi ultrahangos anyagvizsgálat nagy előnye, hogy a mérések a vizsgálandó felületre rögzített koordinátákhoz köthetők. Tetszőleges vonatkoztatási rendszer, tetszőleges felbontású mérési raszterháló választható, amit csak a mechanika és a vezérlés adottságai korlátoznak. Az anyagvizsgáló szabadsága így igen nagy, megfelelő ultrahangos fejekkel a vizsgálati technológiát a feladatra specifikusan tudja elkészíteni.

A gépi vizsgálatok reprodukálhatósága messze meghaladja a kézi vizsgálatokét. Az ultrahangos fejeket a fejtartó mechanikája szorítja a vizsgálandó munkadarabra, ezért a csatlós ingadozása lecsökkenthető, az emberi tényező minimális szerepet játszik. Ilyen körülmények között van értelme a mérések összehasonlításának. Az eredmények persze így is mutatnak eltérést, de ez már kezelhető szóródást mutat. Az egy állandó reflektor sorozatosan ismétlődő gépi mérésének ábrázolásával a jól ismert Gauss-görbe alakja akkurátusan kirajzolódik.

A gépi mérésnek négy változó értéke van: a felület X , és Y koordinátái, a hangút (s) és a mért dB érték (E). E változókból a számítógép a mélységkiegényítési algoritmus, és az állandó paraméterek – az erősítés, az X , Y korrekciók, besugárzási szög, hangsebesség... – segítségével származtatja a számunkra szükséges értékeket. Választott vonatkoztatási rendszerünkben értelmezett függvény:

$$f(X, Y, s, E) \Rightarrow f(X, Y, Z, E)$$

Ez az f függvény az anyagot térfogatában írja le, E változóban annak homogenitását jellemezve. Képe háromdimenziós térben vagy annak vetületein ábrázolható, rendre X, Y, Z koordináták szerint. Így a hangnyomás (E) értékéhez színeket rendelve vetületes ábrázolásban kirajzolódnak az anyag inhomogenitásai. Ezen az elven működik a Paksi Atomerőműben is használt SAPHIR-DEA kiértékelő rendszer is. Ha a mérési pontokat kellően sűrűn vesszük fel (azaz a letapogatás lépéstávolsága kisebb, mint a regisztrálási határ kétszerese), akkor letapogathatók a regisztrálási határt meghaladó méretű reflektorok az anyagban.

Ha nagy reflektorról van szó, akkor az eljárása világos: letapogatással a 6 dB-es törvényt használva meghatározható a hiba mérete. Ha azonban kis reflektorról van szó – azaz az adott mélységben a hangnyaláb vezérsugarára állított merőleges sík és a hangnyaláb metszete nagyobb, mint a reflektor – nem ilyen egyértelmű a helyzet. A hangnyalábban a hangnyomás nem homogén, ezért a reflektor letapogatása akkor is eredményez csúcsokat, ha a nyalábmérő a reflektorhoz képest relatív nagy – azonban ebben az esetben a valós méretnél nagyobb és elmosódottabb kép lesz jellemző.

A dB értékekhez megfelelő színiskálát választva az $f(X, Y, Z, E)$ függvényt ábrázolva képet kapunk a reflektorok valódi alakjáról. Itt a mért dB

értékek a kézi vizsgálattól eltérően már nem közvetlenül határozzák meg a méretet, hanem a 6 dB-es törvényt alkalmazva a zajból kiemelkedő terület lépésköz felbontású meghatározására képesek a színiskála segítségével. Így lehetséges általános, nem a célra fókuszált ultrahangos fejekkel is közelítő méret-meghatározás.

A kapott eredményeket jelenleg kiértékelő értékeli személyes tapasztalatai, intuíciói alapján. Ez a munka nagy gyakorlatot igényel és rendkívül felelősségteljes. A kiértékelés azonban akár számítógépen megvalósítható algoritmusokkal is leírható, fázisai programozhatók. Találhatók olyan típusesetek, amiket egy kiértékelő szoftver is képes felismerni. A probléma a határesetekkel van, amit az ember intuitív képességének segítségével old meg. Az intuíció tulajdonképpen a személyes tapasztalatok alapján felgyülemlett tudás használata, analógiákra való ráérzés az adott helyzet és az életben már tapasztalt helyzetek között. Az ember ezek segítségével képes felismerni és megoldani az adódó problémát, legyen ez akár egy kiértékelendő mérési eredmény. Egy számítógép nem lehet intuitív. Azonban egy nagy adatbázis, ami létező reflektorok paraméterei és róluk kapott mérési eredmények között teremti kapcsolatot, reményt ad arra, hogy legalább típusok, és méret szerint képes legyen a gép egy új mérési adathalmazt a memóriájában meglévő sémákra leképezni. Ha a gép a sémái között megtalálja a leghasonlóbbat a vizsgálandó adatokhoz, akkor jó eséllyel azt is elmondhatjuk, hogy a talált reflektor valami hasonló, mint az amit számunkra a gép adatbázisából előhúzott. Egy ilyen adatbázis az egész mérőrendszert kalibrálja, elkészítéséhez sok etalonhibára és mérésre van szükség. Elkészítése csak visszatérő állapotfelmérő vizsgálatok esetén értelmes (pl. atomerőművekben).

A szoftveres értékelés nagy előnye, hogy a reflektorokat komplexekben képesek „látni” mint az emberek, ugyanis az emberi értékelést korlátozza, hogy maximum négydimenziós függvényt képesek érzékelni – ez egy ultrahangos fej egy besugárzását jelenti egy adott felületen –, de ezt is már csak vetületes, színiskálás ábrázolással. Azonban a számítógép képes a reflektorról érkező összes jel globális kezelésére, ami például az atomerőműben a reaktortartály falának vizsgálata során több mint 30 is lehet (az egyhez képest ez igen sok).

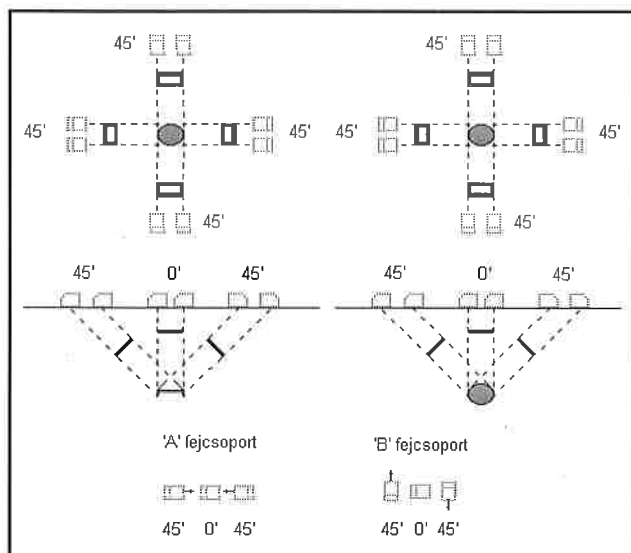
Adataink sokkal pontosabb képet adnak az anyaghibákról, mint amit mi érzékelni tudunk. A reflektorokat a különböző ultrahangos fejek és besugárzási irányok más-más nézetben látják. Ezek ideális esetben a kiterjedés besugárzási irányra és szögére vett merőleges síkmetszetei. E képek összességéből elvileg megrajzolható lenne az egész térfogat. A humán kiértékelő azonban egyszerre csak egy képet tud értelmezni. Helyzete hasonló a három vak ember és az elefánt esetéhez. Az a vak, aki az elefánt ormányát tapogatta meg csőnek látta, aki a farkát fogta kötélnak gondolta, aki a lábába kapaszkodott oszlopnak érezte. Az összképet, hogy valójában milyen is az elefánt egyikük sem tudta felfogni. Erre csak egy látó ember képes. Az anyagvizsgálat területén ilyen látó lehet egy szakértői rendszer, amely matematikai módszerekkel képes lehet a különböző fejek által szolgáltatott képeket globálisan kezelni, modellezni a reflektor valós kiterjedését. Azonban egy ilyen háromdimenziós modell készítése nem egyszerű feladat. A mérések, a különböző jeladók egyéni karakterisztikájából adódóan egymástól eltérő eredményeket adnak ugyanarról – a térben és időben (kis időintervallu-

* Atomix Kft.

mot tekintve) – állandó anyaghibáról. Ezen felül méréseinknek – mint minden mérésnek – van egy természetes pontatlansága, hibája is. Így kapunk egy létező reflektorról sokfajta képet, ami közül mégsem állíthatjuk egyikről sem, hogy a valóságot írja le.

A '3D reflektor' program egy jól használható, egyszerű demonstráció arra, hogy a különböző ultrahangos fejek milyen helyzeti, méret- és alak eltéréssel határozzák meg egy-egy reflektor kiterjedését és helyét az anyagban. Mint már szó volt róla, a jeladók a reflektornak az ultrahangyaláb sugárzási irányára merőleges síkra vett vetületeit érzékelik. A programban ezek a vetületek az egyszerűség és a kezelhetőség érdekében a kiértékelés során meghatározott dX , dY , dZ befoglaló téglatest átlósíkjával kerültek megjelenítésre. Erre az átlósíkra igaz az, hogy merőleges a besugárzásra.

Az átlósíkok – azaz a valós reflektorról kapott képek – minden esetben téglalapok. Átlóik metszéspontjainak egy pontba kéne esniük, mégpedig a valós reflektor középpontjába. A valóságban ez persze másképpen van. E kiütemített pontok a térben szóródnak. Az X, Y síkon ennek elsődleges oka lehet a hibás korrekció, ami még kiszűrhető, azonban a nyálábeltolódásból, szemszéztetségből, és még egyéb okokból bekövetkező torzulás korrigálása már nem megoldható feladat. Azonban a statisztika segítségével egy egyszerű súlyozott átlaggal – ahol a súlyokat az ultrahangos fejek megbízhatósága szerint kalkulálhatjuk, pl.: a 0 fokos fej feltehetőleg elég pontosan határozza meg az X és az Y koordinátákat – meghatározhatjuk a kiütemített pontok eredőjét. Ezek után az így kapott pontba eltolva a síkvetületeink átlomszéspontjait már egy elég jó becslést kapunk a reflektor valós helyéről.



1. ábra

A térbeliség érzékeltetésére a következő módszert használjuk. A téglalapok csúcspontjaira – mint a reflektor felszíni pontjaira – burkolo felületet feszítve megkapjuk annak háromdimenziós modelljét. A probléma az, hogy a reflektort nem tudjuk a három fő irányból (X , Y , Z) megvizsgálni, vetületi képeink egy szokásos vizsgálati elrendezéssel csak a felületének egy részét képesek látni.

Az A és B fejcsoportokkal vizsgálva az anyagot ezt a két eltérő típusú reflektort például ugyanolyannak érzékeljük (1. ábra). Ha a 45 fokos fejek helyett fázisvezérelt fejeket használunk különböző szögekkel, nézőpontjaink és vetületeink megsokasodnak, így a kialakuló kép is pontosabb lehet.

A program adatbázisban tartalmazza a reflektorok adatait (2. ábra). A rekordszerkezet alapját a Siemens által készített SAPHIR ultrahangos

[illegible]

2. ábra

gépi anyagvizsgáló rendszer regisztrálási határt meghaladó reflektor listája adja, de nem kizárólagosan. A forráskód kisebb módosításával használható szinte bármilyen felépítésű adatállomány. A Paksi Atomerőműben az adatbázisok a reaktortartályok, az összesen 24 gőzfejlesztő hideg és meleg ági kollektorok osztósíkjait, varratait, az NA 500-as csővezetékek varratait, és a mesterséges anyaghibákat tartalmazó etalonok reflektorait dolgozhatják fel (példaként a Gépi ultrahangos rendszerek regisztrátumainak feldolgozási tapasztalatai... című cikkünk 4.–6. ábráira utalok, amelyek a TR1 etalon hibáiról készültek).

A rendszer képes a vizsgált gépelemek műszaki rajzain reflektor térkép ábrázolására. A vizsgálati technológia készítése során választott vonatkozási rendszerben helyezi el a szoftver a reflektorokat a műszaki rajzon. A rajtot bármilyen tervezői rendszerben el lehet készíteni, tetszőleges méretarányban.

A Paksi Atomerőműben az elmúlt évek gépi ultrahangos anyagvizsgálatai nagy adatmennyiség felhalmozódásához vezettek. Ezek az adatok gyakorlatilag ugyanazokról a megszámlálható számosságú reflektorokról szólnak. Egy-egy ilyen reflektorról szinte minden évben keletkezik adat azonos, vagy más-más tulajdonságokkal bíró ultrahangos fejekkel végzett vizsgálatokból. Ezek az adatok pedig egymáshoz képest eltérést mutatnak. A program által kínált térbeli megjelenítés lehetőséget ad a mérőrendszer hibáinak kiküszöbölésére, a reflektorok változásának időbeni nyomon követésére. Az eredmények megértése és feldolgozása megköveteli a szemléletességet, hiszen az ember vizuális természetű, könnyebben feldolgozza a képi információt, mint a száraz sorsorozatot.

Az egyre inkább felhalmozódó mérési eredmények kezelésére hasznos segítség lehet a program. Kijelölhető szempontok, megadható kritériumok alapján az adatbázisból részadathalmazok hozhatók létre, amelyek segítik az elemzést. A képbárázolás térben történik, (pl. a 4/a. ábra a 62. oldalon) perspektivikusan a látást modellezve. Ez a módszer azért előnyös, mert képes képet ad és a rövidülésekkel, él összetartásokkal érzékeltethető a távolságok a síkra vetített képen (képernyőn) is. Ennek ellenére mégiscsak a kapott kép forgatásával kaphatunk teljes fogalmat a reflektorok egymáshoz viszonyított valódi helyzetéről. A kapott kép az értelmes ábrázolás határáig tetszés szerint nagyítható, kicsinyíthető, illetve a függőleges és a vízszintes gördítősávokkal mozgatható.

A berendezések anyaghibáinak szemléletes megjelenítéséhez nagyon jó lehetőséget ad a gépelem műszaki rajzára a valós fizikai helyre felrajzolt reflektorállomány (pl. az 5. ábra a 63. oldalon). Így globális képet kapunk a berendezés állapotáról. A rajz a berendezés sík képét mutatja a gépi ultrahangos mérés során rajta felvett koordinátarendszerrel.

Az anyaghibák pontos vizuális elhelyezéséhez szükség van azok síkvetületeinek ábrázolására is. A vetület ablak a kivágott téglatest és a benne elhelyezkedő anyaghibák X-Y, X-Z, Z-Y síkokra vett vetületeit mutatja (pl. a 4/b. ábra a 62. oldalon). A program nyomtatási funkcióinak használatával színvonalas reflektor-csoport dokumentációk készíthetők, érthetőbbé téve ezáltal a vizsgálati jegyzőkönyveket.

Gépi ultrahangos rendszerek regisztrátumainak feldolgozási tapasztalatai a Paksi Atomerőműben

Palásti József* – Dr. Pinczés János* – Czibula Mihály – Doszpod Barna****

Beyezetés

A Paksi Atomerőmű reaktortartályait az elmúlt években folyamatosan ellenőriztük gépi ultrahangos eszközökkel [1, 2, 3]. 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 összehasonlíthatóságának javítása érdekében, ill. a belső vizsgálatok volumenének csökkentése érdekében, a két vizsgálórendszer elveit azonos alapokra kell helyezni. Ennek érdekében a TriAs ULISES adatgyűjtő és kiértékelő rendszerét a SAPHIR-DEA szoftverrel váltottuk ki. Ez utóbbi több ultrahangos információt képes felvenni (nagyobb számítógépi kapacitása révén), és a Siemens cég fázisvezérelt ultrahangos fejeinek (Phased Array, PA) használatát is lehetővé teszi.

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

A leállások után a TR1-es etalon összehasonlító vizsgálatai nagymennyiségű információforrást jelentenek. A vizsgálatok és az eredmények értékelése jelenleg is folyamatban vannak.

Fázisvezérelt (PA) ultrahangos fejek

A vizsgálófejek nevében is szerepelt, hogy az acélban terjedő ultrahanghullám irányát elektronikusan lehet változtatni. A Siemens cég Saphir nevű ultrahangos berendezése képes a PA fejek vezérlésére, és a visszaérkező hanghullámok kezelésére, megjelenítésére. A berendezésről pontos leírás található a [4] irodalomban.

A vizsgálófély plexi előtétjének szögétől függően változik az acélban a terjedési szög. Változtatni lehet a hullám fajtáját, az erősítést és még egyéb más paramétert is. Az 1. ábrán példát taktusprogramozásra. A transzverzális hullámot: nális hullámot 0° és 70° között programozzuk.

A PA fejek alkalmazása új feladatokat állított eléénk, többek között meg kellett oldani a fejek egymás közötti távolságának folyamatos állíthatóságát, és eközben az egyenletes csatlós biztosítását is. Ez egy elvében és megoldásaiban is sok új elemet tartalmazó fejtartó kialakítást hozta magával.

*Atomerõmũ Rt.

** Atomix Kft.

SIEMENS SAPHIR RT /1997/1 HEN/1200/RT03/0001

10.09.1998 11:27

Date: Programmierung: Datum: Systemkontrolle: Konfiguration: Drucken: Dok:

DV-Modus: ALOK:

Programmierungs-Takte:

Stand: 15.05.17.024

Nr	PKK	Funktion	Sendtr PK-Typ	Empf. PK-Typ	S Nr.	E Nr.	A Nr.	E Anz	S.-W Grad	S.-W Art	S.-W V	E.-W Grad	E.-W Art	E V	Versl Art	Versl dB	Filter MHz	TAK Nr.	Fokus mm
01	1	LITHEN	LL1/12896	LL1/12896	1	1	16	18	40	A+	1	50	A+	1	lin	50	1	53	
02	2	RIHEN	92769	92769	37	38	1	70			1	70		1	log	40	3		
03	3	RIHEN	92768	92768	35	36	1	70			1	70		1	log	40	3		
04	4	RIHEN	92763	92763	33	34	1	0			1	0		1	log	30	3		
05	5	RIHEN	S-128-96	S-128-96	1	1	16	16	40	A+	1	40	A+	1	lin	42	1	53	
06	6	RIHEN	S-128-96	S-128-96	1	1	16	16	45	A+	1	45	A+	1	lin	45	1	55	
07	7	RIHEN	S-128-96	S-128-96	1	1	16	16	50	A+	1	50	A+	1	lin	47	1	56	
08	8	RIHEN	S-128-96	S-128-96	1	1	16	16	55	A+	1	55	A+	1	lin	45	1	57	
09	9	RIHEN	S-128-96	S-128-96	1	1	16	16	60	A+	1	60	A+	1	lin	45	1	58	
10	10	RIHEN	S-128-96	S-128-96	1	1	16	16	65	A+	1	65	A+	1	lin	46	1	58	
11	11	RIHEN	S-128-96	S-128-96	1	1	16	16	60	A+	1	60	A+	1	lin	52	1	55	
12	12	RIHEN	S-128-96	S-128-96	1	1	16	16	65	A+	1	65	A+	1	lin	40	1	55	
13	13	RIHEN	S-128-96	S-128-96	1	1	16	16	70	A+	1	70	A+	1	lin	45	1	53	
14	14	RIHEN	S-129-96	S-129-96	17	17	16	16	40	A+	1	40	A+	1	lin	62	1	61	
15	15	RIHEN	S-129-96	S-129-96	17	17	16	16	45	A+	1	45	A+	1	lin	54	1	61	
16	16	RIHEN	S-129-96	S-129-96	17	17	16	16	50	A+	1	50	A+	1	lin	61	1	61	
17	17	RIHEN	S-129-96	S-129-96	17	17	16	16	55	A+	1	55	A+	1	lin	62	1	61	
18	18	RIHEN	S-129-96	S-129-96	17	17	16	16	60	A+	1	60	A+	1	lin	65	1	61	
19	19	RIHEN	S-129-96	S-129-96	17	17	16	16	65	A+	1	65	A+	1	lin	65	1	61	
20	20	RIHEN	S-129-96	S-129-96	17	17	16	16	60	A+	1	60	A+	1	lin	55	1		
21	21	RIHEN	S-129-96	S-129-96	17	17	16	16	65	A+	1	65	A+	1	lin	55	1		

1. ábra. SAPHIR rendszer taktus programozása a reaktortartály vizsgálatához

SIEMENS

Wiederanfertige Prüfungen
ZUSAMMENFÜHRUNG
DER MESSERGEBNISSE

Prüfung

Skala

Projekt: **TP**

Prüfkarte: **1398**

Prüfung: **5100**

Skala: **(siehe Nr. 2)**

☐ Name zugewordn. Prüfer / Anzeigen

☐ rechner. Prüfkarte / Anzeigen

☐ berechnete Prüfkarte / Anzeigen

Nr.	Pos. Maximum			Prülschicht	Erl	EH [m]	EH [m]	Rag- Reflektor	Auswertungsausführung				Ausw. LEE [mm]	Bemerkung	PK-System/ Codierung	PK-Skala	
	U [mm]	T [mm]	I [mm]						nLEE [mm]	l [m]	Anfang	Ende					
1	7212	6223	23	STYEN2	-H	91	51		3	7235	7237	10	Handkass. Platirozax Jel 110-nal van.	RT04/0000	2	0	
1	2800	6960	37	STYEN2	-H	83	43		11	2798	2807	8		RT04/0000	3	0	
3	10844	7230	110	STYEN2	+H	81	61		3	10843	10845	2	Handkass. V Kb. 7100, 2 140.	RT04/0000	3	0	
4	8046	7148	8	STYEN2	+U	81	81		7	7144	7153	9		RT04/0000	8	0	
4	8054	7153	9	STYEN2	+U	79	39		8	7151	7152	2		RT03/0000	8	0	
5	6880	6958	126	STYEN2	+U	75	25		10	H -E	6947	6957	42		RT04/0000	8	0
5	6888	6958	126	STYEN2	+U	75	25		12	H -E	6951	6964	42		RT04/0000	8	0
5	6894	6958	130	STYEN2	-U	73	33		3		6958	6961	1		RT04/0000	3	0
5	6880	6952	120	STYEN2	+U	74	24		8		6879	6881	8		RT04/0000	8	0
5	6876	6957	116	STYEN2	+U	73	23		3		6956	6958	3		RT03/0000	8	0
7	2524	6885	84	STYEN2	+U	71	21		7		6891	6899	2		RT04/0000	4	0
8	2498	6902	85	STYEN2	+U	70	20		4	H -U	6907	6909	6		RT04/0000	4	0
8	2524	6900	86	STYEN2	+H	74	24		24	H -H	2520	2544	17		RT04/0000	5	0
8	2524	6904	81	STYEN2	+H	40	40		24	H -H	2516	2540	25		RT04/0000	5	0
8	2524	6904	77	STYEN2	+H	40	40		6	H -H	2520	2536	12		RT04/0000	7	0
8	2524	6886	83	STYEN2	+H	39	39		6	H -H	2520	2526	12		RT04/0000	8	0
8	2524	7000	74	STYEN2	+H	37	37		4		2524	2528	13	Handkass. Transzival van pag. Kb. 100-nc cool, V 6900.	RT04/0000	12	0
8	2517	7020	60	STYEN2	+H	48	48		1		2529	2531	13	Handkass. Transzival van pag. V kb. 8900.	RT04/0000	13	0
7	1710	6543	143	STYEN2	+U	51	51		22	H -E	6563	6585	36	PF	RT04/0000	4	0
8	8004	6939	142	STYEN2	+U	87	87		7		6935	6948	13	PF	RT04/0000	4	0
9	678	6925	78	STYEN2	+H	75	75		4		676	680	8		RT04/0000	5	0
9	692	6942	75	STYEN2	+U	29	29		3		6941	6943	1		RT03/0000	5	0
9	692	6940	70	STYEN2	+H	28	28		3		691	693	8		RT04/0000	5	0
9	673	6944	72	STYEN2	-U	33	33		3		6942	6945	3		RT03/0000	5	0
9	678	6940	68	STYEN2	+H	39	39		6	H -U	678	694	13		RT04/0000	7	0
									erstellt 05.04.99 21:15:97				Prüfschicht		Sachverständiger		

2. ábra. A SAPHIR rendszer tipikus regisztrátum listája

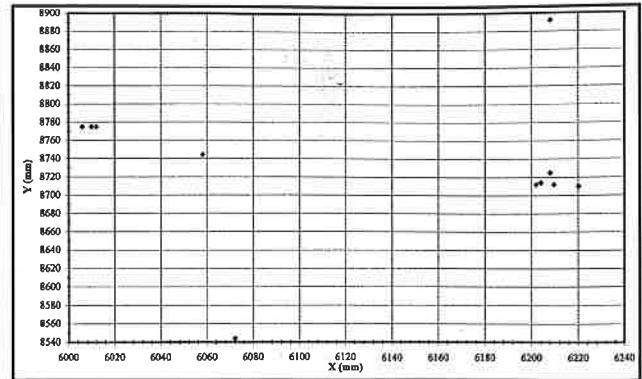
A regisztrátumok feldolgozása

A SAPHIR rendszerben már a kiértékelés fázisában csoportosítjuk a regisztrátumokat (2. ábra), majd egyéb eredményeket hozzácsatolva, adatbázisba foglaltuk azokat. Jelenleg ez egy EXCEL file formájában keletkezik. A táblázatban az adatokat különféle elvek szerint rendezzük. A legfontosabb szempont a regisztrált pontok „közelségének” megállapítása. Ezt kétféleképpen is megtehetjük. Numerikus módon, az X, Y és Z koordináta távolság-különbségének vizsgálatával, ill. grafikusan ábrázolva az adatokat. Az előző az 1. táblázatban, az utóbbi a 3. ábrán látható.

1. táblázat. Reflektor azonosítása numerikusan

Reflektor sorszáma	Vizsgálófej besug. szög, °	Besugárzási irány	X, mm	Y, mm	Z, mm	D _{Xn-DXn-1} , mm	D _{Yn-DYn-1} , mm	D _{Zn-DZn-1} , mm	D _{Xn-DXn1} , mm	D _{Yn-DYn1} , mm	D _{Zn-DZn1} , mm	DKTRkr (korrigált), mm	Vizsgáló	Vizsgálat éve
40	0	0	6202	8712	142,0								TriAs SA	1998
40	0	0	6204	8714	144,0	2	2	2,0	-2	-2	-2,0	5,0	TriAs SA	1998
40	0	180	6208	8725	142,2	4	11	-1,8	-6	-13	-0,2	3,9	TriAs	1995
40	0	270	6210	8712	137,0	2	-13	-5,2	-8	0	5,0	3,6	Siemens	1998
40	0°N		6220	8710	136,0	10	-2	-1,0	-18	2	6,0	6,0	Skoda	17-ápr-90
40	0°N		6220	8710	137,0	0	0	1,0	-18	2	5,0	5,0	Skid	1994

A táblázatban csak az egyik koordináta szerint lehet sorrendbe rendezni az adatokat, ezért nem minden esetben dönthető el azonnal, hogy melyik regisztrátum tartozik össze. Kisebb tartományként a másik koordináta szerint is rendezni kell. Ha már az összerendezés megtörtént, meg kell vizsgálni, hogy az adott reflektor a kezdő ponttól milyen hosszú. Két közeli reflektor esetén könnyen előfordulhat, hogy az X és Y koordináták egybeesését mutatnak, de „túl hosszú” lesz a reflek-



3. ábra. Reflektor azonosítása grafikusan

tor. Ilyenkor kell megvizsgálni az adatokat, hogy szét lehet-e válogatni két független reflektorra az adatokat. Mindez bonyolult és időigényes tevékenység, nemkevéssé figyelmet igényel, és jelentős mértékben tartalmazza a tévedés lehetőségét is.

A grafikus eljárás sokkal szemléletesebb, de sajnos legalább olyan hosszú ideig tart, mint a numerikus módszer. Ugyanis a vizsgálati

területet, az előírásoknak megfelelően, olyan kicsi kockákra kell felbontani, hogy az egybeesést meg lehessen állapítani. Így egy vizsgálat kiértékelése 70–80 kép generálását teszi szükségessé.

Ezekkel a módszerekkel összeállított reflektorlista még mindig csak egy száraz adatsor, a vizsgált berendezésen való elhelyezkedése, ill. térbeli alakja, formája nehezen követhető.

A Reflektor 3D-s megjelenítő program

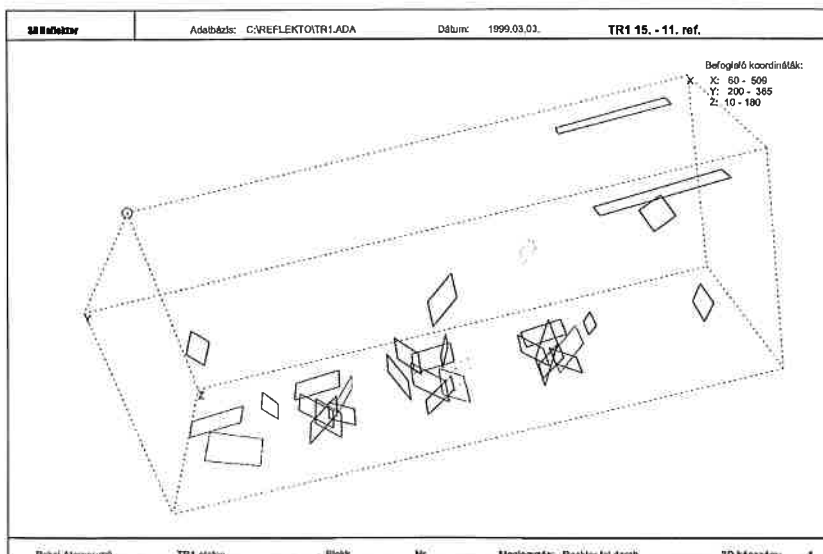
A reflektor adatbázis összeállítása után automatikusan kialakultak a megjelenítéssel kapcsolatos elvárások:

- az adatbázisból közvetlenül lehessen megjeleníteni a regisztrátumokat;
- az ábrázolással egy időben a reflektor összerendezést is el lehessen végezni;
- a 3D-s megjelenítés révén a reflektor elhelyezkedésére, formájára, orientációjára stb. vonatkozóan több információt kapjunk.

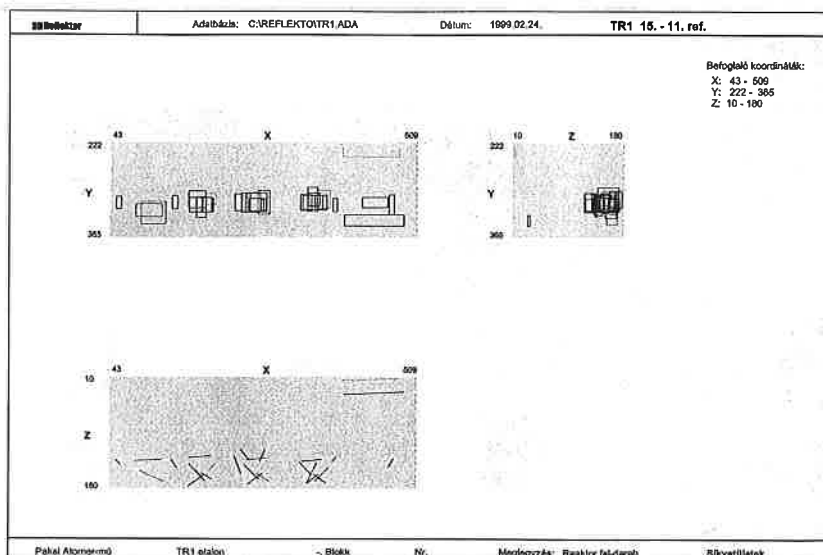
Ezen követelmények hatására született meg a Reflektor 3D-s anyaghiba megjelenítő program.

A TR1-es reaktoretalonon végzett vizsgálataink eredményeiből látható példa a 4/a és a 4/b. ábrán. Az etalon ezen tartományában balról jobbra az alábbi reflektorok találhatók (5. ábra):

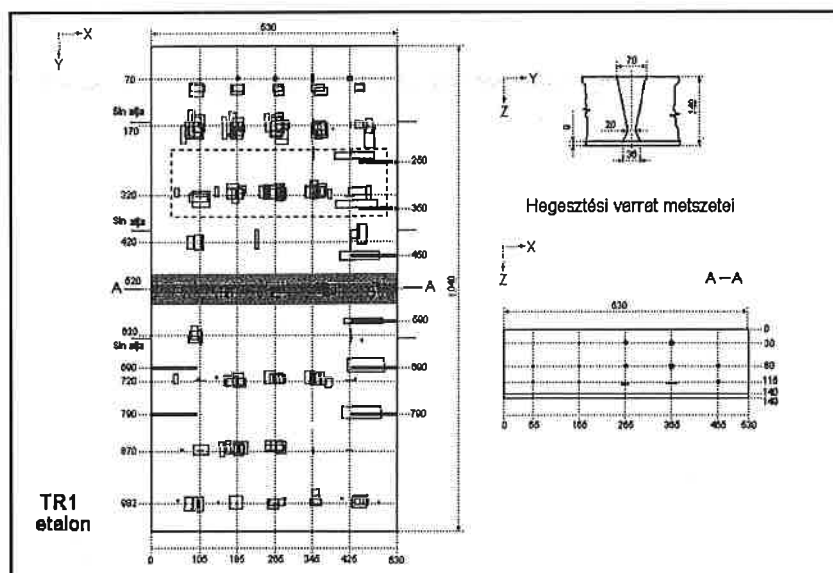
- 15. sz. reflektor, mérete 6 mm mély, 20 mm hosszú, 140 mm mélyen a plattírozás alatt, a varratra merőleges orientációval,
- 14. sz. reflektor, mérete 11 mm mély, 20 mm hosszú, 140 mm mélyen a plattírozás alatt, a varrattal párhuzamos orientációval,
- 13. sz. reflektor, mérete 8 mm mély, 20 mm hosszú, 140 mm mélyen a plattírozás alatt, a varrattal párhuzamos orientációval,
- 12. sz. reflektor, mérete 6 mm mély, 20 mm hosszú, 140 mm mélyen a plattírozás alatt, a varrattal párhuzamos orientációval,
- 11. sz. reflektor, mérete 6 mm mély, 20 mm



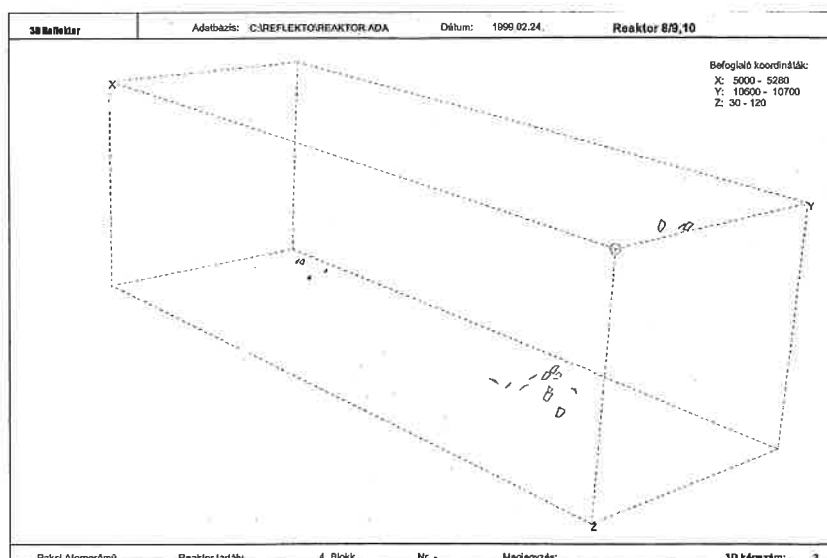
4/a. ábra. TR1-es etalon reflektorai



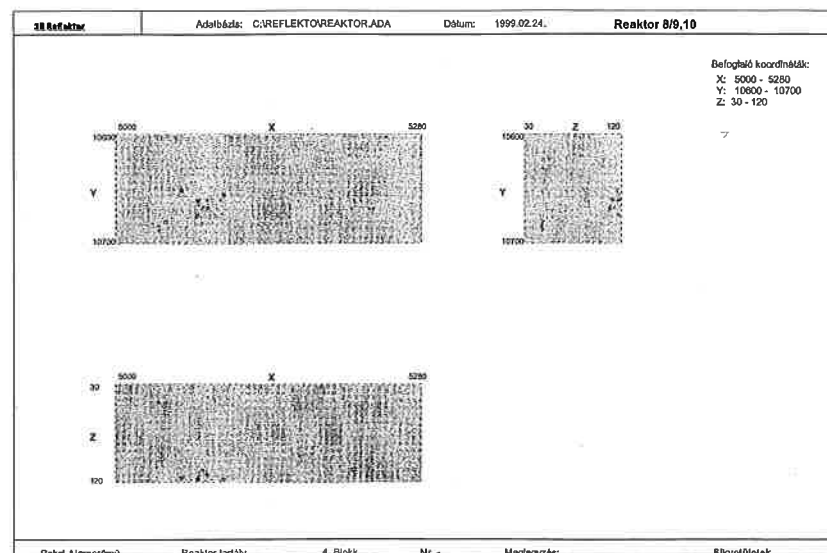
4/b. ábra. TR1-es etalon reflektorai



5. ábra. TR1-es etalon reflektori és a kinagyított terület



6/a. ábra. TR1-es etalon reflektori és a kinagyított terület



6/b. ábra. TR1-es etalon reflektori és a kinagyított terület

hosszú, 140 mm mélyen a plattírozás alatt, a varratra merőleges orientációval,

- Ø 6,35 mm-es keresztirányú hengeres furat, 15 mm mélyen, a varrattal párhuzamos orientációval,
- Ø 6,35 mm-es keresztirányú hengeres furat, 30 mm mélyen, a varrattal párhuzamosan orientációval.

Az ábrából jól látható, hogy a térrész forgatásával meg lehet találni azt a legszemléletesebb helyzetet, ahol a regisztrátumok elhelyezkedését, egymáshoz való viszonyát, méretét, orientációját stb. megfelelően lehet tanulmányozni. Az ábrázolás változtatásával a reflektor alakjára, méretére vonatkozó információk is nyerhetők. Ez a példa a TR1-es etalon ismert méretű objektumait ábrázolja. A 6/a. és a 6/b. ábra természetes reflektorokat mutat be.

A jövő feladatai, fejlesztések

A fejlesztéseink fókuszába mostantól a regisztrált egyedi reflektorok vizsgálata fog kerülni. A már definiált koordinátán lévő reflektorról igyekszünk még több adatot begyűjteni. Gazdagítani az információ-bázist, ábrázolni azt. A megjelenítő program kisebb átalakítással alkalmassá tehető a reflektorok DVG-inek térbeli ábrázolására, ill. a térgörbék vizsgálatára is.

Összefoglalás

Az eddigi ellenőrzések bizonyították, hogy a reaktortartályokban található reflektorokat megfelelő pontossággal ismételtlen is regisztrálni tudjuk. A keletkezett adathalmazból ki kell szűrni a reflektorokat. Erre több módszer is rendelkezésünkre áll. Készítettünk egy olyan programot, mely képes ezt a válogató tevékenységet segíteni, ill. az adatbázist kezelni. A 3D-s ábrázolás eredményeként a reflektorok tulajdonságaira vonatkozóan több információ nyerhető. Az ultrahangos technológiánk fejlesztése következtében az egyre több információ biztosítja, hogy a reflektorok jellegéről és méretéről a valóságot jobban megközelítő képet tudunk adni.

Irodalom

1. Dr. Pinczés János: Reaktortartály-vizsgálatok eredményeinek értékelése. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2. 59-61. old.
2. Szabó Dénes – Palásti József: A TriAs vizsgálóberendezés fejlesztése és felépítése. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2. 53-54. old.
3. Dr. Pinczés János – Palásti József: A TriAs vizsgálatok első tapasztalatai. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2. 55-56. old.
4. Dr. Pinczés János: Reaktortartály hengeres rész külső gépi ultrahangos vizsgálata SAPHIR rendszerrel. Szakdolgozat. Ronscsolásmentes anyagvizsgálat 3. fokozat. MHE. 1997. 10. 13.
5. Dr. Pinczés János: A fázisvezérelt vizsgálófejek használata, különös tekintettel az LLT technika alkalmazási lehetőségére. Szakirodalmi feladat. Szakdolgozat. Ronscsolásmentes anyagvizsgálat 3. fokozat. MHE. 1997. 10. 13.

Kísérőjelek segítségével végzett méret-meghatározások tapasztalatai a gépi ultrahangos vizsgálatok során

Palásti József – Dr. Pinczés János – Szabó Dénes*

Bevezetés

A Paksi Atomerőmű reaktortartályainak állapot-megítélésénél a reflektorok pontos méretének a meghatározása egyre nagyobb jelentőséggel bír. Az élettartam végén dönteni kell a tartályok további használhatóságáról. Belátható a jelentősége annak, hogy a reflektorok méretét a lehető legnagyobb pontossággal kell megadni.

A reaktortartályaink ultrahangos gépi vizsgálatairól az elmúlt évek során folyamatosan tájékoztatást adtunk [1] [2] [3] [4]. Új vizsgálófejeket vontunk be a vizsgálati technológiánkba, ez új fejtartó kifejlesztését kívánta meg, ill. az új vizsgálófejek tulajdonságaiból következően lehetőségünk van különleges vizsgálati módszerek alkalmazására. A szaporodó eredményekből már össze lehet állítani az egyes berendezésekre a REFLEKTOR adatbázisokat. A konkrét koordináták további vizsgálataival tovább lehet finomítani a reflektor tulajdonságaira vonatkozó ismereteinket.

A reaktortartályokban a platírozás alatti terület a legkritikusabb, ugyanis itt keletkezhetnek repedések [5]. Belátható, hogy felderítésük és méreteik pontos meghatározása a tartályok üzemeltethetőségének szempontjából igen nagy jelentőséggel bír.

Vizsgálati technológiánkat ki kell egészíteni olyan technikákkal, amelyek a repedés mélységének pontosabb meghatározását szolgálják.

Méret-meghatározó technikák

A reaktortartályokon a 140 mm mélyen lévő platírozás alatti repedéseket keresünk, amelyek a felületre merőleges orientációjúak.

Az ultrahangos gyakorlatban leggyakrabban használt méret-meghatározó módszer a 6 dB-es eljárás. Ez a hangtérnél kisebb reflektorok esetén nem használható, mert igen pontatlan lesz az eredmény. A méréseink során alkalmazott vizsgálófejek hangtere 140 mm mélyen olyan nagy, hogy ez az eljárás használata nem merült fel.

Fókuszáló fejekkel már pontosabb méréseket lehet végezni, de ebben az esetben is sokszor összemérhető a hangtér és a repedés mélysége.

Az irodalomban a Time of Flight Diffraction (TOFD) ill. a Satellit Pulse (SP) módszerek ismertek még. Jelenleg a TOFD technika alkalmazását, az alakjelek zavaró hatása miatt, a nemzetközi gyakorlatban fokozott óvatossággal javasolják csak. Ezen okból, és mivel az SP technikához nem szükséges a vizsgálófejek speciális beállítása, az utóbbival kezdünk foglalkozni.

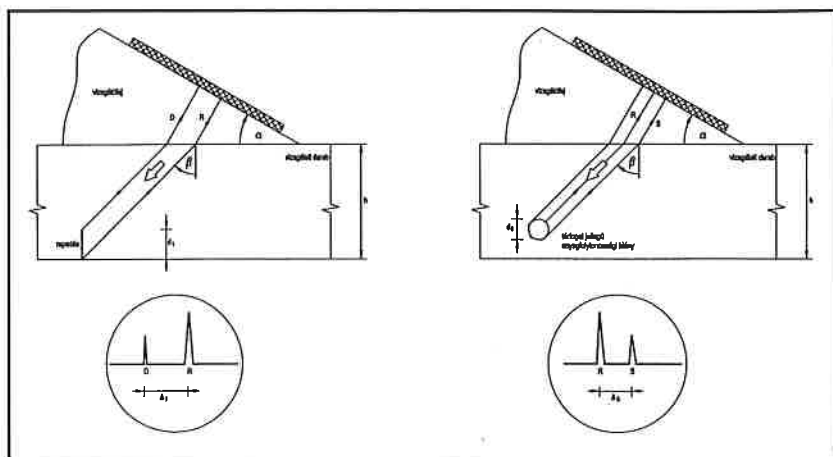
A fizikai alapokról

Ha az ultrahanghullám az anyagban reflektáló felülettel találkozik, akkor az azon visszaverődik, ill. elindul egy felületi hullám a reflektor alakja mentén [6]. Ez a felületi hullám a repedés csúcsán (Tip Diffraction) gömbhullám formájában tér vissza a vizsgálófejbe.

Az anyagfolytonossági hiány fajtájától függően a kísérőjel vagy az alapjel előtt (repedés), vagy az alapjel után (térfogatos) jelentkezik: 1. ábra.

A kísérőjelekkel végzett mérések végrehajtása

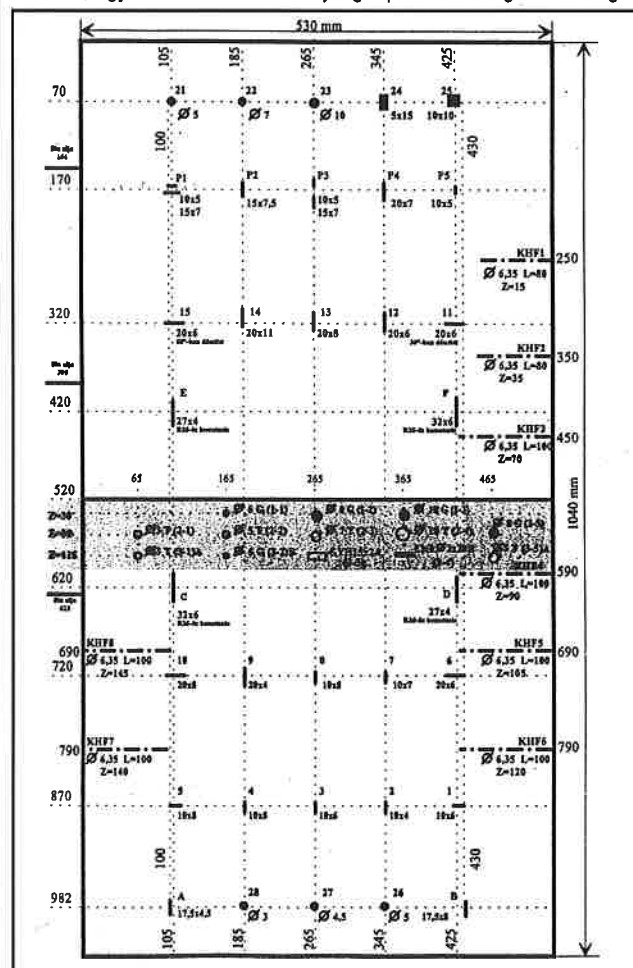
A TR1-es etalonunk (2. ábra) megfelelőnek mutatkozott a mérések elvégzésére, mert a platírozás alatt (pl. A,B; - 15; P1 - P5), a belső



1. ábra. Kísérőjelek az ultrahangos vizsgálatok során G. J. Gruber nyomán

felületen (E - F) található benne repedések. Továbbá több térfogatos (KHF1 - KHF8; G1-1 - G1-3) reflektort is tartalmaz.

A repedések méretének a megvalósult (szikraforgácsolt) méretet tekintettük, ugyanis a beolvadási mélységet pontosan meghatározni igen



2. ábra. TR1-es etalon a reflektorokkal

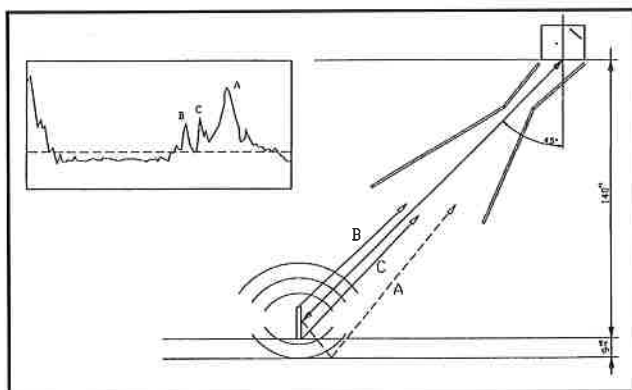
* Paksi Atomerőmű Rt.

körülményesnek bizonyult. Ha a megvalósult méretet vesszük figyelembe, akkor ezzel is a biztonság felé térünk el.

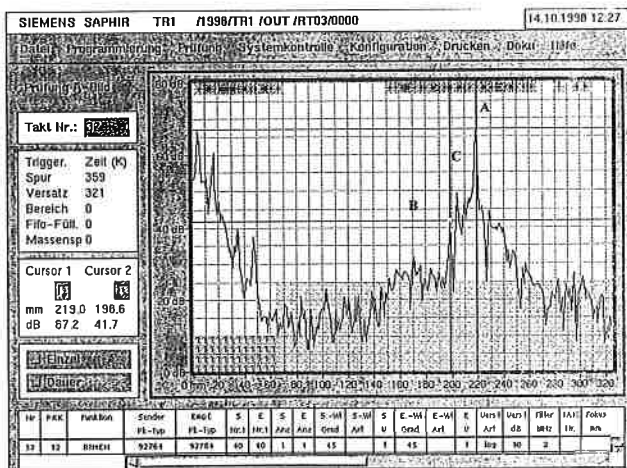
Az A képeken mért alap- és kísérőjel-távolság nem a valós méretet adja, ezért valamilyen szorzószámot kell alkalmazni. Ez a szám szerzőnként változik:

Szerző/Reflektor	Repedés	Térfogatos
G. J. Gruber	$d=0,7042 \cdot \Delta t$	$d=0,369 \cdot \Delta t$
W. Sachse	$d=0,7092 \cdot \Delta t$	
INETEC		$d=0,7145 \cdot \Delta t$

A TR1-es etalon plattírozás alatti repedésein kezdtünk mérni. Az A képeken az alapjel környezetében két kísérőjelet tapasztaltunk, ezek értelmezését mutatja a 3. ábra. A 4. ábrán a 14. sz. reflektorral készített A kép látható. A SAPHIR rendszer gyors mérési lehetőséget biztosít a jelek rögzítésére. A reflektorokon több helyen, több irányból mértünk, az eredményeket átlagoltuk. A statisztikai eljárás a sokaság alsó ill. felső 20%-t nem veszi figyelembe az átlag számításánál.



3. ábra. Kísérőjelek értelmezése az ultrahangos A képen



4. ábra. A 14. sz. reflektor A képe

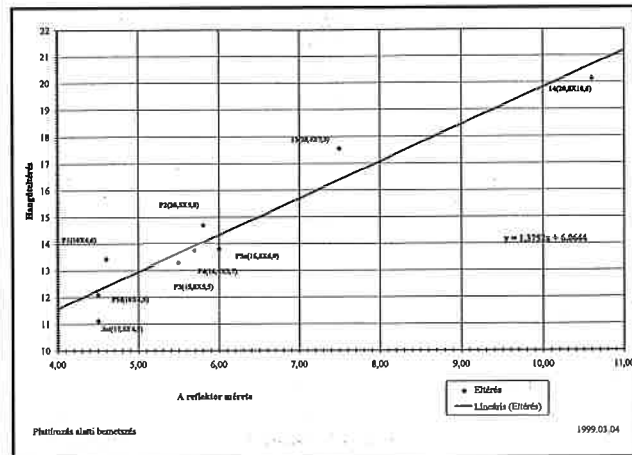
Tapasztalataink az alábbiak szerint foglalhatók össze röviden:

- a kísérőjeleket legkedvezőbben a 45°-os szögnél lehet regisztrálni,
- a fentebb említett szorzó a repedés méretének függvényében változik,
- más a szorzó ha a plattírozás alatti, vagy a belső felületen lévő repedést mérünk,
- a szorzó értéke akkor is változik, ha a jelek távolságát 2 vagy 3 jel felhasználásával számoljuk,
- a meghatározott hangtúltérési szorzó kalkulálása nélkül egyszerűbben lehet a valós méretre következtetni,
- kísérőjelek segítségével igen jó pontossággal lehet a reflektor méretére következtetni,
- a mérési elvet térfogatos reflektorok méret-meghatározására is lehet alkalmazni,

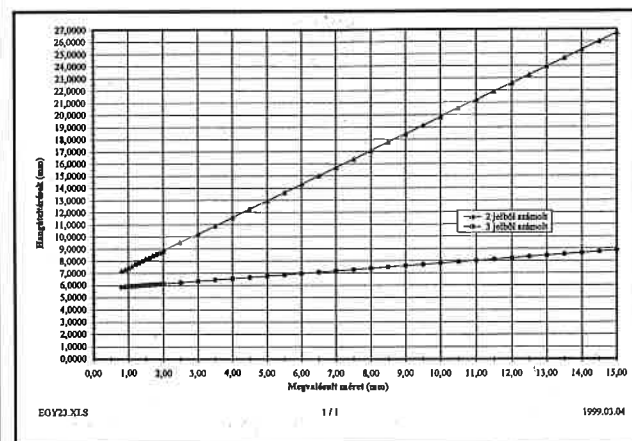
- a kísérőjeleket, megfelelő felbontás alkalmazásával, a grafikus képen is fel lehet fedezni, és ezekből szintén lehet méretet kalkulálni, akár több módszerrel is.

A kísérőjelekkel végzett mérések eredményei

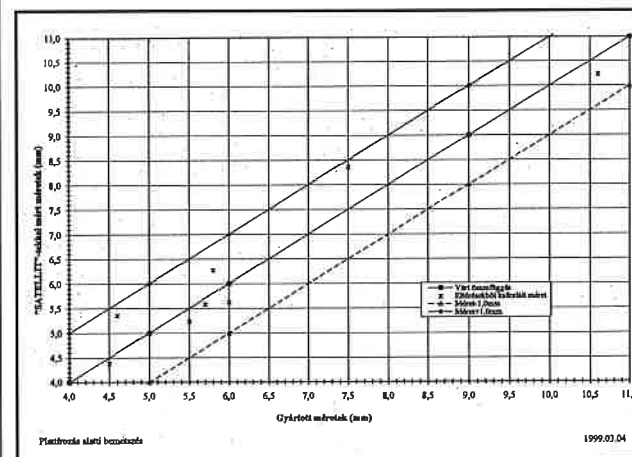
A regisztrált hangtúltéréseket a reflektor megvalósult méretének függvényében ábrázolva (5. ábra), meghatározható az egyenes egyenlete (mint ahogy az ábrán is látható). Az egyenlet segítségével már tetszőleges hangtúltérésre is számolható a reflektor „megvalósult” mérete (6. ábra). Egy valódi reflektor esetében ettől a mérettől a beolvadással (kb. 0,5 – 1,5 mm) kell csökkenteni az értéket, és így kaphatjuk meg a repedés valósághoz legközelebb álló méretét.



5. ábra. A hangtúltérés változása a méret függvényében (2 jelből)



6. ábra. Összefüggés a hangtúltérési és a gyártott méretek között



7. ábra. Reflektor-méretek meghatározása kísérőjelek segítségével (2 jelből)

Az egyenes egyenletéből a TR1-es reflektorait kiszámolva kapjuk a 7. ábrát. Az eddigi tapasztalataink szerint a két jelből számolt méretek a legpontosabbak, mint ahogy az ábrán is látható, a pontosság 1 mm-n belül van.

Összefoglalás

Az eddigi méréseink bebizonyították, hogy az ismert reflektorok (platfórozás alatti repedések, térfogati jellegű anyagfolytonossági hiány) méretét a kísérőjelek segítségével nagyon jó pontossággal lehet meghatározni. Több módszert is lehet használni, a korábbi grafikus képekből is lehet a méreteket kalkulálni.

Az eljárás továbbfejlesztésével tovább szaporodik a lehetőségek száma a reflektorok méretének egyre pontosabb megállapítására.

Mivel a vizsgálataink során áthangzásos ellenőrzést használunk, és a reaktortartály hengeres részén kevés alakjel fordul elő, véglegesen nem tettünk le a TOFD technika alkalmazásáról.

Irodalom

1. Szabó Dénes – Palásti József: A TriAs vizsgáloberendezés fejlesztése és felépítése. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2, 53-54. old.
2. Dr. Pinczés János – Palásti József: A TriAs vizsgálatok első tapasztalatai. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2, 55-56. old.
3. Dr. Pinczés János: Reaktortartály-vizsgálatok eredményeinek értékelése. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2, 59-61. old.
4. Fücsök Ferenc – Palásti József: A TriAs rendszer megbízhatóságának elemzése. Anyagvizsgálók Lapja 1995/2, 57-59. old.
5. Phare-jelentés (4.1.2 Project Task 1, B.)
6. G. J. Gruber: Defect identification and sizing by the Ultrasonic Satellite-Puls Technique. Journal of Non-Destructive Evaluation, Vol. 1, No. 4, 1980.

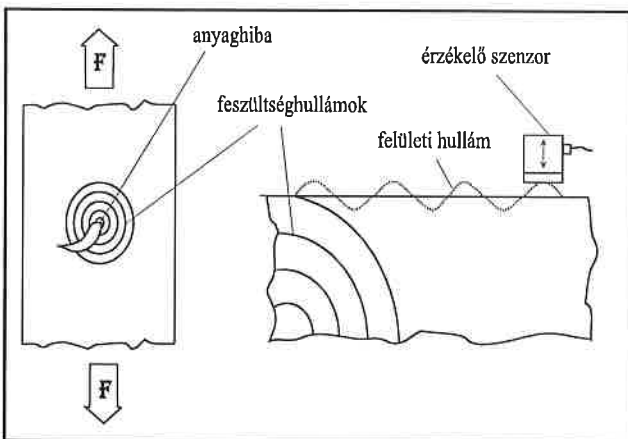
A károsodási zóna meghatározása polimer kompozitoknál akusztikus lokalizációval

Dr. Czigány Tibor* – Dr. Marosfalvi János*

Bevezetés

Az akusztikus emisszió (AE) mint roncsolásmentes anyagvizsgáló módszer egyre nagyobb szerepet játszik a szerkezetek vizsgálatánál, mivel a hibát előidéző jeleket maga a vizsgált anyag állítja elő, valamint az AE-jelenséget mint minőségi és gyártásellenőrzési módszert egy-szerre lehet felhasználni.

Az akusztikai kisugárzási vizsgálat azon a tényen alapszik, hogy a szilárd anyagok mechanikai vagy hőhatás alatt feszültség-hullámokat bocsátanak ki azokról a területekről, ahol fizikai változások lépnek fel (1. ábra).



1. ábra. Feszültség-hullámok keletkezése, terjedése és detektálása

A feszültség-hullámok akkor keletkeznek, amikor szilárd halmazállapotú anyagokban alakváltozási vagy törési folyamatok során energia szabadul fel. Függetlenül a vizsgált anyagtól vagy a vizsgálat körülményeitől, az AE tulajdonképpen a vizsgált anyag lokális instabilitásának következménye. A terhelés hatására az anyag egyre kisebb belső energiájú állapotba kerül, egyre szaporodó helyi instabilitások során veszíti el belső energiáját és kerül a teljes instabilitás állapotába (pl.: törés).

A törést előidéző feszültségeknél majdnem minden anyagnál hang ill. akusztikai kisugárzás lép fel. Az akusztikai kisugárzás egy hanghullám vagy pontosabban egy feszültség-hullám, amely végighalad az anyagon. A folyamat maga egy hirtelen energia-felszabadulás, amelyet feszültség okoz. A feszültség nem hallható, annak következménye azonban igen.

Ezek lehetnek: fémeknél a kristályszerkezet határfelületének hirtelen elcsúszása, a kristályrács átrendeződése, a repedés továbbterjedése, vagy a szálerősítésű műanyagoknál az elemi szál lokális szakadása, szálikihúzóda, a mátrix repedése, ragasztásleválás stb [1].

Előző cikkünkben [2] bemutattuk az AE alkalmazhatóságát egy érzékelő esetén rövid és hosszú szállal erősített PP rendszerek közötti különbségek feltárására ill. a tönkremeneteli formák felismerésére. Azonban az AE technika egyik legnagyobb előnye, hogy a mérést több érzékelővel végezve, s a beérkezési idők különbségeit mérve, a hangforrás pontos geometriai helye is meghatározható. A hangeseményekből való lokalizálás elve, hogy az események észlelési időpontjainak Δt különbsége, a hang anyagbeli terjedési sebességének és a mikrofonok geometriai helyének ismeretében meghatározható a forráspont pontos geometriai helye.

Cikkünkben 4 mikrofonnal való lokalizálást alkalmaztunk az események geometriai helyeinek pontos meghatározására. A lokalizációs mérések kritikus pontja a terjedési sebesség pontos meghatározása. Ha nagyobb értéket alkalmazunk a mérésnél mint a valóság, akkor közelebb, míg ha kisebb terjedési sebességgel lokalizálunk, akkor távolabb fogjuk a jelforrás geometriai helyét detektálni. A lokalizációs mérések előtt jelkibocsátó (pulzer) segítségével állapítottuk meg az éppen alkalmazott kompozit rendszerben a hang terjedési sebességének irányfüggését oly módon, hogy felerősítve azt a próbatestre, mértük a mikrofonok jelzéséig eltelt időt. Ismerve a mikrofonok pontos geometriai elhelyezkedését a sebesség számítható volt [3].

Mérési körülmények

A méréseknél polipropilén (PP) mátrix lemezek közé üvegpaplanl préseltünk. A PP a TVK által gyártott Modylen 2-8134 típusú anyag volt. A számok jelentése: 2 – poli(propilén-etilén) kopolimer; 8 – folyási index: 0,2–0,6 g/10 perc; 1 – krétával van töltve; 3 – kréta mennyisége: 10–15%; 4 – hidegállósága: –30 °C.

Az üvegpaplan 450 g/m² felületi tömegű, térfogathányada 4,4% volt. A mátrixot és az erősítőanyagot SCHWABENTAN Polystat 300s típusú présgepen préseltük össze. A préselési ciklus folyamata:

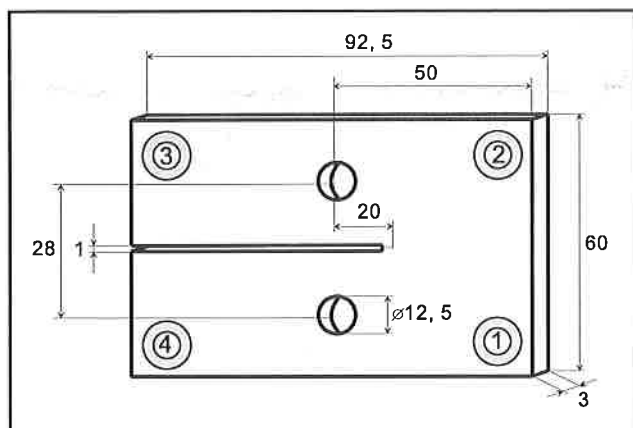
a.) nyomólapok felmelegítése 200 °C-ra $\Rightarrow$ b.) 30 s alatt nyomásnövelés 80 bar-ig

c.) 2 perccig nyomástartás $\Rightarrow$ d.) 100 °C-ig lassú, majd gyors hűtés.

A préseléssel előállított homogén lapokból nagy CT (compact tension) húzóvizsgálati próbatesteket vágunk ki. Mivel az AE méréseket lokalizációs módban végeztük, a próbatesteket úgy módosítottuk, hogy arra a 4 mikrofon felhelyezhető legyen a mérési eredmények befolyásolása nélkül. A próbatestek kialakítása, mérete, valamint a mikrofonok (1-4 számozással) elhelyezkedése a 2. ábrán látható.

A próbatestek gyártásakor alkalmazott hosszsméreti tűrés: $\pm 0,1$ mm.

* Budapesti Műszaki Egyetem, Gépszerkezettani Intézet



2. ábra. A NAGY-LOK-CT próbatest geometriai méretei és a mikrofonok elhelyezkedése

A furatok és bevágások speciális készülékekkel készültek, szintén $\pm 0,1$ mm-es tűréssel. A próbatestek befűrészelt hornyát pengével tettük élessé. Ennek a nemzetközi gyakorlatban is elfogadott módszernek a lényege az, hogy borotvapengével – felületre merőlegesen – a befűrészelt hornyorész kezdetét 1 mm hosszan bevágjuk. Ezzel azt érjük el, hogy a repedés a bevágás végéről fog elindulni, így a károsodási folyamat nyomon követése optikai eszközökkel egyszerűen megoldható. A próbatesteket furatain keresztül vezetett 12 mm-es csapok segítségével terheljük Zwick 1445-ös terhelőgéppel. A méréseket $v = 2$ mm/perc sebességgel valamint $T = 22$ °C-on végeztük.

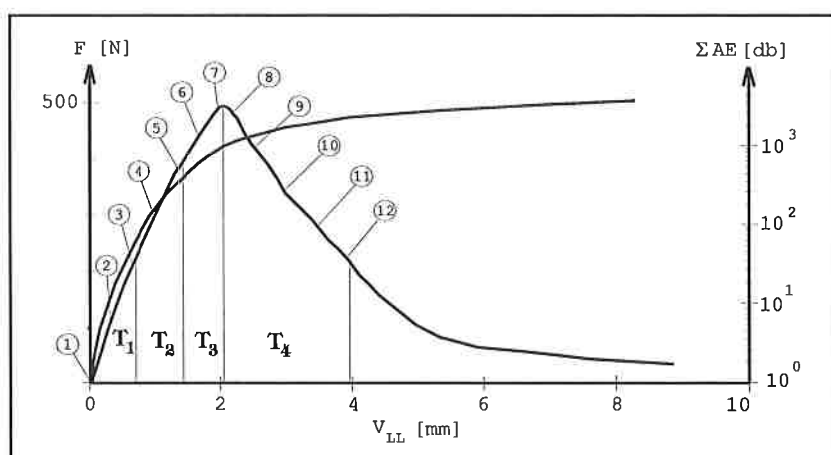
A mechanikai hatás alatt lévő anyag által kibocsátott hanghullámokat (feszültség-hullámokat) a vizsgált anyagra erősített négy darab mikrofonnal fogtuk fel. A mikrofonok és a próbatest közöt-

ti zavarmentes kapcsolatot csatlófoliadék (szilikon olaj) biztosította. Méréseinkhez a Központi Fizikai Kutató Intézet, Nagymegbízhatóságú Rendszerek Laboratóriuma által gyártott Defectophone NEZ-220 típusú alapkészülékkel végeztük. A detektáláshoz használt DAE-002 típusú mikrofonok beépített előerősítővel rendelkeztek, s használatukkal széles (20-1000 kHz) frekvenciasávot lehetett átfogni. A vizsgált kompozitban a hang terjedési sebességét a kísérletek előtt pulzserrel mértük ki, értéke átlagosan 1300 m/s volt [4].

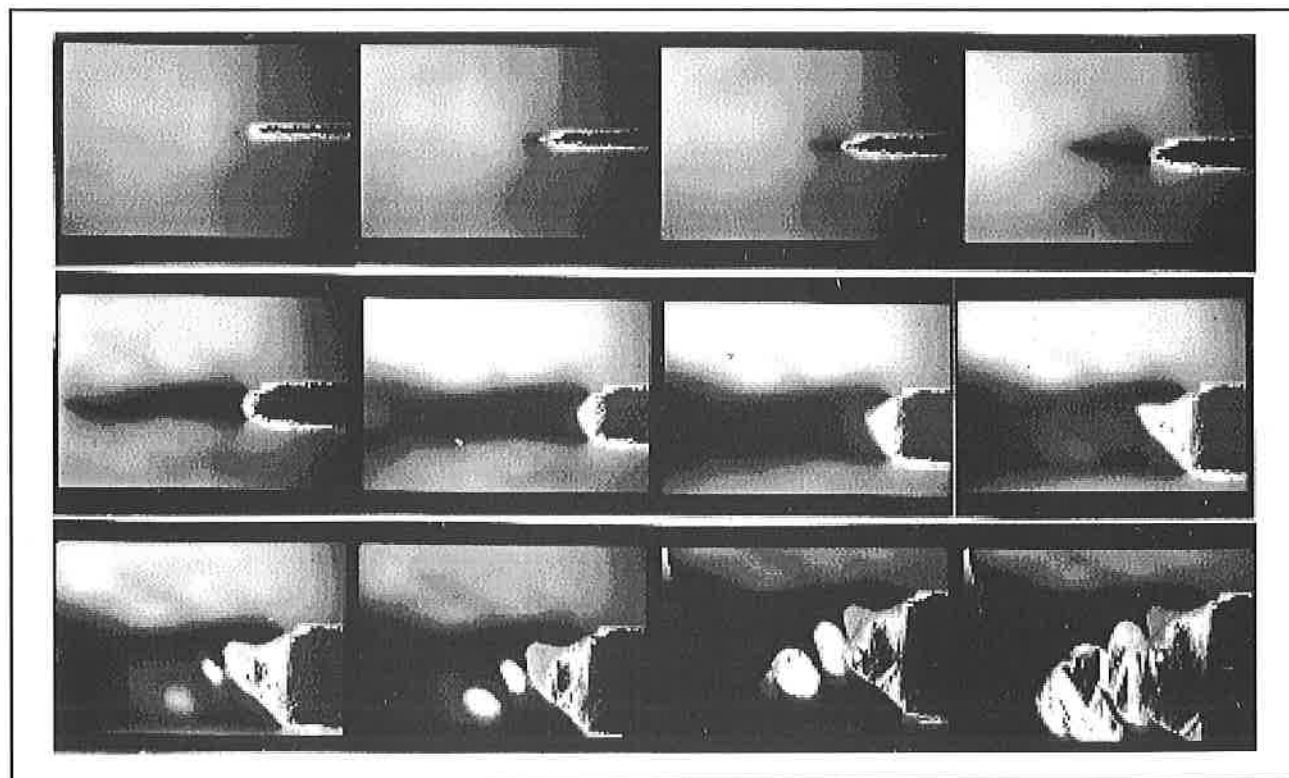
Ezzel egyidejűleg a repedések terjedését Olympus típusú, mozgatható fénymikroszkóppal követtük transzmissziós (átvilágító) módban. Segítségével az igénybevétel során folyamatosan fényképfelvételeket készítettünk a repedéscsúcs környezetéről, ill. az ott kialakult feszültségfóhéradási zónáról.

Mérési eredmények

A 3. ábrán az erő-elmozdulás-eseményszám görbéket látjuk a vizsgált intervallumok (T_1 - T_4) és a fényképfelvételek helyének bejelölésével (1-12), míg a 4. ábrán ezen felvételsorozat látható.



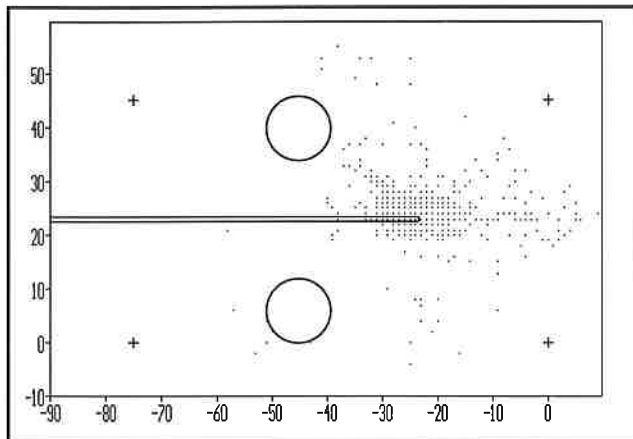
3. ábra. Üvegaplan erősítésű próbatest erő-elmozdulás-eseményszám görbéje



4. ábra. Üvegaplan erősítésű próbatest repedéscsúcsának változása a terhelés alatt 10-szeres nagyításban

A fényképsorozat első fotóján a pengével "élesített" próbatest nyugalmi állapotban látható. A terhelés növekedésével a repedés mind jobban nyílik szét (T_1 tartomány), a repedésűcs pedig fokozatosan tompul (T_2 tartomány). A repedésűcs mögötti sötét tartomány a feszültségfelferődés jelensége, amely a károsodási zóna alakjára és méretére utal. Ezek után megindul a mátrix tépődése és megkezdődik az erősítőanyag aktív részvétele a terhelés felvételében ami szálikihúzóddással és a paplan repedezésével párosul (T_3 tartomány). A negyedik (T_4) tartományban a paplant alkotó üvegszálak eltörnek és a paplan teljesen szétreped.

Az 5. ábrán a lokalizáció eredménye látható oly módon, hogy be vannak jelölve azok a geometriai helyek, ahol az anyag akusztikusan aktív volt. Ez azt jelenti, hogy az anyag ott károsodott, (onnan jött a hang), ahol a jel van. Ezek összessége a síkbeli akusztikai térkép.



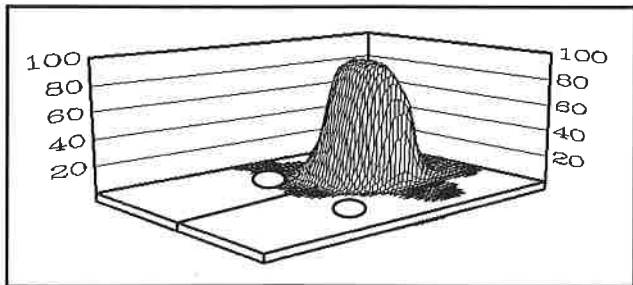
5. ábra. Síkbeli akusztikai térkép

A lokalizáció eredményeképpen mm pontossággal x,y értékeket mért a műszer. Ez azt jelenti, hogy mm² „felbontású” hálóba helyezte az eseményeket. Ha több esemény történt „ugyanott”, akkor a térképre sötétebb pont került. A térképen látható jelek ezért eltérő intenzitásúak, bár ez alig látszik. Az intenzitás mértéke mutatja az adott geometriai hely akusztikus aktivitását.

Eredmények kiértékelése, következtetések

A síkbeli akusztikai térképből megállapítható, hogy az AE jelek döntően a repedéstől környezetéből származnak, ahol a feszültségűcsök kialakulnak. Ettől eltérő helyek egyrészt a furatok környezete (az itt megjelenő jelek lokális károsodás következményei, amely ellen részben a terhelőcsapok kenésével lehet védekezni), másrészt a mikrofonok környezete (nem megfelelően stabil rögzítés), azonban az értékelésnél ezeket a "téves" jeleket figyelmen kívül hagytuk.

A síkbeli (2D) AE térképpel a legfőbb nehézség az, hogy nem informálnak az események gyakoriságáról. Az eseményeket a térképen pontok jelzik. Azonban egy helyről több AE jel is érkezik, s a fenti térképeken ilyenkor is csak egy pont jelenik meg (szabad szemmel nem, vagy csak alig látható intenzitás-különbséggel). Megoldásként olyan térbeli ábrázolásmódot (3D) választottunk, ahol a harmadik (z) tengely az adott pontról érkező AE események gyakoriságára utal. Ez a térbeli akusztikai térkép, melynek síkmetszete adja a károsodási zóna méretét.

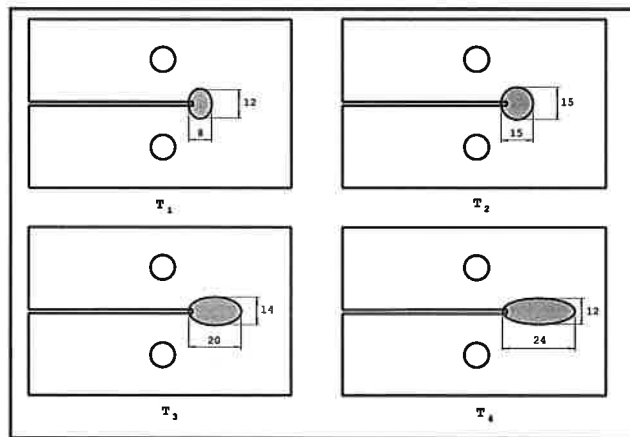


6. ábra. NAGY-LOK-CT próbatest térbeli akusztikai térképe

A síkbeli akusztikai térképeket úgy értékeltük ki, hogy végigpásztáztuk a próbatest felületét x és y irányban 1 mm-es lépésközzel, s vizsgáltuk, az események számát az összes eseményszámhoz viszonyítva [5]. X és Y tengelyen a próbatest geometriája, míg a Z tengelyen az események gyakorisága látható a 6. ábrán.

A térgörbe alapja jól mutatja azt a tartományt ami a károsodási zónára utal. Végigpásztázva a síkbeli AE térképet különböző sugarú körökkel azt tapasztaltuk, hogy az összes esemény 90%-a beleesik egy 20 mm átmérőjű körbe. Ugyanezt a kiértékelést egy 20 mm nagytengelyű és 10 mm kistengelyű ellipszissel is elvégezve kiderült, hogy az események 89%-a esik bele a tartományba, vagyis elmondható, hogy egy fele akkora területű alakzatba is közel ugyanannyi esemény esik, mint a 20 mm átmérőjű kör esetén.

A károsodási zóna alakját és kiterjedését vizsgálva a terhelési tartomány négy intervallumában (T_1 - T_4) elmondható, hogy az igénybevétel előrehaladtával változik (7. ábra).



7. ábra. A károsodási zóna alakjának változása a terhelés előrehaladtával

A térképeken látszik, hogy a kezdeti lineáris szakaszon a károsodási zóna alakja olyan ellipszis, amelynek kistengelye bemetszés irányú. A legjobban károsodott zóna ahogy közeledik a képlekeny "tépődő" tartományba, úgy megy át a zóna alakja először körre, majd olyan ellipszissé, amelynek nagytengelye bemetszés irányú. Ezekből az eredményekből is kitűnik, hogy a károsodási zóna alakja jellemzően ellipszis [6].

Összefoglalás

Üvegpaplan erősítésű polipropilén lemezeket vizsgáltunk akusztikus emisszióval lokalizációs módban. Megállapítottuk, hogy a repedésűcs környezetében a károsodási zóna alakja nem kör, hanem ellipszis, valamint a károsodási zóna alakja nagyobb annál, mint ahogyan azt a fényképfelvételek alapján a feszültségfelferődési tartományokból következtetni lehetett [7].

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton köszönik az Országos Tudományos Kutatási Alap (F 025080, T 029034), valamint a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/00156/98) támogatását.

Irodalomjegyzék

- [1] Vahavidos, S.J.-Rowland, C.H.: Real-time NDT with acoustic emission, Engineering Materials and Design, 25/2 (1984), 75-77.
- [2] Czigány, T.: Az akusztikus emisszió szerepe a műanyag kompozitok törésmechanikai vizsgálatánál, Anyagvizsgálók Lapja, 8 (1998), 13-16.
- [3] Pellionisz, P.: Akusztikus emissziós anyag- és szerkezet vizsgálatok, Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 1992.
- [4] Központi Fizikai Kutató Intézet: System Defectophone NEZ-220. Gyártmányismertető és felhasználói útbaigazító, KFKI, Budapest, 1988.
- [5] Czigány, T.-Karger-Kocsis, J.: Determination of the damage zone size in textile fabric reinforced polypropylene composites by location of the acoustic emission, Polymers and Polymer Composites, 1 (1993), 329-339.
- [6] Karger-Kocsis, J.-Czigány, T.: Fracture behavior of glass fiber mat-reinforced structural nylon RIM composites studied by microscopic and acoustic emission techniques, Journal of Material Science, 28 (1993) 2438-2448.
- [7] Czigány, T.-Ostigathe, M.-Karger-Kocsis, J.: Damage development in GF/PET composite sheets with different fabric architecture produced of a commingled yarn, Journal of Reinforced Plastics Composites, 17 (1998), 250-267.

Gőzfejlesztő hőátadó csövei örvényáramos vizsgálatának eredményei Pakson

Dóczi Miklós – Buglyó Imre – Takács Gyula

Bevezetés

A gőzfejlesztő berendezések megbízhatósága és rendelkezésre állása kiemelkedő jelentőséggel bír az egész atomerőmű biztonságos üzemelése szempontjából. Pakson négy blokk üzemel, összesen huszon-négy gőzfejlesztővel, melyek mindegyike 5536 db, titánnal stabilizált ausztenites acélból (08CH18N10T) készült hőátadó csövet tartalmaz.

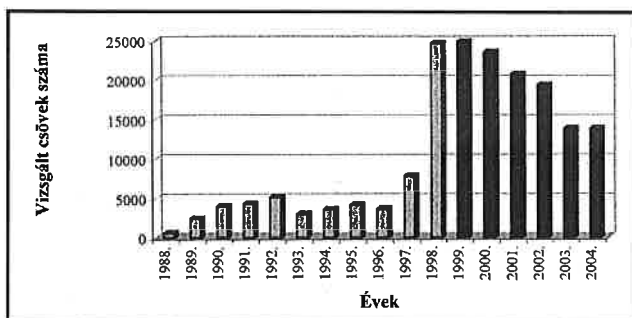
A hőátadó csövek integritása rendkívül fontos, hiszen ezeknek a csöveknek a fala képezi a határvonalat az erőmű primer és szekunder köre között.

A csövek károsodásának kémiai és mechanikai okai lehetnek. A vizsgálat célja a degradáció időben történő felismerése, detektálása a nemkívánatos szivárgások, esetleges csőtörések elkerülése érdekében. A vizsgálattal feltárt indikációkat tartalmazó hőátadó csövek az alkalmazott dugózási kritériummal összhangban ledugózásra kerülnek, tehát a továbbiakban nem vesznek részt a hőátadás folyamatában.

Gőzfejlesztők üzem közbeni vizsgálata Pakson

Más roncsolásmentes vizsgálati módszerekkel összehasonlítva a csőfalat ért károsodás korai detektálására az örvényáramos technika mutatkozik a leginkább megfelelőnek az elérhető nagy vizsgálati sebességet, a megbízhatóságot és a vizsgálat érzékenységét is figyelembe véve.

Pakson az Anyagvizsgálati osztály 1988 óta végez örvényáramos vizsgálatot a gőzfejlesztő berendezések hőátadó csövein. A vizsgálati terjedelem alakulását mutatja az 1. ábra.



1. ábra

Mint az az 1. ábrából is kitűnik, a vizsgálati terjedelem az 1998. évtől szignifikáns növekedést mutat. Ennek oka, hogy 1997-ben a 2. blokki főjavítás alatt elvégzett örvényáramos vizsgálatok eredményeinek értékelése azt mutatta, hogy az előző években tapasztaltakkal összehasonlítva jelentősen megnőtt a meghibásodott csövek száma.

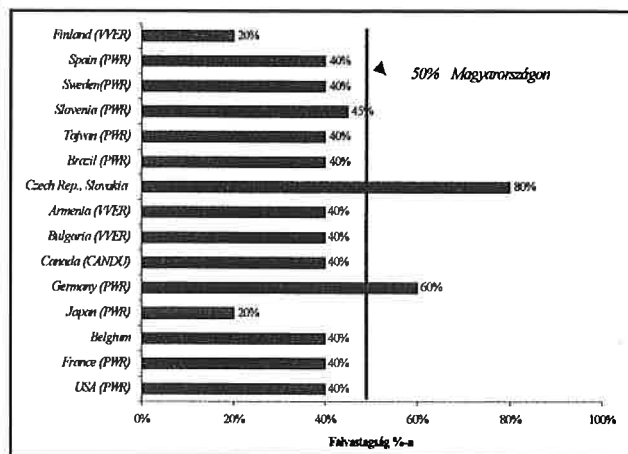
Az örvényáramos vizsgálat eredményeinek ellenőrzésekként elvégeztük egy, a csőköteg felső sorában elhelyezkedő – az elvégzett örvényáramos vizsgálat értékelése alapján a cső külső felületéről kiinduló repedésre utaló indikációt tartalmazó – hőátadó cső kivágását és annak metallográfiai elemző vizsgálatát. Az elvégzett roncsolásos vizsgálat igazolta az örvényáramos vizsgálat megállapításait. Az örvényáramos vizsgálat a falvastagság 77%-ának megfelelő mélységű repedésre utaló indikációt mutatott, míg az elvégzett roncsolásos vizsgálat 1,1 mm-es valós repedésmélységet mértünk (a cső falvastagsága 1,4 mm).

Követelmények, dugózási kritérium

A jelenleg érvényes – az OAH NBF által jóváhagyott – kritériumrendszer szerint a regisztrálási határ a 20%-os hibaszint, azaz a 20%-os mélységű, külső átmérőn lévő körhoronyról kapott örvényáramos indikáció. Hibahatár a falvastagság 50%-át meghaladó indikáció, mely egyben dugózási kritérium is. Amennyiben sor kerül a vizsgálati keretprogramban (K-05) meghatározott vizsgálati mennyiség (min. 10%) növelésére,

illetve sor kerül a vizsgálati ciklusidő hosszának (4 év) csökkentésére, lehetőség van a hibahatárt meghaladó indikációk – a hatósággal egyeztetett módon történő – egyedi értékelésére.

A nemzetközi gyakorlatban alkalmazott hibahatár, illetve dugózási kritériumok bizonyos mértékben eltérnek a paksiól, de eltérnek egymástól is. A 2. ábra az egyes országokban alkalmazott dugózási kritériumokat mutatja:



2. ábra

Vizsgálatok 1998-ban

A hőátadó csövek integritásának előzőekben említett fontossága miatt a részvénytársaság vezetése úgy döntött, hogy 2004-ig valamennyi gőzfejlesztőn el kell végezni a hőátadó csövek 100%-os terjedelmű vizsgálatát. 1988-tól 1997-ig a hőátadó csöveknek mintegy 10%-át vizsgáltuk 4 évenként és gőzfejlesztőnként. A vizsgálati terjedelem megnövelésével egyidejűleg kidolgozásra került egy csőkivételi program is, amely a hőátadó csövek állapotának folyamatos ellenőrzését, a csövek külső – szekunder oldali – felületén lévő lerakódások tanulmányozását célozza.

A megemelt vizsgálati terjedelemtől szóló döntéssel összhangban 1998-ban az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

- 1. blokk 5. gőzfejlesztő 23%-os terjedelem (1266 db vizsgált cső)
- 2. blokk 3. gőzfejlesztő 16 db 1997-ben vizsgált cső visszaellenőrzése
- 2. blokk 4. gőzfejlesztő 50%-os terjedelem (2812 db vizsgált cső)
- 2. blokk 5. gőzfejlesztő 100%-os terjedelem (5529 db vizsgált cső)
- 2. blokk 6. gőzfejlesztő 50%-os terjedelem (2811 db vizsgált cső)
- 3. blokk 2. gőzfejlesztő 100%-os terjedelem (5534 db vizsgált cső)
- 3. blokk 3. gőzfejlesztő 100%-os terjedelem (5533 db vizsgált cső)
- 4. blokk 4. gőzfejlesztő 23%-os terjedelem (1266 db vizsgált cső)

Eredmények

Az 1998-ban elvégzett vizsgálatok eredményeit az 1. táblázatban foglaljuk össze:

1. táblázat

blokk/ GF	Vizsgált cső db	%	Észlelt indikációk					Távlati alatt		Indikációk előfordulási gyak. (%)		Nem átlátható	Dugózá
			≥20%	≥50%	≥50%	≥50%	≥50%	≥20%	≥50%	≥20%	≥50%		
1/5	1266	22,87	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0
2/4	2812	50,79	87	81	68	64	86	98,85	3,09	2,42	0	64	0
2/5	5529	99,87	79	75	60	56	72	91,14	1,43	1,09	2	58	0
2/6	2811	50,78	53	46	40	36	48	90,57	1,89	1,42	0	36	0
3/2	5534	99,96	67	50	49	39	38	56,72	1,21	0,89	0	39	0
3/3	5533	99,95	63	60	40	38	57	90,48	1,14	0,72	3	41	0
4/4	1266	22,87	6	6	6	6	5	83,33	0,47	0,47	0	7	0
Össz.:	24751	63,87	355	318	263	239	306	86,20	1,43	1,06	5	245	0

Az 1. blokki 5. gőzfejlesztő vizsgálatán indikációt nem észleltünk.

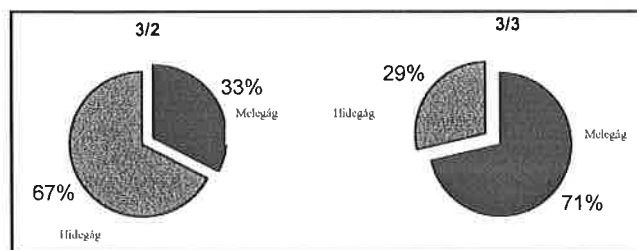
A 2. blokki 3. gőzfejlesztő 1997. évi vizsgálatán detektált 16 db 50%-nál kisebb mélységű indikáció ellenőrzése azt mutatta, hogy az indikációk mélysége nem változott az 1 éves üzemelés alatt.

Jelentős számban tárt fel indikációkat az örvényáramos vizsgálat a 2. blokki és a 3. blokki gőzfejlesztők esetében.

A 4. blokki 4. gőzfejlesztő vizsgálatán a vizsgálat 6 db indikációt tárt fel, viszont a táblázatban 7 db ledugózott cső szerepel. A különbség oka abban keresendő, hogy a csőköteg felső sorából egy ép (indikációt nem tartalmazó) cső vegyszeti és metallográfiai elemzés céljából történt kivételére került sor, és ennek a csőnek a két végét is le kellett dugózni.

Az indikációk eloszlása

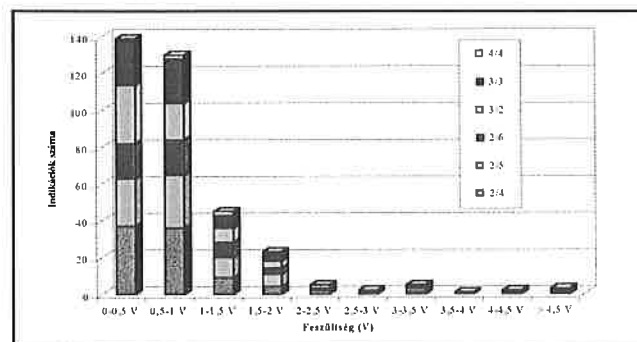
Az indikációk eloszlása és száma eltérést mutat azonos blokkhoz tartozó gőzfejlesztők esetében is. Az említett eloszlás vonatkozik a csőköteg menti eloszlásra, az indikációk eloszlására a csőfalon és a hidegág-melegág közti eloszlásra egyaránt. A vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy minden egyes vizsgált gőzfejlesztő saját egyéni indikáció-eloszlással rendelkezik. A 3. ábra azonos blokkhoz tartozó két gőzfejlesztő (3. blokki 2. és 3. gőzfejlesztő) esetében mutatja az indikáció hidegág és melegág közötti teljesen eltérő eloszlását.



3. ábra

Az indikációk előfordulási gyakoriságát elemezve elmondható, hogy a 100%-os terjedelemben vizsgált gőzfejlesztők esetében értéke az átlag körül mozog (1,43% a regisztrálási határt, 1,06% a hibahatárt elérő vagy meghaladó indikációk esetében). Jelentős – pozitív vagy negatív irányú – eltérés azoknál a gőzfejlesztőknél (1/5, 2/4, 4/4) tapasztalható, amelyek kisebb terjedelemben voltak vizsgálva. Mivel úgy találtuk, hogy az indikációk előfordulása nem egyenletes, hanem véletlenszerű, nem kizárt, hogy egy 100%-os terjedelmű vizsgálat esetében a kérdéses mutató az átlag felé közelítsen.

Az indikációk feszültség-érték szerinti eloszlását mutatja a 4. ábra. Látható, hogy az indikációk több, mint 80%-a 1 V alatti, tehát viszonylagosan kis térfogatú (a jel amplitúdója, tehát a feszültség értéke az indikáció térfogati tulajdonságaival van összefüggésben).



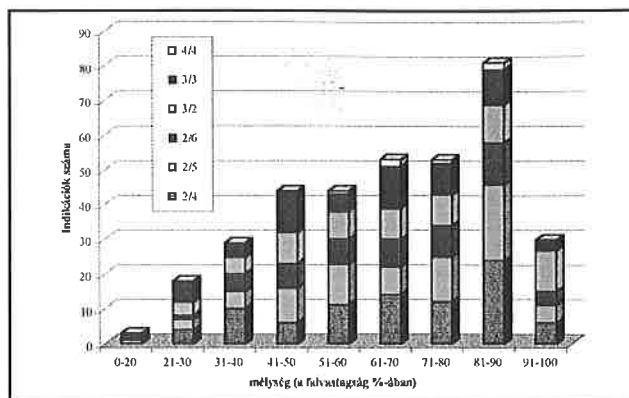
4. ábra

Az 5. ábra az indikációk mélység szerinti eloszlását mutatja be.

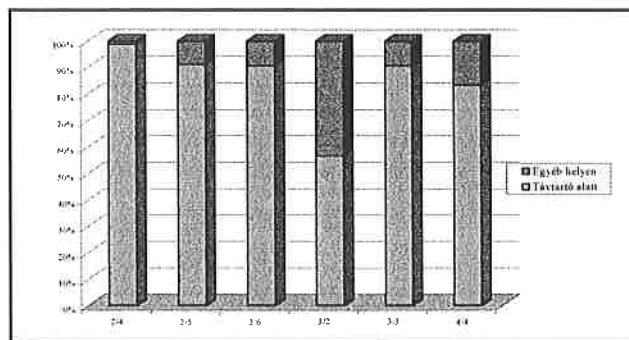
Az 5. ábrán látható, hogy a leggyakoribb indikáció mélység 81% és 90% közötti és az indikációk majdnem fele (46%-a) mélyebb, mint a falvastagság 70%-a.

Mint az a 6. ábrán is látszik, az indikációk döntő többsége (az összes indikációnak több, mint 80%-a) a távtartók alatt helyezkedik el. Egyetlen kivétel a 3. blokki 2. gőzfejlesztő, ahol az indikációknak „mindössze” 57%-át találtuk a távtartók alatt.

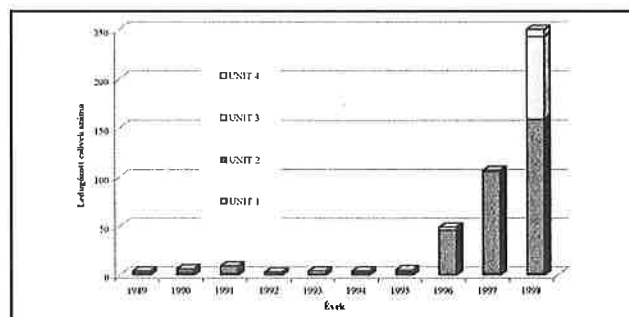
A dugózások számának alakulását mutatja a 7. ábra. A dugózások számának jelentős emelkedése 1996-ban kezdődött. Az 1996. évben a dugózások a hőátadó csővezetékben talált és onnan nem eltávolítható ide-



5. ábra



6. ábra



7. ábra

gen testek miatt történtek. 1997-től az örvényáramos vizsgálat segítségével talált indikációk miatt emelkedett jelentősen a ledugózott csövek száma.

Természetesen a dugózások száma jelentős növekedésének csak az egyik oka a hőátadó csővezetékben tapasztalható anyagkárosodási folyamat, a másik ok a vizsgált csőmennyiség jelentős növekedése az utóbbi években (lásd 1. ábra). A vizsgálati terjedelemben növekedése természetesen a feltárt indikációk számának növekedését vonja maga után.

A meghibásodások jellege

Az 1997-ben megkezdett csökveteli program eredményeképpen már rendelkezünk információkkal a csőmeghibásodások okait illetően. A károsodás egy kombinált feszültségkorróziós és réskorróziós folyamat, „eredménye”, amely alapvetően a távtartók alatti csőszakaszokon jelentkezik. A távtartók alatti csőfelületen minden esetben kimutathatók a korróziót elősegítő elemek, a klorid, a réz és a kén. A szabad csőfelületeken ezen elemek dominanciája kevésbé tapasztalható.

A közeljövő feladatai

A gőzfejlesztők vizsgálatával kapcsolatos jövőbeli feladataink az alábbiak:

- végrehajtani az összes hőátadó cső vizsgálatát az előzetes terveknek megfelelően,
- létrehozni az összes cső vizsgálati adatait tartalmazó adatbázist,
- folytatni a csökveteli program végrehajtását (roncsolásos és kémiai vizsgálatok),
- fejlettebb vizsgálati technika (pl. forgósonda) alkalmazása az indikációk jellegének pontosabb meghatározása céljából,
- új dugózási kritérium kidolgozása (pl. feszültségi kritérium alkalmazása a hibamélység mellett).

Hajtűcsövek íveinek ellenőrzése örvényárammammal

Lautner Nándor – Kulcsár Tibor – Skopál István*

Bevezetés

A különböző hőcserélők nagy hányadát ún. hajtű, azaz U alakúra hajlított csövekkel készítik. A gyártás egyik kritikus lépése a hajlítás, amelynek során többféle hiba is kialakulhat a deformált csőszakaszban, főleg akkor, ha kicsi a hajlítási sugár. Ilyen a túlzott ovalítás és a falvékonyodás, illetve az anyag meggyűrődése, amely mind a csőfal gyengülését eredményezi. (Nem szabad elfelejteni, hogy a hőcserélőcsövek többsége nyomástartó edény!) Az, hogy mi számít túlzottnak, a konkrét készüléktől, az üzemeléskor benne uralkodó nyomás- és hőmérsékletviszonyoktól függ, természetesen. Annak ellenőrzése, hogy a fenti típusú, nemkívánatos deformációk megfelelők – rendszerint a tervezők által előírt – korlátok között maradtak-e, szemrevételezéssel és mechanikai vagy ultrahangos mérésekkel viszonylag könnyen megoldható.

Nehezebb feladat a hajlított szakaszokban esetleg létrejött repedések kimutatása. A terhelés hatására továbbterjedő repedés a legveszélyesebb hibafajta, amivel hajtűcsövek gyártása közben számolni kell. Hangsúlyozandó, hogy repedések az eredetileg a gyártómű által bevizsgált és annak megfelelően műbizonylattal ellátott csőszálak hajlításakor is keletkezhetnek. Jogos tehát az igény, hogy a hajtűcsövek íveinek repedésmentességét valamilyen, netán többféle, roncsolásmentes eljárással ellenőrizzék. Ezek közül kettő – a nyomáspróba és az örvényáramú vizsgálat – kellően univerzális, mind a csövek anyagát (mágnesezhető – nem mágnesezhető), mind a repedés pozícióját (felületre kifutó – felület alatti) tekintve.

Mivel azonban a hagyományos víznyomáspróbaival csak a már meglévő szivárgási helyek (lyukak és belső palásttól külső palástig húzódó repedések), vagy a nyomáspróba alatt éppen átszakadásig szétnyíló repedések deríthetők fel, egyes alkalmazásoknál – a nagyobb biztonságra törekvés jegyében – manapság már előírják az örvényáramú vizsgálatot is.

A következőkben az e célra kidolgozott módszerünket mutatjuk be.

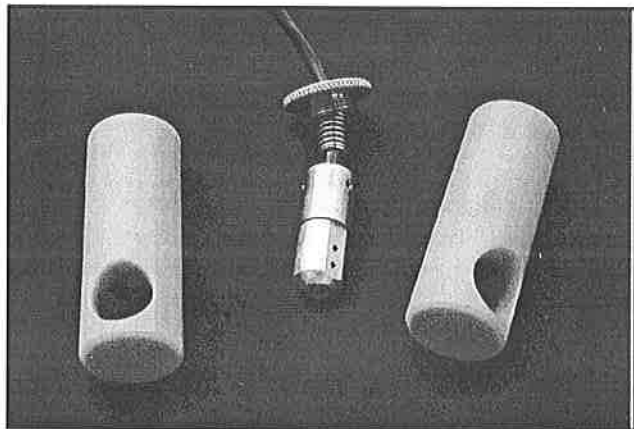
Szegmens-szondás kézi vizsgálat

Hőcserélők csöveinek üzemközi ellenőrzésében régóta nagy szerepet játszik a belső szondás örvényáramú módszer. A tapasztalatok szerint flexibilis (pontosabban szólva: flexibilisen megvezetett) szondával az U alakú csövek ívei is vizsgálhatók így, ha az R hajlítási sugár nagyobb, mint a cső D_b belső átmérőjének (5-8)-szorososa: $R > (5-8)D_b$. Nagyobb görbület esetén viszont már nem biztosítható a kellő hibaérzékenység, mert az íven csak túl kis átmérőjű szondát lehetne mozgatni.

Hajtűcsövek íves szakaszainak – gyártásközi – ellenőrzéséhez ezért külső, tapintószondás technológiát dolgoztunk ki. Hozzá érzékeny szegmens-szondát készítettünk (gyártó: Test Maschinen Technik GmbH.), amely tetszőleges irányú repedések kimutatására alkalmas. A szonda sajátossága, hogy hatásos szélessége – azaz: a vele egyidejűleg vizsgálható sáv szélessége – kicsi. 19 mm-es csőnél, például, kb. 3 mm, tehát a teljes palást átvizsgálásához sok alkotó mentén kell végighúzni a szondát. (A hatásos szélesség függ a csőátmérőtől, mert azzal együtt változik a fémfelület-szonda távolság.)

Mivel a szondamozgatás gépesítése az adott feladatnál körülményes és költséges lenne, legfeljebb hosszabb távon és nagy tételeknél válna kifizetődővé, kézi vizsgálatot terveztünk és valósítottunk meg.

A kézzel vezetett szonda azonban csak akkor ad korrekt eredményeket, ha mozgás közben a szondának mind a fémfelülettől mért távolsága, mind a felülethez viszonyított dőlésszöge állandó, sőt minden munkadarabnál és referencia próbatestnél (etalonnál) azonos értékű. Ezt speciális, rugós befogóval oldottuk meg, amellyel – egy adott hajlítási sugarú csőnél is – változó felületi görbület és az ovalítás ellenére betarthatók a fenti feltételek (1. ábra). A különböző hajlítási sugarakhoz különböző befogókat kell illeszteni.



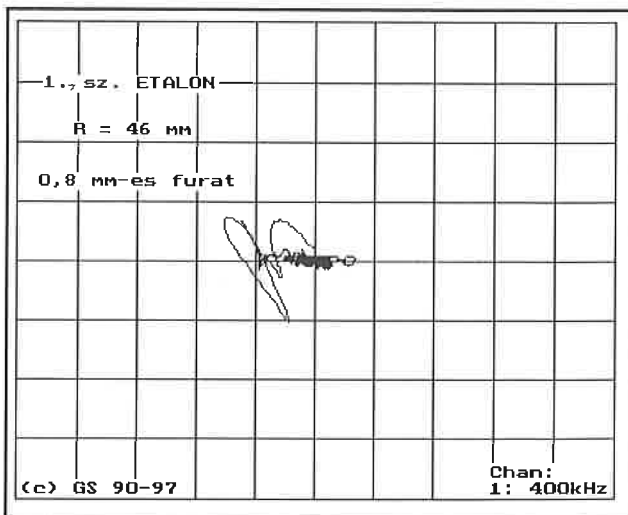
1. ábra. Csővek vizsgálatához készített szegmens-szonda és befogó

Etalonjelek, érzékenység

A 2.–5. ábrák regisztrátumai demonstrálják a szonda, ill. a módszer használhatóságát, mind ausztenites, mind ferrites acélcsövek esetén.

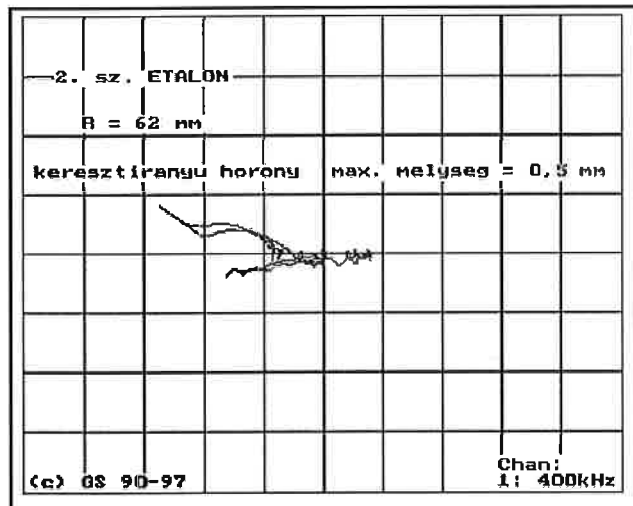
Az etalonokban a repedéseket hossz- és keresztirányú (a csőteneggel párhuzamos, ill. arra merőleges) hornyok, a lyukakat pedig furatok modellezik. A hornyokat keskeny tárcsával (szélesség = 0,2 mm, rádiusz = 20 mm) vágják, tehát fokozatosan mélyülnek.

A legfigyelemreméltóbb az, hogy a max. 20%-50% mélységű hornyok jelei a zajból világosan kiemelkednek és az 0,8 mm-es furat jele igen pregnáns. Ez persze a jól megválasztott vizsgálati paramétereknek

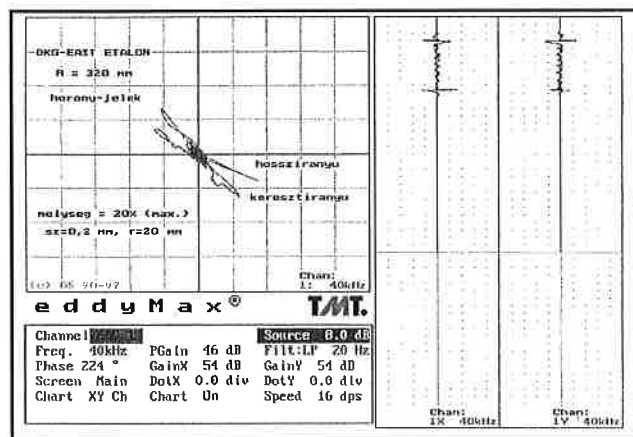


2. ábra Furatjel Ø 19 x 1 mm-es ausztenites csőnél

* AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt.



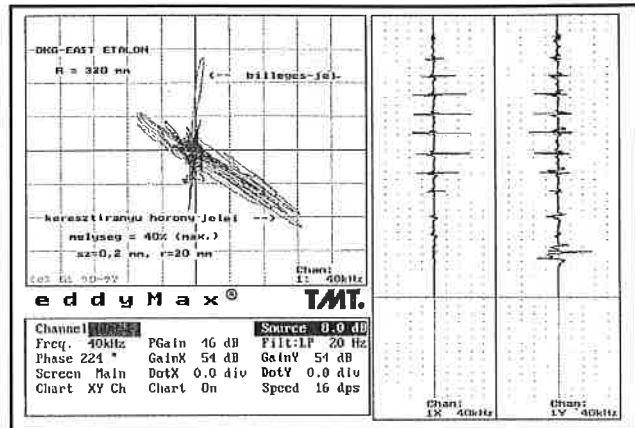
3. ábra. Keresztirányú horony jele Ø 19 x 1 mm-es ausztenites csőnél



4. ábra. Horonyjelek Ø25 x 2,5 mm-es ferrites csőnél

is köszönhető, amelyek révén a mesterséges hibák jelei, ill. az óhatatlanul előforduló szondabillegésből és a felületi egyenetlenségektől származó zavarjelek fázishelyzet szerint egyértelműen elkülönülnek. Ezen túlmenően, amint az a vektordiagramokon látható, a hossz-, ill. keresztirányú repedések is megkülönböztethetők egymástól, jeleik fázishelyzete alapján.

Az 5. ábra a jel nagyság és a szonda által „érezett” átlagos horony-



5. ábra. Szondabillegésből származó jel és horonyjelek szétválása, illetve a változó horonymélység hatása a jelkomponensekre Ø25 x 2,5 mm-es ferrites csőnél

mélység összefüggését is mutatja. A felvétel úgy készült, hogy a szondát egymás után több alkotó mentén elhúztuk egy keresztirányú horony fölött, miközben a készülék X(t) és Y(t) idődiagramon (is) rögzítette az egyre növekvő, majd csökkenő jelkomponenseket.

Összefoglalás

Érzékeny, kézi, szegmens-szondás örvényáramú módszert dolgoztunk ki hajtűcsövek íves szakaszainak repedésvizsgálatához. A módszer egyaránt alkalmas mágnesezhető és nem mágnesezhető anyagú csövek hajlítás utáni ellenőrzésére. A helyes szondatartást és -vezetést a csőátmérőhöz és a hajlítási sugárhoz illesztett rugós befogóval biztosítottuk.

Több, mint 3000 db cső vizsgálata után az alábbiakkal jellemezhetjük a módszert:

- Érzékenység: 0,05 mm mély karc, ill. 2 mm átmérőjű és 0,02 mm-nél vékonyabb reveselt már észrevehető volt.
- Vizsgálati sebesség: 1-3 perc/cső Ø25 mm alatt és $R < 100$ mm mellett, a felület minőségétől és az ovalitástól függően.

Előnyként említendő, hogy a zaj mértékéből (feltéve persze, hogy nem a vizsgált gyakorlatlanságából vagy a befogó kopottságából fakad) következtethetünk a vizsgált szakasz minőségének egyenletességére.

Végezetül elmondható, hogy a tárgyalta örvényáramú módszer hatékonyságban és költségeiben is versenyképes társa a nyomáspróbának, miközben hibakimutató képessége felülmúlja az utóbbit.

A mágneses tér nagy érzékenyséű mérési módszere és alkalmazása az elektromágneses roncsolásmentes anyagvizsgálatban

Vértessy Gábor*

Az elektromágneses elven alapuló roncsolásmentes anyagvizsgálati módszerekre igen nagy igény van, széles körben alkalmazzák azokat sokféle feladat megoldására. Az alábbiakban a mágneses tér olyan új mérési módszereit mutatom be, amelyek az intézetünkben kifejlesztett mérési technikán alapulnak, és alkalmasnak látszanak arra, hogy a jelenleg ismert eljárásoknál érzékenyebb és megbízhatóbb módszert illetve mérőberendezést hozunk létre a fémszerkezetek repedéseinek és anyagszerkezeti hibáinak felderítésére.

A mágneses tér méréséhez alkalmazott módszer (Fluxset) a hagyományos fluxgate magnetométerek egy speciális változatának tekinthető,

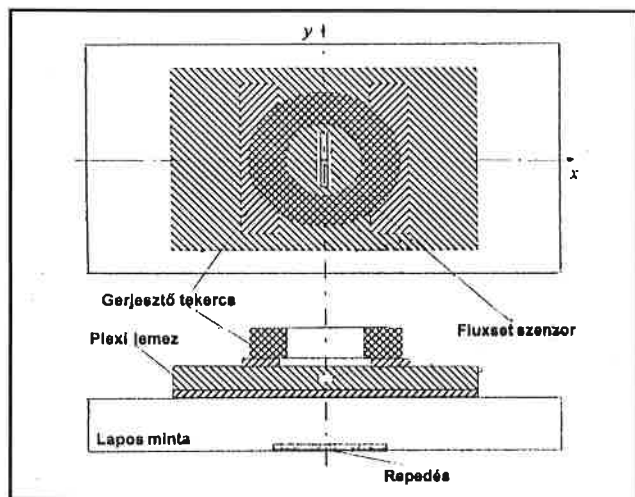
és számos előnye van azokkal szemben. Egyen, és alacsony frekvenciájú, 1 nT – 500 μ T közötti erősségű mágneses terek mérhetők segítségével, egyszerű áramköri kivitelű vezérlés és egyszerű mechanikai felépítésű mérőszonda alkalmazásával, amelyek ugyanakkor nagy stabilitást is biztosítanak, és szélsőséges körülmények között is üzemeltethetők.

Ez a mérési eljárás alkalmas az örvényáramú effektuson alapuló roncsolásmentes anyagvizsgálati mérésekre. A módszer fő előnye és újszerűsége a mágneses tér nagy érzékenyséű mérésének és a hagyományos örvényáramú módszernek a kombinálásán alapul, amely egyrészt igen nagy érzékenységet biztosít, és ezáltal kisebb hibák is kimutathatók, másrészt lehetővé teszi a gerjesztési frekvencia jelentős

* MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet, 1525 Budapest, Pf.: 49.

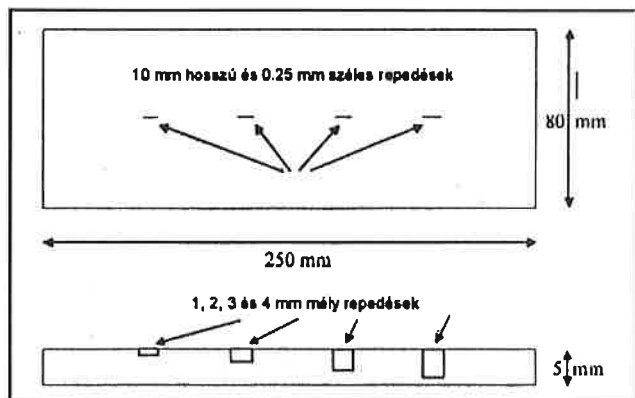
csökkentését, ezáltal az anyag nagyobb mélységeiből jövő jelek is detektálhatók. Különösen nagy jelentőségű lehet ez az eljárás a szélsőséges körülmények mellett működő, nagy értékű és meghibásodás esetén súlyos veszélyhelyzetet előidéző berendezések üzem közbeni állandó vagy időszakos ellenőrzésére.

Az 1. ábrán a mérési elrendezés elvi vázlata látható. A gerjesztő tekercs az örvényáramok létrehozására szolgál a vizsgálandó, elektromosan vezető mintában. A minta felületéhez közel elhelyezkedő mérő szenzor (Fluxset szenzor) az örvényáramok által keltett mágneses teret méri. A szenzor a hosszirányú mágneses terekre érzékeny, a keresztirányú mágneses terekre érzéketlen. Amennyiben a mérendő minta teljesen homogén, semmilyen hiba nincs benne, akkor a mért örvényáramok a minta minden helyén ugyanakkora értékűek. Ha az elektromos vezetőképességet befolyásoló bármilyen hiba található az anyagban (repedés, légbuborék, zárvány stb.), akkor ott az örvényáramok által keltett mágneses tér lokálisan megváltozik, ami a szenzor jelének változását okozza, ha a mérőfejet végighúzzuk a mérendő minta felületén. Az ábrán feltüntetett helyzetben a mérendő mintában elhelyezkedő repedés a mintának a mérőfejjel ellentétes oldalán helyezkedik el. Ez a mérési eljárás különösen alkalmas az ilyen jellegű hibák felderítésére.

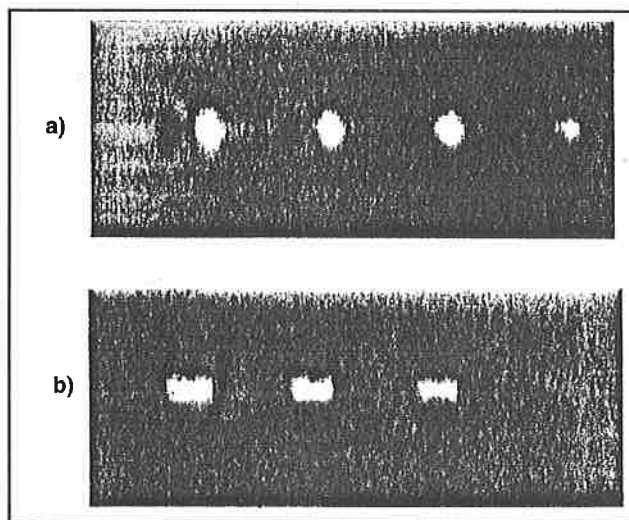


1. ábra. A mérési elrendezés vázlata

A 2. ábra mutatja egy rozsdamentes acélból (Inconel 600) készült, mesterséges repedésekkel ellátott minta geometriáját, a 3. ábra pedig az ezen mintán történt mérés eredményét. A mérést úgy végeztük, hogy a minta felületét X-Y irányban végigpásztáztuk a mérőfejjel, és a sonda által regisztrált jel változásaiból, számítógépes képfeldolgozás segítségével létrehoztuk a repedések "képét". A repedések a minta hátoldalán helyezkedtek el. Két pásztázást végeztünk, a két mérés közötti különbség a szenzor elhelyezkedésének irányában van, a repedés irányához képest (párhuzamos, illetve merőleges). Jól megfigyelhető, hogy a szenzor irányától függően más képet kapunk.

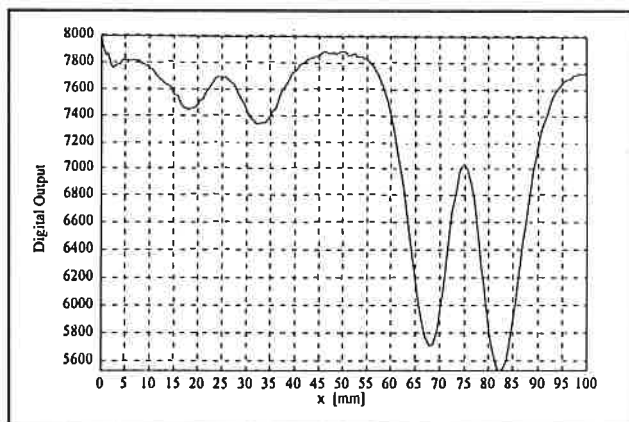


2. ábra. Mesterséges repedésekkel ellátott Inconel 600 minta



3. ábra. A 2. ábrán látható minta repedéseinek kétdimenziós képe, a minta hátoldalán mérve. a) kép: a szenzor merőleges a repedésekre, b) kép: a szenzor párhuzamos a repedésekkel

A 4. ábra a 2. ábrán bemutatott minta hátoldali, 1 és 2 mm mély repedéseivel 6 mm-re párhuzamosan mozgatott mérőfej kimenő jelének a változását mutatja a távolság függvényében. A mágneses tér repedések okozta megváltozása alapján jól felismerhetők a repedések.



4. ábra. A szenzor kimenő jelének változása, a 2. ábrán látható minta 1 és 2 mm mély hátoldali repedéseikkel párhuzamos vonal mentén, a repedéstől 6 mm távolságban mérve.

Az eddigi mérések során minden különösebb nehézség nélkül sikerült a 10%-os mélységű (azaz a minta egész vastagságának 10%-át kitevő) hátoldali repedéseket kimutatni a rozsdamentes acélból készült mintákban. A repedések háromdimenziós képe is megjeleníthető.

A mért jel nagyságából, valamint az intenzitás eloszlásából következtetni lehet a hiba nagyságára, valamint alakjára is. Az inverz probléma megoldása, azaz a mért jelek alapján a hiba rekonstrukciója folyamatban van, a BME Elméleti Villamosságtan Tanszék munkatársainak közreműködésével.

A módszer másik lehetséges, sokat ígérő alkalmazási területe a szórt mágneses terek mérése, amellyel többek között a ferromágneses anyagból készült minták hibáira, kifáradására, vagy a hegesztési varratok állapotára lehet következtetni. Ebben az esetben a mérési módszer érzékenysége, valamint a szenzor környezeti hatásokkal szemben tanúsított ellenállóképessége az a tulajdonság, amely ezt a módszert a jelenleg is alkalmazott, főleg Hall-szondás mérésekkel szemben versenyképesé teheti. További – távlati – lehetőségeket jelenthet mind az örvényáramú, mind az egyéb mérések területén az a tény, hogy a mágneses teret mérő szenzor viszonylag könnyen integrálható, így egy komplex, a félvezető áramkörökkel egybeépíthető, kis méretű és megbízható eszköz hozható létre.

Hűtőgép-termosztátok vizsgálata dinamikus neutron-radiográfiával

Dr. Balaskó Márton* – Szikra István** – Kuzén Zoltán**

A dinamikus neutron-radiográfia (DNR) jól ismert roncsolásmentes anyagvizsgálati módszer, amelyet világszerte használnak [1] a különböző ipari eszközök belsejében lejátszódó jelenségek vizuális megfigyelésére. Magyarországon, a KFKI kutatóreaktoránál, 15 éve [2] kezdtük a DNR vizsgálatokat a hazai készülégyártók termékeinek tökéletesítése céljából. A hűtőgép gyártástechnikája eddig is érdeklődésünk homlokterében állt [3, 4], mert a hűtőközegek nagy hidrogéntartalma és a fém alkatrészek csekély falvastagsága lehetővé teszi a hűtőrendszeren belüli áramlási és szegregációs jelenségek nyomon követését. Ezen munkánkban a hűtőszekrények termosztátjainak működési sajátosságainak tanulmányozása során elért eredményeinket tesszük közzé.

A berendezés

A KFKI Atomenergia Kutató Intézet 10 MW-os kutatóreaktorának 2. sz. vízszintes csatornája mellett 1994 óta működik a dinamikus radiográfiai mérőhely [5], 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 sugárnyalábnak a neutronfluxus értéke 10^8 n.cm⁻².s⁻¹. A sugárnyaláb átmérője 150 mm. A vizsgálati tárgyak kiterjedése az esetek többségében ezt meghaladja, ezért azokat egy távvezérelhető mechanizmus segítségével mozgatjuk a megfigyeléseink során. A letapogatható felület mérete: 1000x700 mm, a súlyhatár: 250 kg. A neutronsugárzást NE 426 típusú szcintillátorlemezrel tesszük láthatóvá. A keletkező kis intenzitású fény egy tükrörről reflektálódik a zoomoptikával felszerelt, nagy érzékenységű tv-kamerába, amelynek érzékenysége 10^{-4} lux és a képalkotási ideje 40 ms. A mérés során megfigyelt jelenségeket egy S-VHS típusú videomagnó rögzíti, így a mérés későbbi kiértékelésére, illetve a képfeldolgozásra is van lehetőség. A képfeldolgozást egy Quantel Sapphire 5.05 angol és egy IMANZ (β verzió) magyar gyártmányú szoftver segítségével végezzük. A kiértékelte mérési eredményekről videopinterrel azonnal másolatot tudunk szolgáltatni partnereink számára.

A mérés tárgya

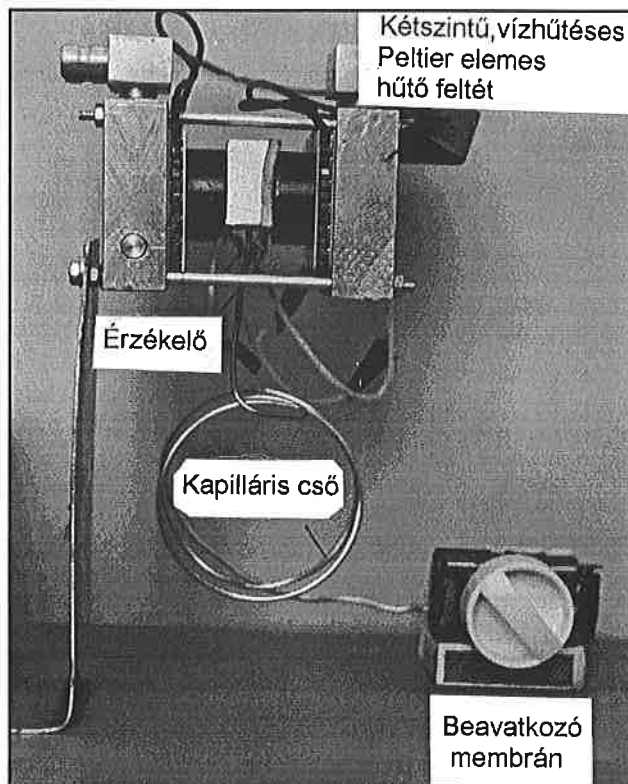
A hűtőgépek hőmérséklet-szabályozását gáztöltésű termosztátok végzik. A 2 mm külső átmérőjű érzékelelemet, vele azonos átmérőjű, 70 cm hosszú kapilláris cső köti össze a beavatkozó membránnal. Ennek átmérője 30 mm, falvastagsága 0,3 mm, vastagsága 5 mm. A membrán elmozdulása a töltőgáz nyomásváltozására mindössze 0,4 mm, ezért egy mechanikai áttétellel összeépítve kerül forgalomba, és így már képes egy elektronikus kontaktus létesítésére, amely vezérli a kompresszort. Ha a működtető gáz hőmérséklete megnő, akkor beindítja a kompresszort, majd a hőmérséklet-csökkenés hatására az érzékelőben cseppfolyósodik a hajtógáz, csökken a nyomás, összehúzódik a membrán és kikapcsolja a kompresszort.

A mérés

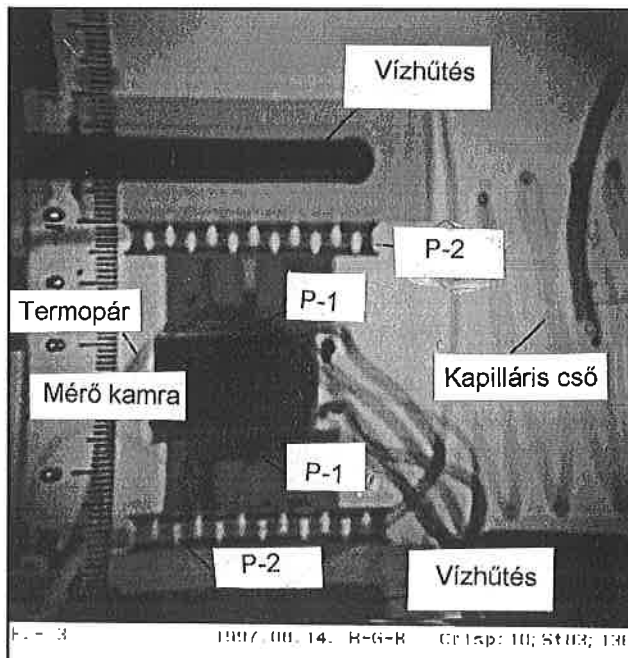
A hűtőszekrények üzemeltetése során néha rejtélyes kapcsolási tranziensek következtében csak késleltetve indult a kompresszor, amely a hűtött tér felesleges felmelegedését okozta. Ezen hibajelenség megfigyelésére, majd elhárítására irányultak vizsgálataink.

A hűtőszekrény vastag hőszigetelése és a kapilláris cső szűk keresztmetszete nem tette lehetővé, hogy közvetlenül megfigyelhessük a termosztát működési sajátosságait. Ezért építettünk egy saját tervezésű,

kétszintű, vízhűtéses Peltier-elemes hűtőfeltétet, amelynek a képe az 1. ábrán látható. Ennek segítségével modellezni tudtuk a hűtőszekrény belsejében kialakuló hőmérséklet-viszonyokat, és így a DNR segítségével tanulmányozni lehetett a termosztát érzékelőjében lejátszódó ese-



1. ábra. Mérési elrendezés termosztátok mérésére Peltier-elemes hűtőfeltéttel.



2. ábra. Peltier-elemes mérőfeltét neutron-radiográfiai képe

* KFKI Atomenergia Kutató Intézet, 1525 Budapest, 114. Pf.:49

** Lehel Hűtőgépgyár Kft. 5101 Jászberény, Pf.: 64

ményeket. A 2. ábrán a 25 °C hőmérsékletű mérőfeltét DNR-képét láthatjuk. A feltét külső hűtőelemeinek (P-2) meleg oldalait víz hűti, míg a

belső elemek (P-1) meleg felületein keletkező hőt a külső elemek hideg oldala vonja el. A mérőkamra hőmérsékletét termoelem-párral mértük. A rendszer hőtehetetlensége igen csekély. A belső kamra hőmérséklete 10 perc alatt -45 °C-ra volt csökkenthető. Az egész elrendezés könnyen mobilizálható volt, és lehetőségünk nyílt az érzékelő lehetséges szerelési helyzeteinek a modellezésére.

Vízszintes pozícióban nem észleltünk semmi különösét; a lehűlés során a termosztát érzékelőjében kondenzálódott a hajtógáz, majd -40 °C elérésekor a beavatkozó elem megszakította a Peltier-elemek áramellátását. A folyékony gáz térfogata csökkenni kezdett a hőmérséklet emelkedésével arányosan, majd a -5 °C elérésekor csupán 15 mm hosszban töltötte ki az érzékelőt, amikor a termosztát ismét zárta a hőelemek áramkörét. Megfigyeléseink során egyetlen téves kapcsolást sem észleltünk.

Az érzékelőelem függőleges működtetése során -40 °C elérésekor a kondenzálódott gázoszlop hossza elérte a 40 mm-t, amint az a 3/a ábrán látható, s ekkor kikapcsolt a termosztát. Ezt követően a mérőkamra hőmérséklete

emelkedni kezdett és az érzékelőben fokozatosan csökkent a folyékony gáz térfogata. A -5 °C elérésekor a megmaradt, mintegy 15 mm hosszú folyékony gázoszlop váratlanul összeomlott és kimozdult a kamrából lefelé, amint az a 3/b ábrán látható. Az oszlop térfogata jelentősen lecsökkent az alsó, melegebb csőszakaszhoz érve, majd az intenzív gázfejlődés a maradék folyadékot visszalökte a belső Peltier-elemek közé. A jelenség még kétszer megismétlődött 6 másodpercen belül. A termosztát kapcsolója ismételt kontaktus-váltásokkal követte az eseményeket. Ez magyarázatul szolgál a hűtőszekrények kompresszorainak a késlekedő indulására. A kompresszorok ismételt túláram elleni védelemmel vannak ellátva és az első kontaktusváltást követően 4 percig tiltják a motor újraindulását.

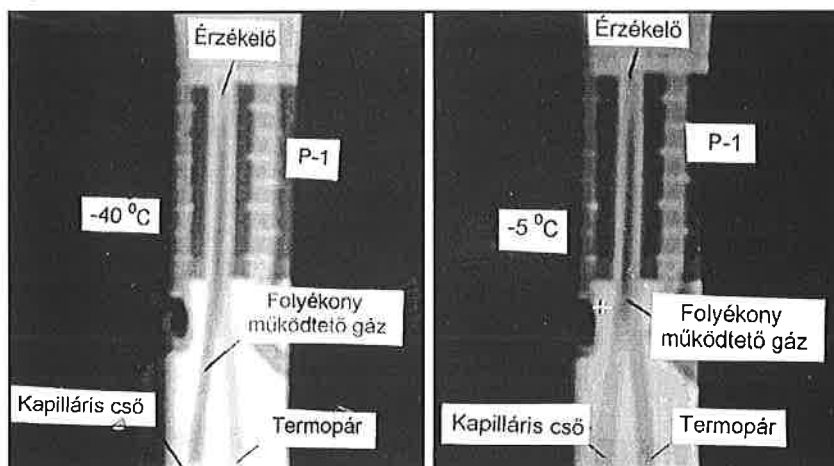
A 4. ábrán látható az a kísérleti hűtőszekrény, amelybe 6 darab termosztátot szereltünk a hátoldali elpárologtató panelra. Mindegyiknél ügyeltünk arra, hogy a folyékony gázoszlop ne tudjon függőlegesen lefelé haladni. Példaként lehet látni az 5. ábrán az 1. jelű érzékelőben lévő folyékony hajtóanyag elhelyezkedését. A 72 órás mérési ciklus során egyetlen hibás kapcsolási jelenséget sem tapasztaltunk.

Következtetés

Méréseink során tapasztaltuk, hogy a DNR alkalmas módszer a hűtőszekrény kompresszorai késlekedő indulási jelenségének a magyarázatára. Megfigyeléseink alapján megállapítottuk, hogy a hűtőszekrények hőmérséklet-szabályozását végző termosztátok érzékelőjének helytelen szerelési pozíciója a felelős a rendellenességért. Ezért javaslatot tettünk a hiba elkerülését biztosító szerelési előírásra.

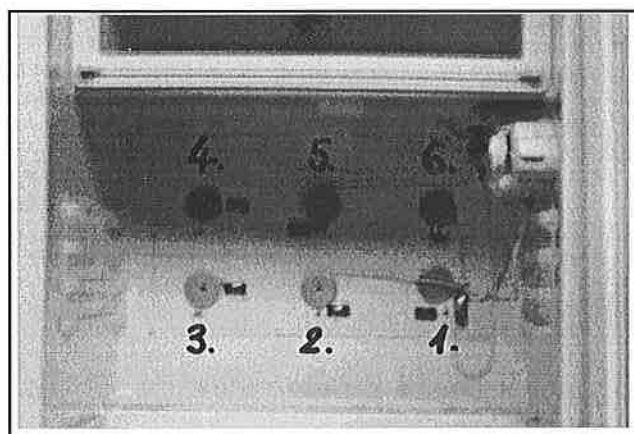
Irodalom

- [1] Proc. 4th World Conf. on Neutron Radiography, WCNR-4 (Ed.: J.P. Barton, Gordon and Breach Science Publ. 1993.)
- [2] M. Balaskó, E. Sváb, L. Cser, L. Pálvölgyi, J. Oláh: Visualization of dynamic processes by neutron radiography, Proc. 3rd European, Conf. on Non-Destructive Testing, Firenze, Vol. 4 (1984) pp. 383-390.
- [3] M. Balaskó, E. Sváb, I. Cserháti: Combined dynamic neutron radiography and thermovision in development of absorption aggregators, Proc. 7th European Conf. on Non-Destructive Testing (ECNDT '98), Ed.: B. Larsen, Copenhagen (1998), pp. 341-348.
- [4] M. Balaskó, E. Sváb, J. Oláh, J. Bojtos: Dynamic neutron radiography in development of environment friend compressor refrigerators. Proc. Conf. Heat Engines and Environmental Protection, Balatonfüred, (1995), pp. 286-291.
- [5] M. Balaskó, E. Sváb: Dynamic neutron radiography instrumentation and applications in Central Europe, Nuclear Inst. and Methods in Physics Research A377, (1996), pp. 140-143.

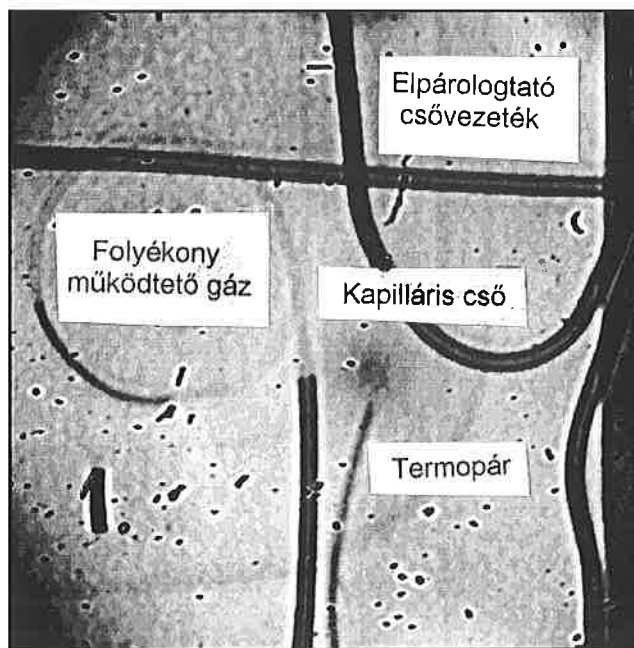


3/a ábra. Termosztát érzékelőjében lévő kondenzálódott anyag neutron-radiográfiai képe -40 °C-on

3/b ábra. Termosztát érzékelőjéből kimozduló folyadékoszlop neutron-radiográfiai képe -5 °C-on



4. ábra. Kísérleti hűtőszekrény termosztátok sorozatmérésére előkészítve



5. ábra. Az 1. sz. termosztát-érzékelőben lévő folyékony hajtóanyag neutron-radiográfiai képe

Ipari röntgenfilmrendszerek osztályozása és minőségbiztosítása

Szakács Sándor

Az ipari röntgenfilmrendszerek osztályozási szabványainak – EN 584-1, ASTM E-1815-96 és ISO 11699-1 – bevezetése fontos lépés a filmtípusoknak a filmrendszerek (filmtípusok előhívással kombinálva) megfelelő osztályaihoz rendelése terén. Ezen szabványok meghatározzák az ipari röntgenfilmek különböző fajtáit és osztályozzák azokat olyan objektív minősítő paraméterek szerint, amelyek a film tulajdonságainak és viselkedésének az alapját képezik.

A filmelőhívás ellenőrzését leíró szabványok – az EN 584-2 és az ISO 11699-2) – eszközt adnak a felhasználó kezébe, amelyet naponta alkalmazva biztosíthatja a minősített filmrendszertől elvárható minőséget. Mivel objektíven lehet mérni a filmrendszerek (film + vegyszer + előhívás) teljesítményét és ezzel egyidejűleg a minőséget, ezért a röntgenfényképezés biztosan a leggyakrabban alkalmazott roncsolásmentes vizsgálat marad.

Kifejeztették az ISO 9000 szabványsorozat a világon egységes minőségbiztosítási követelmények meghatározása céljából. Az Európai Unió ezen szabványokat – a moduláris koncepciójának megfelelően – átvette a különböző termék kategóriák megfelelésének a megítéléséhez.

Az ISO 9001 szerinti minőségmenedzsment-rendszer betartása demonstrálja azt a célt, amelyet az Agfa kitűzött, azaz a legjobb termékminőség iránti állandó fáradozást.

Az ipari röntgenfényképezés sikere és általános haszna mindenekelőtt a röntgenfilm egyedülálló tulajdonságára vezethető vissza, amely az adatok feljegyzését, reprodukálhatóságát és tárolását egyetlen dokumentumban lehetővé teszi.

A film osztályozásának története

Mivel nagyon nehéz a filmminőség mérése, ezért a filmeket legtöbbször bizonytalan kritériumok alapján minősítették, például: nagyon nagy kontraszt; nagyon finom szemcsésesség; kis érzékenység. Sem mennyiségben kifejezhető kritériumok, sem pontos határértékek nem voltak. A filmeket az említett kritériumok alapján inkább „filozofikus” módon sorolták osztályokba. Esetenként ezt az osztályozást – a gyártók és a felhasználók közötti megegyezés alapján – az erre alapított bizottságok végezték.

A filmrendszerek osztályozásának nemzetközi harmonizálása

Európában számos különböző szabvány létezik, országonként több vagy kevesebb minősítési kritériummal (pl. Németországban és Franciaországban), és ezért konszenzusra törekvő megbeszéléseket tartottak. Németországban a 80-as évek elején alakult ki az osztályozási rendszer korszerűsítése iránti igény. A kezdeményező a DIN volt, és az eredmény egy új szabvány, az EN 584-1 lett, amelyet valamennyi EK-országban kihirdettek és 1995 óta alkalmaznak. A CEN/CENELEC nemzetközi előírásai szerint az európai országok kötelesek az EN európai szabványokat átvenni. A 90-es évek elején a CEN szabványtervezetet nyújtott be az ISO-hoz.

A filmrendszert osztályozó szabvány általános leírása

Az elmúlt években egyre inkább felismerték, milyen óriási befolyással bír az előhívás a film képminőségére. Az előhívás befolyása a film eredeti tulajdonságainak (azaz a vegyi/filmérzékenység-mérés a gyártó adatai szerint) és/vagy a felhasználásig bekövetkező aktivitásváltozás (azaz lemerülés, oxidáció) következménye. Ezért manapság már nem a filmeket, hanem a filmrendszereket (= filmtípus + előhívási vegyészett + előhívási feltételek) osztályozzák.

A filmrendszer képalkotási teljesítményének a leírására szolgáló négy rendszerparaméter a következő: gradiens 2.0 és 4.0 nettó sűrűségnél, szemcsésesség 2.0 nettó sűrűségnél és gradiens-zaj viszony 2.0 nettó sűrűségnél. Ezen paraméterek csak a közvetlen (vagy fémernyőkkel) megvilágított filmekhez alkalmasak. Ezen paraméterek és az ezeket előíró szabványok sem érvényesek a fluoreszkáló erősítőernyőkkel használt filmek osztályozásához.

A CEN 1. része és az ISO és az ASTM szerinti osztályba sorolást általában a filmrendszer gyártói végzik. Ezen osztályozás eredménye egy minősítés, amely a minősített filmrendszer rendszerparamétereit, rendszerosztályát és érzékenységét adja meg. Ezen minősítés alapján a filmrendszer kimeneti teljesítménye osztályba sorolható.

A CEN 2. része és az ISO szabvány egy lépéssel tovább megy. Lehetőségeket tartalmaznak az előhívás ellenőrzésére felhasználói szinten, de ugyanakkor garantálja, hogy a minősített rendszer a gyakorlati alkalmazási körülmények között is nyújtja az elvárt tulajdonságokat. Ezen cél elérése érdekében a felhasználónak egy kalibrált, elővilágított röntgenfilm-ellenőrző lépcsős etalon PMC-filmet kell előhívnia. Ezt a fokozati éket minősítéssel, referencia értékekkel együtt adják, amelyeket az osztályba sorolt rendszerekre az 1. rész tartalmaz. A felhasználó olyan értékeket kell hogy kapjon, amelyek ezen referencia értékekre megadott tűréseken belül vannak.

A 2. rész alapján az előhívási rendszer archiválási tulajdonágait is megvizsgálják.

Filmrendszerek osztályozása a CEN, az ISO és az ASTM szerint

Bár az osztályozás alapelve a különböző szabványoknál ugyanaz, de mind az osztályok száma, mind az osztályok közötti határok eltérőek. Ez arra vezethető vissza, hogy sok éven át különböző osztályozási rendszereket alkalmaztak az egyes országokban.

Az osztályok harmonizációja lehet egy jövőbeni cél. Jelenleg az aktuális javaslat elégségesen kidolgozott. A szabvány alapvetően csak olyan technológiákat és eljárásokat szabványozhatna, amelyek már ténylegesen használatban vannak.

Egy filmrendszer osztályozásához mind a négy rendszerparaméternek teljesülnie kell egy előírt értékhatár-tartományon belül.

A filmrendszer minősítése

Formális minősítési igazolásként a filmgyártó minősítési tanúsítványt mutat be. Ezen igazolás elegendő adatot tartalmaz a megadott paraméterekre, valamint a következőkre:

- a megvilágítási dózis K_s 2.0 nettó sűrűség mellett,
- ISO-érzékenység: S,
- előhívási feltételek (kézi vagy automatikus, a vegyi anyag típusa, előhívási idő és hőmérséklet).

Az osztályozás csak a komplett rendszerre érvényes. A filmnek a filmrendszerosztályba sorolhatóságához teljesítenie kell mind a négy kritériumot/határértéket.

Az Agfa valamennyi Structurix-filmet tesztelte az Agfa filmrendszer szerint összhangban az ISO 9001-eljárással. Az Agfa a prospektusai-ban, a minősítéseiben, vagy a kérésre megküldött bizonyítványban közli valamennyi paraméter értékét.

A filmelőhívás ellenőrzése a szabvány referencia értékeivel

Annak biztosítása érdekében, hogy egy filmrendszer a gyakorlati alkalmazási körülményei között is az elvárt tulajdonságokat teljesítse, a röntgenvizsgálati szabványok (EN 444, ISO 5579, ASTM E94 és mások) mindegyike rögzíti, hogy a felhasználónak a gyártó által ajánlott feltételekkel összhangban kell előhívnia a filmeket, és különösképpen arra kell ügyelnie, hogy az előhívás, a fixálás és az öblítés műveleteit felügyelje és pontosan ellenőrizze.

Az ASTM E94-ben ez az előírás így hangzik: „Az a gondosság, amelyet a kielégítő röntgenfelvétel elkészítése érdekében teszünk, azt az előhíváskor is ugyanúgy meg kell tennünk. Még a legnagyobb gondossággal elkészített röntgenfelvételeket is tönkre teheti a sötétkamrában végzett szakszerűtlen vagy hibás eljárás.”

Ezen okból kifolyólag az EN 584 és az ISO 11699 szabványok két részből állnak. Az EN 584-2 és az ISO 11699-2 leírják, hogy a felhasználó ellenőrizheti a filmelőhívási rendszerét a filmgyártó által szállított kalibrált, elővilágított ellenőrző PMC-film előhívásával annak érdekében, hogy a filmrendszerre megadott teljesítményt biztosítsa.

Az Agfa egy sor gyakorlati, átfogó és speciális eszközt fejlesztett ki a röntgenfilmek ellenőrzéséhez, amelyekkel a felhasználó igazolhatja és ellenőrizheti az egész rendszer megfelelőségét.

A filmelőhívás ellenőrzése garancia arra, hogy a filmtől elvárt tulajdonságok a napi gyakorlatban is teljesüljenek.

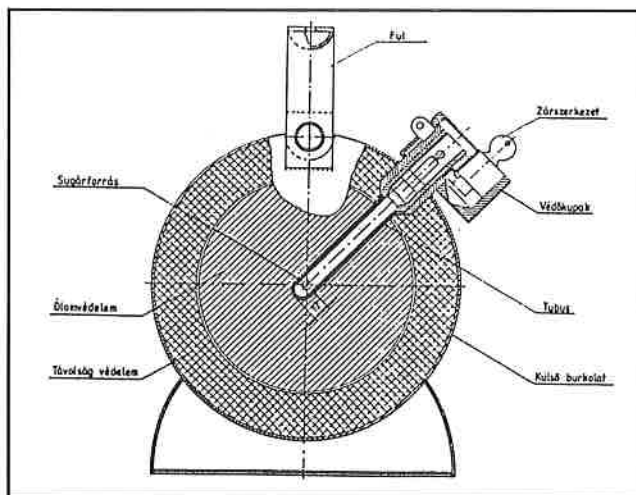
A minőségbiztosítás és a röntgenfilmrendszerek ellenőrzése a TQM rendszer (a totális minőségmenedzsment koncepció) alkotórésze. Ezen lánc minden lépését úgy kell megtervezni és megvalósítani, hogy a végső célt, a minőséget elérjük. Ezáltal a röntgenfilmvizsgálat az ipari radiográfia globális piacára a következő évszázadra is berendezkedhet.

A magyar defektoszkóppal szemben támasztott követelmények

Skrek Mátyás – Tóth Endre*

Hazánkban hosszú ideje nem csak röntgengépekkel, hanem radioizotópokkal is folytatnak roncsolásmentes anyagvizsgálatot. Co-60 és Cs-137, később főképpen Ir-192 sugárforrást használtak. E sugárforrások radiográfiai alkalmazásához először olyan egyedi munkatartókat készítettek, amelyeknek a fedelét levéve a tartóban lévő sugárforrás sugárzását lehetett a vizsgált tárgy felé irányítani.

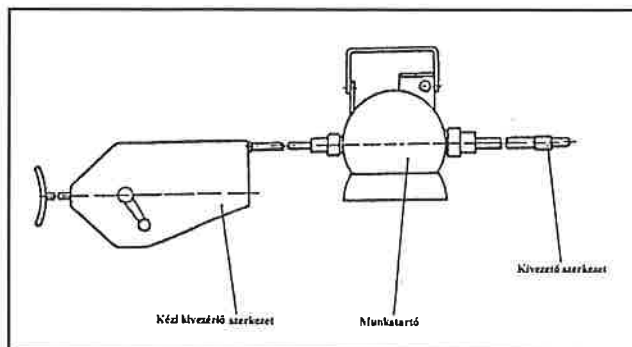
A fejlődés következő lépcsőjének tekinthető az ún. rudas defektoszkópok megjelenése, amelyeknél a munkatartó belsejében a tubusban lévő sugárforrás olyan hosszú rúdhoz volt csatlakoztatható, amelynek segítségével a viszonylag kis aktivitású sugárforrás kiemelhető volt. Ilyenkor a rúd a kezelő részére távolságvédelmet biztosított, de a védelemnek ez a módja a mai sugárvédelmi szemléletünknek természetesen már nem felel meg. Ennek ellenére bizonyos korlátozott feltételek mellett az 1. ábrán látható rudas defektoszkóp a mai gyakorlatban is alkalmazást nyer. Ez a típus már olyan zárszerkezettel nyitható védőkupakkal volt ellátva, amely a forrást tartalmazó tubus véletlen vagy illetéktelen kivételét, kiesését megakadályozta. Ezeket a defektoszkópokat kezdetben az akkori Csepel Művek Izotóplaboratóriumában, majd később a Bányászati Kutatóintézetben viszonylag nagy számban készítették.



1. ábra. RK1 rudas defektoszkóp szerkezetének vázlata

A mai műszaki és sugárvédelmi követelményeket is kielégítő, távvezérelhető defektoszkópokat is a Bányászati Kutatóintézet kezdte el gyártani és forgalmazni, sok tekintetben megelőzve ezzel a környező országokat. A 2. ábrán látható TÁK típusú defektoszkóp, amely szintén nagy számban készült a hazai igényeknek megfelelően, az évek során állandó fejlesztés tárgya volt. Ezzel kapcsolatban különösen érdemes hangsúlyozni, hogy a fejlesztés célja nem a közben megszülető előírások, így pl. a jelenlegi MSZ 14349/88 Sugárzás elleni védelem ipari radiográfiai munkahelyen c. szabvány követelményeinek betartása volt, hanem éppen fordítva, a kutatóintézetben folyó fejlesztés volt az alapja és ösztönzője a megfelelő hazai előírások megszületésének. Ezt az tette lehetővé, hogy a defektoszkópok készítői jelentős munkát végeztek az előírások kidolgozásában és ezzel biztosított volt, hogy a hazai előírások és berendezések megelőzzék a külföldi berendezések biztonságát, sugárvédelmét és megbízhatóságát.

Ez a kedvező helyzet napjainkban sok tekintetben megváltozott. Az elmúlt évek gazdasági nehézségei, a hazai bányászat visszaszorulása



2. ábra. A TÁK típusú kézi távvezérlésű defektoszkóp vázlatrajza

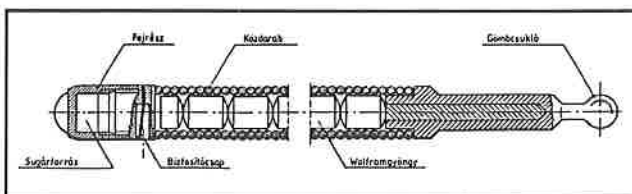
következtében a Központi Bányászati Fejlesztési Intézet megszűnése a TÁK defektoszkópok további fejlesztését nagyban gátolta. Ajánlatos módon a szabványok hatályának változása, illetve visszavonása jelenleg a követelmények terén bizonytalanságot okoz. Bár a szabványok korszerűsítése, így a vonatkozó MSZ 14349 átdolgozása is napirenden van, szerencsétlen módon csak a sugárvédelmi követelmények korszerűsítése folyik, lényegében az ipari gyártó háttér ösztönző bevonása nélkül.

Mindezeket felismerve, a KBFI Unio Kft, amely a magyar defektoszkópok gyártása, fejlesztése és természetesen javítása terén a Bányászati Kutató Intézet ilyen irányú tevékenységét átvállalta, megvizsgálta azokat a korszerű követelményeket, amelyet a nagy hagyományokkal rendelkező hazai defektoszkópoknak a felhasználók érdekében ki kell elégíteni. E vizsgálat részben a hazai tapasztalatokra és részben a külföldön gyártott korszerű defektoszkópok tulajdonságaira vonatkozott.

A továbbiakban a vizsgálat eredményeit foglaljuk röviden össze, különös tekintettel arra, hogy az így nyert tapasztalatokat sikerült a hazai fejlesztésben értékesíteni. Ezzel mód nyílik arra, hogy a hazai felhasználók meglévő berendezéseit kívánság esetén mind műszaki, mind sugárvédelmi szempontból az új követelmények szintjére emeljék. Ennél is fontosabb azonban az, hogy a tapasztalatok felhasználásával sikerült a TÁK defektoszkópok család új, korszerű tagját kifejleszteni, amelyet itt bemutatunk.

A régebbi TÁK defektoszkópok egyik problémája volt, hogy a kivezető szerkezet csavaros csatlakoztatásánál viszonylag nagy sugárhatás érte a kezelő kezét. Ennek csökkentésére többféle megoldás (pl. a munkatartó meghosszabbítása) született, de a ténylegesen hatásos megoldást a 3. ábrán látható, a sugárforrást tartalmazó ún. torpedó módosításában találtuk meg. Ennek lényege, hogy az árnyékoló volfram darabok átmérőjét növelve a sugárzás az ábrán látható rugós köpeny mellett nem szóródhat ki. Az új fejlesztésű TÁK berendezésnél még tovább javítja a helyzetet a csavaros helyett alkalmazott bajonettzáras csatlakozás, ami tetemesen rövidíti a kezet érő sugárterhelés idejét a mellett, hogy megbízhatóbbá és kényelmesebbé teszi a munkát.

Az eddigi TÁK berendezések közismert veszélye, hogy a torpedó a



3. ábra. A TÁK típusú defektoszkópban alkalmazott torpedó

* KBFI Unio Kft.

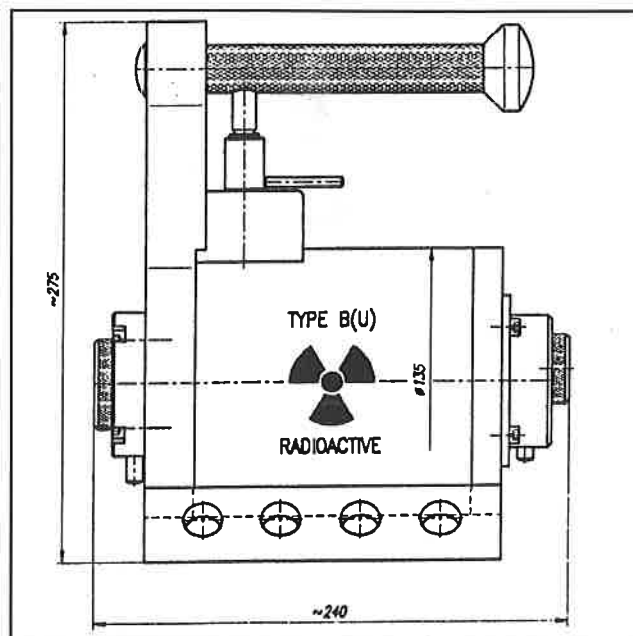
biztosító retesz nyitása után helytelen kezelés esetén a munkatartóból előre kieshet. A 4. ábrán látható új készülék esetében ezt az zárja ki, hogy a retesz csak a kivezető és kivezérlő szerkezet csatlakoztatása után nyitható ki. Ez a megoldás egyben azt is biztosítja, hogy véletlenül, vagy tévedésből, az előkészületek befejezése előtt a reteszt ki se lehessen nyitni és így valaki a kiszóródó sugárzás kéréjébe sem kerülhet. E beépített automatika biztonságát fokozza az a megoldás is, hogy a kivezető vagy kivezérlő csövet csak a retesz zárása után lehet az egyszerű bajonettzár oldásával leszerelni.

További újdonság a biztonság érdekében és a sugárvédelem növelésére az az új megoldás, hogy a sugárforrás visszavezérlése után a retesz automatikusan záródik. Ezzel nemcsak egy második, téves kivezérlés zárható ki, hanem szükségtelenné válik a nyitott munkatartó megközelítése elzárás céljából. Ez az egyszerű továbbfejlesztés várhatóan a radiológusok dózisterhelésében jelentős csökkenést jelenthet.

Ugyancsak egyszerű, de a gyakorlat szempontjából lényeges, a biztonságot fokozó megoldás az, hogy a retesz nyitott helyzetét messziről látható piros, zárt helyzetét zöld jelölés jelzi.

A TÁK defektoszkópok továbbfejlesztését még tovább lehetne ismertetni, de jelen cikk keretében most a követelmények vizsgálata volt a célunk. Az elmondottak viszont egyeznek azokkal a követelményekkel, amit a gyakorlat támaszt. Így elmondhatjuk, hogy az említett szempontok követelményként megfogalmazva az új magyar defektoszkóp esetében teljesülnek.

Ezzel ez a típus egyben mindazokat a biztonsági, sugárvédelmi és megbízhatósági követelményeket teljesíti, amelyek már egyes korszerű, hasonló kategóriájú külföldi berendezéseket is jellemeznek. Ezen túl-



4. ábra. TAK 21 munkatartó (Ir-192/1,5 TBq)

menően azonban a hazai munka ismét alapja lehet egy olyan szabályozásnak, olyan hazai szabvány kidolgozásának, amely a régen vajúdd tervezett nyugati előírásokat megelőzi és példát mutat sok, külföldön üzleti érdekek ütközése miatt meg nem oldott kérdésben.

Az ipari radiográfia új sugárvédelmi szabványai (MSZ 836:1999 és MSZ 14349:1999)

Dr. Jung József*

Bevezetés

Az ipari radiográfiai tevékenység sugárvédelmére vonatkozó első hazai jogszabály 1951-ben született meg. Ezt követte az első sugárvédelmi szabvány 1952-ben. A folyamatosan korszerűsített szabványok mellett óvórendszabályok is kiadásra kerültek, amelyeket azonban időközben hatálytalanítottak.

A címeikben is új röntgenes és gammasugaras radiográfiai szabványok készítésekor a legfontosabb célkitűzések az alábbiak voltak:

- a sugárvédelmi követelmények lehetőleg legyenek összhangban a nemzetközi ajánlásokkal és az új (szigorúbb) dóziskorlátozási rendszer határértékeivel;

- a szabványok alapján sugárvédelmi szempontokból meg lehessen tervezni az állandó radiográfiai munkahelyeket;

- óvórendszabály-szerűen kerüljenek meghatározásra az ipari radiográfiai tevékenység végzésének sugárvédelmi szabályai, beleértve a tevékenység végzéséhez szükséges személyi feltételeket is;

- legyenek egyértelműek a más jogszabályokban nem szabályozott munkavállalói, illetve hatósági feladatok, pl.: teendők rendkívüli eseményeknél, a munkahelyek sugárvédelmi bemérésének szabályai, az izotóptárolás szabályai alkalmi helyszíneken, a vezetendő nyilvántartások tartalmi és formai követelményei.

- korszerűsödjenek és a nemzetközi ajánlásokhoz igazodjanak az ipari radiográfia sugárvédelmében használatos fogalmak.

Sajnálatosan nem lehetett cél a szabványok összehangolása az európai követelményekkel, mivel az Európai Unió jelenleg még nem ren-

delkezik az erre a területre vonatkozó egységes szabályozással, ajánlásokkal.

A két ipari radiográfiai szabvány átdolgozását az elmúlt évben az akkori Népjóléti Minisztérium támogatta. Sajnálatosan, adminisztrációs okok miatt nem volt lehetséges a két szabvány összevonása egy szabvánnyá. Emiatt számos fogalom meghatározást, előírást mindkét szabványban, azonos módon meg kellett jelentetni. Másfelől viszont, tekintettel arra, hogy a fogalom meghatározások gyakran egyúttal követelményeket is megfogalmaznak, néhány azonos megnevezésű fogalom a két szabványban némileg eltérő meghatározással szerepel. Ez esetenként zavaró lehet, s már most hangsúlyozni szükséges, hogy e fogalmak eltérő jelentését a szabványok alkalmazásánál feltétlenül figyelembe kell venni.

A két szabványt az MSZT már véglegesen elfogadta, de az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvényhez kapcsolódó, az egészségügyi miniszter által kiadandó végrehajtási rendelet késlekedése miatt még nem adta közre. Megjelenésüket követően, a két szabvány kötelező alkalmazását várhatóan kormányrendelet fogja előírni.

Fontosabb fogalmak, előírások

A szabványok részletes tartalmi ismertetése, az előírások, dozimetriai határértékek vázlatos indoklása ebben a formában már csak terjedelmi okokból sem lehetséges. Jelen munka célja az, hogy az ipari radiológusok minél előbb megismerjék a két szabványt és időben fel tudjanak készülni alkalmazásukra. Az alábbiakban a szabványok legfontosabbnak tartott előírásai, fogalmai csak vázlatoszerűen kerülnek ismertetésre. A *dőlt betűvel* szedett részek szabványokból vett idézeteket jelentenek. Az esetenként alkalmazott „(rtg.)” illetve „(iz.)” rövidítések az

* ÁNTSZ Fővárosi Intézete, Sugáregészségügyi Osztály

alkalmazott sugárforrásra, illetve a sugárforrással végzett tevékenységre vonatkozó szabványra utalnak.

A szabványok címei

MSZ 836:1998 Sugárzás elleni védelem röntgenberendezést alkalmazó ipari radiográfiai munkahelyeken

MSZ 14349:1998 Sugárzás elleni védelem gamma-radiográfiai munkahelyeken

A szabványok tartalomjegyzékeit az I. Függelék tartalmazza

Nem tárgyai a szabványoknak

– a röntgenberendezések műszaki és sugárvédelmi követelményrendszere;

– a zárt sugárforrásokkal való átvilágító vizsgálatok sugárvédelme;

– a gamma-radiográfia végzéséhez szükséges sugárforrásokra és eszközökre vonatkozó műszaki és sugárvédelmi követelményrendszer;

– a sugárforrások cseréjének sugárvédelmi feltételrendszere;

– a sugárforrások nyitottá válása esetén követendő tevékenységek sugárvédelme;

– a radiográfiai sugárforrások szállítása.

A radiográfiai tevékenységekben érintett személyek csoportjai

1. Szakképzett radiológus: olyan munkavállaló, aki az MSZ EN 473 illetve a vonatkozó rendelet (18/1995. (VI. 6.) IKM) szerinti RT1, RT2 vagy RT3 szakképesítés valamelyikével rendelkezik, és az ipari radiográfia témaköréből megtartott tanfolyam(ok) elvégzésével a vonatkozó rendelet (jelenleg: 7/1988. (VII. 20.) SZEM; a jövőben az atomtörvény EÜM végrehajtási rendelete) szerint bővített sugárvédelmi ismeretekkel rendelkezik.

Megjegyzés: Az MSZ EN 473 szerinti RT1, RT2 és RT3 fokozatú anyagvizsgáló képesítés önmagában nem jelent automatikusan bővített sugárvédelmi végzettséget is.

2. Radiológus segítő.

3. Alkalmi radiológus segítő.

4. Sugárveszélyes környezetben alkalmilag tartózkodók. (Tartózkodási idejük általában nem haladja meg a napi egy órát.)

5. Sugárveszélyes környezetben rendszeresen tartózkodók. (Tartózkodási idejük rendszeresen meghaladja a napi egy órát.)

A radiográfiai tevékenységek lehetséges helyszínei

1. Radiográfiai laboratórium: felvételező helyiséggel rendelkező önálló és állandó munkahely.

Felvételező helyiség: a sugárvédelmi követelményeket kielégítő térhatároló elemekkel és bejáratokkal, továbbá biztonsági reteszrendszerrel rendelkező helyiség, amelyet a radiográfiai felvételek elkészítésére vagy átvilágításra alakítottak ki.

2. Átvilágító kabin: átvilágítás céljára szolgáló szét- és összeszerelhető eszköz, amely térhatároló elemeivel biztosítja környezetének sugárvédelmét. (rtg.)

3. Átvilágító munkahely: a vizsgálati darabok átsugárzására alkalmas hely, ahol az átvilágítás nem az átvilágító kabinban vagy a felvételező helyiségben történik. (rtg.)

4. Állandó radiográfiai munkaterület: a radiográfiai felvételek készítésének a radiográfiai laboratóriumon kívüli helyszíne, amelyet a tevékenység rendszeres végzésére alakítottak ki. (Általában nincsenek sugárzás-elnyelő térhatároló elemek, és nincs biztonsági reteszrendszer.)

5. Alkalmi radiográfiai munkaterület: a vizsgált anyag természetéből, technológiai vagy gazdaságossági szempontok miatt máshol el nem végezhető radiográfiai felvételek készítés olyan összefüggő helyszíne, ahol

- a tevékenység következtében 20 $\mu\text{Sv/h}$ -nál nagyobb környezeti dózisegyenérték-teljesítmények mérhetőek, és
- az egy engedélyes által végzendő felvételek készítés összideje egy év időtartam alatt a 100 órát várhatóan nem fogja meghaladni.

6. Lakóépületek.

Sugárvédelmi szempontokból mértékadó helyszínek

1. Állandó radiográfiai munkahely bárki által tetszőlegesen megközelíthető környezete.

2. Nem sugárveszélyes munkakörökben foglalkoztatottak rendszeres tartózkodási helye: olyan helyszín, ahol a munkavállaló várhatóan évente átlagosan több, mint 250 órát tartózkodik.

3. A lakosság rendszeres tartózkodási helyszínei, (például lakások, iskolák).

4. Alkalmi radiográfiai munkaterület bárki által tetszőlegesen megközelíthető környezete.

5. Állandó radiográfiai munkahely olyan helyszíne, ahol a tartózkodási idő várhatóan több, mint napi egy óra.

6. A felvételező helyiség falának külső hozzáférhető felszíne.

7. A felvételező helyiség földemének (tetejének) külső felszíne.

8. Izotóptároló külső hozzáférhető felszíne.

9. Izotóptároló helyiség belső tere.

A szabványokban szereplő dozimetriai mennyiségek és határértékek

Környezeti dózisegyenérték, $H^*(d)$: az a dózisegyenérték a sugárzási tér egy adott pontjában, amelyet egy megfelelő kiterjedésű sugárzási tér az ICRU által meghatározott gömb felületétől sugárirányban d mélységben hozna létre.

Megjegyzések:

1. Sugárvédelmi mérésekre az ajánlott mélység 10 mm, ezért jele: $H^*(10)$.

2. Az ICRU-gömb egy 30 cm átmérőjű, szövetekvivalens anyagú gömb, amelynek sűrűsége 1 g/cm^3 és összetétele 76,2% oxigén, 11,1% szén, 10,1% hidrogén és 2,6% nitrogén.

Környezeti dózisegyenérték-teljesítmény: a tér egy adott pontjában a $H^*(10)$ környezeti dózisegyenérték idő szerinti deriváltja az MSZ 14341 és az MSZ IEC 846 szerint.

A szabványok megengedik, hogy a sugárvédelmi mérésekre továbbra is alkalmazhatóak legyenek az elnyelt dózisban hitelesített mérőeszközök. A pontos értékeket azonban az alkalmazott gyorsítófeszültségtől illetve radiográfiai sugárforrástól, továbbá egyéb tényezőktől függő, konverziós tényezők alkalmazásával kell kiszámítani. Az ipari radiográfia sugárforrásai esetén a $\mu\text{Gy/h}$ -ban mért értékeket $\mu\text{Sv/h}$ -vá átszámító szorzótényező nagysága 1,15 és 1,7 közötti, a lágyabb sugárzások esetén a nagyobb.

A szabványokban szereplő dozimetriai határértékek rövid, táblázatos összefoglalása a II. Függelékben található.

Teendők a sugárforrás tárolóhelyzetbe való juttatásának akadályoztatása esetén

1. Új lezárási határok kijelölése, az őrzés megerősítése.

2. Az esemény megszüntetésének személyi feltételei:

- legalább két szakképzett radiológus tartózkodjon a helyszínen, és közülük legalább az egyik RT2 vagy RT3 fokozatú legyen,
- a magasabb minősítésű fokozatú radiológus legalább 5 éves tapasztalattal rendelkezzen a gamma-radiográfia területén.

3. Laboratóriumban: a biztonsági rendszer megadott feltételek szerinti kiiktatása.

4. Közterületen: 30 perc eltelté után a polgármester, szükség esetén a rendőrség értesítése.

5. A személyi feltételek hiánya vagy 30 perc eltelté után:

- az ÁNTSZ illetékes megyei (fővárosi) intézetének értesítése,
- az elhárító tevékenység felfüggesztése.

6. Az ÁNTSZ képviselői a helyszínen érkezésüket követően átveszik az irányítást. Szükség esetén intézkednek szakértőknek a bevonásáról.

7. Az esemény megszüntetése után:

- jegyzőkönyv felvétele,
- soron kívüli dozimetriai kiértékelés,
- a radiográfiai eszközök soron kívüli műszaki felülvizsgálata.

Az izotóptárolás szabályai alkalmi helyszíneken

1. Kizárólag őrzött üzemi területen történhet.

2. Teljesíteni kell a tárolási helyre vonatkozó általános és dozimetriai feltételeket.

3. A várhatóan 3 munkanapot meghaladó, de 10 munkanapnál nem hosszabb tevékenység esetén az (ideiglenes) tárolást elég bejelenteni az ÁNTSZ illetékes megyei (fővárosi) intézetének.
4. A várhatóan 10 munkanapnál hosszabb tevékenység esetén a (nem ideiglenes) tárolás előzetes engedélyeztetése.
5. Ideiglenes izotóptárolás történhet a szállító gépkocsiban vagy utánfutóban is, a szabványban meghatározott feltételek teljesülése esetén.



I. Függelék

Az MSZ 836:1998 szabvány tartalomjegyzéke

1. Fogalommeghatározások (31 db.)*
2. Általános sugárvédelmi előírások (9 pont)*
3. A radiográfiai tevékenységet végzők sugárvédelme (8 pont)*
4. A radiográfiai munkahelyek sugárvédelme (5 szakasz)*
5. Sugárvédelmi ellenőrző mérések (5 pont)*

Az MSZ 14349:1998 szabvány tartalomjegyzéke

1. Fogalommeghatározások (35 db.)*
2. Általános sugárvédelmi előírások (14 pont)*
3. A radiográfiai tevékenységet végzők sugárvédelme (7 pont)*
4. Sugárvédelem a gamma-radiográfiai munkahelyeken (3 szakasz)*
5. Teendők a sugárforrás tárolóhelyzetbe való juttatásának akadályoztatása esetén (14 pont)*
6. A radiográfiai sugárforrások tárolása (4 szakasz)*
7. Sugárvédelmi ellenőrző mérések (5 pont)*

* A zárójelben lévő adatok a szerző kiegészítései.

II. Függelék

Az ipari radiográfia jellemző dozimetriai határértékei

az MSZ 836:1998 és az MSZ 14349:1998 szerint

(Ahol nincs más mértékegység feltüntetve, ott a táblázatban szereplő számok a környezeti dózisegyenérték-teljesítmények határértékeit jelentik $\mu\text{Sv/h-ban}$.)

HELYSZÍN	MUNKAVÁLLALÓI ILL. LAKOSSÁGI CSOPORT				
	SZK. RA-DIOLÓGUS ÉS SEGÍTŐ	ALK. RA-DIOLÓGUS SEGÍTŐ	SV. KÖRNY. ALK. TART. (T<1h/nap)	SV. KÖRNY. RSZ. TART. (T>250h/év)	CSOPORT-TÓL FÜGGETLENÜL
RTG. LAB. KÖRNY.			7,5	1	
IZ. LAB. KÖRNY.			2,5	0,5	
LABORON BELÜL (T>1h/nap)	7,5				
LABORON BELÜL (T<1h/nap)	20				
ALKALMI HELYSZÍN (RTG. v. IZ.)	2000 (iz.)	20	20, vagy 100 és 50 μSv		
ÁLL. RTG. HELYSZÍN	7,5		7,5	1	
ÁLL. IZ. HELYSZÍN	7,5		2,5	0,5	
IZ. TÁROLÓ KÖRNY. LABORBAN v. ÁLLANDÓ HELYEN	7,5		2,5	0,1	
ALKALMI IZ. TÁROLÓ (T<10 nap)	7,5		7,5	2,5	
IZ. TÁROLÓ BELÜL	200				
FELV. HSG. v. IZ. TÁR. HAT. ELEM.					20
FELV. HELYSZÍN TETEJE					200
ÁTVILÁGÍTÓ KABIN FALA	20				
ÁTVILÁGÍTÓ KABIN ÉRTEKELO	7,5		1	1	
ÁTVILÁGÍTÓ MUNKAHELY	7,5		7,5	1	

A Welch Allyn új videoendoszkópja

Mohácsi Gábor



1. ábra. Videoendoszkóp

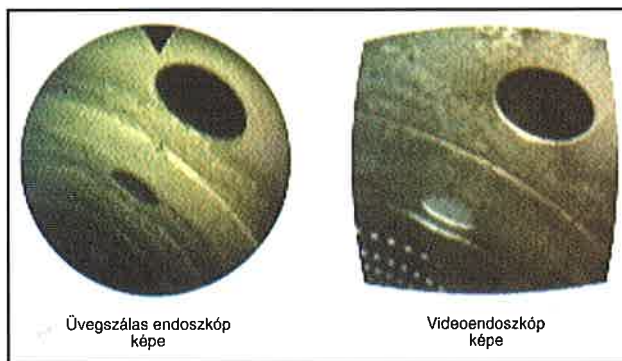
A VIDEOPROBE® XL™ videoendoszkóp (1. ábra) az üvegszáloptika minden kényelmével és a videotechnológia minden előnyével:

- **Video-megjelenítés** – teljes formátumú színes kép a monitoron, okulár nélkül
- **Botkormányos (joystick) vezérlés** – könnyű, egykezes kezelhetőség

- **Elemes üzemmód** – hordozható rendszer
- **Funkcionális hordtáska** – a készülék kézhezálló hordtáskában, (tárolás, szállítás céljára)
- **Kedvező ár** – videotechnológia száloptika áron

Az üvegszáloptikától a videoképig

A távvezérelt vizuális vizsgálatok világa változóban van a száloptikás képtovábbítástól az elektronikus képfeldolgozásig. Az endoszkópok lehetővé teszik a vizuális vizsgálatot olyan helyeken is, amelyek az emberi szem számára elérhetetlenek. Amióta Welch Allyn 1984-ben megalkotta a VideoProbe 2000 szondát, a videotechnika előnyei kézenfekvők (2. ábra).



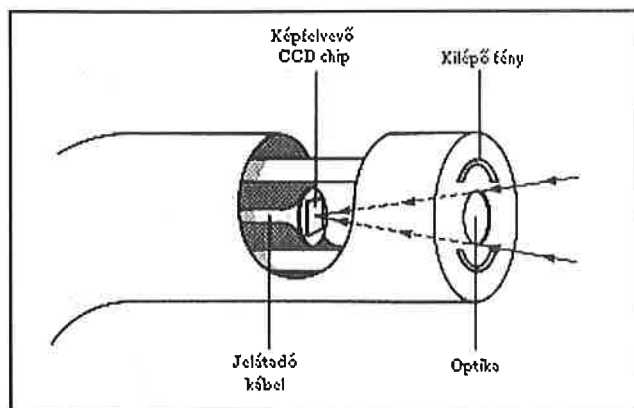
2. ábra

A színes kép nagy felbontása, a képernyő kényelmes megfigyelhetősége, az egyszerű és nagyon jó minőségű dokumentálhatóság a videoendoszkópot a távvezérelt vizuális vizsgálatok legkedveltebb eszközévé tette.

Az XL előnye

A VideoProbe XL – a videoendoszkópok legújabb generációja – egyesíti a videotechnika minden előnyét. A rendszer könnyen kezelhető, hordozható, kedvező árú – mindez egy készülékben. Az XL típusú készülék egy kézhezáll, tárolásra, szállításra egyaránt alkalmas hordtáskába kerül beépítésre, összsúlya kevesebb, mint 15 kg. Nyissa ki a hordtáskát, kapcsolja be a készüléket, és máris dolgozhat.

A VideoProbe XL, a többi Welch Allyn szondához hasonlóan, a szondafejbe beépített parányi, gyufafejnél nem nagyobb CCD chipet tartalmaz, amely nagy felbontású teljes képernyős színes képet biztosít a könnyen kézben tartható 4"-os (10 cm-es) monitor számára (3. ábra).



3. ábra. A Video Probe XL szonda csúcsa

A fényforrás fényét száloptika-köteg továbbítja a szonda csúcsához. A fényforrás automatikusan úgy szabályozza a fényerősséget, hogy a vizsgált terület megvilágítottsága optimális legyen. A szondával egybeépített botkormány (joystick) segítségével a szonda csúcsa egy kézzel, könnyedén vezérelhető mind a négy irányba. Dokumentáláshoz a videokimeneten lehetőség van videomagnó, videoprinter és más periféria csatlakoztatására.

Az XL rendszer

A VideoProbe XL három sorozatban, 6,1 mm; 8,4 mm ill. 12,7 mm szondaátmérővel kapható.

A 6,1 és 8,4 mm-es változat 1, 1,5, 2, 3, 4,5, 6, 7,5 m szondahosszal a 12,7 mm-es változat 1, 1,5 és 2 m szondahosszal készül. A 12,7-es XL-sorozat ezenkívül az AMS (automatikus mérőrendszer) funkciót is biztosít, állókép lehetőséggel. A VideoProbe XL AC és DC feszültségről is üzemeltethető. A fényforrás elhelyezhető a hordtáskában vagy azon kívül.

ShadowProbe®*

Mérés az AMS rendszerrel

Annak érdekében, hogy a láthatót mérhetővé tegyék a VideoProbe 2000 jól bevált mérési technológiája került beépítésre a VideoProbe XL 12,7 mm-es sorozatába is.

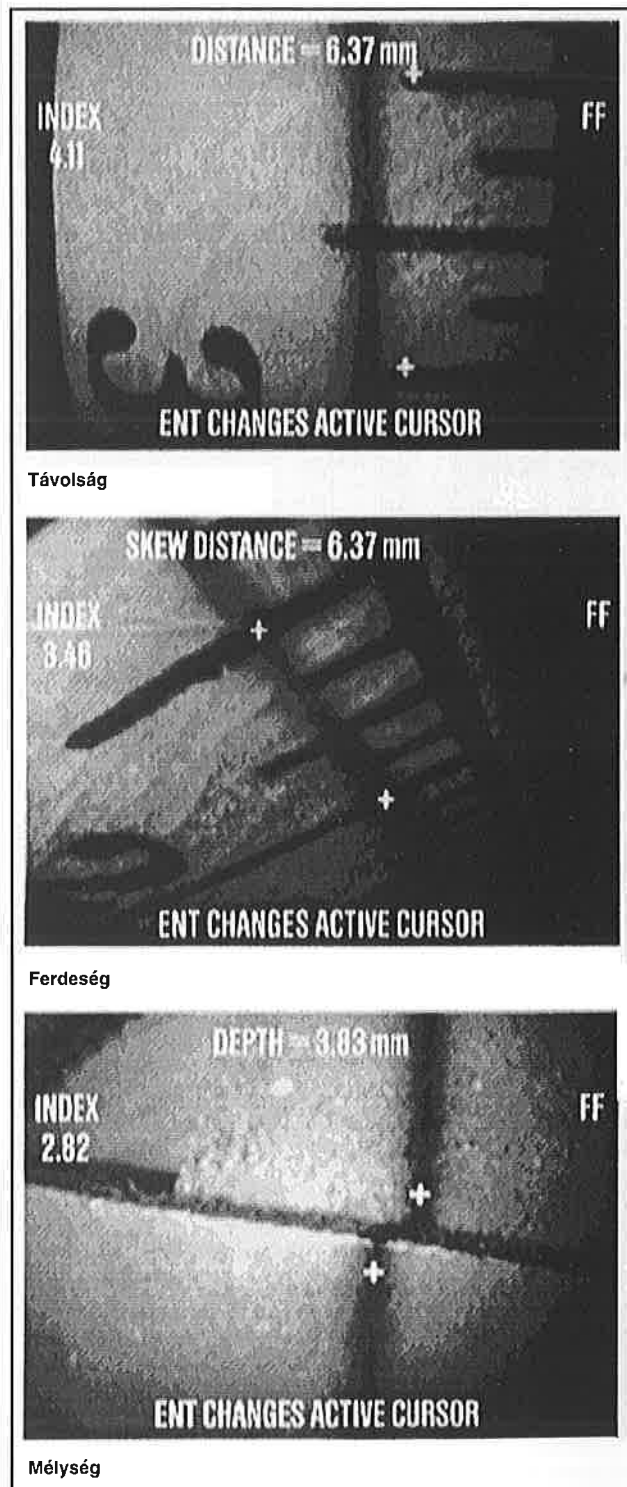
Hogy egy tárgy mekkorának látszik, az függ a szondacsúcsnak a tárgytól való távolságától. Ha a csúcs közel van, a tárgy nagyknak látszik, ha távol van, kicsinek látszik. A ShadowProbe egy árnyékot vetít a vizs-

gálandó objektumra, így módon lehetővé teszi a távolság ill. a pozíció meghatározását. A készülék ezt az információt használja fel a nagyítás ill. a (külső) méretek meghatározására.

Három mérési módszer alkalmazható (4. ábra):

- 'Distance': hossz/szélesség mérése a síkon.
- 'Skew': ferdeség mérése a két kurzor, kereszt (+) távolsága a tet-szöleges szögben álló felületen.
- 'Depth' mélység mérése, amikor a felületi szintek különbözőségét kell meghatározni.

Mindez ugyanazzal a szondával!



4. ábra.

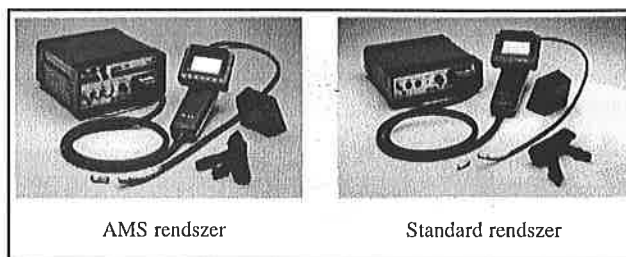
* A ShadowProbe már két nemzetközi díjban részesült: 1990-ben R&D 100 Award, 1991-ben Excellence in Design Award (Design News Magazine).

A Distance a két jelölő kurzor közti távolság, a megfigyelés szögére merőlegesen. A Skew két kurzorpozíció távolsága tetszőleges szögben. A Depth mélységmérés, amikor a felület mélység- ill. magasságkülönbségét lehet meghatározni.

A ShadowProbe XL szondával a mérés egyszerű, gyors, nagyon pontos, reprodukálható, és független a megfigyelési szögtől. Nem szükséges méret referenciák alkalmazása, készülék és kiépítettségi adatok előre programozása, kalibrálás, modellek előzetes megadása stb. Az optimális mérési eredményekhez elegendő az árnyék kijelölése a kurzorral, és ezután már csak egy gombnyomás. Az árnyék mérés nélkül, önmagában is értékes információkat szolgáltat a leképezett tárgy alakjáról és olyan információkat, amelyek más, kétdimenziós leképezést biztosító endoszkópok esetében hiányoznak. A ShadowProbe használatával elkerülhető a vizsgált szerkezet felesleges és drága szétszerelése, az állásidő ill. megelőzhető a további károsodásai.

Készülékválaszték:

Típus	Átmérő	Munkahossz	Képszög	Elhajlás	Mélység-élesség
XL610	6,1 mm	1 m	50°/100°	150°	változtatható
XL615	6,1 mm	1,5 m	50°/100°	150°	változtatható
XL620	6,1 mm	2 m	50°/100°	150°	változtatható
XL630	6,1 mm	3 m	50°/100°	150°	változtatható
XL645	6,1 mm	4,5 m	50°/100°	130°	változtatható
XL660	6,1 mm	6 m	50°/100°	130°	változtatható
XL675	6,1 mm	7,5 m	50°/100°	120°	változtatható
XL810	8,4 mm	1 m	85° előre	130°	15 mm – végtelen
XL815	8,4 mm	1,5 m	85° előre	130°	15 mm – végtelen
XL820	8,4 mm	2 m	85° előre	130°	15 mm – végtelen
XL830	8,4 mm	3 m	85° előre	130°	15 mm – végtelen
XL845	8,4 mm	4,5 m	85° előre	120°	15 mm – végtelen
XL860	8,4 mm	6 m	85° előre	100°	15 mm – végtelen
XL875	8,4 mm	7,5 m	85° előre	90°	15 mm – végtelen



AMS rendszer

Standard rendszer

5. ábra.

AMS sorozat - ShadowProbe rendszer

Típus	Átmérő	Munkahossz	Képszög	Elhajlás	Mélység-élesség
XL1210	12,7 mm	1 m	85° előre	120°	5-100 mm
XL1215	12,7 mm	1,5 m	85° előre	120°	5-100 mm
XL1220	12,7 mm	2 m	85° előre	120°	5-100 mm

Műszaki adatok

Tömeg	Áramellátás	Üzemi hőmérséklet:
Megvilágítás 3,6 kg	100 - 240 V névleges	- 20 - +46 °C
Szonda/Monitor 2,3 kg	váltakozó feszültség,	Tárolási hőmérséklet:
Hordtáska 8,6 kg	min 90 V, max. 250 V;	- 25° - +60 °C
	max. 3,5 A; 47-63 Hz; -	Videokimenet
	vagy 12 V (névleges)	PAL
	egyenfeszültség, min. 11	kompozitVS-VHS(Y/C)
	V, max. 14 V; max. 10 A	

ÚTMUTATÓ: Minden rendszerhez tartozik egy fényforrás (XL200LS), cserélhető szonda beépített botkormánnyal (joystickkal), 4"-os LCD monitor és billentyűzet, oldalnéző adapter, hordtáska, napfényvédő blende, válszj. Az AMS-kivitel az XLAMS segítségével beépített mérőfunkciót is kínál. A tartozékként beszerezhető akkumulátor hálózattól függetlenül alkalmazást tesz lehetővé. A rendszer más 12 V-os áramforrásokról is üzemeltethető.

Környezetbarát folyadékbehatolásos vizsgálat ipari gyakorlata

Orentsák Géza*

A környezet és az egészség védelme egyre jobban megköveteli, hogy a vizsgálóanyagok és eljárások, valamint a hulladék kezelése megfeleljen a megnövekedett, de jogos elvárásoknak. A környezetvédelem ma már nem csak az élő vizek védelmét, hanem a levegő és a talaj szennyezésének lehetséges minimumra való csökkentését jelenti. Az eredményre vezető úton három lépésben lehet végighaladni.

Az első lépés a vizsgálóanyagok kiválasztása.

- A behatoló folyadék kiválasztása:

A vizsgálati feladatra műszakilag megfelelő készítmények közül válasszuk a kevésbé vízzennyezőt, amelyik nem tartalmaz mérgező és rákkeltő anyagot, biológiailag lebontható, ásványolaj-mentes és vízzel lemosható.

- A közbelső tisztítók, lemosók kiválasztása:

Lehetőleg ne tartalmazzanak halogénezett szénhidrogéneket, amelyek az ózonréteget károsíthatják, kevésbé legyenek tűzveszélyesek, egészségkárosítók. Mindezek akkor teljesülnek maradéktalanul, ha a vizes lemosást alkalmazzuk, amikor csak lehetséges.

- Az előhívók kiválasztása:

Elsősorban a vizes bázisú előhívókat alkalmazzuk, az oldószerben szuszpendált előhívók esetében a követelmények megegyeznek az oldószeres lemosókkal szemben támasztott követelményekkel. Nagy-

szériás vizsgálatoknál a száraz poros előhívók, az elektrosztatikus szórás és az előhívókabin alkalmazhatóságát meg kell vizsgálni.

- A hajtógáz a flakonokban:

Ma már természetesen szóba sem jöhet a freon, csak a propán, vagy a szén-dioxid gáz.

A fentiek nem mindegyike „köbe vésett” előírás, csak ajánlások, hiszen a vizsgálóanyagok kiválasztásánál egy másik, nem kevésbé fontos szempont is van, hogy a kiválasztott anyagok alkalmasak legyenek a hibák kimutatására és feleljenek meg a vizsgálati szintre vonatkozó előírásnak.

Ez esetleg ellentétben lehet a környezetvédelemmel, mert előfordulhat, hogy környezetszennyező, vagy egészségre káros anyagot kell használni, mivel csak ez biztosítja a megfelelő vizsgálati szintet.

A második lépés a környezetvédő vizsgálati technológia kialakítása. Erre különösen akkor kell fokozott figyelmet fordítani, ha a vizsgálati feladat nem teszi lehetővé környezetkimelő anyagok használatát.

- A felület előkészítésének megtervezése:

Amennyiben lehetséges, a mechanikai tisztítást részesítsük előnyben a kémiai eljárásokkal szemben. Természetesen a helyiség levegőjét megfelelő porelszívó és leválasztó berendezésekkel tisztítani kell, valamint az egyéni védőfelszereléseket is kell használni. Megfelelően környezetbarát az ultrahangos tisztítóberendezés alkalmazása.

- A behatoló folyadék felhordása:

A flakonos és festékszórós eljárás helyett előnyben kell részesíteni

* MBVTI Kft. – Anyagvizsgáló Laboratórium

az esetes felhordást, vagy ha a munkadarab méretei ezt lehetővé teszik, akkor a bemejtéses eljárást válasszuk, mert ekkor nem keletkezik permet, amelyet a szél vagy a huzat nem kívánt helyre sodorhat.

– A behatoló folyadék eltávolítása:

A felületről a behatolóanyagot nem csak mosással lehet eltávolítani, hanem törléssel is. Csak a törléssel már nem eltávolítható maradékot mossuk, de a megmunkált, sima felületek esetében sokszor elég a nedves kendővel való törlés is. A papír, vagy nem szárazos textil törlekendők alkalmazásával jelentősen csökkenthetjük a mosás során keletkező nem kis mennyiségű veszélyes folyadékot. A keletkező folyadékot fel kell fogni, megfelelően tárolni és veszélyes hulladékként kezelni.

– Az előhívó felhordása:

Sajnos a legtöbb esetben a szórás elkerülhetetlen, ezért elszívó, leválasztó berendezést, porszűrő egyéni védőfelszerelést kell alkalmazni.

A harmadik lépés a keletkezett hulladékok kezelése:

A lemosás során keletkezett veszélyes folyadékot össze kell gyűjteni. A folyadék mennyisége csökkenthető, ha a vizes lemosás során megfelelő porlasztást alkalmazunk, de vigyázni kell a nyomásra, mert a túl nagy nyomás a behatolófolyadék kimosását okozhatja.

A keletkezett folyadék mennyiségét a tárolás során párologtatással csökkenthetjük. A folyadéktárolatlanítását magunk is elvégezhetjük, amennyiben van rá megfelelően képzett személyzetünk és elfogadott technológiánk. Amennyiben ez nem áll rendelkezésre, akkor minősített szakcéget kell erre igénybe venni, aki átveszi és a megfelelő kezelést elvégzi, majd megsemmisíti. A szennyezett papír és textil törlekendőket, valamint kannákat és szóródobozokat szintén veszélyes hulladékként kell kezelni és erre szakosodott céggel ártalmatlanítani. A szóródobozok esetében külön felhívnam a figyelmet arra, hogy a dobozokat nyomásmentesíteni kell, de csak akkor, ha a benne lévő anyag már teljesen kifogyott.

Végül, lényeges szempont, hogy vizsgálóanyagot csak műbizonylattal vásároljunk, amelyen az adagszám is fel van tüntetve, mert ez garanciát ad a felhasznált anyag minőségére.

Ismeretlen, de olcsó árral dolgozó gyártók anyagairól nem kapunk megbízható információt és ez a környezet védelmét nem szolgálja.

Egy alkalmazási példa

Eddig az „elmélet” és most nézzük meg, hogy mindezek hogyan valósulnak meg egy konkrét esetben, az alumínium keréktárcsák 32 darabos szériavizsgálata esetében.

– Kerestünk egy céget, amelyik rendelkezik megfelelő telephellyel, alkalmas tisztítóberendezéssel, szennyvízkezelővel, szennyvíztároló kapacitással és engedéllyel, hogy a keréktárcsákat megtisztítsa. A tisztítóanyagot egy 3 µm szélességű repedést tartalmazó alumínium összhasonlítótesten kipróbáltuk, annak megállapítására, hogy a repedést nem zárja-e le. Mivel a vizsgálóanyagot a megrendelő adta, (itt jelentkezett az a tényező, hogy nem választhattunk környezetbarát vizsgálóanyagot) ez egyben a vizsgálóanyag tesztje is volt.

– Ez után az elfogadott vizsgálóanyagok ismeretében kerestünk egy engedéllyel rendelkező hulladékkezelő céget, amelyik átveszi a veszélyes hulladékot és elvégzi az ártalmatlanítást.

– A tisztítással foglalkozó cég a saját engedélyei, valamint a hulladékkezelő cég szándéknyilatkozata, a vegyi anyagok adatlapjai, a vizsgálati technológia, a veszélyes hulladék kezelésének leírása, továbbá a levegő mérési adatai alapján, az ÁNTSZ megadta az engedélyt az anyagvizsgálati tevékenységre, ha a környezetvédelmi hatóság is hozzájárul. A levegő mérési adatai alapján előírták, hogy az előhívó szórásakor porárlarcot kell viselni, és ha a levegő oxigéntartalma 17 tf% érték alá csökken, akkor frisslevegős berendezést kell használni.

– A környezetvédelmi hatóság a fentiek alapján hozzájárult a tevékenység végzéséhez.

A vizsgálat technológiája vázlatosan a következő:

1. Melegvizes tisztítószeres mosás:

A mosószer Fullback-C, amely meleg vízzel kombinálva a zsíros

szennyeződések eltávolítja. A keletkezett szennyvíz a megfelelő kezelés után, a csatornába engedhető.

2. Szárítás.

3. Felület ellenőrzése dörzspróbával és cseppterületi próbával.

4. A vizsgálati darab hőmérsékletének mérése.

5. Behatolófolyadék felvitele bemártással, lecsepegtetéssel:

A keréktárcsákat egy kádban lévő behatolófolyadékban megforgatják, amelynek szintje akkora, hogy egyszeri körbefordítás alatt az egész felület érintkezik a folyadékkal. A csepegtetés egy vályúban történik, amelyből a behatolófolyadék visszafolyik a kádba.

6. Behatolási idő: gyakorlatilag ez nem a klasszikus behatolási idő, mert mire a 32. darabot megforgatják és elrakják a csepegtetővályút, a kádból visszatöltik a behatolószeret a tartályába és előkészülnék a lemosásra, gyakorlatilag letelik a behatoláshoz szükséges idő.

7. A behatolófolyadék eltávolítása törléssel, porlasztott meleg vízzel (36-40 °C) és ismételt törléssel. A porlasztás szétterülő, nem vonalszerű és nem levegős porlasztás, melynek nyomása max. 275 kPa lehet.

8. A gyűjtőzsombból a keletkezett csurgalék átszivattyúzása a veszélyes hulladék tárolótartályába.

9. Szárítás.

10. Az előhívó felszórása: Az előhívóba, szórópisztolyba töltés előtt minden esetben fel kell keverni.

11. Értékelés: A várakozási idő itt is elmarad, mivel az utolsó kerék elkészültekor az első már értékelhető.

12. Tisztítás: A keréktárcsákat a penetrálószerektől nagy nyomású, porlasztott vízzel tisztítják meg, amelyet ismét a tárolótartályba szivattyúznak.

13. Jegyzőkönyv-készítés

14. A használt törlekendők, kannák és a keletkezett környezetszennyező anyagok elkülönített tárolása, majd elszállíttatása.

A dolgozók megóvása érdekében a következő védőfelszereléseket kell viselni:

– Gumicsizma; gumikesztyű; gumipantalló; gumikötény (ha nem visel gumipantallót); védőszemüveg; betétes porszűrő álarc; frisslevegős álarc (ha szükséges)

A folyadékbehatolós vizsgálat csak a fentiekben vázolt, technológia alapján végezhető környezetbarát módon.

Természetesen törekvés, hogy a környezetre káros vizsgálati technológiák kiváltása más módszerek alkalmazásával is lehetséges. Ez a keréktárcsák esetén örvényáramos vizsgálat lehetne.

Használja a környezetbarát



„nagy érzékenységgű, kontraszt-gazdag festékbehatolós vizsgálórendszereket!

⇒ a BDR-L piros vagy a BDB kék jelzőanyagot,

– mentes a rákkeltő azofestékektől, – ásványolajmentes, – vízzel lemosható, – gyengén vízveszélyeztető;

⇒ a BEA előhívót,

⇒ a BRE vagy a CRE tisztítókat

– mentesek a halogénezett szénhidrogénektől.

Csekély klór-, fluor- és kéntartalom!

Garantált minőség!

A legszigorúbb környezetvédelmi, vizsgálati és felhasználói – pl. atomerőműi – előírásoknak megfelelő DIFFU-THERM vizsgálórendszer-rendszer kizárólagos hazai forgalmazója a

TESTOR

Budapest XII., Meredek u. 33. Tel.: 319-1-319 Fax: 319-2284

A termovízió alkalmazása az MBVTI Kft. Anyagvizsgáló Laboratóriumában

Bodolai Tamás

A termovíziós eljárással világszerte foglalkoznak, hogy minél tökéletesebben és megbízhatóbban lehessen alkalmazni az roncsolásmentes anyagvizsgálatok területén. Németországban például a szerkezeti elemek igénybevétele során keletkező feszültségek analizálására irányuló kísérletek folynak, míg Oroszországban egy olyan adatfeldolgozó algoritmus készítésére, amely megbízhatóbbá teszi a kiértékelést. Ez azért fontos, mert a felület minősége nagy mértékben befolyásolja a hibakimutathatóságot. A kutatás elsősorban a korrózió okozta hibák kimutatására irányul, illetve annak minél megbízhatóbb kiértékelésére.

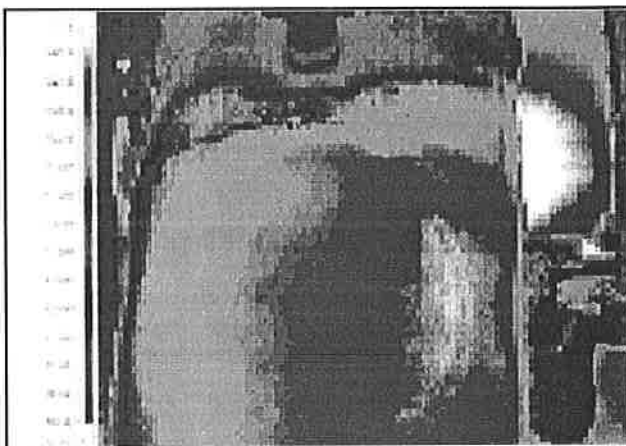
Az egyre tökéletesebb technika alkalmazása minden területen megköveteli az ellenőrzés fokozását a rejtett anyag- és alkatrészhibák feltárása céljából. A nehezen felfedezhető, de a gyártás során selejtet okozó hibák közé tartoznak – egyebek között – az öntvények hibái, mint pl. a légbuborékok, repedések, vagy az anyag általános inhomogenitása. Szintén fontos a hegesztések minőségének meghatározása, ami nagy jelentőségű a különböző konstrukciók megbízhatósága szempontjából. Hasonló jelenségek nem csupán a fémöntésnél vagy a hegesztésnél lépnek fel. Megfigyelhetők pl. a gépkocsi- vagy repülőgép-gumiabroncsok, a különböző műanyagtermékek gyártási folyamata során is. Az ilyen típusú hibák feltárásához az ultrahangos, a röntgen- és izotópos vizsgálat mellett az utóbbi időben egyre gyakrabban az infratelevíziós módszert is alkalmazzák. Hozzá kell tennünk, hogy az anyag fajtájától, méreteitől és alakjától, valamint a kívánt pontosságtól függően különböző eljárásokat használnak (vagy több módszer kombinációját egyidejűleg).

Laboratóriumunkban a következő területeken folynak kísérletek a termovízió bevezetésére:

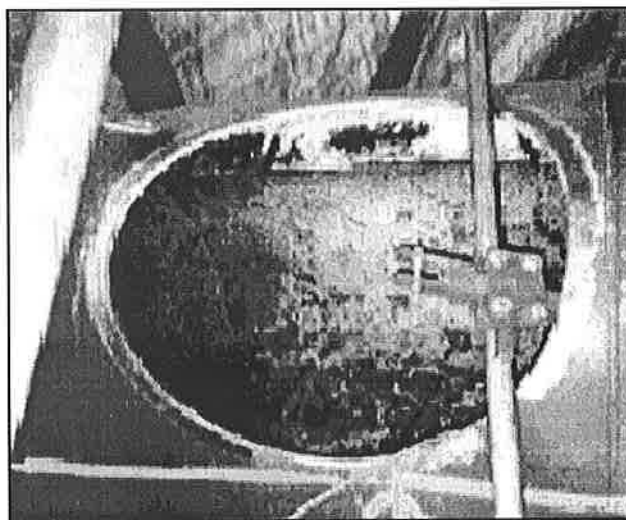
1. Az öntvények rejtett anyaghibáinak kimutatása a vizsgált alkatrész felülete mentén kialakuló hőmérséklet-gradiens megfigyelésén alapszik. Az öntvények anyaghibáit körülvevő részen csökken a keresztmetszet területe, ami ezen a helyen növeli a hőellenállást és így a hőmérséklet-gradiens növekedését okozza. A vizsgálatot kétféle módon is lehet végezni: az alkatrészt az egyik végénél elkezdjük egyenletesen melegíteni, vagy villamos áramot vezetünk át az alkatrészen és így az anyag saját tulajdonságaitól illetve a benne meglévő hibáktól függően felmelegedik.

2. A hegesztések vizsgálatánál, a hibák kimutatására hasonló eljárást alkalmazunk. A módszer talán annyiban különbözik az öntvényvizsgálatoktól, hogy a vizsgált felületre egyenletes festékréteget viszünk föl, így biztosítva az „azonos feltételeket” a hőszugárzás számára a teljes felületen (állandó ϵ).

3. A termovíziós eljárás jól alkalmazható a technológiai csővezetékben fellépő eróziós illetve korróziós hatások okozta hibák felderítésére és lokalizálására is. Képünkön egy károsodott csőszakasz termovíziós (eredetileg színezett) felvételén jól látható a foltoszerű meghibásodás, melynek hőmérséklete nagyobb, mint a csőszakasz más, hibátlan területének közel egyenletes hőmérséklete.



A másik termovíziós felvételen a csőszakaszon nagymértékű falvastagság-csökkenés látható, amelyet ultrahangos falvastagságméréssel is bizonyíthatunk.



Következtetés

A felsorolt területeken elért eredmények kutatásaink folytatására késztetnek bennünket, hogy minél megbízhatóbb eredményeket tudjunk felmutatni a termovízió alkalmazási lehetőségeire. E rövid ismertető talán érzékeltette, hogy a termovízió egy gyors, új vizsgálati eljárást jelenthet a roncsolásmentes anyagvizsgálat defektoszkópiái alkalmazásában.

Repülőgép hajtóművének rezgésmérése

Dr. Kovács Miklós

A gépek, gépalkatrészek egymáson elmozdulva a súrlódás, a felületi egyenetlenségek, a külső korrózió hatások és a nem megfelelő technológiai kiszolgálások (kenés, karbantartás, felületvédelem) következtében folyamatosan kopnak. Ezen kopási folyamat sebessége az élettartam időszakában változó, és nagyban függ az emberi tényezőktől. A kopás növekedésével az alkatrészek illesztése megváltozik, a minőségi muta-

tók folyamatosan romlanak és a rezgés növekedés-gradiense érezhetően növekedik.

A rezgés minden illetékt, forgó alkatrészen új állapotban is kimutatható, de ezen érték a minőségi követelmények küszöbértékének nagyságát sem érheti el. A berendezésekkel szembeni követelmények szerint ezen kiinduló értékeket szabványokban rögzítik, amelyekben meghatá-

rozzák a gép/gépegység minőségi fokozata és fordulatszám-tartománya szerinti rezgésebség vagy rezgésgyorsulás nagyságát.

A rezgés jelenségének magyarázatára a gördülőcsapágyakat, mind az egyik legszélesebb körben alkalmazott gépelemet hívom segítségül.

Tudott, és mindenki által tapasztalt jelenség a kopott csapágy akadózott futása mellett az erős zaj, és a remegő, rázkódó, egyenetlen járás. Ezen rezgésből adódó egyenetlen járás a gerjesztés következtében az alkatrész fokozott igénybevételét, a terhelés kritikus szintre történő növekedését, majd az alkatrész törését idézi elő.

A rezgés amplitúdójának gyors növekedése és a gépalkatrész törése akkor válik kritikussá, ha a berendezés önrezgésszáma és a gerjesztés frekvenciája közeli tartományba kerül és a rezonancia jelensége lép föl.

A rezonancia jelenségének magyarázata:

A gerjesztett rezgés – csillapított – differenciál egyenlete harmonikus rezgés esetén.

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + k \frac{dy}{dt} + \frac{j}{c} = F_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

A tömeg a saját rezgés és a gerjesztett rezgés eredőjének megfelelően fog mozogni. Ha az α sajátrezgés frekvenciája és az ω gerjesztési frekvenciája közel azonos, akkor a rezgés amplitúdója folyamatosan növekedő, míg a törés bekövetkezik.

$$y = y_0 \frac{\alpha^2}{\alpha^2 - \omega^2} \sin(\omega t + \varphi). \text{ Ha } \alpha = \omega, \text{ akkor } \frac{\alpha^2}{0} \Rightarrow \infty$$

A gépek tervezésénél az $\alpha = \frac{1}{\sqrt{mc}}$ értékének becslésével egy olyan üzemi fordulatszám-tartományt kell kiválasztani, hogy rezonancia ne alakuljon ki.

A repülőgép összetett rezgőrendszer. A hat szabadságfokú mozgás a rezgő alkatrészek egymásra hatásából a domináns – a nagy intenzitású és gerjesztésű rezgésnek megfelelően – hat az egész repülőgépre.

A repülőgép hajtóműve nagy tömegű, nagy energiát képvisel, forgó tömegei által a kiegyensúlyozottság szempontjából az egyik veszélyforrás, amire folyamatos odafigyelés szükséges.

A repülőgép hajtóműve áramlástechnikai gép, ahol a kompresszorok által összesűrített és előmelegített levegő az égőtérben a hozzá vezetett kerozint elégeti és a turbinákra nagy hőmérsékletű és nyomású égésterméként áramlik.

A kiáramló gáz a turbinákban az expanzió alkalmával annyi energiát szolgáltat, hogy a folyamatos üzem érdekében hajtja a kompresszort és az üzemben tartáshoz szükséges összes segédberendezést. A kiáramló gáz a fúvócső propulziós hatása révén fejt ki a repülőgép mozgásához szükséges tolóerőt.

A repülőgép hajtóművének az élettartam-tartományában (15 000-25 000 üzemóra) biztonságosan, megbízhatóan kell üzemelni. A repülés biztonsága megkívánja, hogy a szükséges és elégséges karbantartások és ellenőrzések elvégzése mellett a hajtóművek véletlenszerű meghibásodása ne következzen be. A repülőgép levegőben történő fennmaradásához a hajtóművek biztosítják azt a repülési sebességet, amely a felhajtóerő termeléséhez szükséges. Ezen tolóerő-igényt a repülés különböző fázisaiban a hajtóművek 75-105%-os fordulatszám-tartományban elégítik ki. Az utazómagasságban, 10-11 km magasan a 75%-os teljesítmény is elégséges, míg felszállásnál a gyorsítás időtartama – max. 5 percig – a 105%-os igénybevétel is engedélyezett.

A hajtóművek kompresszor- és turbinalapátjai egytengelyűek, több helyen golyós- és görgőcsapággal ágyazottak. A gördülőcsapágyakkal szembeni követelmény, hogy a hajtómű rövid élettartama alatt a csapágyazás meghibásodásából a hajtómű sérülése ne következzen be.

A csapágyazás a kapcsolt hajtások meghibásodásából adódó túlterhelést is hivatott kompenzálni. A meghibásodásokból adódó rezgések direkt vagy indirekt módon a központi tengelyen érzékelhetők, ami az ellenőrzést lehetővé teszi.

A rezgések nagyságát a próbapadi méréseknél és a hajtómű élettartam – kísérleteinél meghatározzák, és azt mint kiindulási – gyári – értéket a hajtómű naplójában rögzítik. Az üzem közbeni értékeket a hajtómű-technológia tartalmazza, pontosan rögzítve azon rezgésküszöb értékeket, ahol a figyelmeztető tabló kigyullad, illetve a hajtómű azonnali leállítása szükséges. Például:

– ha a „veszélyes rezgés” tabló kigyullad, akkor ellenőrizni kell az összes üzemi paramétert (gázhőmérséklet, olajhőmérséklet, kis- és nagynyomású fordulatszám, olaj-, és üzemanyag nyomás, a külső levegő paraméterei)

– ha a „veszélyes rezgés” tabló kigyulladásával az olajhőmérséklet is intenzíven növekedni kezd, a hajtómű túltöltőrendszerét rá kell sütni, és a hajtóművet le kell állítani.

A repülőgép hajtóművének rezgésmérése a mellő és a hátsó csapágytám síkjában a hajtómű külső köpenyén elhelyezett mérőszondával történik. A mérőegység elhelyezéséből adódóan a mérés a függőleges rezgés nagyságára korlátozódik.

A TU-154-es típusú repülőgépeken a függőleges irányú rezgésebséget mérjük egy rugósmágneses induktív szonda segítségével.

A Boeing 737-es típusú repülőgépeken a függőleges irányú rezgésgyorsulást mérjük piezoelektromos érzékelő szonda alkalmazásával.

A mérőszondák a hajtómű külső köpenyén vannak rögzítve úgy, hogy a vertikális irányú sebesség- és gyorsuláskomponens érzékelésére alkalmasak legyenek. A szondákból érkező gyenge elektromos jeleket a központi erősítőegységen átvezetik, majd a pilóták műszereire és a jelző tablókra csatlakoztatják. A „veszélyes rezgés” tabló előtt egy különbségképző egység a beérkező jelet értékeli és a szükséges időben az információt a „fekete doboz” felé továbbítja. A „fekete doboz”-t csak a „veszélyes rezgés” érték elérése után informálja.

Az érzékelő szondák felépítése:

A rezgésebség-érzékelő szondánál egy rugókra (3 db) felfüggesztett állandó mágnes a szondaházban rögzített tekercsben elmozdul, és az elmozdulással arányos áramot indukál. A rezgés gyorsulásával arányos nyomóerő, a piezokristályokra (5 db) támaszkodó nyomólap hatására indukál áramot. Az 5 db piezokvarcristály sorba kötésével lehet növelni az indukált áram nagyságát, amit tovább erősítenek. Az ellenőrző rendszer on-line üzemmódban működik, biztosítva a folyamatos ellenőrzést és jelzést a pilóták számára.

A rezgés sebességének és gyorsulásának a mérésére kiépített ellenőrző rendszerek hajtómű típusonként egyedi felépítésűek. Az ellenőrzés adatait, küszöbértékeit a próbapadi vizsgálatok alkalmával határozták meg, abszolút értékek nincsenek. A mérőrendszerek üzembiztonságának érdekében a mozgó alkatrészeket a rendszerből kiküszöbölik, így a piezoelektromos elven működő rendszerek terjednek el széles körben.

A számítógép-technika fejlődésével az „egy” mérőhelyes rezgésmérés is kezd elterjedni, ahol a piezoelektromos szondát a központi rezgéssíkban elhelyezve, az egész hajtóműrendszer rezgése mérhető. A mérőrendszerek folyamatosan fejlődnek, a hajtóműgyárak a biztonság fokozott javítása érdekében anyagi áldozattalálásra is készek.

Egytengelyűség-hiba lézeres és rezgéstani vizsgálatainak összehasonlítása

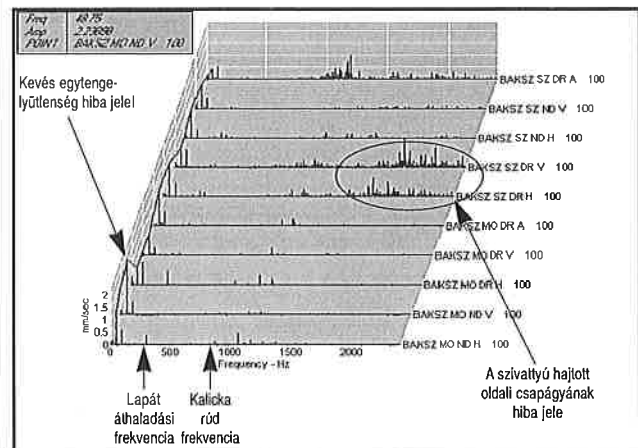
Forgács Endre² – Terpó György¹ – Bene László² – Tóth Gyula²

Az üzemek, vállalatok és vállalkozások gazdaságosságát, az ott alkalmazott és használt különböző gépek rendelkezésre állásának, üzembiztonságának foka nagy mértékben befolyásolja. Ezek minél magasabb szintű és minőségű biztosítása, a géptervezők-fejlesztők, az üzemeltetők és karbantartók legfontosabb feladata. Ez irányú tevékenységük hathatós segédesszéje az egyenesség, egytengelyűség lézeres vizsgáló-, mérő-, beállító- és a rezgés mérő, adatgyűjtő műszerek, a hozzájuk tartozó számítógépes programokkal együtt. Ennek fontosságát belátva a Szegedi Élelmiszeripari Főiskola, a FEFA és az SKF támogatásával egy diagnosztikai laboratóriumot alakított ki 1996 őszén. A laboratórium kettős, oktatási és kutatási céllal készült el. Ennek érdekében az SKF által forgalmazott CMVA 10-K Microlog típusú rezgés mérőt és analizátort, a hozzá tartozó CMS100 Prism4 for Windows és CMS200-5 Prism4 Network (5 munkahelyes) szoftverekkel, TMDT2 típusú digitális hőmérőt, TMST2 típusú digitális szétosztókópot, TMT06 típusú optikai tachométert, CMBP30 típusú csapágyvizsgáló ceruzát és CMVP50 típusú rezgés mérő-elemző műszert állítottunk üzembe. Továbbá különböző rezgésdiagnosztikai demonstrációs és kísérleti gépeket készítettünk illetve alakítottunk át. Ezek: egy különböző fordulatszámokon járható radiál ventilátor a kiegyensúlyozatlanság és a szíjfrequencia, a lapátfrequencia demonstrálására, egy tejipari csúszólapátos savószivattyú a mechanikai dörzsölődések rezgésfrequenciájának demonstrálására és egy bakscsapágyas örvényszivattyú az egytengelyűség-hiba és a kavitáció demonstrálására. Első kísérleteinket ez utóbbi berendezésen végeztük, így ebben a cikkben az 1997/98-as kutatási eredményeinket tesszük közzé.

Az említett berendezésen, bakscsapágyon fixen álló örvényszivattyúhoz képest az azt hajtó villanymotor fokozatmentesen elmozdítható tengelyirányra merőlegesen. Az így mesterségesen létrehozott egytengelyűtlenség szög- és párhuzamossági hiba lézeres műszerrel pontosan mérhető és egyidejűleg rezgés mérővel üzemeltani következménye kimutatható. Ennek a kísérletsorozatnak a létjogosultságát az üzemi tapasztalatok adják. A különböző rezgésdiagnosztikával foglalkozó szakemberek egyöntetű véleménye, hogy a különféle gépmeghibásodások okozója igen nagy százalékban az egymáshoz kapcsolódó gépi berendezések egytengelyűtlensége. Egy ilyen kísérletsorozat, amely az egytengelyűtlenség mértéke, a rezgés spektruma és a rezgéssebesség összegzett értéke közötti összefüggéseket kutatja, kiegészítve egyéb tényezőkkel, mint például a tengelykapcsolók típusa és a különböző beállításokhoz tartozó hőmérséklete, vagy a gép terheltsége, olyan új információkat szolgáltatna, amelyeket az ipari üzemeltető szakemberek, a gépeket vizsgáló diagnosztikák és a gépkonstruktőrök is egyaránt használnak forgathatnak. Ugyanakkor, tudomásunk szerint, ilyen vagy ehhez hasonló kutatásokat illetve méréseket mindeztáig hazánkban még nem végeztek.

Az adott feladathoz a már említett bakscsapágyas szivattyút a mérés követelményeinek és kívánalmainak megfelelően át kellett alakítanunk. A fixen álló szivattyúhoz képest a villanymotort kell úgy elmozdítani, hogy függőleges irányban az egytengelyűség-hiba kiküszöbölhető legyen és az ilyen módon létrehozott alapsíkban most már ismert és mérhető nagyságú egytengelyűtlenség párhuzamossági és szöghiba beállítható legyen. Ennek érdekében kettős alapot készítettünk, amelyek egymáshoz képest külön-külön állíthatók. A méréshez az SKF által forgalmazott Fixtur-Laser típusú, digitális, lézeres egyenesség-vizsgáló

műszert használtuk, amely 20 m-es távolságban 0,01 mm-es pontossággal képes mérni. Első lépésben igyekeztünk tisztán párhuzamossági hibákat beállítani és az ezekhez tartozó rezgésspektrumokat fölvenni. A beállított értékek rendre a következők voltak: 0,05 mm (azaz hibátlan beállítás), 0,15 mm, 0,3 mm és 0,7 mm.

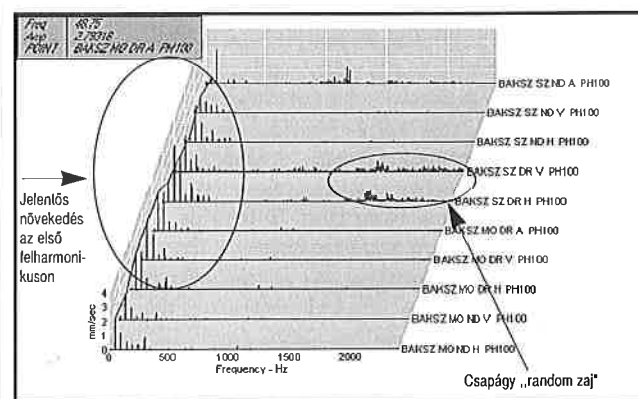


1. ábra

Az 1. ábrán a 0,05 mm-es, gyakorlatilag hibátlan beállításhoz tartozó frekvenciaspektrumok láthatók, különböző helyekről fölveve és egy találó elnevezéssel, ún. vízses diagramba összefoglalva. A képfeliratok értelmezése: BAKSZ – bakscsapágyas szivattyú, MO – motor oldal, SZ – szivattyú oldal, ND – nem hajtott oldal (Non Drive [a szokásos szakirodalmi jelöléshez igazodva]), DR – hajtott oldal (Drive), H – vízszintes irányú mérés (Horizontal), V – függőleges irányú mérés (Vertical), A – tengely irányú mérés (Axial) (üres hely), PH – párhuzamossági hiba (most nincs!), (üres hely) 1 – párhuzamossági hiba mértéke 0,1 mm-ben (most nincs!), 100 – 100%-os terhelés.

Ez az ábrázolási mód rendkívüli módon átláthatóvá teszi és leegyszerűsíti a különböző helyekről fölvevett spektrumok értelmezését és vizsgálatát. Az ábrán föltüntetjük hogy hol mutatkozik meg az egytengelyűtlenség jele, a lapát áthaladás jele, a kalickarúd jele és a csapágyhiba jele.

A 2. ábrán ugyanazokról a helyekről fölvevett spektrumok láthatók csak most már 0,15 mm-es párhuzamossági hiba beállítása esetén. Az ábra arányai nem változnak, így a megnövekedett jelszint a nagyobb léptékből érzékelhető. Jól kivehető: a csapágyon nagyobb a terhelés a párhu-

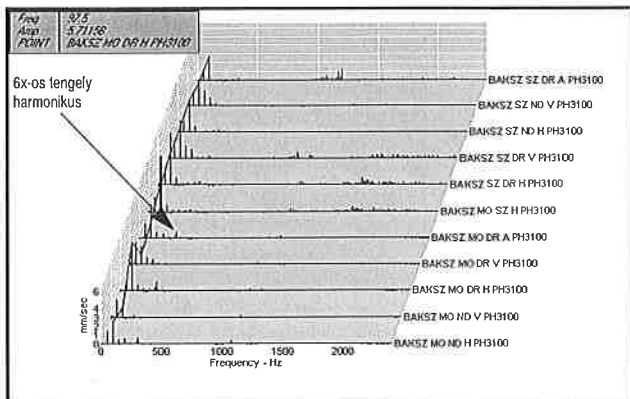


2. ábra

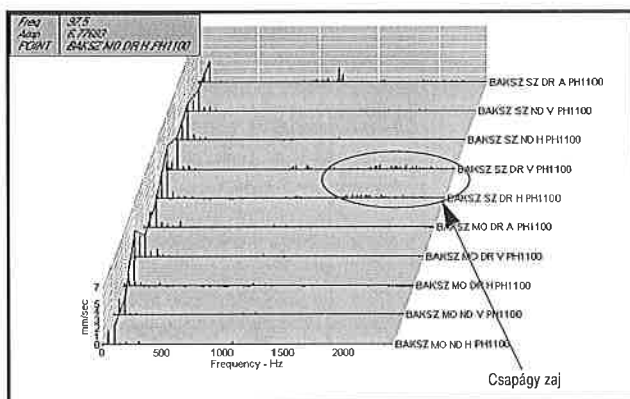
¹ SKF Svéd Golyóscsapágy Rt.,

² JATE-SZÉF Élelmiszeripari Műveletek és Környezettechnika Tanszék

zamossági hiba hatására és ún. random zaj keletkezik a jellegzetes csapágyfrekvenciák helyett. Ugyanakkor a viszonylag kis elállítás, a megengedett kétszerese alatti értékénél, nagy csúcs keletkezik a kétszeres tengelyharmonikusnál. A 3. ábrán a 0,3 mm-re növelt párhuzamossági hiba következménye látható, de a kép nem mutat durva változást a 0,15 mm-es beállításhoz képest.



3. ábra



4. ábra

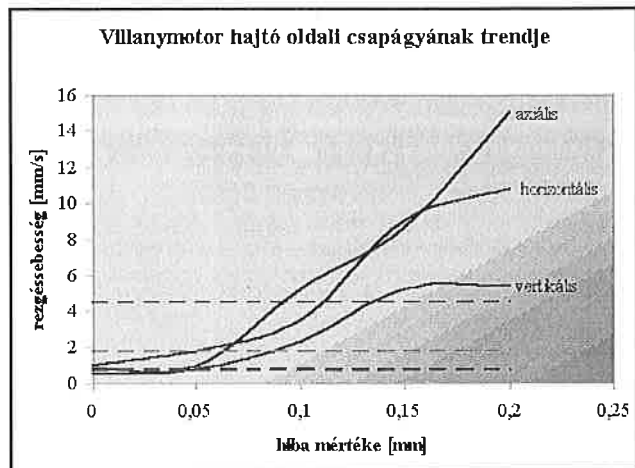
Tovább növelve a párhuzamossági hibát 0,7 mm-re, 4. ábra, a csúcsok az 1 és 2x-es frekvenciákon csökkennek, de a 3, 4, 5 és 6x-os tengelyharmonikuson megnőnek. Hasonlóképpen a csapágyzaj is megnövekszik.

Összességében megállapítható:

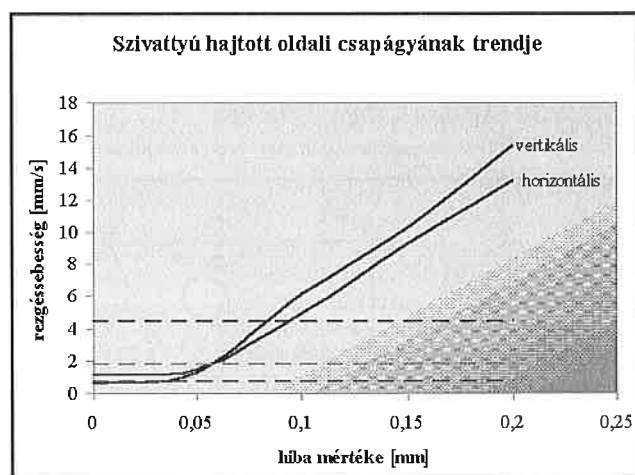
- kis beállítási hiba is jelentős változást hoz, ez kézzel nem érzékelhető és nem látható a tengelykapcsolón, de jól megjelenik a spektrumban és a hőmérsékletben 5 °C növekedést okoz;
- a csapágy közepes hibáját az egytengelyűség-hiba jelentősen nagytja.

Kísérleteinkből kitűnik, hogy a gondosan beállított és szakszerűen üzemeltetett gépeknél a lehetséges terhelések minimális szinten tarthatók, így a karbantartó javítások és szerelések helyett elegendő ellenőrző méréseket végezni, az alkatrészek élettartama – az üzembiztonság romlása nélkül – a többszörösére növelhető. Ez a tény a karbantartást a profithozó termelési tényezők közé sorolja.

A kísérletsorozat alapján látható, hogy egyrészt kismértékű hiba is már nagy rezgéseket produkál, másrészt a durva elállítás sem okoz nagy változást. Tehát a két jellemző összefüggésében „ugrás” van, en-



5. ábra



6. ábra

nek kimutatására 0,05 mm-es elállítási lépcsőkkel elvégzett kísérletsorozatra van szükség. Továbbá, keressük, hogy hasonló módon hogyan viselkedik a berendezés az egytengelyűtlenség szöghibánál, és a párhuzamossági és szöghiba egyidejű megjelenésénél, valamint mindezen lehetséges beállítások mellett a különböző terheléseknél.

Géptervezői szempontból figyelemre méltó eredmény az, hogy hogyan változik egy adott mérési helyen a rezgés sebesség nagysága a párhuzamossági hiba függvényében. Ilyet mutat az 5. és a 6. ábra.

Az ábrákon szaggatott vonalakkal bejelöltük a „jó”, „még megfelelő” és „leállítandó” szinteknek megfelelő értékeket. Jól látható, hogy ezekhez tartozó párhuzamossági hibák nagyságrendje a gépészeti gyakorlatban általánosan használt tűrésértékek nagyságrendjébe esik, sőt annál szigorúbb értékek. Pl.: az ISO illesztési rendszerében a tűrés-alapsorozatok (minőségek) 250-315 mm jellemző méret esetén IT6-nál 0.032 mm, IT7-nél 0.052 mm, IT8-nál 0.081 mm. Tehát, a tűrésfokozat megválasztásakor rezgéstani szempontokat is érdemes figyelembe venni. Ahhoz viszont, hogy ezt valóban meglehessen tenni, ezen vizsgálatokat tovább kell folytatni. Tudomásunk szerint ilyen típusú vizsgálatok még nem történtek, illetve ilyen ajánlások nincsenek. Reméljük, hogy sikerült a gépek vizsgálóinak, ballítóinak és konstruktöreinek figyelmét egy új és fontos szempontra fölhívni.

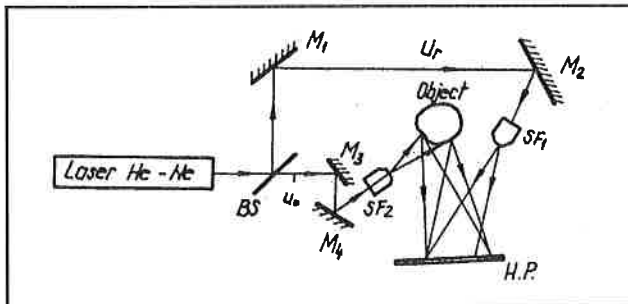
Fakötések és emberi csontok roncsolásmentes vizsgálata holografikus interferometria segítségével

Dr. Száva János* – Dr. Varga Béla*

Bevezetés

A roncsolásmentes anyag- és szerkezetvizsgálat egyik elterjedt módszere a holografikus interferometria, melyet a szerzők is alkalmaznak több, mint tíz éve a feszültség- és elmozdulásmérők vizsgálatánál.

A módszer elvi vázlatát az 1. ábra szemlélteti. A monokromatikus, viszonylag erős fényforrás általában egy 15-50 mW teljesítményű He-Ne lézer által kibocsátott fénynyaláb a BS féltükrön részben áthalad, részben pedig visszaverődik róla. Az U_r referenciányaláb, mely az M_1 és az M_2 tükrök, valamint az SF_1 nyálábtágító segítségével eljut a HP nagy felbontóképességű fényérzékeny lemezre, interferál a vele koherens U_0 tárgynyalábbal, amely viszont az M_3 , M_4 tükrök és az SF_2 nyálábtágító segítségével megvilágítja a tárgyat (Objekt) és arról visszaverődve érkezik a HP jelű, ún. hololemezre. Az U_r és az U_0 nyalábok interferenciája létrehozza a tárgy virtuális, térbeli képét, amelyet hologramnak nevezünk.

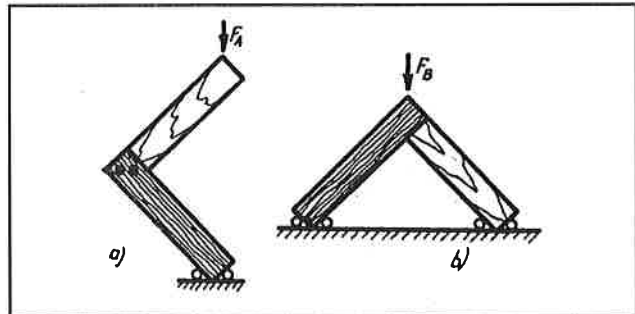


1. ábra

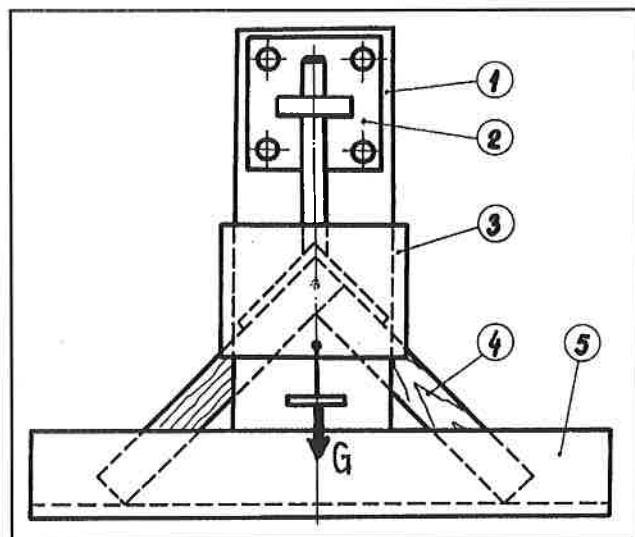
Ha viszont ezt a folyamatot a tárgy két különböző igénybevételének (mechanikai, hő stb.) megfelelő állapotáról készítjük el ugyanarra a hololemezre, akkor a tárgy virtuális képére egy interferencia sávrendszert fog ráhelyeződni. Egy-egy sáv az azonos elmozdulású pontok geometriai helyének felel meg, és az egymás melletti sávokhoz tartozó pontok elmozdulástöbblete 18-25 nm, az optikai rendszer jellemzőitől függően. Ez az ún. kétexpozíciós holografikus interferometria eleve. Természetesen, a hololemezt a megvilágítást (expozíció) követően elő kell hívni, majd minél pontosabban visszahelyezni az eredeti helyére, ahol az U_r referencia fénynyalábbal a felvétel rekonstruálható.

Fakötések vizsgálata

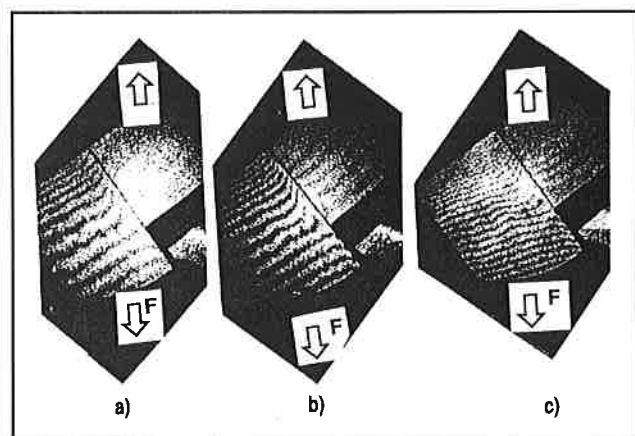
A fakötések statikus merevségi vizsgálatának két, szabványosított változatát a 2. ábra szemlélteti. Az a szerinti megterhelés, az F_A erő elmentés irányú alkalmazása azért hasznos, mert a fakötés szétnyílása tanulmányozható. Vizsgálatainkhoz egy univerzális próbapadon a b terhelési módot valósítottuk meg a 3. ábrán látható módon. A próbapad 1 tartóoszlopára mereven felerősített 2 vezetékben csúszó illesztéssel elmozduló 3 terhelősarj adja át a G súlyerő terhelését a 4 vizsgálandó fakötésre, amely az 5 vezetékbe van szorosan beillesztve. Ha a 2, 3 és 5 elemeket egy, a fakötést egyik végén befogó sarúval helyettesítjük, akkor a G súlyt csigák segítségével úgy lehet irányítani, hogy a fakötés másik végén található lyukon átvezetett fonal a $+F_A$ vagy a $-F_A$ irányába hasson (lásd a 2. ábrát). A 4. ábra három, így módon terhelt, bükkfából



2. ábra



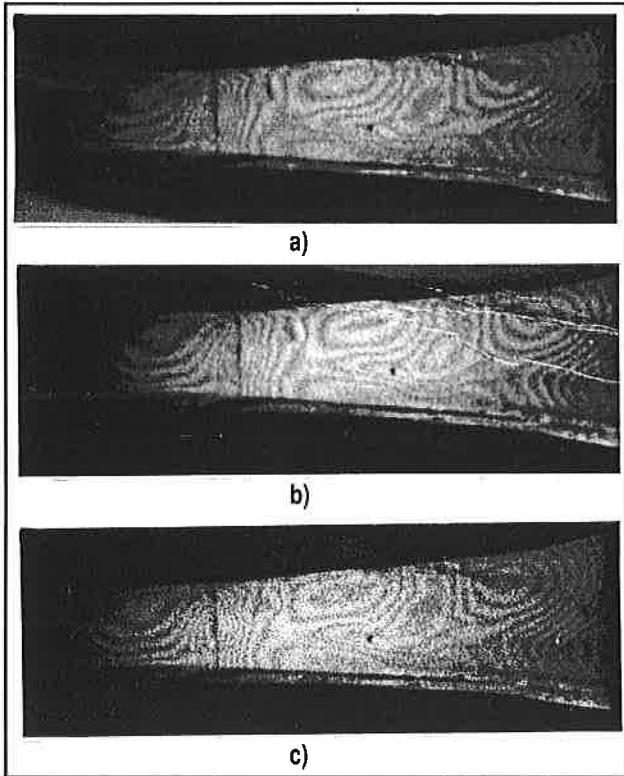
3. ábra



4. ábra

készült kötés interferogramját mutatja, ahol az F erő rendre 50, 100 és 150 N volt. Jól érzékelhető az illesztés szintjén fellépő feszültségtorlódás, amelyre a sávok számbeli növekedése és térbeli (itt síkbeli) elhelyezkedésének módosulása utal. A szerzők, a kísérletek alapján, hasznos következtetéseket vontak le a vizsgált típusú fakötés minőségjavítása érdekében.

* Transilvania Egyetem, Brassó, Románia; e-mail: eet@unitbv.ro



5. ábra

Emberi csontok vizsgálata

A törést szenvedett emberi lábszárcsontok különböző gyógyulási fázisainak a tanulmányozására szerzők egy összetett igénybevétel (különleges nyomást és csavarást) eredményező próbapadot terveztek. Ezen a próbapadon tanulmányozták a különböző gyógyulási stádiumot (az összeforradságot) részleges bemetszéssel (80, 75%-ra stb.) modellezett lábszárcsontokat. Az 5. ábrán három, különböző stádiumról készült hologram látható. Ezeken jól érzékelhető mind a bemetszésnél ébredő feszültségtorlódásnak, mind a sávok térbeli elhelyezkedésének a módosulása. Ennek alapján a különböző, a törés után alkalmazott rögzítési módszerek előnyeire és hátrányaira lehetett következtetni, amelyek bizonyos mértékben befolyásolják a gyógyulás mechanizmusát.

Irodalom

1. Száva J.: Doktori disszertáció, Brassói Egyetem, 1994.
2. Száva J. és társai: Devices for wood-joints analysis using holographical interferometry, Proc. of the First European Symposium on Non-Destructive Evaluation of Wood, University of Sopron, 1994. Vol. I. pp. 26-33.
3. Száva J. és társai.: The holographic investigation of the intact and oblique fractured bones, Proc. of the 15th Symposium Danubia-Adria on experimental method in solid mechanics, 1998. Bertinoro, Italy, pp. 159-160.

Etánmentesítő torony gyártási és vizsgálati problémái

Bogár József – Takács József*

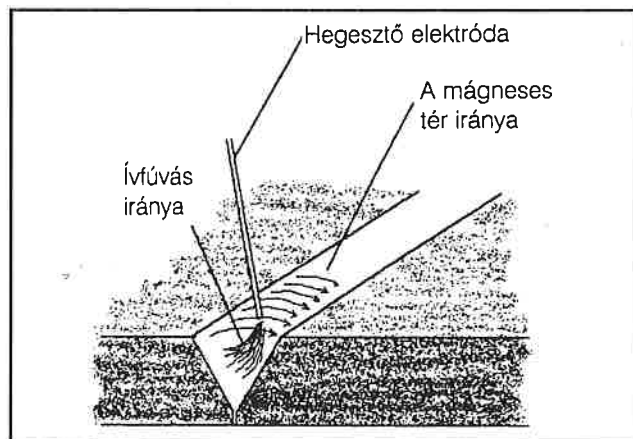
A csőszerű szerkezetek és csővezetékek gyártása általában a számos ívhegesztési eljárás valamelyikének alkalmazását igényli. Ez a mindennapok során ismétlődő, rutinjellegű, jól tervezhető feladatot jelent. Azonban néhány esetben olyan erős mágnesesség jelentkezik a gyártás alatt levő darabban, amely a hegesztési munkák fennakadásával súlyos késedelmet okoz.

Ez a cikk a mágneses ívfűvés jelenségének okait vizsgálja, és azokat az intézkedéseket is bemutatja, amelyek lehetővé teszik a gyártók számára, hogy az ebből adódó késedelmeket minimálisra csökkentsék. Egy, a problémák kiküszöbölésére alkalmazott konkrét megoldás is bemutatásra kerül.

A mágneses ívfűvés

A hegesztőívben az elektródáról a munkadarab felé áramló elektronok sugara felhevíti az előkészített varratéleket és megolvasztja a hegesztőanyagot, ezáltal egy varratfürdőt alkotva a varrat mentén végighaladva kialakul a hegesztett kötés. Néha azonban a hegesztendő alapanyagban található erős mágneses tér a hegesztőív oldalra történő elhajlását okozza, amelynek eredményeképpen a varratfürdőt megkavarja. (Lásd az 1. ábrán.) Ezt az elhajlást nevezzük mágneses ívfűvésnek, ami a varrathibák számának növekedéséhez vezethet, a munkához szükséges időt jelentősen megnöveli és egyben a hegesztők elbizonytalanodását is okozza. A hatás sokszor kevésbé jelentős és a hegesztők a szükséges kiegészítő intézkedésekkel képesek a munkát elvégezni. Néha azonban a hegesztőív instabillá válik, vagy esetleg tel-

jesen elfújja azt a mágneses tér, ezáltal hegesztési hibákat és jelentősen megnövekedett hegesztési időt eredményez.



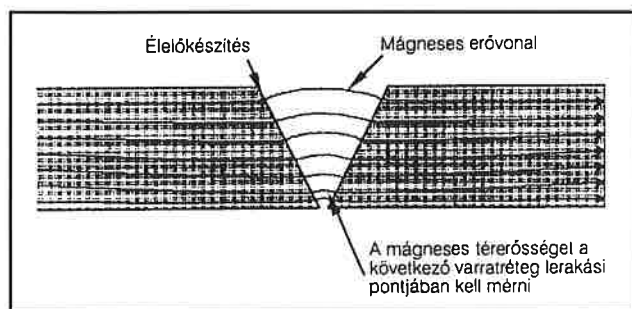
1. ábra. A mágneses ívfűvés jelensége a varratforonyban

A problémára a varrat-előkészítés demagnetizálása jelent megoldást. Ehhez első lépésként a mágneses tér erősségének pontos mérése van szükség, egyrészt a probléma súlyosságának meghatározása érdekében, másrészt a demagnetizálás sikerességének ellenőrzésére. A varrat-előkészítésben a visszamaradó mágneses tér mérése azért is fontos, mivel csak így lehet meggyőződni a demagnetizáló eljárás helyes végrehajtásáról, arról, hogy az nem növelte, hanem csökkentette az anyagban levő mágneses teret. Mivel a mágnesesség az anyagban

* DKG-East Rt.

a hegesztés során, magától a hegesztőívől is kialakulhat, ezt a demagnetizáló eljárásnak is figyelembe kell venni.

Valamilyen szintű mágnesesség az anyagban általában jelen van (kivéve az ausztenites acélokat). Ennek eldöntése, hogy a mágneses tér okoz-e problémát, vagy sem egyszerűen a hegesztési pontban levő mágneses tér erősségétől függ. Ennek mérési módját mutatja be a 2. ábra. Alapszabály, hogy ahol a mágnesesség a varrathoronyban meghaladja a 2 mT (20 gauss) értéket, ott a hegesztőív várhatóan megszakad. Ha ez az érték 4 mT (40 gauss) felett van, akkor az ívfűvás miatti probléma lép fel. Demagnetizálási módszerek használatával ez az érték 1 mT (10 gauss) alá csökkenthető a varrathoronyban. Nem ismeretlen azonban a gyakorlatban az olyan – több száz mT – erősségű mágneses tér, ami már bármilyen hegesztési munkát lehetetlenné tesz. Ha egyszer a mágneses ívfűvás miatti probléma fellep, nagyon fontos azonnal, pontosan a problémára koncentrálni foglalkozni vele, ezáltal a gyártási ütem szükségtelen csúszását megelőzni. Nem érdemes olyan kísérletekre vesztegetni az időt, amelyek az erős mágnesességet nem tudják megszüntetni. A megfelelő demagnetizáló technika használatával a hegesztés a normál, eredetileg tervezett ütem szerint elvégezhető.



2. ábra. Mágneses erővonalak a hegesztési varratban

Az ívfűvást befolyásoló tényezők mindazok, amelyek felelősek az anyagban kialakuló mágnesesség jelenlétéért és a mágneses tér erősségéért. A legfontosabb tényezők: az anyagminőség, a Föld mágneses tere, a hegesztett szerkezet nagy mérete, a hegesztést előkészítő műveletek: élkialakítás, az alkatrészek összeállítása, a hosszvarratok jelenléte, mágneses tartók alkalmazása; a hegesztési eljárás: hegesztés egyenáram, vagy túlnyomás alatt; a mágneses repedésvizsgálat.

A mágneses ívfűvás elleni intézkedések

A befolyásoló tényezők ismeretében számos módszerrel, például az élkialakítás módosításával, a szerkezet összeállításának ellenőrzésével, a hegesztési eljárás megválasztásával csökkenthetjük az ívfűvás okozta problémákat vagy teljesen meg is szüntethetjük.

Hegesztés előtti demagnetizálással jelentősen csökkenthetjük a hegesztendő darabok, például az acélcsövek mágnesességét. Ehhez a csövet egy váltakozó áramú tekercs belsején kell átbocsátani. A tekercs hossza legalább a cső átmérőjével legyen egyenlő. Az alkalmazott áram csúcsértékének és a menetek számának a szorzata legalább 10 000 ampermenet/méter legyen a tekercs hosszára vonatkoztatva. Az alkalmazott váltakozó áram frekvenciája a falvastagságtól és a cső anyagminőségétől függ. Acélcsövek demagnetizálásához alkalmazott tipikus értékek: 0,3 Hz a 12,7 mm (0,5 inch) falvastagság és 0,1 Hz az 25,4 mm (1 inch) falvastagság esetén.

Bár ezt a demagnetizálási eljárást néha a gyakorlatban is végrehajtják, de ez a rendkívüli időigényessége mellett nagy eszköz és energia igényű is. Továbbá, a hegesztés előtti demagnetizálás esetleg nem is jelent megoldást az ívfűvás problémájára. Először is azért, mert a hosszvarratos csövek északi és déli polaritású visszamaradó mágnesességgel rendelkezhetnek, amelyet ezzel az eljárással nem lehet megszüntetni. Másodszor, az egyes csövek sikeres (elfogadható szintre történő) demagnetizálását követően a csővégeken, a hegesztéshez való összeállítása után a mágneses mező 10-szeresére növekszik. Harmadszor, az ívfűvást okozó mágnesesség származhat a hegesztőívől is, hasztalanná téve ezáltal minden korábbi demagnetizálást.

A hegesztés során végzett demagnetizálás a legmegbízhatóbb módszer, az egyetlen, amely a mágneses tér erősségének és irányának a változásait is figyelembe veszi a hegesztés során.

A **Zeromag** egy olyan berendezés, amely a demagnetizálási eljárást automatikusan hajtja végre. Egy érzékelő helyezkedik el az elektródához közel és ezáltal a berendezés biztosítani tudja, hogy a hegesztés során a varrathoronyban a mágneses tér erőssége 1 mT alatt maradjon, ezáltal a hegesztés normál feltételek mellett végezhető. A Zeromag berendezés által alkalmazott technológia másodpercek alatt eltávolítja a mágneses mezőt és annak értékét a hegesztés során nullához közeli értékre tartja. A mágneses tér polaritás- (irány-) váltását a hegesztés folyamán érzékeli és azonnal végrehajtja a demagnetizáló áram szükséges módosításait.

Nikkel ötvöztetű acélcsövek demagnetizálása hegesztés során

Hegesztett csőszerkezet gyártása Ni-ötvöztetű acélból

A DKG-East Rt. 1998 második felében egy etánmentesítő oszlophoz az alacsony üzemi hőmérséklet (-110 °C) miatt a 12Ni19 (WNr. 1.5680, DIN 17280) anyagminőséget alkalmazta. Ez az anyag az 5% Ni-ötvöztetű szénacélok csoportjába tartozik.

A gyakorlati tapasztalatok szerint a nagyobb szén- és/vagy nikkeltartalmú acélok hajlamosak a felmágneseződésre. Ezeket az acélokat mágnesesen kemény anyagoknak nevezik, és javasolt az alapanyaggyártónak küldött megrendelésben pontosan előírni a mágneses térerősség megengedett értékét.

Az edény adatai

Az edény egy álló (függőleges tengelyű) nyomástartó edény, amely kúpos szoknyával van alátámasztva. Az edényt elliptikus edényfelek zárják le. A köpeny belső átmérője 1500, ill. 2500 mm, falvastagsága az 1500 mm átmérőjű részen 16-20 mm, míg a 2500 mm átmérőjű részen 25 mm. A két rész közötti átmenetet biztosító kúp falvastagsága ugyanakkor 25 mm. Az oszlop teljes magassága 35,4 méter. (Az oszlop főbb adatait lásd a 3. ábrán).

A fenti méretekből adódóan a tartályköpeny 16 övből áll. Az övek hosszvarrattal készülnek, (amelyeknek a hossza 1800-2200 mm), a teljes köpeny pedig a hosszvarratos övek összeállításával és a körvarratok meghegesztésével kerül legyártásra.

Hegesztéstechnológia és hegesztési paraméterek

Az edény szinte valamennyi varrata vízszintes (vályú) helyzetben készül. (A körvarratok a hegesztés során folyamatosan vízszintes helyzetbe vannak forgatva, a csonkbehegesztések pedig álló sarokvarratok.)

Az edény varratainak élélőkészítése és hegesztése az alábbiak szerinti:

– **hosszvarratok:** V élkialakítás, gyökköszörülés és a másik oldalról a gyök utánhegesztése. Két támasztó sor hegesztése fogyóelektródás, védőgáz (135) eljárással, a többi sor hegesztése fedettívű (12) hegesztési eljárással.

– **körvarratok:** szimmetrikus X élkialakítás, kétoldali hegesztéssel. Két támasztó sor hegesztése fogyóelektródás, védőgáz (135) eljárással, a többi sor hegesztése fedettívű (12) hegesztési eljárással.

– **csonkbehegesztések:** a köpeny kivágása fél V rézsúval készül, a hegesztést gyökoldali köszörüléssel és a másik oldalról a gyök utánhegesztésével végzik. Hegesztés: bevontelektródás kézi ívhegesztés (111 eljárás).

– **a csonk körvarratai:** V élkialakítás, hegesztés egyoldaltól. A gyökvarrat volframelektródás argon védőgáz hegesztéssel (141 eljárás), a töltő- és takaró sorok bevontelektródás kézi ívhegesztéssel (111 eljárás) készülnek.

Valamennyi eljárásához a hegesztőanyag ausztenites-ferrites típusú,

erősen ötvöztött anyag a nagy ütőmunka követelmények biztosítása érdekében.

A mágnesség miatt felmerülő problémák

A nyomástartó edények gyártása a lemeztáblák méretre vágásával és rézszelésével kezdődik. Ezt követi a köpenyövek hengerítése. Tapasztalataink azt mutatták, hogy a fenti gyártási lépések az anyagban meglévő mágneses mezőt felerősítik, azonban a hosszvarratok hegesztése során ez a jelenség még „kezelhető” szinten maradt (különbözőbb intézkedésre nem volt szükség).

A hosszvarrattal meghegesztett köpenyövek kalibráló hengerlését követően kerül sor a köpeny körvarratok összeállítására. Ezen művelet során a mágneses tér nagymértékű felerősödése volt mérhető a hegesztéshez előkészített varrathoronyban. A mérési eredmények azt mutatták, hogy az összeállított varrathelyen a mágneses tér erőssége körülbelül 10-szerese volt az egyes lerészelt darabokon mért értéknek. Az ívfűvő hatás olyan erős volt, hogy egyes darabokon még ívet gyújtani sem lehetett.

A probléma megoldására különböző kísérleteket végeztünk, pl. váltakozó áramú hegesztés alkalmazásával, vagy a darabok hegesztést megelőző demagnetizálásával. Ezek a kísérletek nem bizonyultak sikeresnek, csupán néhány varrat esetén volt a mágneses térerő olyan szinten, hogy a paraméterek változtatásával (nagyobb átmérőjű hegesztőanyag és így erősebb ív alkalmazásával) a hegesztés kivitelezhetővé vált. Megállapítottuk, hogy az ilyen nagy méretű és erősen felmágnesesződött darabokból a hegesztést megelőző demagnetizálás a mágnesség eltávolítása gyakorlatilag nem lehetséges. Az összeállított darabok nagy mágneses térerősségének a hegeszthetőség szempontjából elfogadható szintre csökkentéséhez a *hegesztés közbeni demagnetizálás* tűnt az egyetlen alkalmazható megoldásnak.

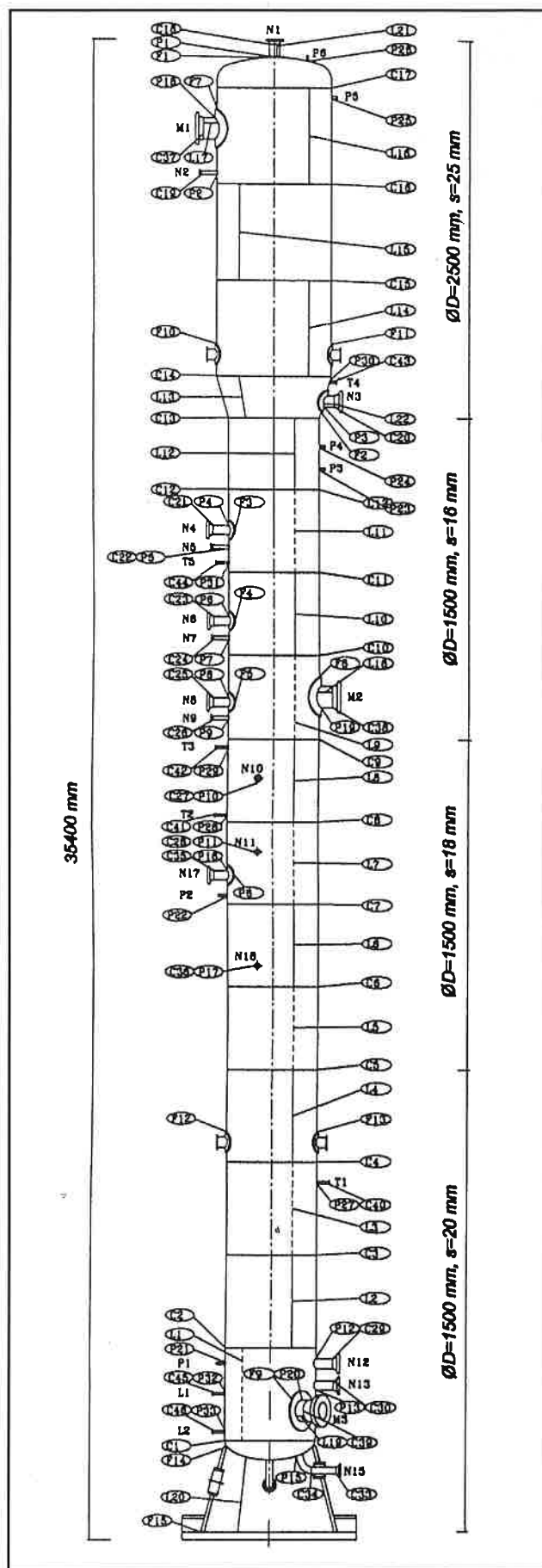
Demagnetizálás a hegesztés során

A DKG-East Rt-nél a demagnetizáláshoz egy egyenáramú áramforrást használtunk, amely 10 A minimális értékig folyamatosan szabályozható egyenáramot biztosít. A kábelt a szükséges menetszámmal a hegesztéshez előkészített körvarrattal párhuzamosan a köpenyre tekerve biztosítható, hogy a kábel által gerjesztett mágneses tér az alapanyag mágneses tere ellen dolgozva, semlegesítse azt. Mivel a kábel csatlakoztatása az áramforráshoz kétféle polaritással történhet, ez a megoldás, kedvezőtlen kapcsolás esetén, a térerőt növelheti is. Ez esetben a csatlakozást meg kell fordítani. Az eljárás pontos elvégzéséhez a mágneses térerősségmérő műszer használata elengedhetetlen. A nagyméretű körvarratok mentén a mágneses tér erősségének változása jelentős mértékű, ezért annak folyamatos mérése és a demagnetizáló tekercs áramának folyamatos szabályozása szükséges. Külön figyelmet kell fordítani a mágneses tér irányának megváltozására a hosszvarratnál. A hegesztés befejezése és a demagnetizáló berendezés kikapcsolása után az alkatrészben a mágneses tér ismét mérhető, de ekkor már nem jelent hegesztési problémát. (A 4. ábrán egy körvarrat demagnetizálása és hegesztése látható.)

A bemutatott demagnetizáló eljárás alkalmazásával vált lehetségessé az oszlop gyártása a DKG-East Rt-ben.



4. ábra. A körvarrat hegesztése és demagnetizálása



A bányászati célt szolgáló vizsgálóállomásokon végzett vizsgálatok köre és a vizsgálóállomások bányafelügyeleti engedélye

Subkégel Jenő

A vizsgálóállomások tevékenysége

Előjáróban szükséges néhány statisztikai adat közlése, mivel a bányászati célt szolgáló vizsgálóállomásokon végezhető és végzett vizsgálatok köre meglehetősen szerteágazó, számtalan területre kiterjed a vizsgálóállomás felkészültségétől – és természetesen az engedélyétől – függően. A szerteágazó területek következtében nehéz, ill. önkényes a megkülönböztetés a különböző roncsolásos, valamint roncsolásmentes vizsgálatok között, és tovább bonyolítja a helyzetet, ha a kört az anyagvizsgálatok körére kívánjuk leszűkíteni. Csak példaként hadd álljon itt, hogy a roncsolásmentes vizsgálatok körébe tartozik pl. a táp, fémsűveg, a fejtesbiztosító vizsgálata, de az anyagvizsgálatok körén belül is különbséget kellene tenni a roncsolásos és a roncsolásmentes anyagvizsgálatok között. Az utóbbi különbségtétel azért is okoz gondot, mivel a jogosítványok (engedélyek) között gyakran szerepel, hogy ugyanaz a vizsgálóállomás fel van hatalmazva a roncsolásos és a roncsolásmentes anyagvizsgálatra egyaránt. Ennek a felhatalmazásnak akadálya nincs, ha az adott vizsgálóállomás a tevékenység folytatásához szükséges tárgyi és személyi feltételekkel rendelkezik.

Összességében a Magyar Bányászati Hivatal (MBH), ill. jogelődje, az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség (OBF) 218 engedélyt adott ki, lehet mondani, hogy ennyi vizsgálóállomás működését engedélyezte. (A feltételes módot itt azért kellett használni, mivel egy-egy vizsgálóállomás esetében ugyanannak a vizsgálóállomásnak több, azonos vagy hasonló tevékenységet folytató kihelyezett bázisait is engedélyezték.)

A vizsgálóállomások tevékenysége – hangsúlyozni kell, hogy fő vonalakban és számszerű adatok nélkül, felsorolásszerűen – kiterjed a sújtólég- és robbanásbiztos villamos gyártmányok ellenőrzésére, javítására, korróziós vizsgálatokra, robbanóanyagok vizsgálatára, hidraulikus berendezések vizsgálatára, gázérzékelő, gázelemző, levegőösszetétel ellenőrző berendezések vizsgálatára, kötelek (pl. aknaszállító gépek kötelei) vizsgálatára, biztonsági szelepek vizsgálatára, talajmechanikai vizsgálatokra, hegesztési varratok vizsgálatára, technológiai berendezések vizsgálatára, szállítóhevederek vizsgálatára, hegesztőgépek (az eddigi gyakorlat szerint műanyaghegesztő-gépek) vizsgálatára, anyagok vizsgálatára, ún. Scharf-berendezések vizsgálatára és természetesen az elvégzett vizsgálatok dokumentálására is.

A vizsgálóállomások engedélyezése

A vizsgálóállomások engedélyezéséről, az engedélyezési eljárás lefolytatásáról, a kérelem tartalmáról és mellékleteiről a 3/1987. (Bh.É. 2.) OBF szabályzat rendelkezik, a vizsgálóállomásokon végezhető vizsgálatokat a 391/1988. OBF sz. tájékoztató tartalmazza. Az utóbbi egyúttal meghatározza az egyes vizsgálatok alapjául szolgáló jogszabályokat, szabályzatokat, szabványokat is, amelyek megnevezése, ill. felsorolása a működési engedélyhatározatban helyet kap. Ennek említése csak azért érdekes, mivel a hivatkozott szabályzat már előjáróban kimondja, hogy „A bányahatóság felügyelete alá tartozó egyes gép, készülék, berendezés, műszer jogszabályban, szabványban meghatározott vizsgálatát, valamint a bányászati célú laboratóriumi vizsgálatokat csak az OBF által engedélyezett vizsgálóállomáson szabad végezni”.

A vizsgálóállomás működéséhez szükséges engedélyt az OBF (jelenleg az MBH) a tevékenységet folytatni kívánó kérelme alapján adja ki.

Egy vizsgálóállomás működésének engedélyezése talán egy olyan állomás engedélyezésén keresztül világítható meg legcélravezetőbben, amely állomás tevékenysége kiterjed pl. a bányafelügyelet hatáskörébe

tartozó létesítmények radiográfiai és ultrahangos anyagvizsgálatára, penetrációs vizsgálatokra. (Másra nem.) A bányafelügyelet hatáskörét a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. tv. és a gázszolgáltatásról szóló 1994. évi XLI. tv. határozza meg.

Az engedélyezési eljárás

Mint ahogy már korábban említésre került, egy vizsgálóállomás működésének engedélyezése egy kérelmezési eljárással indul. A kérelemnek tartalmaznia kell a vizsgálóállomás helyét, a folytatni kívánt tevékenységet, valamint a tevékenységhez biztosított személyi, szakmai és tárgyi körülmények ismertetését.

Hogy ez a kérelem ne legyen túlságosan irodalmi jellegű, a már említett szabályzat részletesen taglalja a kérelem mellékleteit, amelyeket két példányban kell előterjeszteni annak érdekében, hogy 1 példányban – záradékolva – azokat az engedélyes visszakapja és 1 engedélyezett példány az MBH irattárában megőrizhető legyen. (Talán nem szükséges részletezni ennek a fontosságát, hiszen vitás esetben csak így, ill. ennek a dokumentumnak az alapján dönthető el, hogy a vizsgálóállomás mire kapta meg a működési engedélyét.)

A kérelemhez mellékelni kell a következőket:

- A vizsgálóállomás leírását, amely tartalmazza az állomás szerkezeti felépítését, tevékenységi körét és a vizsgálatokat végző személyek szakmai képesítését és gyakorlatát.

- A szervezeti felépítés nyilvánvalóan nem kíván semmi hozzáfűznivalót, mint ahogy a tevékenységi kör sem szorul különösebb magyarázatra, hiszen a vizsgálóállomásnak „tudnia” kell, hogy milyen vizsgálatokkal kíván foglalkozni, a személyi és tárgyi feltételek milyen vizsgálatok elvégzésére teszi képessé. A szakmai képesítés és gyakorlat csak azért érdemel külön említést, mert nyilván ezen a helyen kerül rögzítésre, hogy hány fő, milyen képesítéssel és milyen gyakorlattal áll a vizsgálóállomás rendelkezésére. (Esetünkben a röntgen, az ultrahangos, a penetrációs anyagvizsgálók képesítése és gyakorlati ideje lényeges, a képesítések meglétéről, a gyakorlati időről az MBH – ha az azokat igazoló dokumentumokat előzetesen a kérelemhez nem csatolják – a helyszíni szemle során győződik meg.)

- A vizsgálatokra vonatkozó technológiai műveleti kezelési és karbantartási utasításokat, amelyek a vonatkozó jogszabályokra és szabványokra figyelemmel meghatározzák a vizsgálatok végrehajtásának módját, a személyi és tárgyi követelményeket. (Itt csak példát érdemes említeni, miszerint egy radiográfiai vizsgálati technológia tartalmazza az érvényességi területet, a sugárvédelmi előírásokat, a vizsgálatot végző és értékelő személlyel szemben támasztott követelményeket, a vizsgálati eljárást, a megengedhető hibák mértékét, az esetleges javítás utáni vizsgálatokat, a vizsgálatok dokumentálását.)

- Az elvégzett vizsgálatok bizonylatolásának rendjét és tartalmát – ami általában lehet leíró jellegű is –, valamint a vizsgálati jegyzőkönyvek, bizonylatok formáját. (Az említett példa esetében a kérelem leíró részében kap helyet, hogy a vizsgálati jegyzőkönyv tartalmával szemben mik a követelmények, um.: a megrendelő megnevezése, a munkaszám, a vizsgálat tárgya, ideje, helye, valamint a vizsgálatról függő részletes követelmények, a vizsgálatok szerint és a vizsgálóállomás által ténylegesen készített vagy kitöltött jegyzőkönyvek, bizonylatok, „szokásos” formanyomtatványát.)

- Végezetül nem elhanyagolható, hogy az engedélykérelemhez kell mellékelni az eljárás díj befizetéséről vagy átutalásáról szóló bizonylat másolatát. (Az egyes bányafelügyeleti eljárások díjának megál-

lapításáról szóló, a 36/1987. (VI. 27.) IKIM rendelettel módosított 50/1994. (XII. 31.) IKM rendelet 2. § (1) bek. ugyanis előírja, hogy "A díjat az ügyfél előre, az eljárás megindításával egyidejűleg köteles megfizetni és annak megtörténtét a postai készpénzáutalási megbízás igazoló szelvényrészével vagy bankszámlájának megterhelését tartalmazó napi bankkivonattal a kérelem benyújtásakor igazolni kell. A díj megfizetésének, ill. a megfizetés igazolásának elmulasztása esetén az ügyfelet 8 napos határidővel hiánypótlásra fel kell szólítani és figyelmeztetni kell arra, hogy amennyiben a hiányt nem pótolja, a bányafelügyelet a kérelmet elutasítja", ami a kérelmezőnek nyilván nem célja! Ez a gondolatcsor csak azért érdemel külön említést, mivel a gyakorlatban sűrűn előfordul eset, hogy a kérelmező „pénzügyi vonala” a befizetett vagy átutalt összeg számláját – állítása szerint jogosan – reklamája, amely számlát az MBH csak a vizsgálóállomás működési engedélyezési eljárását lezáró határozata mellékleteként – ami időben jelentős eltolódás is lehet – küld meg a kérelmezőnek.

Az MBH a vizsgálóállomás működését akkor engedélyezi, ha előzetes helyszíni ellenőrzése során – tehát a kérelmet követő helyszíni szemle során – meggyőződött arról, hogy a működés személyi és tárgyi feltételei, valamint a felelős vezetés biztosított. A helyszíni szemle során győződik meg az MBH – általában a vizsgálóállomás telephelye szerint illetékes Bányakapitányság bevonásával –, hogy a kérelemben feltüntetett személyi és tárgyi feltételek biztosítottak, valamint arról, hogy a vizsgálóállomás felelős vezetője a tevékenységre vonatkozó jogszabályok, szabványok és biztonsági szabályzatok ismeretével rendelkezik. A megállapítások jegyzőkönyvezésre kerülnek, amely jegyzőkönyv tartalmazza a vizsgálóállomás felelős vezetőjének személyi adatait és, mint arra utalás történt, a lényeges megállapításokat. (Ez utóbbi említése csak azért érdekes, mert a példánknál maradván ekkor kell bemutatni, vagy átadni – általában a kérelemben hivatkozott – cégbejegyzési okirat,

a sugárveszélyes anyagok tárolására, szállítására vonatkozó ÁNTSZ vagy OTH engedélyeket is.) A szabályzat előírja, hogy a vizsgálóállomáson biztosítani kell minden olyan eszközt, amely a végzendő vizsgálatokhoz az adott technikai szinten szükségesek (példánknál maradván pl. az izotóptartót, a filmeket, azok tárolását, a szállításra szolgáló járműveket, az izotóptárolót, az előhívóberendezést, a sugárásmérőket, az ultrahangos készülékeket, az etalonokat, a penetráló anyagokat stb.)

A rendelkezésre álló mérőeszközöknek – amennyiben jogszabály eltérően nem rendelkezik – legalább egy osztállyal pontosabbnak kell lenniük, mint a vizsgálat által megkövetelt mérési pontosság.

A helyszíni szemlét követi – eredményes eljárást feltételezve – a működés alakszerű határozatban való engedélyezése, amely általában határozatlan időre szól és visszavonásig érvényes. Ezt azért érdemes megemlíteni, mert időközben változhat a végzendő vizsgálatok köre, a vizsgálóállomás megnevezése, címe, a vizsgálóeszközök és személyzetének összetétele. Nem részletezve, hanem csak a legegyszerűbb eseteket említve, ha a vizsgálóállomás tevékenységét változatlan személyi és tárgyi feltételek között, más néven, címen kívánja folytatni, akkor ennek a bejelentése elegendő, az MBH ennek megfelelően módosítja a nyilvántartását és a működőtétléről értesíti. Ha a vizsgálóállomás tevékenysége vagy a személyi-tárgyi feltételekben változás áll be, akkor lehetőség van az eredeti engedély módosítására, ill. az eredeti engedély automatikusan érvényét veszti. (A módosításra, a módosítási kérelemre értelemeszerűen az eredeti követelmények vonatkoznak.)

Dióhéjban ennyi lenne a vizsgálóállomások bányafelügyeleti engedélyezésének ismertetése, a végezhető vizsgálatok köre – mint arról a bevezetőben szó esett – rendkívül szerteágazó, az alapvető tevékenységeket a már hivatkozott OBF tájékoztatás tartalmazza.

MÉRFÖLDKÖVEK

Dr. Főzy Gyula

(1931–1998)

Váratlanul, életének 68. évében, elhunyt köztisztviselőnk álló kollégánk: dr. Főzy Gyula, a Gépipari Tudományos Egyesület anyagvizsgáló szakosztályának és az Eötvös Lőránd Fizikai Társaságnak a roncsolásmentes anyagvizsgálók közösségeért aktívan tevékenykedő tagja.

Főzy Gyula az érettségit követően beiratkozott a pécsi Janus Pannonius Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Karára, ahol 1957-ben doktorált. Am, ahogy akkor fogalmazott, az 56-os események következményeként pályamódosításra kényszerültem. Így került, tanulmányainak befejeztével, 1957-ben az Erőmű Javító és Karbantartó Vállalat (Erőkar) roncsolásmentes anyagvizsgáló laboratóriumába röntgen-segítő munkakörbe. Csakhamar megkedvelte ezt a szakmát, és a szükséges szakképesítések és a kellő szakmai gyakorlat megszerzése után csoportvezetőként és sugárvédelmi megbízottként dolgozott egészen nyugdíjba vonulásáig. Tevékenyen részt vett a nagy erőműi beruházások, így a berentei, a tiszapalkonyai, a pécsi, az oroszlányi és a százhalombattai erőművek kivitelezési és szerelési munkáinak roncsolásmentes minőség-ellenőrzésében.



A paksi atomerőmű építésére való felkészülés időszakában kidolgozta a 100 mm-nél vastagabb falú szerkezetek hegesztett kötéseiről radiográfiai ellenőrzésének technológiáját, a kis átmérőjű, ausztenites acélcsövek hegesztési varratainak Yb-169 izotóppal történő helyszíni vizsgálati módszerét, és a helyes expozíció gyors meghatározásához számológépet készített. Az SI mértékegységek országos bevezetéséhez azzal járult hozzá, hogy a hitelesített sugárásmérőket átskálázta a besugárzási dózis SI mértékegységre.

A radiográfusok képzésében és továbbképzésében 1976-tól, majd nyugdíjasként is aktívan részt vett mint oktató és tanfolyamszervező. Szakmaszeretétét, tudását fémjelzik a Gép című szaklapunkban megjelent cikkei, a roncsolásmentes anyagvizsgáló szemináriumainkon és más konferenciákon elhangzott előadásai.

A Budapest XII. ker. Budahegyvidéki református templomban január 29-én szomorú szívvel búcsúztunk az életében mindvégig szerény, mindig segítőkész kollégánktól, tagtársunktól és barátunktól. Hamvait a balatonszárszói családi sírboltban helyezték örök nyugalomra.

(B.I.)

8. Szilárdmintás Spektrokémiai Kollokvium, Budapest, 1998. szeptember 1-4.

Nemzetközi konferencia, a Magyar Kémikusok Egyesülete Spektrokémiai Társaság rendezésében.

Dr. Kántor Tibor*

Az előadások túlnyomó része a grafitkemencés atomabszorpciós spektrometria (GF-AAS), valamint a grafitkemencés elektrotermikus párologtatással (GF-ETV) kombinált induktív csatolású plazma atom-emissziós spektrometria (GF-ETV-ICP-AES) és tömegspektrometria (GF-ETV-ICP-MS) alkalmazásán alapuló eljárásokkal foglalkozott. Ezen eljárásoknál a por alakú minták közvetlenül, vagy vizes szuszpenzió (slurry) formájában kerülnek bevitelre a spektroszkópiai forrásba.

A konferencia-sorozat indulásánál (Wetzlar, 1984), az előadások kizárólag a GF-AAS módszerekkel és ezen belül elsősorban a Grün-féle SM1 típusú atomabszorpciós spektrofotométer alkalmazásával foglalkoztak. E készüléknél 0,1-2 mg porminta egyszerű módon vihető be a kemence vízszintes grafitcsövébe, és a Zeeman-effektuson alapuló háttérkorrekció segíti az atomspecifikus jelek mérését. Ez a mérés technika lehetővé teszi a viszonylag könnyen párologó elemek (Hg, Cd, Zn, Pb, As stb.) nagy érzékenységgel meghatározását és előnyösen alkalmazható pl. élelmiszerek, orvos-biológiai anyagok elemzésére. A konferenciák két évenként kerültek megrendezésre: Wetzlar (1986), Wetzlar (1988), Jülich (1990), Geel (1992), Amsterdam (1994) és Kansas City (1996). Az előadások témája fokozatosan bővült a felhasznált spektrometriás mérés technikák és az alkalmazások szempontjából, az előadások száma 40-50-re, a résztvevők száma pedig 70-100 főre növekedett. A bővülést elsősorban a fentebb említett GF-ETV-ICP-AES/MS, és kisebb mértékben a lézer-ablációs mintabevitelt alkalmazó LA-ICP-AES/MS mérés technikák növekvő számú csatlakozása hozta.

A magyar szerzők hozzájárulása a konferenciák munkájához a Jülich-ben rendezett konferencián kezdődött, melyen egy hazai építésű GF-ETV egység került ismertetésre. Ennek csatlakoztatása ICP-AES mérőrendszerekhez lehetővé teszi a porított, szervesetlen ipari anyagok (pl. alumínium-oxid, szilícium-nitrid, szilícium-karbid) közvetlen, szilárdmintás elemzését. Ez a téma jelentősen kiszélesítette a korábbi konferenciák programját és előremutató volt a továbbiakra nézve is. A konferencia-sorozat nemzetközi tudományos bizottsága Kansas-Cityben (USA) elfogadta az 1998-as konferencia Magyarországon történő rendezésére vonatkozó ajánlatot (Záray Gyula elnök, Kántor Tibor tudományos elnök).

A budapesti konferencia rendezői fontos szerepet szántak a röntgen-módszerek irányába történő nyitásnak, miáltal az előadások és résztvevők számának jelentős növekedésére lehetett számítani. Az első körlevegőben megjelent érvelés szerint, a speciális röntgen-spektroszkópiai konferenciák mellett, hasznos lehet a különféle elvű szilárdmintás elemzési módszereket (optikai, tömeg- és röntgen-spektrometriás módszereket) átfogó konferencia szervezése, mely lehetőséget adna a versenyző, szilárdmintás módszerek előnyeinek és hátrányainak jobb összehasonlítására. A konferencia témakörének további kiszélesítését a fémek szikragerjesztésén és glimm-kisüléses gerjesztésén alapuló optikai emissziós spektrometria programja iktatása képezte; az ilyen elvű módszerek, ismerten, a fémötvözetek elemzésére nyerne széles körű alkalmazást.

A Budapesten megtartott konferencia résztvevőinek száma kb. 60 fő volt, és 42 előadás hangzott el (7 poszter előadás), ami közelítően megfelelt a korábbi szilárdmintás spektrometriás konferenciák ilyen mutatóinak. Az előadások témája azonban nagymértékben átrendeződött. A legtöbb előadás a GF-ETV-ICP-AES/MS mérőrendszerek vizsgálatával, fejlesztésével és alkalmazásával foglalkozott (24%), és a GF-AAS módszerek kerültek a második helyre (19%). Viszonylag nagy részt képviselt a szilárdmintás módszerekkel nyert eredmények statisztikai értékelése valamint a kalibrációs módszerek tárgyalása (17%). Újdonságnak számított a totál reflexiós röntgenfluoreszcens spektrometria (TXRF) megjelenése (14%), mely módszerrel pl. leválasztott aeroszolok és beszárított szuszpenziók összetétele határozható meg. E mikromódszernél a mintahordozó egy kb. 3 cm átmérőjű kvarctárcsa, melynek felületére 0,02 ml oldat vagy szuszpenzió szárítható az elemzéshez és kalibrációhoz. Egy másféle elvű röntgen-mikromódszer (PIXE) alkalmazásáról ugyancsak hangzott el előadás. A „klasszikus” röntgenfluoreszcens (XRF) spektrometriás méréshez, ismerten, viszonylag nagy méretű ill. tömegű minta szükséges, mely mérés technika, a fentiekben említett

várákozással szemben, nem szerepelt a budapesti rendezvényen. Ugyancsak hiányolni kellett a fémelemzés „klasszikus” spektrometriás módszereiről szóló előadásokat is. A lézer-abláció (10%) és a szuszpenziók porlasztása (7%), mint a plazma-forrásokhoz alkalmazott mintabeviteli módszerek, valamint az egyéb (nem ICP) plazmakisülések (9%) képezték a kisebb előadás-csoportok témáját.

Az egyéb plazmakisülésekhez sorolt grafitelektródos, egyenáramú iv (gráfit-iv) 15-25 évvel ezelőtt a leghatékonyabb fényforrásnak számított a porminták közvetlen emissziós spektrográfias (fotográfiás fény-mérés) elemzésében. Elmondható, hogy a szilárdmintás, iv-emissziós spektrográfia a harmincas évektől nélkülözhetetlen analitikai módszerre vált a kontinensek geokémiai feltérképezésében. Ugyancsak kiterjedten alkalmazták a porított, szervesetlen nagyipari termékek (pl. timföld) szennyező elemeinek meghatározására. A mennyiségi elemzés a grafitelektródba mért 5-10 mg minta meghatározandó alkotóinak teljes elpárologtatásán és a vonalintenzitások integrálásán alapult (Slavin, 1938), mely elvet a későbbiekben a GF-AAS módszerekénél is fontosnak találták.

A budapesti konferencián, két előadás hangzott el a grafit-iv felhasználásával végzett optikai spektrometriás (fényelektromos mérést alkalmazó) módszerek kidolgozásáról. A felhasznált kereskedelmi készületeknél, félvezető-lap kötegekből (array) felépített detektorokkal (SCD, CID vagy CCD) történik a fény mérés, miáltal a klasszikus grafit-iv fényforrással végzett elemzések precizitása és pontossága nagymértékben növelhető. Ennek realizálásához azonban, szükségszerűen felhasználandó az az elméleti ismeretanyag, amely egy koncepciójában maradandó, összefoglaló munkában áll rendelkezésre (P.W.J.M. Boumans: *Theory of Spectrochemical Excitation*, Plenum Press, 1966). A CCD detektálási mód az optikai spektrometria újabb fejezetét nyitotta meg, melynek az ICP-emissziós módszerek vonatkozásában nyújtott előnyivel egy külön összefoglaló előadás foglalkozott.

Fontos megemlíteni, hogy a budapesti konferencia két olyan könyv kiállításának adott helyet, melyek a mintavétel és minta-előkészítés általános kérdéseinek, ill. a grafitkemencét alkalmazó szilárdmintás módszereknek a legújabb összefoglalását nyújtják:

M. Stoepler (Ed.): *Sampling and Sample Preparation*, Springer, 1997.

U. Korfürst (Ed.): *Solid Sample Analysis*, Springer, 1998.

A konferencia előadásanyagának nagy része a *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* folyóirat speciális füzetében fog megjelenni, 1999-ben.

A Szilárdmintás Spektrokémiai Kollokviummal párhuzamosan folyt a 41. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, ugyanabban az épületben, mely utóbbinak kb. 100 résztvevője volt. A nemzetközi és a magyar rendezvényekhez közös kiállítás tartozott, a következő kiállító cégekkel: ABLE-JASCO, HUNGAROPAR, MERCK, LABEX, LABOREXPORT, LABSYSTEM, PRO-VAR, REANAL, SIMKON, SLM SPECTRO-LAB, MERKANTIL, UNICAM.

A konferencia társasági programja egy hajókirándulás volt Szentendrén az ottani városnézéssel, valamint egy társas vacsora a budafoki Borkatakomba Étteremben. Az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Kémiai Tanszékcsoportjának épülete (Lágymányos) jó körülményeket biztosított az előadásokhoz és a kiállításához. A konferencia napokon az étkezési lehetőséget a BME Goldmann étterme biztosította. A meghívott vendégek az ELTE vendégházában (Hotel Peregrinus, Szerb utca) nyertek elhelyezést.

A konferencia-sorozat nemzetközi tudományos bizottsága (14 bizottsági tag hét országból) ülést tartott a konferencia munkanapok egyikén, az esti órákban. Az egyik megállapítás szerint, a szilárdmintás konferenciákat, a résztvevők viszonylag kis létszáma miatt, célszerű valamely nagyobb konferencia szekciójaként megtartani. Ez lényegében Budapesten is így történt, az „átjárás” lehetősége a nemzetközi és a magyar konferenciák között folyamatosan fennállt. A következő 9. Szilárdmintás Spektrokémiai Kollokvium nagy valószínűség szerint Halléban, Németországban lesz.

* ELTE Általános és Szerves Kémiai Tanszék, Budapest

Új, érvényes nemzeti szabványok

A Magyar Szabványügyi Testület által, a Szabványügyi Közlöny 1998/12. – 1999/3. számban közzétett és szakterületünket érintő érvényes szabványok a következők:

13 Környezet- és egészségvédelem.

Biztonság

– MSZ 62-7:1999 – Ionizáló sugárzás elleni védelem. Sugárvédelem nyitott radioaktív készítmények alkalmazásakor. (Az MSZ 824:1993 helyett.)
– MSZ 836:1999 – Sugárzás elleni védelem röntgenberendezést alkalmazó ipari radiográfiai munkahelyen. (Az MSZ 836:1989 helyett.)

17 Metrológia és mérés technika. Fizikai jelenségek

– MSZ EN ISO 1463:1999 – Fémek és oxidbevonatok. A bevonat vastagságának mérése. Mikroszkopos módszer.
– MSZ EN ISO 2064:1999 – Fémek és más szerves bevonatok. A vastagságmérésre vonatkozó fogalom-meghatározások és megállapodások.
– MSZ EN ISO 2177:1999 – Fémek bevonatok. A bevonat vastagságának mérése. Coulombmetriás módszer anódos oldással.
– MSZ EN ISO 3543:1999 – Fémek és nemfémek bevonatok. A vastagság mérése. Bétasugár visszashóródásos módszer.
– MSZ EN ISO 3868:1999 – Fémek és más szerves bevonatok. A bevonatvastagságok mérése. Fizeau-féle többnyalábos interferometriás módszer.
– MSZ EN ISO 3882:1999 – Fémek és más szerves bevonatok. A vastagságmérési módszerek áttekintése.

25 Gyártástechnika

– MSZ EN 1043-1 és -2:1999 – Fémek hegesztett kötéseinek roncsolásos vizsgálata. Keménységvizsgálat. 1. rész: Ívhegesztéssel készített kötések keménységvizsgálata. 2. rész: Hegesztett kötések mikroménység-vizsgálata.
– MSZ EN 1320:1999 – Fémek hegesztett kötéseinek roncsolásos vizsgálata. Törésvizsgálat.

59 Textil- és bőripar

– MSZ EN ISO 10319:1998 – Geotextiliák. Széles sávú szakítóvizsgálat.
– MSZ EN ISO 10321:1998 – Geotextiliák. Kötések/ varratok szakítóvizsgálata széles sávú módszerrel.
– MSZ EN ISO 12236:1998 – Geotextiliák és rokon termékek. Statikus átszakításvizsgálat. (CBR-vizsgálat)

77 Kohászat

– MSZ EN ISO 2624:1998 – Réz és réztövezetek. Az átlagos szemcseméret meghatározása.
– MSZ EN 12019:1998 – Cink és cinkövezetek. Optikai emissziós spektrometriás elemzés.

81 Üveg- és kerámiapár

Nagy teljesítményű műszaki kerámiák szabványfócióm alatt:

– MSZ ENV 1389:1998 – Kerámiakompozitok. Fizikai tulajdonságok. A testsűrűség és a nyitott porozitás meghatározása.
– Kerámiakompozitok mechanikai tulajdonságai magas hőmérsékleten, semleges légkörben.
• A szakítószilárdság meghatározása: MSZ ENV 1892:1998
• A nyírószilárdság meghatározása bemetszett próbatetek nyomóterhelésével: MSZ ENV 1894:1998
– MSZ ENV 1893:1998 – Kerámiakompozitok

mechanikai tulajdonságai magas hőmérsékleten, levegőben, légköri nyomáson. A szakítószilárdság meghatározása.

– MSZ EN 658-1-6:1998 – Kerámiakompozitok mechanikai tulajdonságai szobahőmérsékleten.

• 1. rész: A szakítószilárdság meghatározása.
• 2. rész: A nyomószilárdság meghatározása.
• 3. rész: A hajlítószilárdság meghatározása.
• 4. rész: A nyírószilárdság meghatározása bemetszett próbatetek nyomóterhelésével.
• 5. rész: A nyomószilárdság meghatározása rövid feszítávolságú hajlítóvizsgálattal (3 pontos).
• 6. rész: A nyírószilárdság meghatározása kettős nyíró áttéréssel.

– MSZ EN 725-1-11:1998 – Kerámiaporok vizsgálati módszerei.

• 1. rész: A szennyeződések meghatározása alumínium-oxidban.
• 2. rész: A szennyeződések meghatározása bárium-titanátban.
• 3. rész: A nemoxidok oxigéntartalmának meghatározása vívgáz, magas hőmérsékletű extrakcióval.
• 4. rész: Az oxigéntartalom meghatározása alumínium-nitridben XRF-elemzéssel.
• 5. rész: A szemcseméret-eloszlás meghatározása.
• 6. rész: A fajlagos felület meghatározása.
• 7. rész: Az abszolút sűrűség meghatározása.
• 8. rész: A tömörített halmazsűrűség meghatározása.
• 9. rész: A laza halmazsűrűség meghatározása.
• 10. rész: A sajtolási tulajdonságok meghatározása.
• 11. rész: A tömörítés meghatározás természetes zsugorításkor.

– MSZ ENV 820-1-3:1998 – Monolitkerámiák. Termomechanikai jellemzők.

• 1. rész: A hajlítószilárdság meghatározása megváltozott hőmérsékleten.
• 2. rész: Az önterhelés okozta alakváltozás meghatározása.
• 3. rész: A hőlékállóság meghatározása vízben való lehűtéssel.

– MSZ EN 821-1-3:1998 – Monolitkerámiák. Termofizikai tulajdonságok.

• 1. rész: A hőtágulás meghatározása.
• 2. rész: Hőmérséklet-vezetési együttható mérésének módszere villanó lézerrel (v. hőimpulzussal).
• 3. rész: A fajlagos hőkapacitás meghatározása.
– MSZ ENV 843-1-5:1998 – Monolitkerámiák. Mechanikai tulajdonságok szobahőmérsékleten.
• 1. rész: A hajlítószilárdság meghatározása.
• 2. rész: A rugalmassági tényező meghatározása.
• 3. rész: A szubkritikus repedésnövekedés jellemzőinek meghatározása állandó feszítéssel hajlítószilárdság-vizsgálattal.
• 4. rész: Vickers, Knoop és Rockwell szerinti felületi keménység-vizsgálatok.

• 5. rész: Statisztikai elemzés.
– MSZ ENV 1006:1998 – Monolitkerámiák vizsgálati módszerei. A mintavétel és a próbatetek kiválasztási irányelvei.

– MSZ ENV 1007-1-4:1998 – Kerámiakompozitok. Az erősítőbetétek vizsgálati módszerei.
• 1. rész: Az anyagtartalom meghatározása.
• 2. rész: A lineáris sűrűség meghatározása.
• 3. rész: A szálátérő meghatározása.

• 4. rész: A szálak szakítási tulajdonságainak meghatározása környezeti hőmérsékleten.

– MSZ ENV 1071-1-5:1998 – Kerámiabevonatok vizsgálati módszerei.

• 1. rész: A bevonatvastagság meghatározása érintkező profilápológató műszerrel.
• 2. rész: A bevonatvastagság meghatározása gömbsüvegcsiszolós módszerrel.
• 3. rész: A tapadás meghatározása karcpróbaival.
• 4. rész: A kémiai összetétel meghatározása.
• 5. rész: A porozitás meghatározása.
– MSZ ENV 1159-1-3:1998 – Kerámiakompozitok. Termofizikai tulajdonságok.

• 1. rész: A hőtágulás meghatározása.
• 2. rész: A hőmérséklet-vezetési együttható meghatározása.

• 3. rész: A fajlagos hőkapacitás meghatározása.

– MSZ ENV 12289:1998 – Kerámiakompozitok mechanikai tulajdonságai környezeti hőmérsékleten. A síkbeli nyírás tulajdonságainak meghatározása.

– MSZ ENV 12290:1998 – Kerámiakompozitok mechanikai tulajdonságai magas hőmérsékleten, semleges légkörben. A nyomószilárdság meghatározása.

– MSZ ENV 12292:1998 – Kerámiakompozitok mechanikai tulajdonságai magas hőmérsékleten, levegőben, atmoszférikus nyomáson. A nyomószilárdság meghatározása.

– MSZ EN 623-1-4:1999 – Monolitkerámiák. Általános és szerkezeti tulajdonságok.

• 1. rész: A felületi hibák meglétének vizsgálata festékbetárolással.
• 2. rész: A sűrűség és a porozitás meghatározása.
• 3. rész: A szemcseméret meghatározása.
• 4. rész: A felületi érdesség meghatározása.

83 Gumi- és műanyagipar

– MSZ EN ISO 291:1999 – Műanyagok. Szabványos kondicionálási és vizsgálati légterek.

– MSZ EN ISO 2039:1999 – Műanyagok. A keménység meghatározása. 1. rész: Golyóbenyomásos módszer.

– MSZ EN ISO 1872-2:1999 – Műanyagok. Polietilén (PE) fröccs- és extrúziós anyagok. 2. rész: Próbatetek készítése és a tulajdonságok meghatározása.
– MSZ EN ISO 1873-2:1999 – Műanyagok. Polipropilén (PP) fröccs- és extrúziós anyagok. 2. rész: Próbatetek készítése és a tulajdonságok meghatározása.

– MSZ ISO 294-1 és -3:1999 – Műanyagok. Hőre lágyuló műanyag próbatetek fröccsöntése.

• 1. rész: Alapelvek és a többcélú, illetve a rúd alakú próbatetek kialakítása.

• 3. rész: Kis lemezek.

87 Festék- és színezékipar

– MSZ EN ISO 2409:1999 – Festékek és lakkok. Rácsvágásos vizsgálat.

– MSZ EN ISO 6272:1999 – Festékek és lakkok. Ejtő súlyos vizsgálat.

91 Építőanyagok és építés

– MSZ EN 1324:1998 – Habarcsok és rgasztók kerámiai burkolólapokhoz. Beltéri diszperziós ragasztók tapadási szilárdságának meghatározása.

– MSZ EN 1608:1998 – Építőipari hőszigetelő termékek. A szakítószilárdság meghatározása a sík felülettel párhuzamos irányban.

Tanfolyamok 1999-ben

A Magyar Minőség Társaság és a Minőség Oktatásért Alapítvány a következő vizsgaköteles tanfolyamokat szervezi:

I. Az Országos Szakmai Képzési Jegyzék alapján (feltétel: szakközépiskolai érettségi és két év szakmai gyakorlat) 1999. áprilisában 120 órás tanfolyamok:

1. Minőségellenőrző;
2. Minőségbiztosítási felülvizsgáló és tanúsító.

Jelenkezős: azonnal

II. Minőségbiztosítási tanfolyamok a TÜV Rheinland Akadémia licence alapján. A hallgatók a TAR-ZERT Személytanúsító hely nemzetközileg elismert oklevelét kapják.

1. Minőségügyi munkatárs, 4 nap + vizsga
2. Minőségügyi megbízott, 12 nap + vizsga
3. Minőségügyi menedzser, 13 nap + vizsga
4. Minőségügyi oktató, 3 nap + vizsga
5. Metrológiai megbízott, 8 nap + vizsga
6. TÜV CERT auditor, 11 nap + vizsga + gyakorlat

Feltétel: az 1-3-hoz legalább középiskolai, a 4-6-hoz felsőfokú végzettség.

Szaktanfolyamok, az utolsó napon vizsgával:

1. Mérőeszköz felülvizsgáló, 3 nap
2. Termékek értékesítési folyamati irányító, 2 nap
3. Anyagbeszerzési folyamati irányító, 2 nap
4. Karbantartási folyamati irányító, 2 nap
5. Vállalati auditor, 3 nap
6. Vevőszolgálati vezető, 2 nap

7. Logisztikai megbízott, 2 nap

8. Raktározás vezető, 2 nap

9. Idegenárú megbízott, 2 nap

10. Dokumentáció megbízott, 2 nap

11. Műszaki fejlesztési folyamati irányító, 2 nap

12. Statisztikai folyamatgazda, 3 nap

13. Értékelemző szakember, 4 nap

14. Orvosi eszközgyártó megbízott, 3 nap

Feltétel: legalább középiskolai végzettség.

III. Környezeti menedzsment rendszer (KMR) tanfolyamok a Groupe Uni-Consolis (GUS) Egyesületek Közötti Tanácsok Szövetsége licence alapján:

1. KMR gyakorlati bevezető, 1 nap, 1999. 05. 17.

2. A KMR megszervezése, 3 nap, 1999. 05. 18-20.

A végzettség az ORDINEX (Párizs, Nemzetközi Szakértők Szövetsége) és az MMT tanúsítványt kapják.

A British Standard Institution (BSI) licence alapján:

3. KMR belső auditor, 3 nap, 1999. 05. 11-13.

4. KMR vezető auditor, 5 nap, 1999. 06. 14-18.

A végzettség BSI tanúsítványt kapnak.

A tanfolyamokról felvilágosítást ad a Magyar Minőség Társaság, Somogyi Miklós, Turos Jánosné, tel.: 215-6061, fax: 218-0267.

A Magyar Szabványügyi Testület tanfolyamai

A. Szabványosítási tanfolyamok:

A1.1. Szabvány-Ügyintéző (OKJ-sz.: 53 5499 02), 5 nap + 2 vizsganap, 1999. 09. 27.-10. 01.

A1.2. Szabványalkotó (OKJ-sz.: 54 5499 01), 8 nap + 2 vizsganap, 1999. 05. 10-19. és 11. 01-10.

A2.2. A szabványosítás szerepe az EU-csatlakozás folyamatában, 1 nap, 1999. 11. 08.

B. Minőségügyi tanfolyamok:

B1. Szakképesítést nyújtó tanfolyamok az MSZT és az osztrák ÖVQ közös szervezésében. A végzettség MSZT-tanúsítványt és ÖVQ-oklevelet, ill. igény esetén EOQ-bejegyzést is kapnak.

B1.1.1. Minőségirányítási rendszerek és belső auditor, 5 nap, 1999. 09. 20-24.

B1.1.2. Minőségirányítási rendszerek a gyakorlatban, 5 nap + 1 vizsganap, 1999. 10. 04-08.

B1.1.3. A döntéshozatal statisztikai módszerei, 3 nap, 1999. 10. 26-28.

B1.1.4. TQM, a vállalati folyamatok javítása, 5 nap + 2 vizsganap, 1999. 05. 03-07. és 11. 22-26.

B1.2. Auditorképzés, 4 nap + 1 vizsganap, 1999. 09. 13-17. Az EOQ által elismert és MSZT-tanúsítványt adó tanfolyamok:

B1.3. Emelt szintű, összevont minőségirányítási rendszer-menedzser- és auditorképzés, 5+4 nap és 1-1 vizsganap, 1999. 05. 17-21. és 05. 31.-06. 04.

B1.4. Minőségirányítási menedzsment szinten tartó tanfolyama, 2 nap, 1999. 09. 14.

B1.5. Szakauditorok szinten tartó tanfolyama, 2 nap, 1999. 09. 15-16.

B1.6.1. Környezeti irányítási menedzser, 8, ill. 5 nap, 1999. 09. 27-től, 10. 04-től és 10. 25-től. Ugyanekkor:

B1.6.2. Környezeti irányítási auditor, 5 nap.

Jelenkezős: Magyar Szabványügyi Testület oktatási központ, Budapest, IX. Üllői út 25. Fax: 218-5125

AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt.
Szakképesítő tanfolyamok!

A TANFOLYAM TÍPUSA	ÓRASZÁM	TERVEZETT KEZDÉS
ANYAGVIZSGÁLÓ SZAKKÉPESÍTŐ ÉS MINŐSÍTŐ TANFOLYAMOK		
ÖRVENYÁRAMOS ANYAGVIZSGÁLÓ 1. (ET1)	58	1999. II. FÉLÉV
ÖRVENYÁRAMOS ANYAGVIZSGÁLÓ 2. (ET2)	80	1999. II. FÉLÉV
RADIOLÓGIAI ANYAGVIZSGÁLÓ 2. (RT2)	148	1999. 04. 26.
MÉCHANIKAI ANYAGVIZSGÁLÓ 2.	118	1999. II. FÉLÉV
TÖMÖRSÉGI ANYAGVIZSGÁLÓ 1. ÉS 2. (LT1, LT2)	60/84	JELENTKEZÉSFÜGGŐ
REZGÉSELEMZŐ 1. ÉS 2. (VAT1, VAT2)	58/76	JELENTKEZÉSFÜGGŐ
SZINKRIZÁCIÓ 1. ÉS 2.	56/56	JELENTKEZÉSFÜGGŐ
TARTÁLYTECHNIKAI TANFOLYAMOK		
TARTÁLYVIZSGÁLÓ	80	1999. 05. 10.
TARTÁLYVIZSGÁLÓ SZAKKÉPESÍTÉS KIFEJESZÍTŐ („C” MODUL)	24	1999. 05. 17.
NYOMÁSTARTÓBEREKEZÉS-KEZELŐ	80	JELENTKEZÉSFÜGGŐ
EGYÉB TANFOLYAMOK		
MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI FELÜLVIZSGÁLÓ ÉS TANUSÍTÓ		JELENTKEZÉSFÜGGŐ
MINŐSÉGELLENŐR		1999. 05. 22.
KÖRNYEZETVÉDELMI LABORÁNS		1999. II. FÉLÉV
KÖRNYEZETVÉDELMI SZAKELŐADÓ		1999. II. FÉLÉV
TELEPÜLÉSI HULLADÉKGYŰJTŐ ÉS SZÁLLÍTÓ		1999. II. FÉLÉV
SÜGÁRVÉDELMI TANFOLYAM		JELENTKEZÉSFÜGGŐ
EMELŐGÉP-ÜGYINTÉZŐ		JELENTKEZÉSFÜGGŐ
SZÖVEGSZERKESZTŐ (KEZDŐ ÉS HALADÓ)		FOLYAMATOSAN
TÁBLÁZATKEZELŐ (KEZDŐ ÉS HALADÓ)		FOLYAMATOSAN
AUTOCAD (KEZDŐ ÉS HALADÓ)		FOLYAMATOSAN

A tanfolyamok helye: AGMI Rt., Budapest XXI. ker. Gyepsor u. 1. – Szállást és étkezést igény szerint biztosítunk. Igény szerint kihelyezett tanfolyamok is szervezünk.

Érdeklődni lehet: AGMI Rt. Oktatásszervezési Osztály,
Gáspár Anita, Mikus Erzsébet oktatásszervezők
1750 Budapest, Pf. 114, Tel./Fax: 425-0761

Szeretettel várjuk tanfolyamainkon!

Zubonyai Edit
 osztályvezető

ORSZAK BT.
 1752 Budapest, Pf. 101. Fax: 277-6226, Mobil: 06-20/582-659

Az ORSZAK BT. az 1999. tavaszi időszakban a roncsolásmentes anyagvizsgáló eljárások (RmAv) széles skáláján szervez mind az OKJ, mind az MSZ EN 473 követelményeit kielégítő tematikájú tanfolyamokat. Lényeges változás 1998. óta, hogy az RmAv tanfolyamok előtt külön oktatjuk az alapozó tárgyakat (anyagvizsgálat, anyag- és gyártásismeret), azaz ezt a tanfolyamot előzetesen el kell végezni, vagy a mentességet igazolni kell. Továbbá, az MPV-tanfolyamokat eljárásokonként külön tanfolyamokként szervezzük. A jelentkezés feltételeiről, a szakterület megválasztásáról, a tanfolyamokról, illetve az étkeztetés és a szállás lehetőségeiről részletes tájékoztatást adunk.

Rezgéselemző (VAT-2) – az SKF Rt.-vel együttműködve: 1999. 05. 03-14.

Akusztikus emissziós (AET-1, AET-2) és újraminősítő 1999. április elején

Tartályvizsgáló szakképesítést adó, 80 órás tanfolyamot szervezünk a Magyar Tartálytechnikai Szövetséggel együttműködve a vonatkozó 44/1995.(IX.15.) IKM rendelettel módosított 11/1994. (III. 25.) IKM rendelet követelményei szerint, vállalatokhoz kihelyezve is.

Tömörsgévizsgáló (LT-2): 1999. 04. 12-23.

Forduljon hozzánk bizalommal!

Szűcs Pál

Dénes Gáborné

Nemzetközi rendezvények 1999-ben és 2000-ben

CMEM 99 – Computational Methods and Experimental Measurements, Sorrento, Olaszország, 1999. április 27-29. Cím: mint a CMT 99-nél, de CMEM 99 megjelöléssel Sally Radford-nak címezve. E-mail: sradford@wessex.ac.uk.

Certification '99 - NDT in the new millennium, Meriden, Coventry, Anglia, 1999. április 28-29. Cím: John Thompson, Certification Services, The British Institute of NDT, 1 Spencer Parade, Northampton NN1 5AA, England. Tel.: +44(0)1604 259056; Fax: +44(0) 1604 231489; e-mail: John_Thompson@compuserve.com.

Nuclear Technology 99, Karlsruhe, Németország, 1999. május 18-21. A 12. szekció foglalkozik az anyagvizsgálattal és az állapotellenőrzéssel. Cím: Congress Office, Inform GmbH, Heussallee 10. D53113 Bonn, Germany. Tel.: +49(0)228 507223; fax: +49(0) 228 507262; e-mail: inform - GmbH @ compuserve.com.

ISOPE-EUROMS-99 Int. pipeline symposium, Moszkva, Oroszország, 1999. június 7-9. Cím: Prof. Jin S. Chung, ISOPE, PO Box 1107, Golden, Colorado 80402-1107, USA. Tel.: +1(303) 420 8114; Fax: +1(303) 420 3760.

Int. chemical and petroleum industry inspection technology (ICPIIT) Topical VI, Houston, Texas, USA, 1999. június 7-10. Cím: ASNT, 1711 Arlington Lane, Columbus, Ohio 43228-0518, USA. Tel.: +1(614) 274-6003; Fax: +1(614) 274-6899; Web: www.asnt.org.

6th ICTP-Int. Conf. on Technology of Plasticity, Nürnberg, Németország, 1999. augusztus 19-23. Cím: PD Dr.-Ing. U. Engel, Lehrstuhl für Fertigungstechnologie, Egerlandstr. 11. 91058 Erlangen, Germany. Tel.: +49(913) 185-8866; fax: +49(913) 136403; E-mail: ictp@ift.uni-erlangen.de.

2nd ESIS TC4 Conf. on Fracture of Polymers, Composites and Adhesives, Les Diablerets, Svájc, 1999. szeptember 13-15. Cím: Amy Richardson, Elsevier Science Hte

Boulevard Langford Lane Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK. Tel.: +44(0)1865 843643, fax: +44(0)1865 84395, e-mail: a.richardson@elsevier.co.uk

Surface Treatment 99. - Computer Methods and Experimental Measurements in Surface Treatment, Assisi, Olaszország, 1999. szeptember 20-22. Cím: mint a CMT 99-nél, de SURF 99 megjelöléssel Paula Doughty-Young-nak címezve. E-mail: paula@wessex.ac.uk.

The non-destructive testing of rope, Krakko, Lengyelország, 1999. szeptember 23-24. Cím: Prof. C.R.Chaplin, Department of Engineering, University of Reading, Reading RG6 6AY. Fax: +44(0) 118 931 3327; e-mail: c.r.chaplin@reading.ac.uk.

II. Országos anyagtudományi, anyagvizsgáló és anyaginformációs konferencia és kiállítás, Balatonfüred, 1999. október 10-13. Konferencia-titkarság: Dunaferri Kutatóintézet, OAAKK2, Dunaújváros, Vasmű tér 1-3. Tel.: 25-481-092; fax: 25-482-856. E-mail: OAAKK2@rt.dunaferri.hu.

3. Thermografie-Kolloquium, Stuttgart, Németország, 1999. szeptember 25.

Szervező: DGZIV/DI/THFA/VET/VTÖ

Int. Conf. on Case Histories on Integrity and Failures in Industry, Milánó, Olaszország, 1999. szeptember 27. - október 1. Jelentkezés előadással: azonnal. Cím: V. Bicego, ENEL SRI Polo Diagnostica e Materiali, Via Reggio Emilia 39. I-20090 Segrate Milan, fax: +39 2 2167 2620, e-mail: 0727bice@s1.cise.it.

Zerstörungsfreie Materialcharakterisierung, Saarbrücken, Németország, 2000. márciusában. Szervező: DGZIV

The 14th Int. Conf. on Surface Modification Technologies, Párizs, 2000. szeptember 11-13. Cím: SMT 14 Secretariat, Congres Scientifiques Services Chantal IANNARELLI, 2, rue des Villamrains, 92210 Saint-Cloud, France.

15. WCANDT – roncsolásmentes világkonferencia, Róma, Olaszország, 2000. október 15-21. Szervező: AlPnD.

KVALIFA RT.

1145 Budapest, Bosnyák u. 22. Tel./fax: 06-1-363-9519
Tel.: 06-20-968-9240, 06-20-982-1440, 06-20-941-6995

CÉGÜNKRŐL RÖVIDEN

Cégünk fő profilja:

- roncsolásmentes anyagvizsgálat
- mechanikai vizsgálatok
- minőség-ellenőrzés
- minőségbiztosítás

A KVALIFA Rt-t magánszemélyek alapították 1999-ben,
három cég összevonásával
(Kvalifa Labor Bt., Iradex Bt., Kvalifa Műszaki Kft.).

Szakembereink ismert hazai és európai cégeknél
végzik munkájukat.

Sok éves szakmai tapasztalatunk
alapján bármilyen vizsgálati probléma
megoldására vállalkozunk.

**A KVALIFA Rt. laboratóriumának akkreditálása
– az MSZ EN 45001 szerint – folyamatban van.**

*Amennyiben sikerült felkelteni érdeklődésüket, kérjük,
keressenek minket a fenti telefonszámainkon.*

Segítünk az Ön eszközeinek és berendezéseinek jobb és biztonságosabb működtetésében magas színvonalú roncsolásmentes anyagvizsgálati technológiáinkkal

AEA Technology Inspection Services

Helyszíni roncsolásmentes vizsgálati szolgáltatás (Sonomatic)

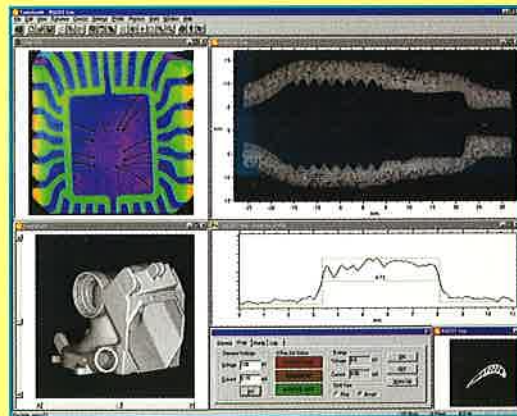
- Ultrahangos vizsgálat
- Kockázat alapú vizsgálat
- Futásidő szóródáson alapuló vizsgálati módszer (TOFD)
- Új technológiák

Roncsolásmentes anyagvizsgálati berendezések és rendszerek (Sonomatic)

- Ultrahangos vizsgálati rendszer
- Microplus műszer
- Fleximat állandó korrózió figyelés
- Ultrahangos jelátalakítók

Fejlett anyagvizsgálati technológia (Brit Nemzeti Roncsolásmentes Anyagvizsgálati Központ)

- Vizsgálati tanácsadás
- Roncsolásmentes anyagvizsgálat a nukleáris iparban
- Anyagjellemzés
- Speciális probléma megoldás



Sonomatic Products and Services, AEA Technology Energy, RD9, Birchwood Park, Warrington, WA3 6AT - Tel: +44 (0) 1925 253 442

Advanced Inspection Technology, AEA Technology Ebergly, E1, Culham, Abingdon, Oxon, OX14 3DB - Tel: +44 (0) 1235 463 978

Magyarországi képviselő:

AEA Technology Kft.

1068 Budapest, Bajza utca 40.

Tel: (1) 269 2285, (1) 269 2286, Fax: (1) 269 2287