

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS

XLO^{PRO}™
VIDEOPROBE®

11. évfolyam
2. szám
2001.



Everest-VIT
CREATING WHAT'S NEXT IN REMOTE IMAGING



KE-TECH

Anyagvizsgáló eszközök forgalmazása,
szervize és szakemberképzés



TUV CERT
EN ISO 9002
Tanúsítvány



A PAKSI
ATOMERŐMŰ Rt.
által minősített
beszállító



A MAGYAR
MINŐSÉG
TÁRSASÁG
által elismert
oktatóház

Idén 10 éves a KE-TECH Kft.



ipari röntgenfilmek, vegyszerek, automata filmelőhívó
berendezések, ezüst visszanyerők, dozimetriai filmek



ferromágneses és nem ferromágneses fémalapra
felhordott szigetelőanyagok
(lakk, festék, műanyagbevonat) rétegvastagság mérése



örvényáramos vizsgáló berendezések
az ipar számára, kézi és telepített változatban



hordozható ultrahangos készülékek,
falvastagságmérők, hordozható keménységmérők,
telepített vizsgálórendszerek



penetrációs és mágneses vizsgáló folyadékok
felületi és felület alatti repedések kimutatására,
szívárgásjelző és hegesztési tapadásgátló folyadékok



ipari tollformájú jelölőfestékek, fémre, fára,
műanyagra, acél és rostos íróheggyel, hőálló kivitelben is



ipari endoszkópok és videoszkópok,
erőművi berendezések, hajtóművek és
belsőégésű motorok zárt
belső tereinek vizsgálatára



egyen-, és váltófeszültségű ipari röntgenberendezések,
átvilágító kabinok, komplett vizsgáló rendszerek
és radiológiai segédeszközök



izotópok, izotóptartók,
gammagrafiái kiegészítő- és mérőeszközök

Várjuk Önöket Egerben
a II. Roncsolásmentes és Anyagvizsgáló
Konferencián és Kiállításon

KE-TECH KFT.
1183 Budapest, Üllői út 470.
Tel.: 290-0151 Fax: 292-2159
E-mail: ketech@elender.hu, www.ketech.hu

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Szerkesztőség:

a kiadó **TESTOR Kft.** címén
Budapest XII., Mérédek 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
dr. Pólos László
dr. Tóth László

Kiadja:

TESTOR Kft.

Felelős kiadó:

Szappon György
ügyvezető igazgató

Előfizetési díj a 2001. évre
(1–4. szám): 2.100,- Ft
Előfizethető közvetlenül a kiadónál
a mellékelt űrlap felhasználásával.

Hirdetések felvétele és kéziratok
leadása a TESTOR Kft. címén.

Nyomda:

Házinyomda Kft.

6000 Kecskemét, Külső Szegedi út 9.
Tel.: (76) 418-930, fax: (76) 413-930
e-mail: hnyomda@mail.matav.hu
Felelős vezető: Fehér Dezső

Előkészítés:

PC-Print Bt.

Tel.: 205-6399, 204-3688
E-mail: pcprint@matavnet.hu

FIGYELEM!
Le ne maradjon!
Idejében fizessen elő!

ISSN 1215-8410

RmV-fórum

Tisztelettel nyújtom át lapunk ez évi második számát a roncsolásmentes anyagvizsgálók szakmai közösségének és a témakör iránt érdeklődő olvasóinknak, amelyben közre adjuk a roncsolásmentes anyagvizsgáló konferencia és kiállítás (Eger, 2001. április 24–27.) programjába iktatott és lapzártáig beérkezett előadásait. A tavaly Rómában megtartott 15. világkonferencia fejlődési szinteket és irányokat tükröző fényében is értékelhetjük honi eredményeinket, amelyek jellemzően a veszélyes üzemű nyomástartó rendszerek és a reaktortartályok állapotellenőrzésében hasznosodnak.

Hiszen közismert, hogy hazánk – az ipari háttér hiányában – nem a vizsgálókészülékek fejlesztésében, hanem az eszközök és módszerek rendszerbe szervezett alkalmazásában sikeres elsősorban. E téren a világpiacra utat nyitó termelési szerkezetváltásunk magával hozta a minőség és az üzembiztonság globális – szemléletünkől nem idegen – követelményeihez igazodás kényszerét, de lehetőségét is. Ez kedvezően hat a korszerű roncsolásmentes vizsgálat- és mérés technika szélesedő hazai térhódításának is. Ezzel javult a hibakimutathatóság, azaz lehetővé vált a vizsgált szerkezeti elemekben meglévő anyaghiányok helyének, alakjának és méreteinek a mind pontosabb meghatározása, és ez által – a törésmechanikai elvek és módszerek érvényesítésével – ezen hiányok veszélyességének megbízhatóbb megítélése is.

Mindezekhez jó alapképzettségű és a nemzetközi irányelvek szerint poszt graduálisan kiképzett vizsgálószemélyzetre van szükségünk. A hazai képzési rendszer – köszönhetően a közelmúltban elhunyt dr. Konkoly Tibornak és az általa vezetett, majd nemzetközi szinten is képviselt GTE szakbizottságnak – lépést tudott tartani a szakma nemzetközi szervezete, az ICNDT által elfogadtatott követelményekkel. A roncsolásmentes anyagvizsgáló személyzet oktatási és tanúsítási gyakorlatának harmonizációja a mi negyedszázados hagyománnyal bíró szakmai fórumainkon – csakúgy, mint az WCNDT-ben – mindig kerekasztal-program volt. Így lesz ez most is, melyhez az ICNDT törekvéseit közvetlenül a szervezet Rómában megválasztott elnöke, Guiseppe Nardoni úr tolmácsolja. A kerekasztal-vita eredményéről lapunk egy későbbi számában fogjuk tájékoztatni olvasóinkat.

Abban a reményben kívánok a szakmai fórum résztvevőinek eredményes tanácskozást, hogy a roncsolásmentes anyagvizsgálat korszerű módszereinek a szakszerű alkalmazásához a lapunkban rendszerelesen közöltekkel is hozzá tudunk járulni.

Dr. Lehofer Kornél
felelős szerkesztő

RmV-HELYZETKÉP – NDT-REVIEW – ZfP-RUNDSCHAU

Kitekintés – Looking out – Ausblick

Balaskó Márton, Fücsök Ferenc, Keckés Péter, Takács Nándor, Trampus Péter: Beszámoló a 15. Roncsolásmentes Vizsgálatok Világkonferenciájáról – Account about 15 th World Conference of NDT – Berichte über 15. Weltkonferenz für ZfP	39
---	----

Állapotellenőrzés – Condition control – Zustandskontrolle

Pinczés János, Szabó Dénes, Sárközi Lucia, Palotás József: A minősítés a kockázat alapú anyagvizsgálat jövője a Paksi Atomerőműben – Qualification is the future of risk basis material testing in Paks NPP – Qualifikation ist die Zukunft der Materialprüfung grundet darauf Risiko in Paks KKW	45
Czibula Mihály: Mérési eredmények vizuális adatbázisa, azaz térinformatika az anyagvizsgálatban – Visual data base of the measuring results namely field informatic in material testing – Visuelle Datenbasis der Messergebnisse, das ist Rauminformatik in Materialprüfung	45
Széll László, Bezdek István: Turbina fogórész ultrahangos és örvényáramos vizsgálata – Ultrasonic and eddy current testing of the turbine rotor – Ultraschall- und Wirbelstromprüfung des Turbinenrotor	46
Bödök Károly, Buglyó Imre, Takács Gyula, Dóczi Miklós: Gőzfejlesztő hőátadó csövek korróziós meghibásodásának modellezése – Modelling of corrosion failure of the steam generator's heat transfer tubes – Modellierung der Korrosionsschaden der Wärmeüberleitungsröhre von Dampfgenerator	47
Palásti József: Műszaki elemzés a reaktortartály platfirozásának és a belső berendezések felületének vizuális ellenőrzéséhez – Technical analysis to the visual surface control of cladding by welding and inside equipments of reactor container – Technische Analyse für visuelle Oberflächekontrolle von Plattieren durch Schweißen und innere Anlagen der Reaktorbehälter	48
Magyar Lajos: Nagy volumenű csőhídi rendszerek állapotvizsgálata, rekonstrukciója – Condition control and reconstruction of the extensive technologic pipe-line system – Zustandskontrolle und Rekonstruktion der ausgedehnt technologische Rohrleitungssystem	49
Bíró Tamás: Mikroüregek vizsgálata melegszilárd acélokban – Investigation of microcavities in heat resistant steels – Prüfung der Mikrohöhlen in Warmfestestählen	50
Béli János, Zengő Péter: A MÁV Rt. sín diagnosztikai rendszere és mérőeszközei – Rail diagnostic system and measuring instruments of the Hungarian State Railways Co. – Schinendiagnostik-System und Meßinstrumente der Ungarische Staatsbahnen A.G.	51
Bácskai Péter: Reaktor a szfinx mellett – Reactor by the sphinx – Reaktor neben dem Sphinx	56

Szakképzés – Trade training – Fachbildung

Szabó Béla: Anyagvizsgálók képesítésének és tanúsításának néhány változásáról – About same change of qualification and certification of the material testers – Über einige Änderungen der Qualifikation und Bezeugung von Materialprüfers	58
---	----

Radiológia, sugárvédelem – Radiology, radiation protection – Radiologie, Strahlenschutz

Szakács Sándor: A film és a digitális radiográfia – The film and the digital radiography – Der Film und die Digital-Radiographie	59
Jung József: Az acél sugárzáselnyelő képességére vonatkozó adatok meghatározása a radiográfiai filmek gyári jellemző adatai alapján – Determination of radiation absorption of steel on the basis of X-ray film's industrial parameters – Bestimmung der Radiationsabsorption von Stahl auf Grund von Fabrikparameter der radiographische Film	59
Berta László: Miért és hogyan kell megmérni a röntgengépek fókuszát? – Why and how have to measure the focus of X-ray apparatus? – Warum und wie müssen der Fokus von Röntgenanlage messen?	60
Skrek Mátyás, Tóth Endre: Az európai vizsgálati szabványok bevezetésének és alkalmazásának nehézségei Magyarországon – Intruduction and application difficulties of the radiographic EN standard in Hungary – Einführungs- und Benutzungsschwere der radiographische EN Normen in Ungarn	61
Jung József: Gondolatok az új dóziskorlátozási rendszerről... – Thought about the new dose limitation system... – Gedanken über dem neuen Dosisbeschränkung-System...	62

Ultrahangos vizsgálat – Ultrasonic testing – Ultraschallprüfung

Palásti József, Pinczés János, Szabó Dénes: Méret-meghatározások kísérő (SAT) jelek segítségével – Measurement determination by satellit puls – Meßbestimmungen mit satellit puls	64
Szalay Ferenc: Jogosultságok az MSZ EN 12688:2000 számú szabvány szerint – Authorization by the MSZ EN 12688:2000 – Berechtigungen mit MSZ EN 12688:2000	66

Elektromágneses vizsgálat – Electro-magnetic testing – Elektromagnetische Prüfung

Vértesy Gábor: Új módszer alkalmazása az elektromágneses roncsolásmentes anyagvizsgálatban – Application of a new method to the electro-magnetic NDT – Anwendung der eine neue Method für elektromagnetische ZfP	66
--	----

Készülékek, berendezések – Instruments, equipments – Geräte, Anlagen

Orentsák Géza: Előre a múltba. Fejlett ultrahangtechnika – In advance to past. Advanced ultrasonic technics – Vorher in Vergangenheit. Entwickelt Ultraschalltechnik	67
Mohácsi Gábor: Ultrahangos rétegvastagság- és rétegrend-mérés – Measuring coating thickness and coating order by ultrasonic method – Schichtdicke- und Schichtsystem-Messungen mit Ultraschall	67
Mohácsi Gábor: A XXI. század videoendoszkópja – Videoendoscope to 21 st century – Videoendoskop für dem 21. Jahrhundert	68
Bodolai Tamás: Mit takar a vezérelhető videoszkópia – About the controllable videoscopia – Über die anführbare Videoskopie	69
Profometer 5 – új betonvas-kereső készülék – a new reinforcing iron detector – eine neue Betoneisensuchgerät	69

Méréstechnika – Measuring technics – Meßtechnik

Száva János: Belső égésű motorok fekvőcsapágyainak roncsolásmentes vizsgálata holografikus interferometria segítségével – NDT of slinding bearing of combustion engine by holographical interferometry – ZfP der Gleitlager von Explosionsmotor mit holographische Interferometrie	70
--	----

Felületvizsgálat – Surface testing – Oberflächenprüfung

Gonda Tibor, Bezdek István, Gillemot László, Lehoczky Judit: Egy példa a mágneses vizsgálat során kapott hamis indikációra – An example to the false indication of magnetic powder testing – Ein Beispiel für die falsch Indikation der magnetische Rißprüfung	73
--	----

SZABVÁNYOSÍTÁS – STANDARDISATION – NORMUNG

Szabó József: Az európai és a hazai szabványosítás a roncsolásmentes vizsgálatok területén – European and domestic standardisation of the NDT – Europäische und heimisch Normung der ZfP	75
Új, érvényes nemzeti szabványok – New valid national standards – Neue gültige national Normen	77

ANYAGOK – MATERIALS – MATERIALEN

Törköly Tamás: A hőkezelés hatása a hipereutektikus RS/PM Al-Si-Ni ötvözetek szerkezeti stabilitására – Effect of the heat treatment for structural stability of the hypereutectic RS/PM Al-Si-Ni alloys – Effekt der Wärmebehandlung für Strukturstabilität der hypereutektische RS/PM Al-Si-Ni Legierungen	78
--	----

SZEMLE – REVIEW – RUNDSCHAU

ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER	80
---	----

Beszámoló a 15. Roncsolásmentes Vizsgálatok Világkonferenciájáról



Dr. Balaskó Márton¹ – Fücsök Ferenc² – Takács Nándor³ – Kecskés Péter⁴ – Dr. Trampus Péter⁵

Általános áttekintés

A roncsolásmentes vizsgálatok világszervezete az ICNDT (International Committee for Non-Destructive Testing) minden negyedik évben rendező világkonferenciáját (WCNDT). Az Olasz Roncsolásmentes Vizsgálók Egyesülete (AIPND) rendezhette meg a 15. WCNDT konferenciát 2000. október 15. és 21. között Rómában.

Az egyhetes rendezvényen nemcsak a különböző szekciók munkájára jutott idő, hanem egy szakmai világkiállítás megrendezésére, az ICNDT két és az európai EFNDT egy közgyűlésére, valamint több munkacsoport találkozására is. A következőkben megpróbálunk beszámolni a konferencia mellett megrendezett fontosabb eseményekről és válogatást adunk – érdeklődésünknek megfelelően – a rendezvény szakmai munkájából is.

A szakmai munkán kívül a legfontosabb események a konferencia előtt és alatt megrendezett ICNDT-közgyűlések voltak.

A 26. közgyűlést a konferencia előtt egy nappal rendezték. Giuseppe Nardoni, a házigazda olasz egyesület elnöke megnyitó üdvözlésében méltatta a világgazdaság egységességi törekvéseit, aminek egyik jele az ICNDT erősödése. Ez után megemlékezett az elmúlt közgyűlés óta elhunyt tagokról, név szerint Prof. Pawlowski, Prof. Schnitger, Mr. Soevik és Prof. Konkoly urakról, akikre emlékezve a jelenlévők egy perces felállással tisztelegtek.

Nardoni elnök röviden ismertette azt a munkát, amelyet a 15. WCNDT megszervezése, az ICNDT titkárságának létrehozása, az újság rendszeres megjelenítése és az ICNDT új alapszabályának kidolgozása érdekében elvégeztek. A közgyűlés érdemi munkája az új alapszabály megvitatásával kezdődött, ami csak a finanszírozás kérdésein akadt meg. Az ICNDT ezennél nemcsak a világkonferenciák megszervezésével foglalkozik, hanem önálló szervezetként is működik. A szervezet titkárságot tart fenn és aktívan dolgozik a roncsolásmentes vizsgálatok szakma haladásáért és egységéért. Ehhez a munkához a szervezet anyagi forrását az ICNDT Fund biztosítja, amelybe a világkonferenciát és a regionális konferenciákat rendezők a haszon 25%-át fizetik majd be. Ezért az ICNDT nem fog tagdíjat szedni. A finansziális kérdések hosszú vitát váltottak ki és az alapszabály e részletét nem is sikerült lezárni.

Természetesen az eddigi legfontosabb tevékenységet, a négyévenkénti világkonferenciák szervezését folytatja az ICNDT. A 2004-es konferenciát a kanadai szövetség Montrealban rendező. Egy ilyen nagy rendezvényre alaposan fel kell készülni, ezért a 2008. évi világkonferencia rendezési jogáról is határoztak, mégpedig ezt Kínának ítélték (miután a másik pályázó, Dél-Afrika az ülésen visszalépett). Így 2008-ban Sanghaiban lesz a 17. WCNDT.

Két díjat alapított és osztott ki első ízben az ICNDT: a Röntgen Award elismerésben az American Society for NDT, míg a Pawlowski Award elismerésben az AGFA részesült. A díjakat a konferencia megnyitóján Nardoni elnök úr adta át, méltatva a két szervezet tevékenységét.

A 27. közgyűlést október 19-én rendezték, amelyen a jelenlévők egyhangúlag elfogadták Szlovákia, Pakisztán, Líbia, Nigéria, Írország és Uruguay tagfelvételi kérelmét. Ez után négy évre megválasztották a

szervezet tisztségviselőit. Az ICNDT elnöke: G. Nardoni, titkára: M. Farley, míg a 16. WCNDT konferencia elnöke: D. Marshall, titkára pedig S. Bond lett.

Több kisebb ügy is napirendre került, melyek megvitatásánál felszínre kerültek a regionális csoportok érdekei is, esetenként nagy vitát gerjesztve. Nem volt vita azon a javaslaton, hogy a következő közgyűlés 2002-ben Barcelonában, a 8. európai konferencián legyen.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az ICNDT római ülései a szervezet jelentős fejlődését és erősödését eredményezték, ezért továbbra is érdemes részt vállalnunk a világszervezet aktív munkájában, ahol Magyarországot – a hagyományoknak megfelelően – a Gépipari Tudományos Egyesület képviseli.

A konferencia alatt több regionális csoport vagy munkabizottság tartott ülést. Ezek között számunkra legfontosabb az EFNDT közgyűlése volt, ahol hazánkat a Marovisz képviselte. A közgyűlés legfontosabb eseménye a D. Schnitger professzor halála miatt megüresedett elnöki pozíció betöltése volt. Az EFNDT új elnöke: Roger Roche a francia szövetség (COFREND) vezetője lett.

Az előadások mellett világszínvonalú szakmai kiállítás adott ízelítőt a berendezésgyártók, a szolgáltató és az oktató cégek kínálatából: 18 ország 97 cége állított ki valamilyen terméket. A legnagyobb léptékű fejlődés, mint azt az elmúlt évtizedben megszokhattuk, a számítógéppel támogatott vizsgálóeszközök területén volt. A korszerű számítógépek nagy sebessége lehetővé teszi, hogy a képfeldolgozó szoftverek elfogatható idő alatt végezzenek például egy radiogram értékelésével. Szembetűnő ennek az alkalmazásnak a fejlődése.

Feltétlenül meg kell említeni a konferenciának otthont adó Rómát, az örök várost. A konferencia rendezői éltek a lehetőséggel, és a nyitó fogadás, a koncert és a díszvacsora helyszíneinek kiválasztásával elkápráztatták a résztvevőket. A Szent év rendezvényeire tekintettel pedig az egész konferencia részt vett egy pápai audiencián, ami vallási meggyőződésre való tekintet nélkül, minden résztvevőnek maradandó élményt és emléket adott.

A 15. WCNDT-ről röviden

A 27. közgyűlésen kapott tájékoztató szerint a konferencián 2144 fő jelent meg. Ebből teljes díjat fizető 640, hallgató és nyugdíjas 147 fő volt. A kiállításra további 362 bejegyzett személy is ellátogatott, ahol az érdeklődőket 730 kiállító várta. Tiszteletbeli vendég 58 fő volt, a többi kísértő, rendező.

A konferenciára több mint 750 előadást neveztek be és fogadtak el a rendezők. Becslések szerint ebből 700 körüli el is hangzott, köztük 7 magyar szerzőtől. Az előadások több párhuzamos szekcióban, hat napon keresztül zajlottak, melyekről egy rövid cikkben átfogó képet adni nem lehet. Ezért ki-ki csak a saját szakterületéről számol be, bízva abban, hogy ezek összessége áttekintést ad a roncsolásmentes vizsgálatok jelenlegi állásáról és jövőbeli fejlődéséről.

A beszámoló készítésénél nagy segítségünkre volt a 15. WCNDT kiadványa, amely a szakma történetében először egy CD-n jelent meg. A lemezen 663 cikk található, ennyien küldték be a többször módosított határidőre munkájukat. Az elektronikus kiadványt könnyű áttekinteni, statisztikákat készíteni, és tetszőleges lekérdezéseket készíteni. A CD lemezt a német NDT.net cég adta ki, melynek honlapján december elejétől a teljes lemez ingyen hozzáférhető (<http://www.ndt.net>).

Érdemes volt statisztikát készíteni a cikkek módszerek szerinti megoszlásáról. Az 1. ábra szemléletesen mutatja szakmánk fejlődésének fő tendenciáit. Látható, hogy még mindig tart az a tendencia, hogy

¹ KFKI Atomenergia Kutató Intézet, Budapest

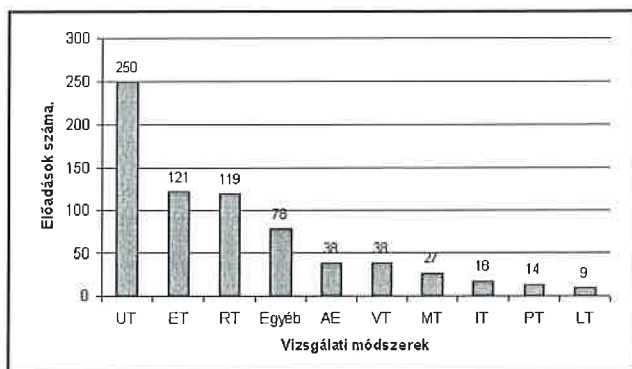
² Budapesti Erőmű Rt., Budapest

³ Debreceni Egyetem, Szilárdtest Fizika Tanszék, Debrecen

⁴ Ke-Tech Kft., Budapest

⁵ Nemzetközi Atomenergia Ügynökség, Bécs

legtöbb problémát az ultrahangos vizsgálatok körében kell megoldani. Külön említést érdemel, hogy az örvényáramos és radiográfiai témák közel azonos száma együttesen sem érik el az ultrahangos cikkek számát. Érdekes továbbá, hogy az ipari termográfia (IT) 19 előadással külön szekcióban szerepelt, ami fejlődését és alkalmazásának bővülését mutatja.



1. ábra. Az előadások téma szerinti megoszlása a 15. WCNDT-n

Érdekességek a nukleáris ipari szekcióból

A nukleáris ipari szekció 36 előadást és posztert tartalmaz. Ezzel szemben a konferencián csak 32-nek a szerzői jelentek meg személyesen. Ez – a konferencia valamennyi szekcióját és az azokban bejelentett illetve elhangzott előadások számát tekintve – mérsékelt érdeklődésnek tekinthető, és nem nehéz észrevenni az összefüggést az érdeklődés visszafogottsága, valamint az atomerőművek társadalmi és politikai elfogadottságának az utóbbi időszakban bekövetkezett meggyengülése között. Megfigyelhető volt, hogy a korábban szinte kizárólag atomerőművi anyagvizsgálatokkal foglalkozó cégek és intézetek kiterjesztették működési területüket és sorra megjelentek pl. a hagyományos energetikai iparban, a vegyiparban vagy a repülőgépgyártásban.

Figyelembe véve azt, hogy a nukleáris iparnak a társadalom által megtűrt kockázata általánosságban igen alacsony, továbbá, hogy a roncsolásmentes anyagvizsgálatok alkalmazása bizonyíthatóan hozzájárul e kockázatot alacsony szinten tartásához, illetve folyamatos csökkentéséhez, a nukleáris ipar mindig hajtóereje volt a roncsolásmentes vizsgálati technológiák fejlődésének. Az előadások egy részében ismertetett új alkalmazások, fejlesztések mégis az atomerőmű üzemeltetés és karbantartás gazdaságosságának a növelése érdekében történtek, ami igazolja azt a versenyhelyzetet, amit a villamosenergia-piac egyre általánosabbá váló felszabadtatása gerjeszt.

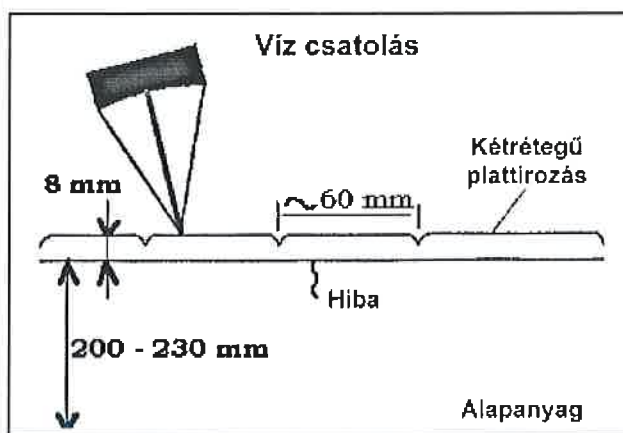
A nukleáris ipari szekció vezető témakörei az alábbiak voltak:

- A reaktortartály és a belső berendezések ultrahangos (UH) vizsgálata.
- Gőzfejlesztő hőátadó csöveinek örvényáramos vizsgálata.
- Vizsgálórendszerek minősítése.
- Ausztenites csővezetékek hegesztési varratainak UH vizsgálata.
- Vizsgálati adatok feldolgozása, az adatbázis kezelése.
- A vizuális vizsgálatok hatékonyságának növelése.
- Roncsolásmentes vizsgálatok szerepe a fűtőelem-gyártás folyamatában.
- Roncsolásmentes vizsgálatok a radioaktív hulladékok kezelése során.

Részletesebb ismertetésre négy előadást választottam ki, önkényesen. A kiválasztásban az vezetett, hogy az ezen előadásokkal fémjelzett témakörök tűntek számomra a legidősebbeknek ma Magyarországon, figyelembe véve az országot – még sokáig – egyetlen atomerőművének a biztonságos és megbízható üzemeltetése és karbantartása által támasztott igényeit, a hazai atomerőművi roncsolásmentes anyagvizsgálattal foglalkozó intézetek műszaki felkészültségét és részvételük súlyát a hazai (és esetlegesen külföldön végzendő) vizsgálatokban,

valamint a szakterület nemzetközi fejlődési irányzatait. A választott témák olyanok, amelyekben a bemutatott megoldások nem csak a nukleáris iparban alkalmazhatók.

Francia szerzők tartottak előadást nyomott vizes reaktortartály övzónájában a plattírozás alatt képződött repedések vizsgálatáról [1]. A francia atomerőművek reaktortartályainak rutinszerű időszakos UH vizsgálata során repedésekre utaló indikációkat észleltek néhány tartály övzónájában. A szerkezeti integritás ellenőrzése arra az eredményre vezetett, hogy e repedések jelenléte – szélsőséges körülmények között – veszélyeztetheti a reaktortartályok biztonságos üzemeltetését. Ez a vizsgálati eredmény arra kényszerítette az üzemeltetőt (a Francia Villamosműveket), hogy sürgősen olyan vizsgálati eljárást fejlesszen ki, amelyik alkalmas a szóban forgó repedés jellegű hiányok megbízható kimutatására és méretük kielégítően pontos meghatározására. A keresendő folytonossági hiányok merőlegesek voltak a tartály belső felületére és a névlegesen 8 mm vastagságú rozsdamentes plattírozás alatt helyezkedtek el. Mélységük legvalószínűbb mérete 6 mm, hosszúságuk kb. 20 mm. Irányítottáguk vagy párhuzamos a szalagplattírozás irányával vagy arra merőleges. A plattírozás felülete esetenként durva, megmunkálás nélküli. A vizsgálati geometria a 2. ábrán látható.



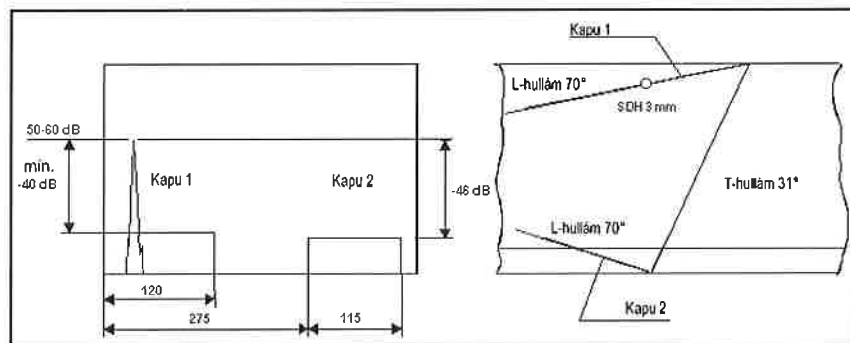
2. ábra. A vizsgálati geometria vázlata

A vizsgálat fejlesztést végző Intercontrole (Franciaország) cég a szükséges műszaki adatok összegyűjtése után, valamint a vizsgálat célkitűzéseinek (a hibakeresés valószínűsége és a hibaméret meghatározás pontossága) ismeretében UH szimulációs kísérleteket végzett, majd ez után kezdett hozzá modelleken a laboratóriumi vizsgálatokhoz. Végül öt fókuszáló UH vizsgálófejből álló fejcsoportot és az immerziós technika alkalmazását választották. Négy fej az ötből 2,5 MHz frekvenciájú 63°-os szögfej volt, amelyek a vizsgálandó mélységterületet (a felület alatt 7 mm-től kiindulva egészen 25 mm-ig) két-két egymásra merőleges síkban és ellentétes irányban vizsgálták, az ötödik, merőleges vizsgálófej a plattírozás mélységét volt hivatott mérni. A vizsgálófej csoportot az egyébként használatos manipulátorra szerelték fel.

Az UH adatgyűjtő rendszer A-, B-, C- és D-képek valósidejű megjelenítésére volt képes, a kiértékeléshez a CIVAMIS® szoftvert használták. A repedések jellemzése a repedéscsúcs diffrakcióján alapult (TOFD). A feladatot nehezítette az, hogy egyes tartályok belső felülete megmunkálatlan volt. Ilyenkor megfelelő korrekciókat kellett alkalmazniuk a méréshez. Az eljárást minősítették a hatályos francia időszakos ellenőrzési kód (RSEM, 1997 kiadás) szerint, a kb. 60 beágyazott valószínű repedést, valamint 24 elektroeróziós megmunkálással készített hornyot tartalmazó etalon felhasználásával. Az első vizsgálatot 1999-ben a Tricastin atomerőműben hajtották végre és találtak is néhányat a keresett típusú folytonossági hiányból. A valódi repedésméretekkal elvégzett szerkezet-integritási ellenőrzés igazolta, hogy ezek a repedések nem terjedőképesek, azaz nem jelentenek elviselhetetlen kockázatot a reaktortartály üzemére nézve.

A Loviisa atomerőmű reaktortartályainak külső UH vizsgálatáról és a vizsgálórendszer minősítéséről számolt be finn szakemberek egy csoportja [2]. A finn nukleáris biztonságtechnikai hatóság 1996-tól megköveteli az időszakos ellenőrzéseknek az Európai Nukleáris Hatóságok közös álláspontja szerinti minősítését. A finn atomerőművet üzemeltetők a vizsgáló cégekkel és a VTT műszaki kutató központtal együttműködve kidolgozták a minősítés rendszerét, ami az európai (ENIQ) módszertant követi. E szerint minden egyes feladathoz egyedi minősítő testületet állítanak fel. A minősítés szigorúsága nem egységes, hanem a vizsgálandó berendezés biztonsági osztályba sorolástól és időszakos ellenőrzésének a szerkezet épségének (integritásának) biztosításában játszott szerepétől függően három különböző fokozatú lehet. A folyamat egyes összetevőire különböző fokozat állapítható meg. A reaktortartály esetében a vizsgálószemélyzet és a vizsgálóberendezés minősítését normál fokozatúnak, a vizsgálóeljárás és a műszaki igazolás minősítését emelt szintűnek, az összevont vizsgálati feladatok közös minősítését pedig a legmagasabb fokozatúnak írták elő. A minősítés terjedelmébe tartozott az övzóna hegesztési varratának tengelyétől mért ± 100 mm-ig, valamint a külső felülettől mért 30 mm-ig, illetve a belső felülettől mért 40 mm-ig terjedő tartomány.

A külső illetve a belső felület alatti tartomány vizsgálatára 4–4 UH vizsgálófejből álló, de egymástól eltérő fejcsoporthoz terveztek. A külső tartomány vizsgálatára ikerkristályos 70° -os TL fejeket alkalmaztak (3. ábra), a belső felület alatti tartomány vizsgálatát 41° -os transzverzális fejekre bízta. Tecnatom (Spanyolország) tervezésű Sumiad III vezérlőegységgel és Masera UH adatgyűjtővel dolgoztak, az elemző vizsgálatokhoz az IzfP (Németország) SAFT készülékét használták.



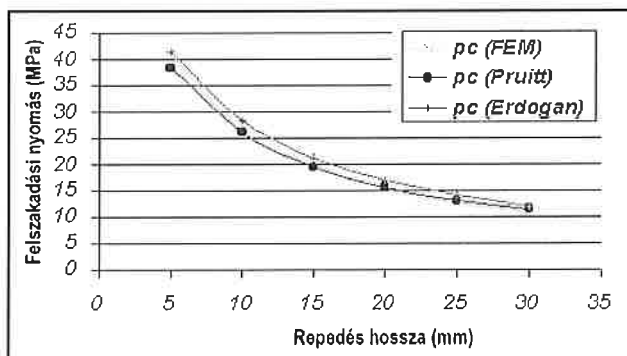
3. ábra. A külső tartomány vizsgálati sémája

A műszaki igazolásban kiemelt helyet foglalt el a vizsgálati körülmények, pl. a tartály falhőmérsékletének a figyelembevétele. Ugyancsak fontos szerepet játszott az ellenőrző testek minősége, különös tekintettel a plattírozás valóságú modellezésére. Az első minősítés legfőbb tapasztalata az volt, hogy szinte minden lépéssel késésben voltak (a megfelelő dokumentáció elkészítésével, a minősítő testület tagjainak kinevezésével, a vizsgálati eljárás, a műszaki igazolás valamint a gyakorlati vizsgálat eredményeinek kiértékelésével). Mindezek ellenére a minősítés sikeres volt.

A WWER típusú atomerőművi gőzfejlesztők hőátadó csöveinek károsodási (más szóval dugózási) kritériumaival foglalkozott Stanic előadása [3]. A gőzfejlesztő hőátadó csövek szerkezeti épségének ellenőrzéséhez ismerni kell az aktív károsodási mechanizmusokat, a keletkezett folytonossági hiány jellemző paramétereit, az örvényáramos vizsgálat bizonytalanságait, valamint a károsodás kinetikáját (a hiány növekedésének a sebességét). A VVER atomerőműveket üzemeltető országok többségében a károsodás (dugózás) kritériumát a hőátadó cső falvastagság-csökkenésének viszonylagos értékével hozzák összefüggésbe, ami a károsodási mechanizmus hiányos ismerete esetén lehet csak elfogadható eljárás.

A meghibásodásokat tartalmazó hőátadó csövek kiértékelése, továbbá az elemző örvényáramos technikák (pl. forgó tekercs) alkalmazása azonban hozzásegíthet az ún. alternatív dugózási kritériumok alkalmazásához. A szerkezet épségét (integritását) elemezhetjük analitikus

úton, kísérleti módszerekkel vagy numerikus (véges elemes) módszer segítségével. Az elemzés során figyelembe kell venni az üzemelés feltételeit is (pl. normál üzem, nyomáspróba vagy üzemzavari állapot). A 4. ábra kristályközi feszültségkorrozíós repedésekre mutatja be példaként a felszakadási nyomás – különböző módszerekkel számított – értékeit. Az egyezés igen jó.



4. ábra. A felszakadási nyomás értékeinek összehasonlítása különböző közelítések esetén

Auszenites acél csőívben lévő hőfáradási repedések UH vizsgálatáról francia szerzők számoltak be [4]. A Franciaország legmodernebb reaktortípusával (N4) rendelkező Civaux atomerőmű első egységében, a remanens hőelvonó rendszer egy kb. 250 mm átmérőjű auszenites acél csőívében üzem közben szivárgást fedeztek fel, amit egy, a csőfalon teljes egészében átmenő repedés okozott. A meghibásodást követő átfogó intézkedések kiterjedtek egyebek között a csővezeték, továbbá a hasonló üzemeltetési paraméterekkel működő más rendszerek csővezetékei nyomvonalának módosítására, hogy a korábban uralkodó és a hőfáradási repedések keletkezését és terjedését előidéző komplex termohidraulikai viszonyokat kedvezőbbé tegyék. Ebben a műszaki intézkedés sorban fontos helyet foglalt el egy UH vizsgálati technológia kidolgozása. Ezt a technológiát a hasonló, új csővezetékek üzembe helyezés előtti ellenőrzéséhez és természetesen a későbbi időszakos vizsgálatok során tervezték használni.

Az UH vizsgálati technológia kidolgozása során jelentős szerepet játszottak a kivágott, repedt csőíven lefolytatott vizsgálatok (roncsolásmentes, majd roncsolásos). Ezek alapján határozták meg a fejtípusokat és a feljegyzési szinteket az üzembe helyezés előtti, valamint az időszakos vizsgálatokhoz. A cső tengelyével párhuzamos illetve arra merőleges irányú letapogatással végzett vizsgálatokhoz 45° -os lehasadó ill. 60° -os, a falvastagságtól és a hanggyengüléstől függően 2,25 és 3,5 MHz frekvenciájú transzverzális fejeket használtak. Az időszakos ellenőrzéshez tervezett rendszert minősítették, ami magában foglalta a műszaki igazolást, az UH vizsgálati technológiát és a gyakorlati vizsgálat programját. A programot a vizsgálat teljesítőképességének igazolása egészítette ki, ami abból állt, hogy a Chooz és a Civaux N4 atomerőmű csővezetékéből származó és valóságos repedéseket tartalmazó darabokon végrehajtották az UH vizsgálatokat, majd a darabokat roncsolásos vizsgálatnak vetették alá és a mért hibaméretet összevetették a feltárt repedés valóságos méretével. A sikeres minősítést követően a vizsgálatok 2000-ben kezdődtek meg.

Ízelítő a radiológiai témákból

A sugárzásos vizsgálati technikákat (röntgen-, gamma- és neutronradiográfia, valamint tomográfia) használó kutatók 84 publikációt tettek közzé. Ebből mintegy 30 előadás a nagyteremben rendezett radiográfiai

szekcióban hangzott el, további 15 pedig a COST 524 project által szervezett neutron műhely (workshop) ülésen, amelynek magyar vezető elnöke volt. A többi közlemény más tématerületek (repülőtechnikai, nukleáris ipari, anyagtulajdonságok mérése szekció és egyebek) között szerepelt.

A sugárforrások tekintetében nem tapasztaltunk áttörést. Egyedüli újdonságként angol kutatók előadásából [5] tudtuk meg. Kifejlesztették a második generációs ^{75}Se izotópcsaládot. A ^{75}Se sugárforrásokat az előnyeik – a 217 keV átlagenergia, és a 120 napos felezési idő – tették méltó versenytársává az ^{192}Ir -nek. Elterjedésének ütemét kissé lelassította, hogy az elemi Se nagyon mérgező, illékony és korrózív anyag. Az új ^{75}Se Sentinel forrást olyan tartós, megbízható tokozásban forgalmazzák, amelybe $3 \times 3 \text{ mm}^2$ fókusz méretű és 3 TBq (80 Ci) aktivitású sugárforrás is behelyezhető. Fő alkalmazásként az $\varnothing$ 50–85 mm-es acélcövek hegesztési varratainak vizsgálatát jelölték meg, amihez Agfa F6 film és Structurix RCF fluoreszcens fényerősítő felhasználását ajánlották.

A sugárzásos vizsgálati technikák detektor rendszerében, amely magában foglalja a szcintillátort és a képmegjelenítő egységet, sok újdonságot ismertettek. Ukrán kutatók [6] olyan kétszintű röntgensugárzást érzékelő rendszert ajánlanak, ahol a 70 keV alatti energiatartományt ZnSe(Te), míg az ez fölötti tartományt CsJ(Tl) szcintillátorral észlelik. Ugyancsak ők [7] javasolnak új, félvezető szcintillátorokat és szcintoelektronikus érzékelőket a különböző energiájú neutronsugárzásokkal végzendő radiográfiái munkákhoz.

Egyre jobban elterjednek a szcintillátorral egybe épített, félvezető digitális detektorok, amelyek közvetlenül elektronikusan leolvashatók. Japán [8] és francia [9] kutatók mutatták be ezeket az eszközöket (Flat-panel), amelyeket $30 \times 40 \text{ cm}^2$ -es méretben gyártanak. Az elemi érzékelő felületek (pixel) $127 \mu\text{m}^2$ méretűek és több mint hét millió darab van belőlük a szcintillátorhoz illesztve. A kiolvasó elektronika analóg-digitál átalakítója 12 bites. A detektálható röntgensugárzás energiatartománya 25 – 450 keV közötti. Azonos képminőség mellett, ha egy D7 filmen 60 másodperc az optimális exponálási idő, ezzel a technikával csupán 2 másodperc. A kiolvasási idő az adatkorrekcióval együtt mindössze 5 másodperc. A törlési idő elhanyagolható. A törlött lemez újra exponálható. Ez az eszköz komoly vetélytársa lehet az imaging plate technikának, bár annak is folyik a továbbfejlesztése, javul a felbontása és csökkentik a képfeldolgozási időket, amint azt az amerikai Fuji cég [10] közleményéből megtudhatjuk. Az elektronikus képkalkító rendszerek további családját alkotják a radioszkópiái összeállítások. Ezek képérzékelői, a nagy érzékenységű (CCD) kamerák, szintén sokat fejlődtek a félvezető technológiák haladása következtében.

Természetesen a hagyományos filmtéchnika hívei sem ténlenkedtek. Az Agfa Gevert cég [11] szakembere széles körű áttekintést nyújtott napjaink filmes rendszereiről. Indiai kutatók [12] ugyanezen technika kritikus kérdéseit elemezték.

A nem film alapú alkalmazások oly sokoldalúak, hogy azokat ezen írás keretében nem lehet ismertetni. Csupán egy általános áttekintést tudunk nyújtani és néhány érdekes megoldás felvillantására vállalkozhatunk. Általános tendencia az elektronikus képkalkító rendszerek elterjedése az iparban. Ez nemcsak a fejlett ipari országokra jellemző, hanem például Indonéziában is üzembe helyeztek ilyen rutinminősítő készüléket. A régészek és művészettörténészek is ilyen technikákkal vizsgálják a műtárgyakat, festményeket Olaszországban.

Az elektronikus képérzékelők fejlődése hatalmas lendületet adott a tomográfiai alkalmazásoknak. A sugárzásos technikákkal végzett munkákról számot adó publikációknak majdnem 40%-a foglalkozik a háromdimenziós képek előállításával kapcsolatos kérdésekkel. Átvilágításra egyaránt alkalmazzák a röntgen-, gamma- és neutronsugárzást. A detektorok érzékenységének növekedése az ipar számára is elfogadható (20–30 perc) idejűre csökkentette a tomográfiai felvételek expozíciós idejét.

A különböző roncsolásmentes anyagvizsgálatokkal foglalkozó sza-

kemberek egyre gyakrabban alkalmazzák a különböző vizsgálati technikákat ugyanazon termék sokoldalú elemzésére. Ilyen komplementer mérésről számoltak be angol kutatók [13], akik ultrahanggal, radiográfiával és szerográfiával vizsgálták a repülőgépek bonyolult és sokféle anyagból álló alkatrészeit. A franciák FFresnex projektje [14] pedig arra irányult, hogy a 35 mm falvastagságú csövek nagy megbízhatóságú hegesztéseit egyidejűleg ellenőrizzék radiográfiával és ultrahanggal.

Az európai neutron-radiográfusokat tömörítő COST 524 projekt önálló szekciójában nyújtott áttekintést a szakterületen folyó munkáról. A projekt egyik munkacsoportja felmérést végzett a kontinens neutron-radiográfiai mérőhelyeiről [15]. A szerző megállapítása szerint a Budapest kutatóreaktornál kiépített radiográfiai mérőállomás a világon egyedülállóan tudja megvalósítani a vizsgálandó tárgyak neutron-, gamma-, és röntgensugarakkal való átvilágítását, és a többi standardizációs paraméter tekintetében is a világ élvonalában tartják számon.

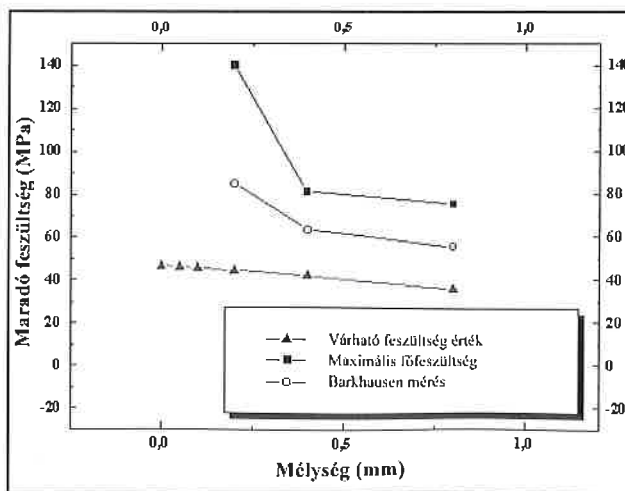
Az európai kutatók érdeklődése fokozatosan a neutrontomográfia felé irányul [16]. Ez a különleges, háromdimenziós képet szolgáltató módszer sok, technikailag érdekes részlet feltárására alkalmas. Magyar kutatók az ipari szabályzástechnika egyik alapvetően fontos eszközét, a termosztátot vizsgálták neutron-radiográfiával, vibrációs diagnosztikával és neutrontifrakcióval [17], [18]. A kombinált vizsgálatok eredményeként sikerült magyarázatot adni a termosztátok törésére.

Színesítette a radiológiai szekció munkáját a belga és német szakembereknek a harmadik évezred sugárvédelmi kérdéseiről tartott előadása [19] az ISO 3999-1:2000 szabvány ismertetésével. Az új szabvány a gamma sugárforrás tartókkal szembeni követelményekről és a tartók vizsgálatáról rendelkezik. A korszerű tartónak ki kell bírni, hogy 9 m-ről leejtjük, vízszintesen majd függőlegesen rázzák, az elemeit és tartozékait meghatározott feszültségű húzó igénybevételnek teszik ki stb. Sajnos arról nem volt szó, hogy ezeknek a követelményeknek megfelelő tartók mennyivel drágábbak.

A Barkhausen-zaj alkalmazása

A mechanikai feszültség meghatározása

Mivel a Barkhausen-zaj érzékeny a minta feszültségi állapotára, ezért megfelelő hitelesítési eljárás után alkalmas mind a külső, mind a maradó feszültségek meghatározására is, ráadásul a gerjesztő tér frekvenciájának változtatásával a feszültségek különböző mélységeken is meghatározhatóak. Maradó feszültség mérésekor a hitelesítés többféleképpen is történhet, például ismert nagyságú feszültséget adunk a mintára és nézzük a Barkhausen-zaj változását. Ekkor feltételezzük, hogy a maradó feszültségek és a külső feszültségek hatása a Barkhausen-zajra megegyezik. Egy másik hitelesítési módszernél külön-

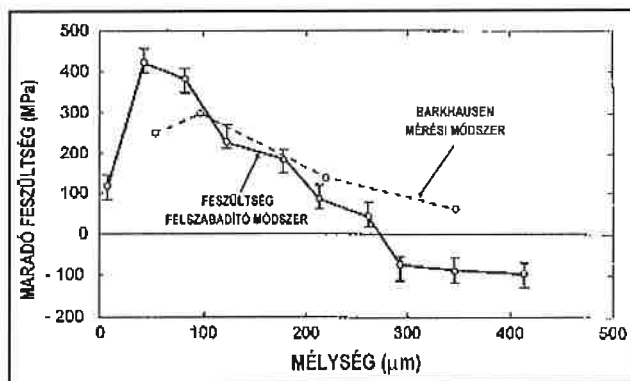


5. ábra. Maradó feszültség meghatározása lyukfúrásos és Barkhausen-módszerrel

bőző maradó feszültség állapotú mintákat veszünk és valamilyen más alkalmas módszerrel (például röntgendiffrakció) határozzuk meg a maradó-feszültségek nagyságát. Ebben az esetben fontos, hogy más mikrostrukturális paraméter ne változzon a különböző mintákban.

Az előbbi hitelesítési módszerre egy példa található brazil kutatók munkájában [20]. Ők a mintadarabra különböző nagyságú mechanikai terhelést adtak és mérték a Barkhausen-zaj átlagértékének (RMS érték) változását, valamint nyúlásmérő bélyeg segítségével a tényleges feszültségértékeket. A hitelesítő görbék felvétele után a mintadarabbal megegyező szerkezetű mintákon lehetővé vált a maradó feszültség meghatározása. Itt ellenőrzés képen lyukfúrásos technikával határozták meg a maradó feszültség értékeket. A Barkhausen- és a lyukfúrásos technikával meghatározott maradó feszültség értékek láthatók a 5. ábrán.

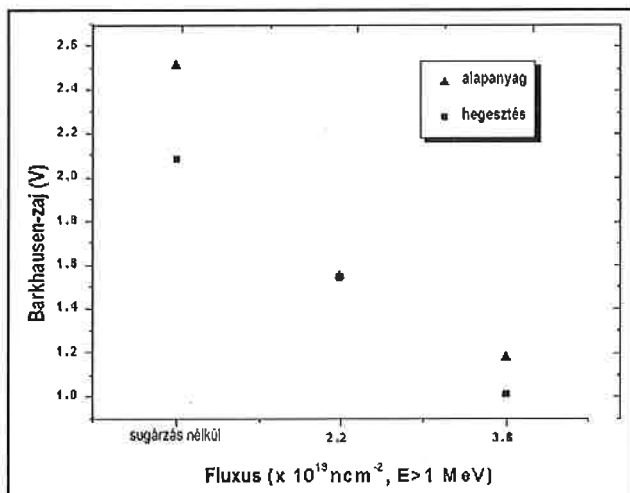
Az említetthez hasonló módszerrel határozták meg szlovén kutatók [21] a C45E jelű acélban hőkezelés után visszamaradó feszültségeket. A mérési eredmények a 6. ábrán láthatók, ahol a Barkhausen-méréseket egy feszültség felszabadító módszerrel ellenőrizték.



6. ábra. Hőkezelés utáni maradó feszültségek meghatározása lyukfúrásos és Barkhausen- módszerrel

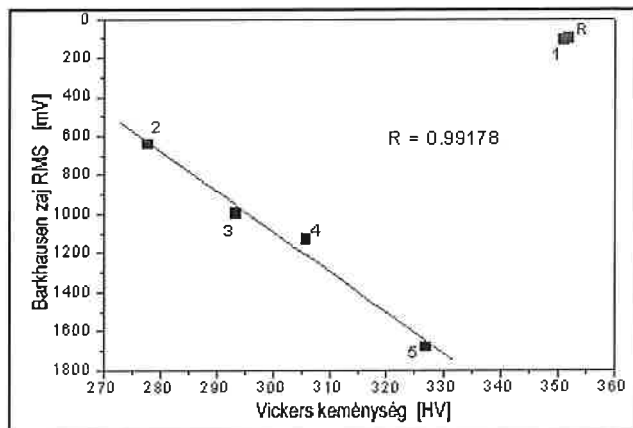
Mikroszerkezeti paraméterek mérése

Reaktorszerkezetek acélanganyagában a neutronsugárzás okozta mikroszerkezeti károsodás miatti koercitív-erő-, szuszceptibilitás- és Barkhausen-zaj-változást vizsgálták dél-koreai kutatók [22]. A méréseket hegesztési varratban és attól távolabb végezték. A 7. ábrán látható, hogy növekvő neutron besugárzási fluxusnál a Barkhausen-zaj csökkent.



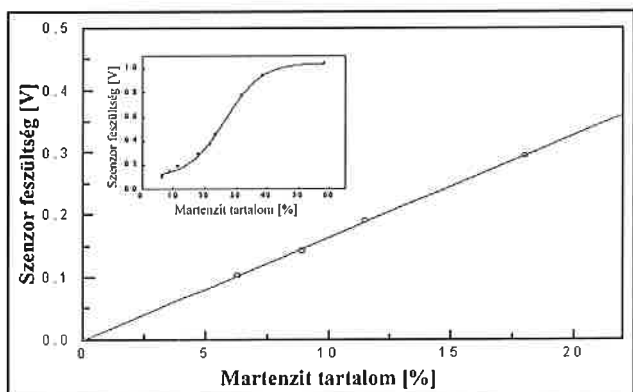
7. ábra. A Barkhausen-zaj különböző neutron besugárzási fluxusok után mérve

A reaktorépítésben használt CrMoV acél és a turbinákhoz alkalmazott NiCoFe ötvözetek termikus öregítésének nyomon követését végezték a Barkhausen-zaj és a relatív permeabilitás mérésével a Magyarországon végzett kutatásokban [23]. Példaként a Barkhausen-jel és a HV keménység közti összefüggést a 8. ábra szemlélteti. Az eredmények alkalmazásával lehetővé válik, hogy roncsolásmentes vizsgálattal ne csak észlelni tudjuk a hőfáradás hatását az anyagokra, hanem értékelni is.



8. ábra. A Barkhausen-jel és a HV keménység összefüggése termikusan öregített NiCoFe anyagoknál

Az anyagban lévő, eltérő mágneses tulajdonságú szövetek (ferrit, perlit stb.) mennyisége és eloszlása szintén befolyásolja a Barkhausen-zaj jellemzőit. Az acélban lévő martenzit fázis mennyiségének meghatározására látható mérési eredmény a 9. ábrán, amit indiai kutatók határoztak meg [24]. A méréshez használt Magnasense nevű műszert az ausztenites anyagban lévő kis mennyiségű martenzit roncsolásmentes kimutatásához fejlesztették ki. A 9. ábrából kitűnik, hogy a martenzit mennyisége és a szenzor kimeneti feszültsége között szigmoid típusú függvénykapcsolat van, amely 20% martenzit alatt jó közelítéssel lineáris.



9. ábra. A szenzor kimeneti feszültsége a martenzit mennyiségének a függvényében

A vasúti sínek futófelületében a mechanikai terhelés hatására bekövetkező szemcseméret változás megfigyelésére történtek vizsgálatok hazánkban [25]. Először golyósmalomban modellezték a valódi mechanikai terhelés hatását, és röntgendiffrakciós módszerrel határozták meg a kialakult átlagos szemcseméretet. Az így ellenőrzött körülmények között fel lehetett venni a Barkhausen-zaj-szemcseméret kalibrációs görbét. A méréssorozat második felében valódi használatban lévő vasúti sín felületén vizsgálták a Barkhausen-zaj változását a használati idő előrehaladtával. A kétféle mérési eredmény között jó korrelációt találtak.

Egyéb témák

Az 1. ábra x tengelyén előkelő helyen szerepel az egyéb módszer. Ide soroltuk nemcsak a ma még különleges vizsgálati technikákat, hanem azokat az előadásokat is, melyek nem kötődnek egyik módszerhez sem.

A roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatóságának elemzése is az egyéb csoportba tartozik. Két szekció is foglalkozott ezzel a témával. A megbízhatóság és validálás szekcióban 14 előadás, a roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatóságát tárgyaló speciális szekcióban (a 3. amerikai-európai workshop) pedig 9 előadás témája volt a megbízhatóság. Az itt elhangzott előadás [26] összefoglalta az eddigi eredményeket. Többek között beszámolt arról, hogy mi módon sikerült definiálni a megbízhatóság fogalmát és meghatározni tömör képletbe foglalva a befolyásoló tényezőket. Ezek szerint a roncsolásmentes vizsgálatok értékelésének megbízhatósága annak a foka, ahogy egy vizsgálórendszer képes elérni a célját, tekintettel az észlelésre, jellemzésre és a tévedésekre. Ebben a definícióban a jellemzés alatt a hiány méretének, helyének, irányának, típusának és a közeli szomszédainak meghatározását értjük.

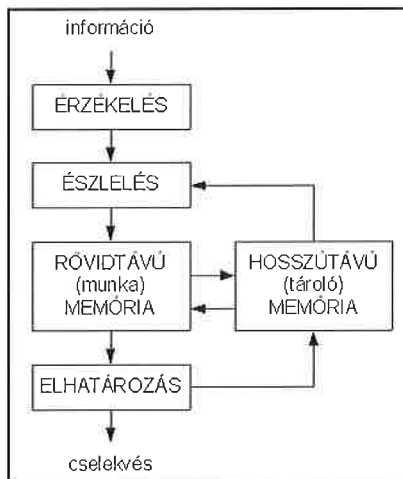
A megbízhatóság függ a vizsgálatnál alkalmazott paramétereiktől (AP) és az emberi tényezőtől (ET). Matematikai függvénybe össze-foglalva a megbízhatóság (R):

$$R = f(AP, ET)$$

Természetesen a képletben szereplő f függvény matematikai leírása nagyon bonyolult lenne, és jelen tudásunk szerint nem ismert.

A képletben az alkalmazott paraméterek (AP) fogalom alatt értjük a vizsgált anyag állapotát, a folytonossági hiányokat, a vizsgálati utasítást és vizsgálóberendezést leíró jellemzőket, melyeknek hatásuk van arra, hogy a vizsgálórendszer képes megfelelni a kitűzött célnak. Ebben a fogalomkörben az emberi tényező (ET) a vizsgálószemély mentális és pszichikai állapotát, képzettségét és tapasztalatát jelenti, beleértve azokat a körülményeket is, melyek a berendezések kitűzött célnak megfelelő működésében befolyásolják.

A workshop szekcióban két előadás is foglalkozott az emberi tényezővel. Az EPRI (Electric Power Research Institute, USA) kutatói előadásukban [27] számba vették az emberi tulajdonságokat is és az agyban végbemenő folyamatokat, hogy megértsék, mi befolyásolja a vizsgálok teljesítményét.



10. ábra. Az emberi információ-feldolgozás elemei

kapcsolat van a megbízhatósági képlet első tagja, az alkalmazott paraméterek és az emberi tényező között is.

A cikk végső megállapítása, hogy senki sem fog teljesen megbízható eredményt adni a roncsolásmentes értékeléseknél, de törekedni kell az emberi tulajdonságok és az emberben lejátszódó folyamatok megértésére, hogy minél megbízhatóbbak legyenek a vizsgálati eredmények.

A humán tényező vizsgálatáról szóló előadások közül a másodikban magyar és német kutatók számoltak be a Magyarországon és Horvátországban folyó radiológiai filmértékelés körvizsgálatának jelenlegi állásáról. [28] A vizsgálat eddigi eredményei alapján is látható, hogy ezen a szűk, jól lehatárolható területen sem lehet a vizsgálatot végző személytől teljesen megbízható értékelést elvárni.

Hivatkozások

- [1] L. Hernandez, J.C. Barbant, Ph. Bastin, T. Pasquier: Characterization of Crack-Like Sub-Surface Defect Located in Nuclear Reactor Core Region 15th WCNDT CD-ROM; idn 413
- [2] R. Paussu, J. Pitkanen, B. Elsing, P. Sarkiniemi, H. Jeskanen: Ultrasonic Inspection of Reactor Pressure Vessel from Outside Surface, Qualification and Assessment of Inspection at Loviisa NPP 15th WCNDT CD-ROM; idn 631
- [3] D. Stanic: Determination of Acceptance Criteria for VVER Steam Generator Tubes Based on Application of Advanced Eddy Current Techniques 15th WCNDT CD-ROM; idn 420
- [4] Y. Bouveret, J.M. Tchilian, G. Theron, O. deVareilles: Detection of Thermal Fatigue Cracks in Stainless Steel Pipe: Application to the Inspection of RHRS Line of Type N4 PWR Reactor 15th WCNDT CD-ROM; idn 416
- [5] M. Shilton: Advanced, Second Generation Selenium-75 Gamma Radiograph 15th WCNDT CD-ROM; idn 655
- [6] V.D. Ryzhikov, N.G. Starzhinskiy, L. Gal'shinetskiy, D.N. Kozin; V.P. Sochin, V.M. Swishch, A.D. Opolonin: Scintillator-photodiode detecting system for two-level X-ray inspection systems 15th WCNDT CD-ROM; idn 554
- [7] V. Ryzhikov; V. Chernikov, L. Nagornaya, N. Starzhinskiy, E. Lisetskaya, E. Danshin: Oxide and Semiconductor Scintillators in Scintielectronic Detectors for Detection of Neutrons 15th WCNDT CD-ROM; idn 552
- [8] Y. Ikeda, Y. Mizuta, Y. Kinoshita: Radiography Testing with Flat Panel Type Image Detector 15th WCNDT CD-ROM; idn 382
- [9] J.M. Casagrande, A. Koch, B. Munier, P. De Groot-Thomson: High Resolution Digital Flat-Panel X-Ray Detector- Performance and NDT Applications 15th WCNDT CD-ROM; idn 615
- [10] Morro F.: Computed Radiography: The Future of Radiographic Inspection 15th WCNDT CD-ROM; idn 056
- [11] Bart J.L.H. Vaessen: Review of Film System Technology – State of the Art 15th WCNDT CD-ROM; idn 689
- [12] Singh R.P., E. Madhav Rao, T. Singh: Crucial Factor Affecting Film Radiography 15th WCNDT CD-ROM; idn 071
- [13] B.J. Matuszewski, Lik-Kwan Shark, Martin R. Varley, J. Smith: Region-based wavelet fusion of ultrasonic, radiographic and shearographic non-destructive testing images 15th WCNDT CD-ROM; idn 263
- [14] O. Dupuis, V. Kaftandjian, S. Drake, A. Hansen, J.M. Casagrande: FFresh: A combined System for Ultrasonic and X-Ray Inspection of welds 15th WCNDT CD-ROM; idn 286
- [15] E. Lehmann: Facilities for Neutron Radiography in Europe: Performance, Applications and future Use 15th WCNDT CD-ROM; idn 801
- [16] E. Lehmann, P. Vontobel, B. Schillinger, T. Bücherl, S. Baechler, J. Jolie, W. Treimer, R. Rosa, P. Chirco, G. Bayon, S. Legoupil, S. Körner, H. Böck, V. Micherov, M. Balasko, A. Kuba: Status and Prospects of neutron tomography in Europe 15th WCNDT CD-ROM; idn 804
- [17] M. Balaskó, G. Endrőczy, E. Sváb: Thermostats studied by dynamic neutron radiography and vibration diagnostics 15th WCNDT CD-ROM; idn 171
- [18] E. Sváb, Gy. Mészáros, M. Balaskó: Neutron Scattering Study of Temperature Controller Membranes 15th WCNDT CD-ROM; idn 098
- [19] C. Laduron, V. Vander, V. Meurisse, R. Grimm, K. Weinlich: ISO 3999 (2000) – Radiation Protection Apparatus for Industrial Gamma Radiography in Transition to the 3rd Millennium 15th WCNDT CD-ROM; idn 712
- [20] S. F. Silva Jr, T. R. Mansur, E. S. Palma: Determining Residual Stresses in Ferromagnetic Materials by Barkhausen Noise Measurement 15th WCNDT CD-ROM; idn 478
- [21] J. Grum, P. Zerovnik, D. Feler: Use of Barkhausen effect in Measurement of Residual Stresses in Steel after Heat Treatment and Grinding 15th WCNDT CD-ROM; idn 780
- [22] K.O. Chang, S.H. Chi, B.C. Kim, S. L. Lee and C. M. Sim: Neutron fluence effects on the magnetic parameter changes in SA508 Cl.3 forging and weld 15th WCNDT CD-ROM; idn 129
- [23] S. Pirlo, F. Gillemot: NDT Characterisation of Thermal Ageing by Barkhausen Signal Analysis 15th WCNDT CD-ROM; idn 548
- [24] A. Mitra, S. Palit Sagar, P.K. De, D. K. Bhattacharya: Evaluation of Magnetic Phases in Cold Worked and Weldments of AISI 304 Stainless Steel 15th WCNDT CD-ROM; idn 345
- [25] N. Takacs, D.L. Beke, L. Harasztosi, Gy. Posgay, P. Molnar: Comparison Between the Magnetic Properties of Ball Milled Nanocrystalline Ferritic Steel and the Running Surface of Rails in High Speed Railway Tracks 15th WCNDT CD-ROM; idn 244
- [26] Christina Müller (Nockemann), Matt Golis, Tom Taylor, Basic Ideas of the American-European Workshops 1997 in Berlin and 1999 in Boulder 15th WCNDT CD-ROM; idn 733
- [27] Henry M. Stephens, Jr.: NDE Reliability - Human Factors - Basic Considerations 15th WCNDT CD-ROM; idn 736
- [28] F. Fücsök, C. Müller (Nockemann), M. Scharmach: Human Factors: The NDE Reliability of Routine Radiographic Film Evaluation 15th WCNDT CD-ROM; idn 740

A minősítés és a kockázat alapú anyagvizsgálat jövője a Paksi Atomerőműben

Dr. Pinczés János, Szabó Dénes, Sárközi Lucia, Palásti József

A műszaki feltételek változása és az anyagvizsgálatokkal szemben támasztott követelmények növekedése egyre objektívebb és összetettebb szűrők beépítését teszi szükségessé a vizsgálatot végző cégek kiválasztásakor. Ennek az objektív szűrésnek fontos állomása a konkrét anyagvizsgálati feladathoz kapcsolódó minősítés, amellyel igazolható, hogy a vállalkozó tisztában van a feladat minden elemével és képes a munkát a megrendelő elvárásainak megfelelően elvégezni. A minősítések rendszere hosszú évek alatt fejlődött ki és fokozatosan bővül, finomul. Mivel a kockázati szempontból kiemelt vizsgálatok általában bonyolultak és eszközigényesek, ezért a minősítés költséges és hosszantartó folyamat. Az elmúlt időszakban a Paksi Atomerőmű is megtette az első konkrét lépéseket ezen a téren és várhatóan 2002 végére létrejön egy olyan rendszer, amelynek keretein belül a szükséges minősítések fokozatosan elvégezhetők. Ez a folyamat csak nemzetközi együttműködés keretében vihető sikeresen végig. Paks 2000 őszén az esetlegesen érintett erőművek vezetői részére munkaértekezletet szervezett, amelyen sikerült az együttműködési elvekben és egy nemzetközi etalon adatbázis létrehozásában megállapodni.

A minősítésre kijelölt vizsgálatok meghatározása szorosan össze-

függ a kapcsolódó berendezés fontosságával és a meghibásodás okozta kockázat nagyságával, ezért egyre erőteljesebb nemzetközi tendenciaként nyilvánul meg a vizsgálatok terjedelmének és gyakoriságának meghatározásában a kockázat elve. A kockázat alapú vizsgálatok előkészítésében egyaránt szerepet kapnak például a gyártási adatok, az üzemi feltételek, az előző vizsgálatok eredménye stb., minden olyan információ, ami segíthet a várható állapot és az esetleges meghibásodás következményeinek meghatározásában. Ezek az elemzések jelenthetik azt is, hogy két ugyanolyan berendezés esetén a már feltérképezett hibák alapján eltérő vizsgálati programot kell készíteni. Az ilyen kockázat alapú vizsgálat alapelemei már évek óta meghatározzák a Pakson végzett gépi vizsgálatok terjedelmét. A reaktortartály vizsgálatánál ez az elv a vizsgálatok bizonyos részénél meglévő párhuzamosság csökkentését, a gőzfejlesztőknél az örvényáramos vizsgálat terjedelmének jelentős növelését eredményezte.

A Paksi Atomerőműben mind a minősítések, mind a kockázat alapú vizsgálatok kérdésében a következő években jelentős lépések várhatók. Mivel a két terület igen szorosan összefonódik, ezért terveink szerint, a két kérdést együtt, egységben fogjuk kezelni.

Mérési eredmények vizuális adatbázisa, azaz térinformatika az anyagvizsgálatban

Czibula Mihály*

Az ipari gyakorlat azon eseteiben, amikor rendszeresen ismétlődő anyagvizsgálati méréseket végeznek ugyanazon a berendezésen fontos az adatok rendszerezésének, összehasonlításának, vizuális megjelenítésének lehetősége. Minden berendezésre specifikusan készíthető olyan térinformatikai rendszer, mely a mérési eredményeket a gépelem méretarányos modelljén, annak tetszőleges vetületein, háromdimenziós képen interaktívan megjeleníti. Ez gyakorlatilag a térinformatika alapfogadatul, azaz tetszőleges koordináta-rendszer tetszőleges pontjaihoz adatokat kapcsolunk. Ez a koordináta-rendszer lehet bármilyen speciális, mely lefedi a gépelem vizsgált részét. Az adatok is sokrétűek lehetnek. Akár számszerű mérési adatok (vagy annak valamilyen színkálának megfeleltetett szimbólumai), szöveges információk, jegyzőkönyvek, fényképek is megjeleníthetők.

Az ipar olyan területein, ahol az öregedésvizsgálat, az anyaghibák megjelenésének törvényszerűségeinek felderítése fontos szerephez jut elengedhetetlen az információk rendszerezése. A vizuális adatbázis többek között lehetőséget kínál vizsgálati térképek készítésére, összefoglalók nyomtatására a berendezés állapotáról. Amennyiben a vizsgálorendszer valamilyen számítógépes kapcsolattal rendelkezik annak bármilyen típusú kimenete (output) konvertálható az adatbázisba, tet-szés szerint rendszerezve a mérési eredményeket. Ezzel kikerülhető a manuális adatbevitel, azaz a tévesztés lehetősége.

Lássunk egy megvalósult példát.

A Paksi Atomerőműben 1998 óta végzünk a belső szondás örvényáramos vizsgáloberendezéssel évente mintegy 25 000 mérést a gőzfejlesztők hőátadó csövein. E csövek épsége (integritása) rendkívül fontos, mivel esetleges lyukadásuk esetén radioaktív szennyező anyagok kerülhetnek a szekunder hűtővíz rendszerbe. Ekkora mennyiségű mérési

adat feldolgozása szükségessé tette egy olyan adatbázis létrehozását, mely lehetőséget nyújt az előző évekhez viszonyítva jelentősen megnőtt adatmennyiség megbízható tárolására és kezelésére, összehasonlítására. A száraz számszerű adatokat jegyzőkönyvbeli elhelyezése mellett egy vizuális megjelenítést támogató rendszer látszott alkalmasnak a létrejövő adatbázis kezelésére és menedzselésére. A tervezett programnak a következő követelményeknek kellett megfelelni:

1. A vizsgálorendszer mérési adatai az emberi tévesztés kizárásával legyenek konvertálhatók az adatbázisba.
2. A konvertálás rugalmasan alkalmazkodjon a különböző vizsgálorendszerek sajátosságaihoz, beleértve a Pakson vizsgálo külső cégek (Siemens, Inetec) rendszereit is.
3. Az adatbázis szerkezete kielégítsen minden esetlegesen a későbbiekben felmerülő szempontot. Beleértve a vizsgálorendszer cseréjét is.
4. Az adatbázisban szereplő adatok teljes körűen megjeleníthetők legyenek 3D-s gőzfejlesztő modelleken.
5. Az adatbázisra feltett minden kérdés (lekérdezés) vizuálisan emésztethető formában – grafikonokon, térképeken – is látható legyen.
6. Adatbiztonság.
7. Felhasználóbarát kezelői felület.

A gőzfejlesztők hőátadó csöveinek nagy mennyiségű meghibásodása az okok pontos meghatározását tette szükségessé. Ennek egyik megközelítési módja statisztikai törvényszerűségeket felfedezni a talált indikációk közt. A program fő feladata ennek segítése. A lekérdezések, térképek, grafikonok alkalmasak a különböző gőzfejlesztők adatainak összevetésére és ezzel esetleges tendenciák feltárására. Segítik az elemzést, alkalmasak a hibagócok észrevételére, az indikációk változásának nyomon követésére, alapjául szolgálhatnak többek közt az öregedésvizsgálatnak is.

* Paksi Atomerőmű Rt.

Turbina forgórész ultrahangos és örvényáramos vizsgálata

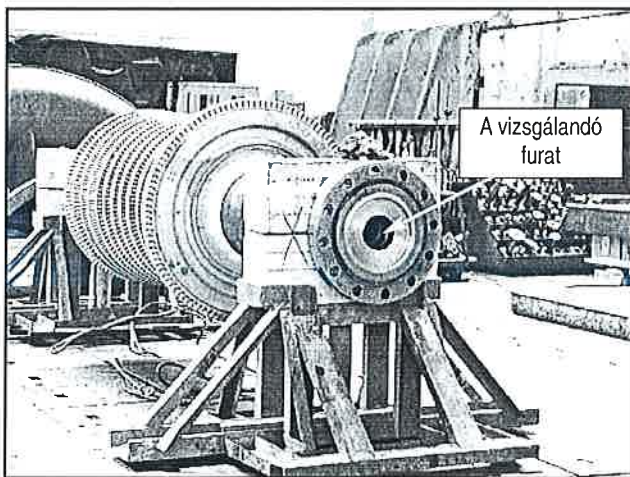
Széll László¹ – Bezdek István¹

Az Alstom Power Hungária Rt. – az erőműi komponensek gyártásán túlmenően – a már üzemelő gőzturbinák szervizelésével is foglalkozik. Ennek keretében került sor a Mátrai Erőmű Rt. 200 MW-os gőzturbinájának felújítására is. A szervizmunka része volt az igénybevételnek kitett részek vizsgálata is. Az ellenőrzések egy része az üzemeltetés során keletkező hibák feltárására irányul, míg más részüket a mikroszerkezet és – elsősorban – mechanikai tulajdonságok változása alapján próbálja a maradék élettartamot becsülni. A jelen keretek között a hibakereső anyagvizsgálattal foglalkozunk.

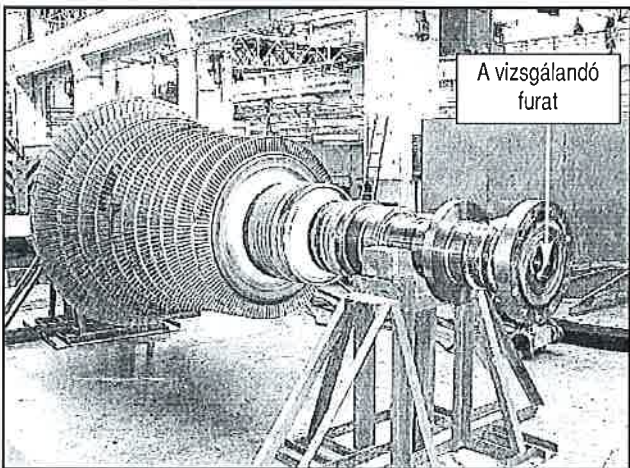
Forgórészek roncsolásmentes vizsgálata

A nagy- és középnyomású forgórészeket örvényáramos és ultrahangos vizsgálati módszerrel ellenőrizték. Az előbbi a német Deltatest cég végezte, míg az utóbbit az Alstom Power Hungária Rt. hajtotta végre. Az örvényáramos vizsgálat a felület közeli rész (kb. 1–2 mm) nagy érzékenységű ellenőrzésére, míg az ultrahangos vizsgálat a mélyebben elhelyezkedő hibák indikálására szolgált.

A nagy- és középnyomású forgórész az 1. ábrán, a középnyomású forgórész az 2. ábrán látható.



1. ábra. Nagynyomású forgórész



2. ábra. Középnomású forgórész

A vizsgálat célja a nagy-, illetve középnyomású forgórész középvonalában elhelyezkedő Ø 98, illetve Ø 112 mm-es furata felől a forgórész kovácsolt anyagának ellenőrzése, és annak megállapítása, hogy van-e vagy sem a forgórészben a megengedhetőnél nagyobb méretű hiba. A kovácsolt rész mérete a hosszmentén változó, maximum 610 mm-ig terjed az anyagvastagság. A forgórész teljes hosszúsága: 6000 mm.

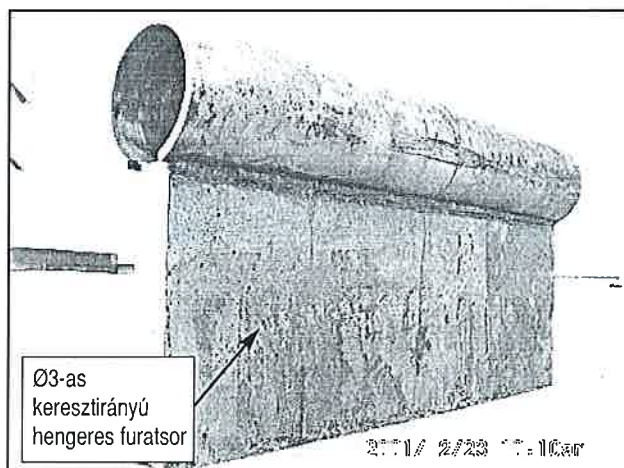
Vizsgálati etalon készítése

Az ultrahangos vizsgálatához olyan etalont kellett készíteni, amelyik alkalmas az egész vizsgálati rendszer működőképességének tesztelésére és a különböző irányokban a hibakimutatás határait meghatározni.

Az ellenőrző testtel szemben állított követelmények:

- a referencia furatok elkészíthetők legyenek;
- modellezze a valós vizsgálati helyzetet, vagyis a 98 mm-es furatba bevezetett vizsgálórendszer a 3000 mm-es vizsgálati szakaszon képes legyen a 250 mm mélyen lévő Ø3 mm-es keresztirányú hengeres furatot megfelelően érzékelni;
- az etalon emberi erővel mozgatható legyen;
- a szükséges készülék-beállítások mindhárom vizsgálófejjel elvégezhetők legyenek.

Az ultrahangos vizsgálat ellenőrző testjét a 3. ábra mutatja.



3. ábra. A turbina forgórész modellező etalon

Az ultrahangos vizsgálófejek kiválasztása

Meg kellett határozni, hogy mely típusú vizsgálófejek alkalmasak a feladat megoldásához, illetve ezek becsiszolása a furatban végrehajtandó vizsgálatához, milyen mértékben változtatja meg a hiba-kimutatási határt.

A kiválasztott vizsgálófejeknek a következő feltételeket kell teljesíteniük:

- a teljes vizsgálandó anyagvastagság átsugárzása;
- a vizsgálófej megvezethetősége a furatban;
- a vizsgálófej becsiszolhatósága, és az újbóli felhasználhatóság biztosítása.

A legnagyobb tengelyátmérő 610 mm, ezért a maximális átsugárzandó falvastagság 250 mm. Ezen követelmény teljesítéséhez a B2SN, WB60N4 és SEB2H típusú vizsgálófejeket választottuk.

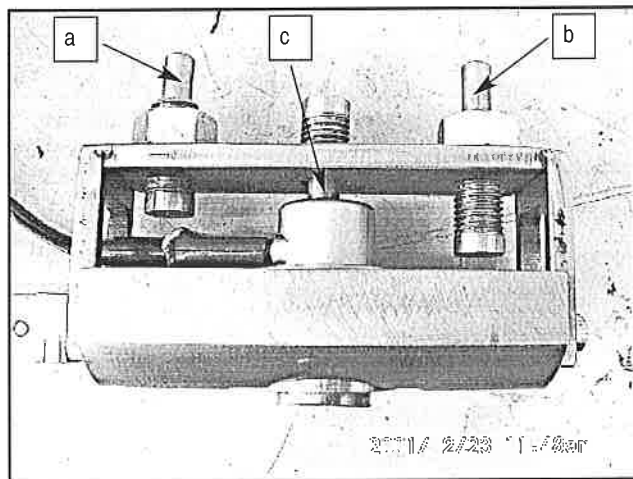
A B2SN és a WB60N4 típusú fejekre plexilapot ragasztottunk, hogy becsiszolhatók legyenek. A SEB2H típusú vizsgálófejet viszont saját anyagában csiszoltuk be, mivel az osztósík áthangzás miatti szigetelését házilag nem tudtuk megoldani.

¹ ALSTOM Power Hungária Rt.

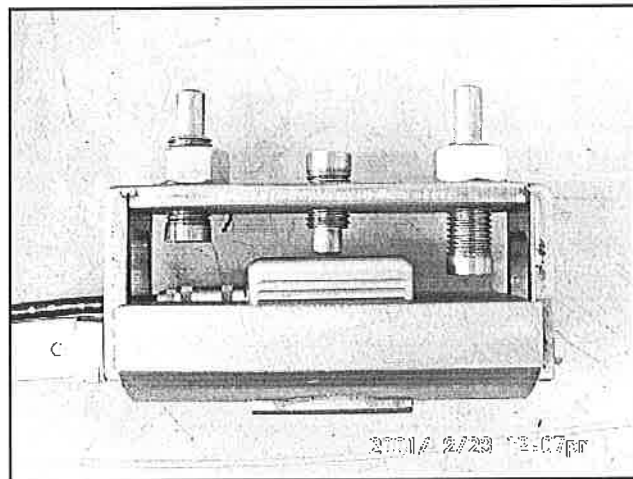
Mivel a viszonylag nagy vastagságú (~4 mm) plexilap felragasztásával, illetve a viszonylag kis sugarú becsiszolással a vizsgálófej hangtere jelentősen megváltozott, ezért az adott fejhez tartozó AVG-diagram nem volt használható.

Készülék a vizsgálófej befogására és mozgatására

Olyan szerkezetet kellett tervezni és készíteni a vizsgálófej furatban való megvezetéséhez, amely lehetővé tette az Ø 98 és az Ø 112 mm-es furatban 3000 mm mélységig a vizsgálatok végrehajtását. A feladat megoldásához szükséges készülék alkalmas mind a merőleges fej (4. ábra), mind a szögfej (5. ábra) befogására.



4. ábra. A merőleges fej rögzítése a befogókészülékben



5. ábra. A szögfej rögzítése a befogókészülékben

A befogókészülékkel szemben támasztott követelmények:

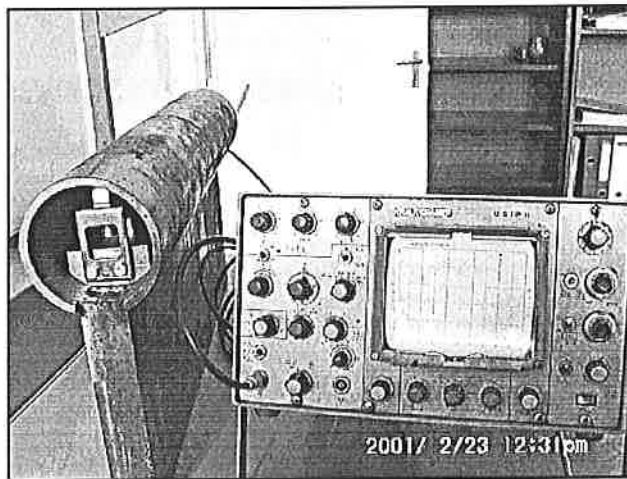
- alkalmas legyen mind a három típusú vizsgálófej befogására;
- mozgatható legyen az Ø 98 és az Ø 112 mm-es átmérőjű furatban
- 3000 mm távolságban is biztosítsa a megfelelő csatolást a vizsgálófej és a furat belső felülete között.

A befogókészülék stabil megvezetését a furatban az a és a b jelű rugós csapok biztosítják. A rugóerőt a menetes hüvelyek állításával tudjuk változtatni. A vizsgálófej megfelelő és állandó csatolását a c rugós csap biztosítja, ahol a rugóerőt ugyancsak egy menetes hüvely állításával változtathatjuk.

A vizsgálókészülék kalibrálása az ellenőrző testen

A 6. ábrán látható a vizsgálófejből, a megvezető- és befogókészülékből, a csatlakozó kábelből és az ultrahangos készülékből összeállított vizsgálóegység kalibrálása.

Az etalonról készült fényképfelvételen (3. ábra) is látható Ø 3-as



6. ábra. A vizsgálóegység kalibrálása

furatsoron végezzük el a készülék távolság és erősítés beállítását. A 8 darab keresztirányú hengeres furatról visszhang maximumokat vettünk fel, melyeket összekötve megkapjuk a regisztrálási határt.

Összefoglalás

Az ultrahangos és az örvényáramos vizsgálatok egyértelműen bizonyították, hogy a nagy- és közepnyomású forgórészben nem volt olyan mértékű hiba, amely a működés szempontjából veszélyesnek minősíthető lett volna. Az örvényáramos mérések eredménye összhangban volt az ultrahangos vizsgálatok alapján levont következtetésekkel.

Gőzfejlesztő hőátadó csövek korróziós meghibásodásának modellezése

dr. Bödök Károly¹ – Buglyó Imre – Takács Gyula – Dóczi Miklós²

Atomerőműünk 2. blokkjának 1997. évi főjavítása során a gőzfejlesztőkön végzett örvényáramos vizsgálat eredményeinek értékelése – az előző évek adataival összehasonlítva – viszonylag nagyszámú indikációt tárt fel. Az elvégzett roncsolásos elemző vizsgálattal megállapították, hogy a hőátadó csövek meghibásodása egy kombinált – feszültségkorróziós és réskorróziós – degradációs folyamat következménye.

Döntés született arról, hogy a gőzfejlesztők csőkötegének felső sorából évről-évre történjen cső kivágás a csövek kondíciójának nyomon követéséhez, a felületen talált lerakódások vegyszeti elemzéséhez, illetve az időközben végrehajtott kémiai tisztítások hatásosságának vizsgálatára. Mivel az üzemelő gőzfejlesztőből minták – a gőzfejlesztő szerkezeti felépítéséből, műszaki, illetve sugárvédelmi megfontolásokból adódóan – csak korlátozott számban hozzáférhetők, szükségesnek ítéltük egy olyan modellkísérlet végrehajtását, melynek keretében inaktív körülmények között – de valós üzemi körülményeket modellezve létrehozott csőmeghibásodások segítségével – lehet a degradációs folyamatot nyomon követni, és egyúttal lehetőséget teremteni az örvényáramos hibajelek valós repedés jellegű hibákhoz történő kalibrálásához.

Az előadás a modellkísérlet eddig megvalósult első két ütemét mutatta be.

¹ CORWELD Kft.

² Paksi Atomerőmű Rt.

Műszaki elemzés a reaktortartály plattírozásának és a belső berendezések felületének vizuális ellenőrzéséhez

Palásti József

Jelenleg vizsgálatra kötelezett területek

Anyagvizsgálati keretprogram K-01
Reaktor és tömítőségei

2. Reaktortartály a belső felület felől				Központi manipulátoros vizsgálat
2.1 Tartály belső felülete	VT	100%	szerkezeti vizsgálat alkalmával	

Anyagvizsgálati keretprogram K-03
Reaktor belső berendezései

Sor-szám	A berendezés főbb darabjainak és elemeinek megnevezése	módszer	az ell. menny.	Periódus	Megjegyzés
1.	Kosár			Főjavítási terv szerint	
1.1.	Külső felület				
1.1.1.	Alsó támaszkodó felület	VT	min. 50%		*
1.1.2.	Az Ø 3070 és Ø 3080 mm-es felületek és hegesztési varratok	VT	min. 50%		*
1.1.3.	A megfogóhoz kapcsolódó illesztési hornyok felületei	VT	100%		

* Amíg a megfogó forgathatósága megengedi

Sor-szám	A berendezés főbb darabjainak és elemeinek megnevezése	módszer	az ell. menny.	Periódus	Megjegyzés
2.	Kosár			Főjavítási terv szerint	
1.2.	Belső felület				
1.2.1.	Az Ø 3010 és Ø 3020 mm-es felületek	VT	100%		
1.2.2.	A sokszögű övlemez hegesztési varratai, felülete és a rögzítő csavarok	VT	100%		
1.2.3.	Az alsó lap felülete	VT	100%		
2.2.4.	Az üzemi kazettákat befoglaló fészkek felületei	VT	100%		
2.2.5.	A megfogókörök ablakai és a megfogó vezető hornyai	VT	100%		
2.2.6.	A szabályzó kazetták nyílásának labirintóműködése	VT	100%		
2.2.7.	VCSB-t megtámasztó felület	VT	100%		

Sor-szám	A berendezés főbb darabjainak és elemeinek megnevezése	módszer	az ell. menny.	Periódus	Megjegyzés
3.	Akna			Főjavítási terv szerint	
3.1.	Külső felület				
3.1.1.	A külső hengeres felület hegesztési varratai	VT	min. 50%		*
3.1.2.	A függeszítő váll felülete	VT	min. 50%		*
3.1.3.	A perforált felület	VT	min. 35%		Váltott terület!
3.1.4.	Labirintóműködés felülete	VT	min. 50%		*
3.1.5.	A tájoló hornyok felülete	VT	100%		

* Amíg a megfogó forgathatósága megengedi

Sor-szám	A berendezés főbb darabjainak és elemeinek megnevezése	módszer	az ell. menny.	Periódus	Megjegyzés
3.	Akna			Főjavítási terv szerint	
3.2.	Belső felület				
3.2.1.	A megfogókörök ablaka	VT	100%		
3.2.2.	Belső hengeres felület	VT	50%	periódusonként váltva	

Sor-szám	A berendezés főbb darabjainak és elemeinek megnevezése	módszer	az ell. menny.	Periódus	Megjegyzés
4.	Fékezéscsőblokk belső vizsgálata			Főjavítási terv szerint	
4.1.	Az alaplemez felülete	VT	100%		
4.2.	A fojlólárcsák felülete	VT	100%		
4.3.	A fékezéscsővek belső felülete	VT	75%		
4.4.	A fékezéscsővék kupos felülete	VT	100%		
4.5.	A kosár tájoló csapok felületei	VT	100%		

Sor-szám	A berendezés főbb darabjainak és elemeinek megnevezése	módszer	az ell. menny.	Periódus	Megjegyzés
5.	Közbenő rudak				
5.1.	6-os szabályzócsoport	VT	100%	évenle	
5.2.	1-5-ös szabályzócsoport	VT	100%	5. élettől évenle	

Jelenleg érvényben lévő vizsgálati előírások, követelmények

Kritériumgyűjtemény a roncsolásmentes anyagvizsgálatokhoz

Általános követelmények

Az alapanyagokra vonatkozó Általános követelmény szerint: repedések, hasadások, falkorrózió, kiduzzadás és üregesedés stb. a külső és a belső felületeken nem megengedettek. Az alapanyag sérülések mélysége, a sorjak eltávolítása után, legfeljebb 0,2 mm lehet, illetve a vonatkozó termékszabvány (GOSZT, OSZT, MSZ stb.) negatív falvastagság-tűrés mértékéig, kiterjedése a vizsgált felület illetve a kerület 1/4 részét nem haladhatja meg. Az ettől való eltérés, csak egyedi esetben, írásos technológia alapján engedélyezett.

A plattírozott felületek minősége feleljen meg az Általános követelmények c. pontban leírtaknak. Az abban foglaltakon kívül nem megengedett a plattírozott réteg repedése, felpúposodása, elválása.

Időszakos értékelési követelmények

Az ellenőrzött felületeken, a vizsgálat végrehajtása után, az állapot változásának tényét – jelen pont követelményei szerint – rögzíteni kell, az előző vizsgálati eredményekhez viszonyítva. Az időszakos értékelés elvégzését, képrögzítő módszerekkel (pl. videó, foto stb.), vagy ábrákkal (vázlat, kartogram, térkép stb.) kell elősegíteni azokon a felületeken, melyek nem rendelkeznek rögzített, jól látható koordináta-rendszerrel. Az egyedi sérüléseket jegyzőkönyvben és – lehetőség szerint – képrögzítő módszerekkel kell dokumentálni. A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell az alkalmazott vonatkoztatási rendszer meghatározását, és az észlelt indikációknak a rendszerbeni koordinátáit, az indikáció egyedi jellegzetességeit.

Szemrevételezéses ellenőrzések során (K-01, K-03)

A vizsgált felületek az Általános követelmények c. pontban foglaltakon túlmenően elégségek ki az alábbi feltételeket:

Az alapfém felületén nem lehetnek repedések, rétegződés, fröcskölések és ívhúzások, valamint korróziós és eróziós nyomok.

A közbensőrúd kapcsolókörmei repedések, éles letörések és a biztosító gyűrűn deformációk nem megengedettek. Lásd a K-03. 6.2. pont KR követelményeit!

A közbensőrúd Ø45 mm-es gyűrűjének az üzemeltetésből eredő kopás miatt megengedett az átmérő csökkenése, legfeljebb Ø 44 mm-ig. A gyűrű felületén helyi berágódások legfeljebb 0,5 mm-ig megengedettek, a felület fölé nyúló éles sorjak nem megengedettek.

A közbensőrúd záróalátétje deformált legyen a kapcsoló fej és a megfogó összes bemélyedése mentén.

A reaktortartály falán észlelhető folyási nyomok X és Y irányú kiterjedését, a reaktor gépi ultrahangos vizsgálórendszer (TriAs) koordináta-rendszerében kell dokumentálni.

Alternatív vizsgálati technikák

Erősen sugárveszélyes körülmények között az alábbi anyagvizsgálati módszerek használhatók:

- ultrahangos vizsgálat, felületi hullámokkal,
- örvényáramos vizsgálat.

Lehetőségek és a kockázatok értékelése

A reaktortartály platírozásának vizsgálata:

– Felületi hullámos ultrahangos módszerrel nem lehet kellő érzékenységgel regisztrálni a felületi reflektorokat, így a probléma megoldásaként ez a technika nem jöhet szóba.

– Jelenleg a belső vizsgálatok folyamán, a Siemens ellenőrzéseket véggez a platírozáson örvényáramos módszerrel (analizáló jelleggel az aktív zóna 30%-os terjedelmében).

– A vizsgálat terjedelme kiterjeszthető az egész hengeres felületre. A reaktortartály fenék platírozásának ellenőrzése – a Siemens előzetes szóbeli jelzése alapján –, a központi vizsgálómanipulátor egy speciális karral történő kiegészítése után, elvégezhető.

– El kell távolítani a vizsgálati területet takaró jelentős mennyiségű szennyeződést, és le kell gyártani egy kiegészítő kart (erre a lehetőség adott).

– A manipulátor gyártása, illetve a vizsgálati százalék kiterjesztése, költségdöbblettel, illetve a vizsgálati (átrakási) idő növekedésével jár.

A belső berendezések vizsgálata:

– A berendezések felületei bonyolultak, erősen tagoltak. A vizsgálatok sok helyen egyáltalán nem, a maradék esetekben viszont igen költséges megoldással oldhatók meg.

– Jelenleg sem műszaki, sem gazdasági feltételek nem biztosítottak a feladat végrehajtására.

Nagy volumenű csőhíd rendszerek állapotvizsgálata, rekonstrukciója

Magyar Lajos*

A legnagyobb magyar vegyipari vállalat – a Tiszai Vegyi Kombinát Rt. (TVK Rt.) – mintegy 9,15 km hosszú *üzemközi csőhíd rendszere állapotvizsgálata és rekonstrukciója I. ütemének* tapasztalatait kívánom ismertetni.

A TVK Rt. vezetőségének előrelátását és gondosságát igazolja az a szándék, hogy a magas műszaki színvonalú termelő gyárait összekötő (15–35 éves) kb. 230 km üzemközi csővezeték, mintegy 33 819 db cső-tartó, kb. 1600 db szerelvény, 39 pódium és hágcsó, 1050 db vasbeton és 282 db acéllábazat, 106 627 m²-nyi szigetelés stb. műszaki állapotának felmérését, a rekonstrukció fő irányainak kijelölését programba állították.

A Trans Lex Work Kft. (TLW) fővállalkozóként végezte el a *Rekonstrukció I. ütem* alábbi feladatait:

A TVK Rt. által meghatározott 22 db csőhídi csomópontban a műszaki állapot teljes körű felmérése, a vizsgálatok alapján a teljes üzemközi csőhálózat minősítése, és – az állapotellenőrzéssel egy időben – a csomópontok rekonstrukciós munkáinak elvégzése.

Az állapotellenőrzés gépészeti, szakipari és építészeti szempontból olyan szintű és mélységű kellett legyen, hogy annak alapján a hiányzó rajzdokumentációk pótlása, a rekonstrukció későbbi fázisai műszaki tartalmának és várható költségeinek meghatározása, majd a teljes dokumentáció háromdimenziós PDMS (plant desing management system), PEGS (project engineering graphics system) és HP (hyper plant) rendszerekben való feldolgozása megvalósulhasson.

A TLW kidolgozta a Rekonstrukció I. ütem *teljes műszaki, ügyrendi, szervezeti és dokumentációs rendszerét, módszertanát*, amelyet TVK Rt. elfogadott, és ennek bázisán sikeresen megvalósult a projekt úgy, hogy a megrendelő „szabad kapacitásai” (a Biztonságtechnika részleg

az állapotvizsgálatokban, a Műszaki Tervezés részleg pedig a rajzdokumentáció pótlásában) is részt vettek a munkában.

Az alkalmazott állapotvizsgálati módszerek:

- a dokumentáció ellenőrzése,
- szemrevételezés, szerkezeti vizsgálat, fotózás,
- az anyagösszetétel megállapítása,
- falvastagság mérés,
- radiológiai vizsgálat,
- akusztikus emissziós vizsgálat,
- termovíziós vizsgálat,
- keménységmérés,
- műszeres tömörségvizsgálat (son-tector),
- korróziós vizsgálatok
- a festékbevonat vizsgálata (vastagság, tapadás, átrozsdásodási fozkozat, krétásodás)
- a hőszigetelések vizsgálata (keményhéjalások, szigetelések állapota)
- a vasbeton szerkezetek vizsgálata

Az I. ütemben a nagy kiterjedésű üzemközi csőhíd rendszer mintegy 5–6%-át vizsgáltuk meg és újítottuk fel, és rendkívül hasznos tapasztalatokat szereztünk a további üzemeltetési, műszaki felügyeleti és rekonstrukciós munkákhoz.

Az állapotvizsgálati jelentésünkben – a fotókkal illusztrált csomópontkénti eredmények közlésén túl – bemutattuk a vizsgált és a teljes rendszer korrelációját, valamint a csővezetési kockázatelemzésünk eredményeit, az ezekre alapozott javaslatainkat és a II–IV. ütem műszaki tartalmára és várható költségeire vonatkozó előterjesztésünket.

* ügyvezető igazgató, TLW Kft.

Mikroüregek vizsgálata melegszilárd acélokban

Bíró Tamás*

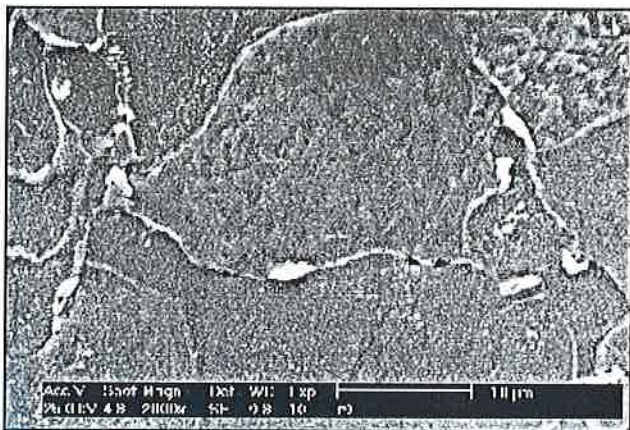
Az emelt hőmérsékletű anyagkárosodás egyik fő okozója a kúszás. A kúszási folyamat egyik meghatározó része a mikroüregek keletkezése, növekedése és egyesülése. Dolgozatomban egy ismert geometriájú erőművi főgőzvezeték anyagában elektronmikroszkópos vizsgálattal kúszási üregeket mutatok ki.

Mérési eredmények

A vizsgált anyag 15 128 típusú. Az eredeti geometria: $\varnothing 521 \times 20$ mm csővezeték, amelyből 90731 üzemóra elteltével (40 bar üzemi nyomás, 545 °C üzemi hőmérséklet) kimunkált szabványos próbatest a további kúszási igénybevétel (550 °C-on, 170 MPa húzófeszültség) hatására 774 óra után elszakadt [1].

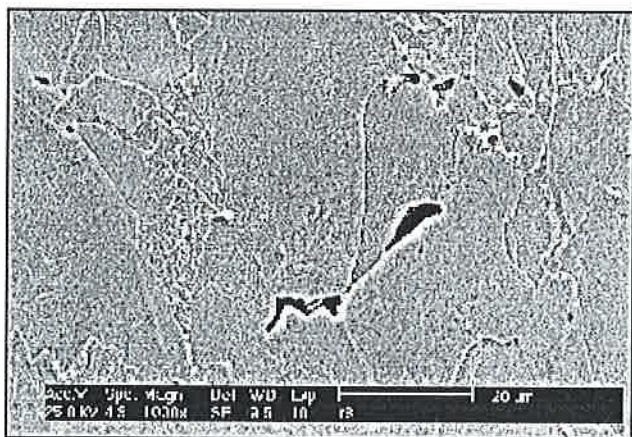
A kúszásvizsgálatot követően a próbatest hossz tengelye mentén készített csiszolatot pásztázó elektronmikroszkóppal megvizsgáltuk.

Az 1. ábra a töretfelülettől kb. 330 μ m távolságra 2000x-es nagyítással készült. Az ábrán jól láthatóak a szemcsehatár mentén képződött üregek.



1. ábra. Szemcsehatár menti üregek a töretfelülettől 330 μ m távolságra

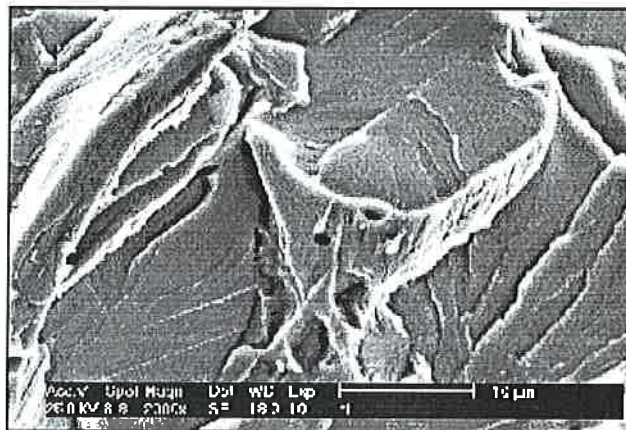
A 2. ábra a töretfelülettől kb. 230 μ m távolságra készült, és jól mutatja a repedésekké nőtt üregeket, de láthatóak még egyedül álló mikroüregek is. Az eltört próbatesten egy, eddig még nem elterjedten alkalmazott módszerrel is sikerült az üregeket kimutatni. Az eljárás lényege, hogy a kúszással károsodott testből kimunkált mintát folyékony nitrogénben lehűtjük, majd dinamikus erőhatással eltörtük. Az így keletkezett



2. ábra. Repedéssé egyesült üregek a töretfelülettől 230 μ m távolságra

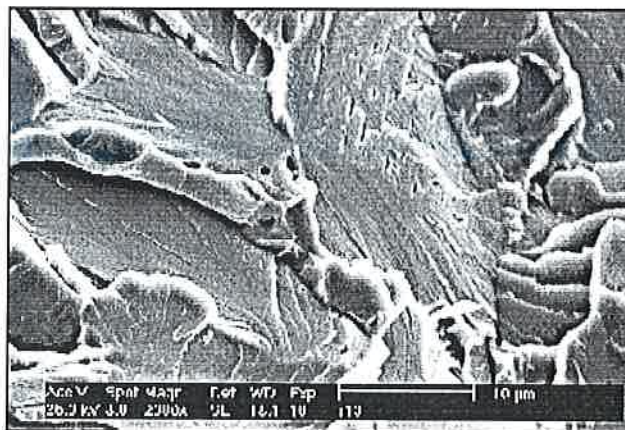
rideg töretfelületet pásztázó elektronmikroszkóppal megvizsgálva, láthatóvá válnak az üregek.

A 3. ábra a szakadási felülettől 5 mm-re készült, melyen jól láthatóak a szemcsehatármenti üregek.



3. ábra. A ridegen eltört felületen látható üregek

A ridegen eltört felületen a törés részben transzkristallin, a hasadási síkok mentén, részben az üregekkel gyengített kristallit határokon alakult ki. Az utóbbi annak is a következménye, hogy a törési felület mindig a mechanikailag leggyengébb keresztmetszetet „találja meg”. A 4. ábra is a már említett módon létrehozott töretfelületről készült, és szintén az előbbi megállapítást támasztja alá



4. ábra. A rideg töretfelületen látható üregek

A kapott eredmények egyértelműen megegyeznek az irodalmi forrásokkal [2]. Meg kell jegyeznünk, hogy a kúszásvizsgálat után eltört mintákon kapott eredmények nem egyenértékűek az üzemi körülmények között „kúszott” mintákon kapható eredményekkel. Az általunk vizsgált minta töretfelülete közelében található üregek egy része nem a kúszás eredményeként, hanem a diszlokációk elcsúszása, tehát a klasszikus képlekeny alakváltozási mechanizmus eredményeként jöttek létre.

A bemutatott töretfelülettől elegendő távolságban található üregek már nagy valószínűséggel kúszással keletkeztek.

Az általam használt eljárás jól alkalmazható az üregek kimutatására illetve vizsgálatára. A munka folytatásaként üzemi körülmények között kúszott/fáradt ötvözetek vizsgálatát tervezzük.

Irodalom

- [1] AGMI Rt. Vizsgálási Jegyzőkönyv
- [2] R. Viswanathan: Damage Mechanism and Life Assessment of High-Temperature Components

* PhD-hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Mechanikai Technológia és Anyagszerkeztési Tanszék
Konzulens: Dr. Dévényi László

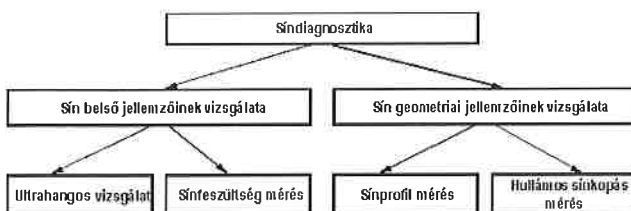
A MÁV Rt. síndiagnosztikai rendszere és mérőeszközei

Béli János – Zengő Péter*

Síndiagnosztika (nagygépes)

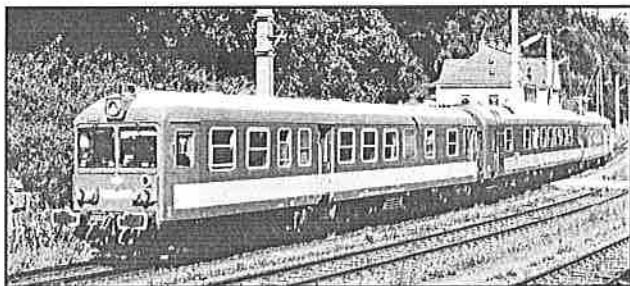
A vasúti vágányszerkezet legköltségesebb eleme a sín, ezért a mindenkori állapotának ismerete a biztonságos közlekedés és a gazdaságos üzemeltetés szempontjából nagyon fontos. A MÁV Rt. is kiemelten foglalkozott az utóbbi években a síndiagnosztika minél szélesebb körű kiterjesztésével.

A síndiagnosztikai vizsgálatokat a következőképpen tudjuk felosztani:

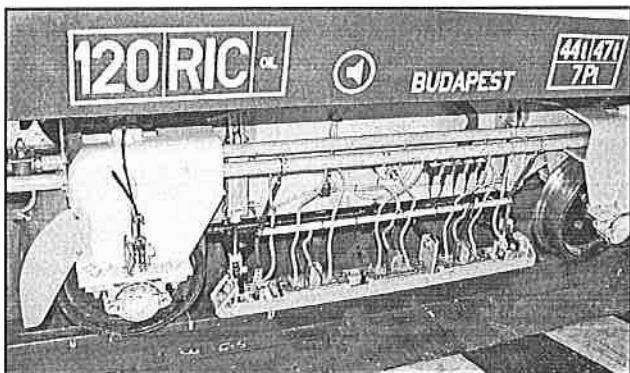


A MÁV 1987-ben üzembe helyezte a síndiagnosztikai mérővonatát (1. és 2. ábra), melyben az alábbi mérőberendezések vannak:

- Ultraszónusos rendszer
- Sínprofilmérő rendszer
- Hullámos sínkopás mérő rendszer



1. ábra. MÁV Rt. síndiagnosztikai mérővonat



2. ábra. Mérőfejeket vezető tartó forgóváz

A sín geometriai vizsgálata

A sín geometriai vizsgálatainak két fő része:

- a sínprofilmérés és
- a hullámos sínkopás mérése.

Sínprofilmérés

A sínprofilmérési rendszert 1995-ben építették be az új síndiagnosztikai mérőkocsiba. A mérés érintkezésmentes, így a mérési sebességtől független a rendszer.

A mérés paraméterei:

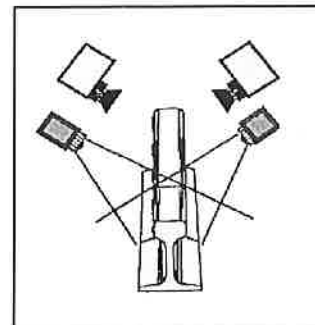
- felvételek száma: 7,5 kép/s
- mérési pontosság: 0,03 mm
- egy mérési keresztmetszetben 400–450 pontban kerül rögzítésre a sínprofil.

A felvételek készítésének elvi vázlatát a 3. ábra mutatja.

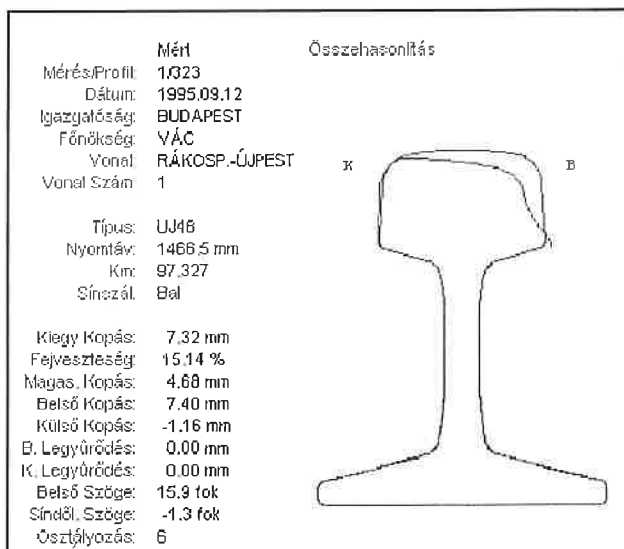
A sínprofilmérő berendezés a mérővonati, illetve az irodai rendszerből tevődik össze. A mérővonati rendszer végzi el a mérést, illetve az adatok rögzítését, az irodai rendszerrel lehet az eredményeket kiértékelni.

Az eredmények értékelését a következő módokon végezhetjük el:

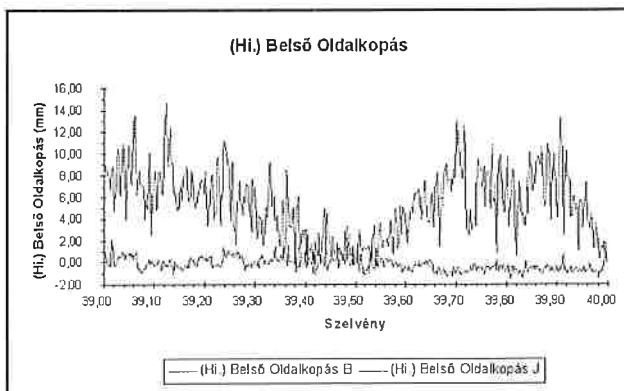
- minden sínprofil keresztmetszetet ki tudunk rajzoltatni nyomtató segítségével (4. ábra).
- hossz-szelvény szerint grafikusán ábrázolva (5. ábra)



3. ábra. Sínprofilmérés elvi vázlata



4. ábra. Sínprofilmérés eredménye



5. ábra. Oldalkopás értéke a jobb és a bal sínzálban

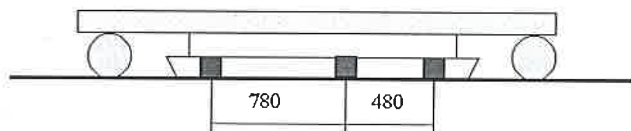
* MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft.

Természetesen az összes mért és számított adatot megkaphatjuk táblázatos formában is.

Hullámos sínkopás mérése

Mérési elv

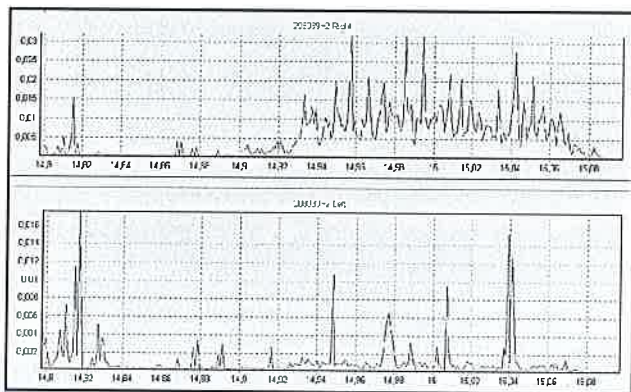
A mérést kontaktus nélkül, elektromágneses érzékelők végzik. Sín-szállanként 3–3 db érzékelő helyezkedik el egy-egy mérőtalpban, ami a négytengelyes mérőkocsi aljára szerelt mérőforgóvázba van rögzítve a 6. ábra szerint. Ezek távolsággal arányos villamos jelet szolgáltatnak a mérőkocsiban elhelyezkedő műszernek és a vezérlő számítógépnek.



6. ábra. Mérőtalp a szondákkal

A kiértékelés végső fázisa a feldolgozott adatok grafikus megjelenítése (7. ábra). A kiértékelte eredményekből a program grafikonon jeleníti meg a rövid-, közép-, és hosszuhullámú kopások amplitúdóját a szelvénykilométer függvényében.

Adattárolásra a feldolgozó programon átfuttatott eredmények kerülnek. Az archiválás célszerűen CD-n történik. A feldolgozott mérések bekerülnek a PÁTER III mérésadatgyűjtő rendszerbe.



7. ábra. Hullámos sínkopás mérési grafikonja

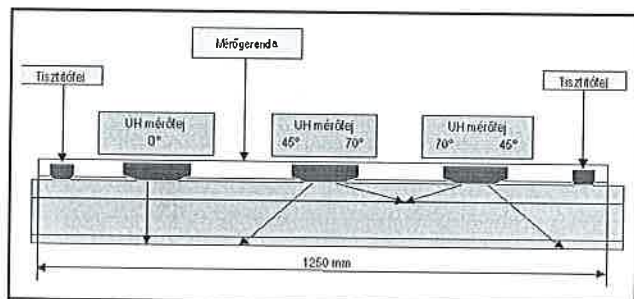
A sín belső jellemzőinek a vizsgálata

A sínek belső jellemzőinek mérése igen fontos feladat, mivel ezt csak műszeres vizsgálatokkal tudjuk végezni. A mérések tervezésénél szempont, hogy nagy tömegben, gépesítve tudjuk elvégezni a vizsgálatokat.

Ultrahangos vizsgálat

Az ultrahangos vizsgálatok területén a MÁV-nak hosszú évekre visszamenő tapasztalatai vannak. 1978 évben rendszerbe állítottuk az ultrahangos sínvizsgáló mérővonatunkat, amely 28 km/h vizsgálati sebességgel végezte a méréseket.

Az 1990-es évek elején kifejlesztettük az új ultrahangos vizsgálati rendszert, amellyel a korszerű vizsgáló berendezések mellett a vizsgálatok spektrumának kiszélesítését, az adatok korszerű rögzítését,



8. ábra. Ultrahangos vizsgálófejek elhelyezkedése a síndiagnosztikai mérőkocsin

illetve a vizsgálatok megbízhatóságát értük el. A mérési rendszer szintén a síndiagnosztikai mérőkocsiba van beépítve. A vizsgálati sebesség ennél a rendszerrel 50 km/h.

A vizsgálatokhoz szükséges vizsgálófejek a mérőkocsi alá szerelt mérőfejtartó forgóváz tapogatójába vannak beépítve (8. ábra). A forgóváz olyan, hogy futás közben követni tudja a vágány nyomtáv és siktorzulás változásait. A lap gondoskodik a fejek megfelelő vezetéséről.

Sínfeszültség-mérés

A MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Kar Járműgyártás és Javítás Tanszéke, a Metalelektro Műszaki Fejlesztő, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. és a Lasram Lézer Kft. kutató-fejlesztő szakemberei egy olyan új – a világon eddig máshol még nem alkalmazott – módszert dolgoztak ki a semleges hőmérséklet meghatározására, amely korszerű, nagy pontosságú, és jól automatizálható.

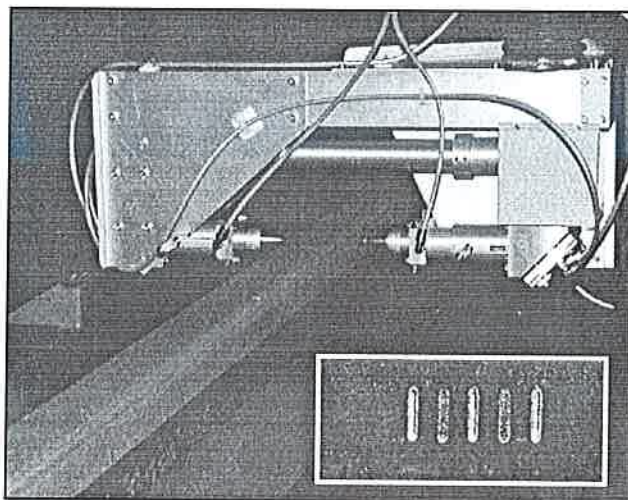
A feszültségek meghatározására alkalmas új mérési eljárás lényege a következőképp foglalható össze:

Ha az ismert hőmérsékletű és termikus feszültségi állapotú sínen elhelyezhető egy olyan jelcsomag pár, amelynek távolsága a jelek felvitele után bármikor megfelelő pontossággal mérhető, akkor a sín e darabjának mindenkor termikus feszültsége, vagyis semleges hőmérséklete meghatározható. A feszültség meghatározásához ismernünk kell:

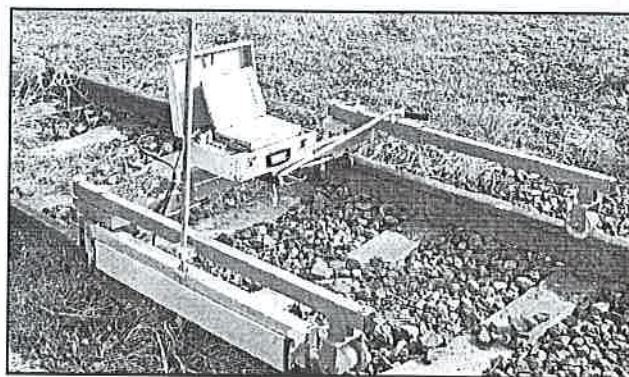
- a jelek távolságát;
- a mérés hőmérsékletét;
- a jelek felvitelekor használt bázistávolságot;
- a jelek felvitelekor mért sínhőmérsékletet.

A termikus feszültségből ezek ismeretében a semleges hőmérséklet számítható. A kidolgozott módszer két fő részből áll:

Ismert sínhőmérsékleten jeleket hozunk létre a feszültségmentes vagy ismert termikus feszültségállapotú sínen a semleges hőmérsékletnek megfelelő értékre korrigált távolságra (9. ábra).



9. ábra. Lézeres jelölő berendezés és egy jelcsomag



10. ábra. Mozgó jelölvasó berendezés a semleges hőmérséklet méréshez

Ismert sínhőmérsékleten a jelek távolságát meghatározzuk (pl.: a vasúti pályába beépített, üzemelő sínen). A jelek távolságából levonjuk a sínek feszültségállapotára vonatkozó következtetéseinket.

A vasúti pályába beépített síneken a jelcsomagok kiolvasására sínen guruló kocsi készült (10. ábra).

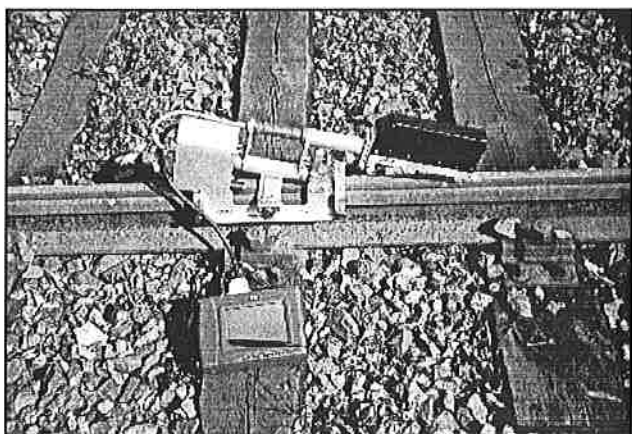
Az eljárással lehetőség nyílik arra, hogy a sínek semleges hőmérsékletét a vasúti pálya megbontása nélkül meghatározzuk.

Síndiagnosztikai kézi műszerek

Lézeres sínprofilmérő

A műszer a sínfej teljes profiljának, vagyis a futófelület és a vezetőfelületek mérésére szolgál egy mérési ciklusban; amennyiben szükséges, a mérés kiterjeszthető egészen a hevederkamráig.

A profilmérő fő része a lézeres mérőfej (11. ábra), amely a keresztmetszeti profil mérésekor körbe fogja a sínfejet. A mérési tartományt az aktuális elvárásoknak megfelelően lehet meghatározni, a mérési ciklus ideje cca. 20 másodperc. A felbontás a sínfej profil területén jobb, mint 0,5 mm, a szögfelbontás pedig 0,05 mm-nél jobb.



11. ábra. Lézeres sínprofilmérő

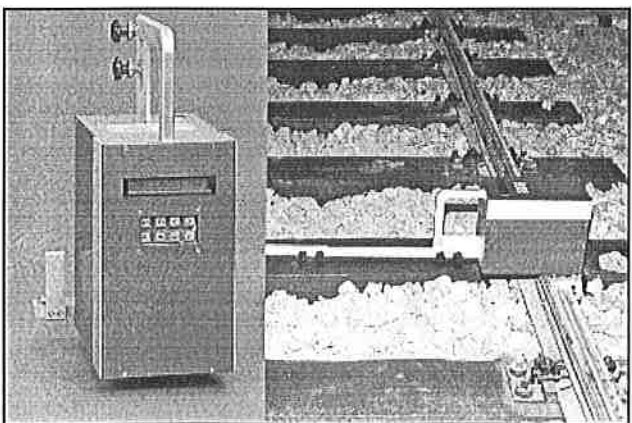
DQM kézi sínprofilmérő

A sínek profilozó csiszolásánál használják a különböző vasutak a csiszolás előtti és az elvégzett munka minősítésére.

A hordozható sínprofilmérő készülék (12. ábra) műszaki paraméterei:

Vízszintes méréstartomány: 76,8 mm, felbontás: 0,1 mm, függőleges méréstartomány: 20 mm (DQM), illetve 35 mm (XQM), felbontás: 0,01 mm, mérési pontosság: 0,05 mm (DQM), súly: kb. 9,5 kg.

Mért jellemzők: nyomtávolság, futófelület kopottsági értékei és a sínfejmagasság.

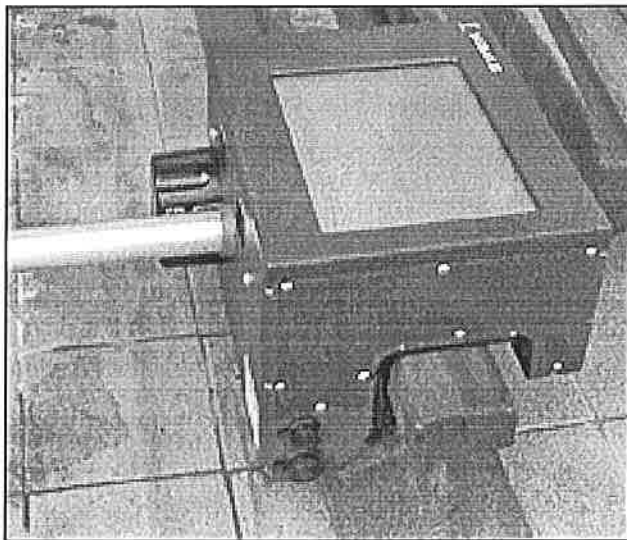


12. ábra. DQM sínprofilmérő

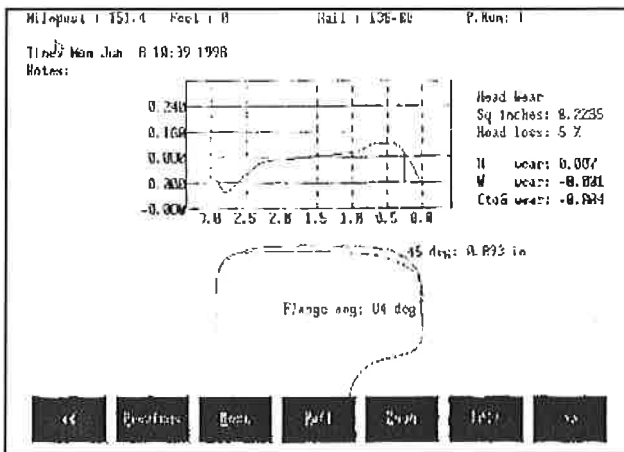
Reeves típusú sínprofilmérő készülék (13. ábra)

A sínprofil mérését a gyártó lézersugár segítségével oldotta meg. A sínprofil felvételét három lézerforrás biztosítja. A mérőműszer korszerű érintőképernyős kivitelben készül. A mérőberendezéshez tartozik egy irodai kiértékelő szoftver.

A mérőberendezésbe különböző típusú sínek adatai betáplálhatók és a mérés során a mért profillal összehasonlítható (14. ábra). A műszer segítségével az optimális sínprofil is meghatározható a csiszoláshoz.



13. ábra. Reeves sínprofilmérő



14. ábra. Képernyőn megjelenő rajzolat

Kézi hullámos sínkopásmérő

SWM kézi hullámos sínkopásmérő (15. ábra)

A készülékkel a hullámos sínkopás mérhető fel. A készüléket végig kell tolni a mérni kívánt sínszálon. A mérési eredményeket digitálisan rögzíti az adattároló. A mérési adatok az irodai rendszerben értékelhetők ki a hullámhossz függvényében (16. ábra).

A hordozható hullámos sínkopásmérő készülék műszaki paraméterei:

Méréstartomány: $\pm 0,25$ mm, felbontás: 0,01 mm

Mérésközök: 1 mm/2 mm/5 mm

Készülék: 12 V/2,6 A-h akkumulátor

Kézi vezérlő: 700 mA-h (4x NiCd-Mignon)

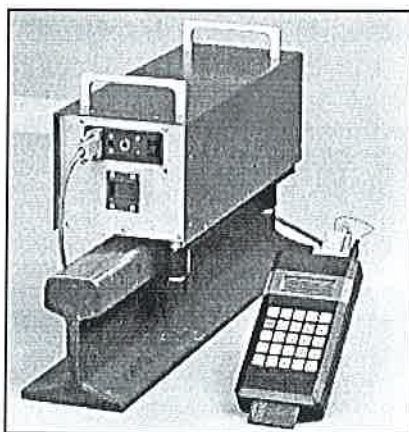
Mért jellemzők: különféle hullámhosszstartományra felvett hossz-profil-mérés (0–300 mm / 300–1000 mm / 1000–2300mm).

A hullámos sínkopás mérése a pályában egyre nagyobb jelentőséggel bír a síncsiszolás miatt. Az ilyen mérések célja a csiszolandó

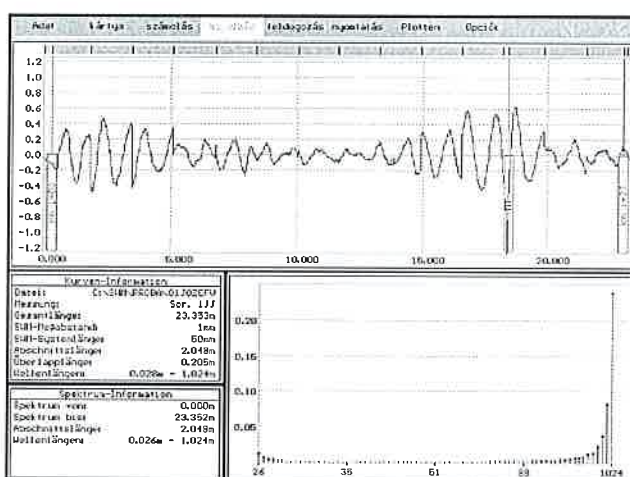
pályaszakaszok kijelölése, a szükséges csiszoló menetek számának prognosztizálása az adott vágányszakaszon, valamint a síncsiszoló cég munkájának átvétele.

Kézi hullámos
sínkopásmérő
(17. ábra)

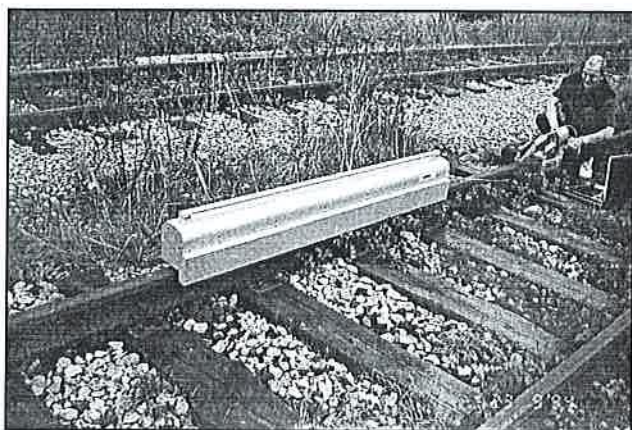
A mérőberendezés 1500 mm hosszú bázisú mérőgerendán méri a hullámos sínkopást. A mérési eredményeket adatgyűjtő egység rögzíti. Az eredmények értékelését az irodai rendszerben tudjuk elvégezni (18. ábra).



15. ábra. SWM hullámos sínkopásmérő



16. ábra. Hullámos sínkopás mérés eredménye



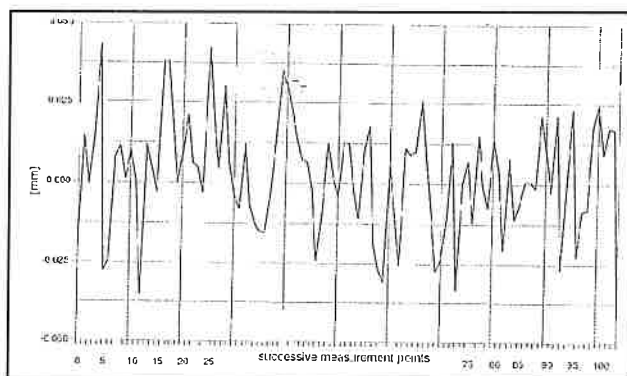
17. ábra. Kézi hullámos sínkopásmérő készülék

Egyenességmérő készülék

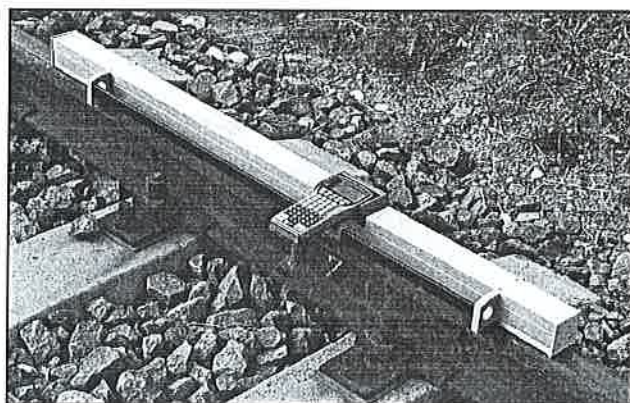
Az *egyenességmérő* mérőgerendából és a hozzá csatlakoztatható Psion Workabout kézi számítógépből áll (19. ábra). A mérőgerendában a mérés során, egy mágneses elven működő mérőszonda halad végig, lemérve a vizsgálandó felület és a mérőgerenda, mint bázis távolságát.

A készülék a MÁV-48, UIC-54 és UIC-60 kg/m típusú sínek futó- és vezetéki felületének mérésére alkalmas egyenesben, ívben és átmeneti ívben.

A mérés után a műszer a hullámosságot grafikusan megjeleníti, és a



18. ábra. Hullámos sínkopás mérés eredménye



19. ábra. Egyenességmérő készülék

szélsőértéket és az abszolút hibát numerikusan is megadja. A mérés alapján elvégzett munkálatok után a megismételt mérés eredménye összevethető az előzővel az egyidejűleg grafikonon megjelenített két mérési eredmény nvomán.

Semleges sínhőmérséklet mérő készülék (RailScan)

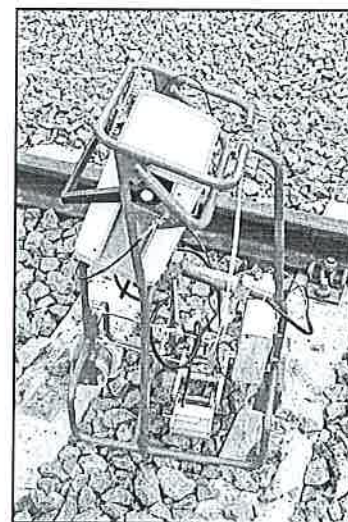
A hégzag nélküli vágányokban a hőmérsékletváltozás okozta dilatáció gátolva van. A gátolt dilatációból a sínben hosszirányú húzó- vagy nyomófeszültség keletkezik attól függően, hogy a sín vizsgált szakasza a vizsgálati hőmérsékleten (T) összehúzódna vagy kitágulna.

A sín hossza mentén még állandó hőmérsékleti és szélviszonyok mellett is változik a termikus feszültség. Az egyes aljakhoz való kapcsolatok erőviszonyai ugyanis korántsem állandók, így a termikus feszültség nagysága aljaközléknél is változó.

A módszerek közül a mágneses Barkhausen-zaj mérésén alapuló feszültségvizsgálatot részletesen ismertetjük, mert ezen elv alapján működik a RailScan készülék (20. ábra).

Ferromágneses anyagok átmágnesezésekor nagyfrekvenciás elektromágneses és akusztikus válaszjel keletkezik, ezt nevezik Barkhausen-zajnak. Nagysága függ az anyag szerkezetétől és feszültségállapotától.

A RailScan készülék működése mágneses Barkhausen-zaj mérés elvén alapul. A mért felület a sínnek a gyártási maradófeszültség szem-



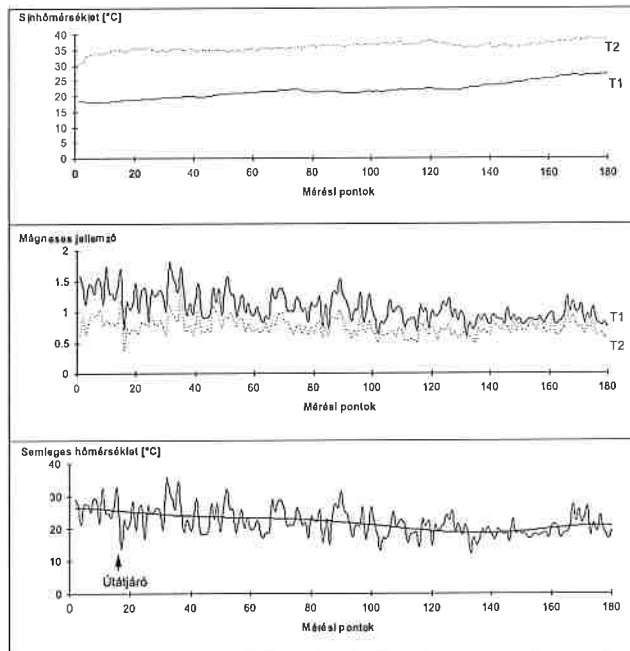
20. ábra. RailScan készülék

pontjából nullátmeneti része, a sín nyakán. A maradó feszültség változása az idővel a sín e részén viszonylag kicsi; a mérések szerint gyakorlatilag elhanyagolható. Ezzel szemben a gyártási maradó feszültség értéke akár egy sínzáton belül is változhat a hossz mentén. A RailScan a mért felületet hossz- és keresztirányban is átmágnesezve kapott Barkhausen-zajból egy mágneses jellemzőt határoz meg.

A mérést két különböző hőmérsékleten kell végrehajtani. A hégag nélküli vágányban a két eltérő hőmérséklet egy, elvileg számolható feszültségváltozást eredményez. Az ugyanazon pontokban (felületeken) két különböző feszültségállapotban végrehajtott mérés az adott pontra egy kalibrációt jelent, meghatározva az adott pontban mért mágneses jellemző feszültség érzékenységét. Ilyen módon tehát a sín minden mért pontja egyedi kalibrációt kap, mely a változó anyagszerkezettől, vagy gyártási maradó feszültségtől független. Ennek a kalibrációnak a kérdéses pontja a nullfeszültségű állapot.

A nullfeszültségű állapotra az említett, helyről helyre változó szerkezet és a változó maradó feszültség eloszlás miatt, nem lehet jellemző valamilyen kitértetett mágneses Barkhausen-zaj érték.

A vizsgálni kívánt sínen a mérés megismételhetősége érdekében a mérési keresztmetszeteket jelzőfestékekkel előre ki kell jelölni. A mérési pontok távolságát célszerű úgy megválasztani, hogy a 21–36 méteres sínarabonként legalább 4–5 mérési pont legyen oly módon, hogy a mérési pontok ne essenek hegesztések és szigetelt kötések közelébe (min. távolság 3 aljköz); ez átlagosan 4–10 aljközönkénti mérést eredményez. Erre azért van szükség, mert számos esetben a pályában mért feszültség a gyári sínzsalak hossza szerint periodikus feszültségeloszlást mutat. Ilyenkor a pálya semleges hőmérsékletét csak kellő sűrűségű mérés adja meg helyesen. (21. ábra.) Ugyanígy az egyes hegesztések közvetlen közelében végzett mérések a hegesztések lokális feszültségváltozását adják vissza és csak kevésbé a pálya átlagos feszültségét, semleges hőmérsékletét.



21. ábra. Ágyazatostora során kialakult semleges hőmérséklet eloszlás mérése RailScan készülékkel mintegy 2000 m hosszú szakaszon.

Fent: a mérési hőmérséklet változása a mérések során;

Középen: a mágneses jellemzők eloszlása;

Lent: a számolt semleges hőmérséklet eloszlása.

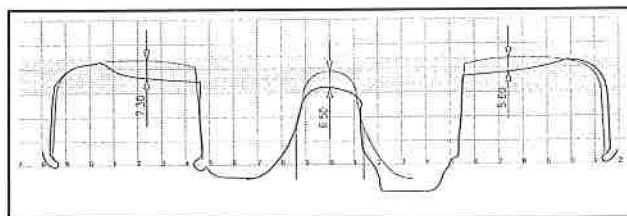
Profilmérő a kitérők geometriájának ellenőrzésére

A berendezés egy hordozható X-Y mérőműszer (22. ábra), amely az egyes vágányelemek profiljának pályában történő mérésére szolgál. A



22. ábra. Kitérő profilfelvevő

profilmérőt a kiválasztott mérési ponton rögzítve a kezelő végigvezeti a golyós mérőfejet a mérendő felületen vigyázva arra, hogy a golyós mérőfej ne veszítse el a kontaktust a mért felülettel. A profilmérő mérőrendszere a mérőfej pályáját X-Y koordinátájú pontok halmazává alakítja át és a műszer memóriájában rögzíti. A mérés befejeztével a mérési eredmények RS-232 kábelén PC-re tölthetők át, a mérőprogram segítségével a mérési eredmények gyorsan kiértékelhetők (23. ábra). A berendezés felhasználható új kitérők síngeometriájának ellenőrzésére, a pályában fekvő kitérők kopásának mérésére, a javítás szükségességének prognosztizálására és a javítás utáni átvételre.



23. ábra. Keresztezési középrész XY rajzolata

Ultrahangos sínvizsgáló készülék

A sínekben, illetve a kitérőkben előforduló gyártási és fáradásos anyaghibák kimutatására több módszert dolgoztak ki, de a gyakorlatban az ultrahangos vizsgálati eljárás bizonyult a legalkalmasabbnak.

Több mint 30 éve vizsgálják ultrahanggal a világon a vágányokat és egyéb szerkezeti elemeket.

A vágányok, illetve a kitérők speciális vizsgálatára fejlesztették ki a MÁV Rt-nél az ultrahangos sínvizsgáló készüléket (24. ábra).

A merőleges sugárzó vizsgálatfejjel a vízszintes és közel vízszintes sínhibák a fejben és a síngerincen (vízszintes fejtrepedések, lunkerek) mutathatók ki.

A ferdén sugárzó 45°-os és a 70°-os sugárzó fejekkel a ferdén elhelyezkedő sínhibákat, illetve a hegesztési hibákat (vese alakú hibákat, hegesztési zárványokat, öszszeolvadási hibákat) ismerhetünk fel.



24. ábra. Ultrahangos sínvizsgáló készülék

Reaktor a szfinx mellett

Bácskai Péter

Az a megtiszteltetés ért, hogy a KFKI-AEKI felkért az egyiptomi Inshass-ban található, kísérleti reaktor anyagvizsgálati munkáinak ellátására. A munkálatok elvégzése során, a Paksi Atomerőmű Kritérium Gyűjteményére, és néhány, a Paksi Atomerőműben alkalmazott anyagvizsgálati keretprogramra kívántam támaszkodni. Az egyiptomi fél kérésére, az anyagvizsgálati munkák egy részét, a programból töröltük. Beszámolómban – mely kötetlen, baráti beszélgetés, útleírás, és semmiképp sem oknyomozó riport – néhány tény, körülményt, elkerülhető botlást szeretnék megvilágítani, mely másoknak, hasonló esetben hasznára lehet.

Persze, ha Allah is úgy akarja!

A KFKI-AEKI azzal a megtisztelő feladattal keresett meg még 1999-ben, hogy az egyiptomi Inshass-ban épült kísérleti reaktor anyagvizsgálati munkáinak vizuális, festékbehatolásos és falvastagság-mérési munkálatait tervezzem meg és végezzem el. Tekintettel arra, hogy a Paksi Atomerőműben hasonló munkakört látok el, a feladat nem volt idegen.

A készülő vizsgálati technológiának, a Paksi Atomerőműben alkalmazott vizsgálati technológiák adták alapját, és az ott érvényes keretprogramok nagy segítséget nyújtottak a vizsgálati tervek elkészítésében. Minthogy a reaktor (1. ábra) alapkonstrukciója megegyezik a KFKI-AEKI-ben működő reaktor eredeti konstrukciójával, így sok ismeretet beszerezhettem róla már idehaza. Ennek megfelelően, izgatott várakozással tekintettem a különleges feladat elébe.



1. ábra. A kísérleti reaktor

Az alapkonstrukció a KFKI-AEKI-ben épült reaktorral azonos

Aki már járt a Paksi Atomerőműben, az tudja, hogy kínosan ügyelünk a munkahelyek tisztaságára. Anélkül, hogy párhuzamot szeretnék vonni egy energetikai reaktor és egy kutatóreaktor lehetőségei között, meg kell vallanom, első látásra kicsit meglepett az európai mentalitástól gyökeresen különböző felfogás. A munkavégzés során gyakran tapasztalhattuk, hogy a technológiai fegyelem, a munkaköri felelősség, a minőségbiztosítás, arrafelé idegen fogalmak. A dozimetriai fegyelem gyerekcipőben jár, ám emeljük ki ismét, hogy ez nem energetikai reaktor – tehát a dózisviszonyok lényegesen „szelídebbek” – ám a dozimetriai fegyelem MIN-DEN atomreaktornál szükséges, annak működésével együtt jár, mindennapi dolog kellene, hogy legyen (2. ábra).

Az első munkanapom bejárással telt, megismerkedtem a munkavégzések majdani helyszíneivel, és azok előkészítettségi állapotával. Ennek során megértettem, hogy a nagy, nyugati cégek miért csak úgy vállalnak munkát, hogy az utolsó segédmunkást is ők viszik magukkal, beleértve a takarító személyzetet is.



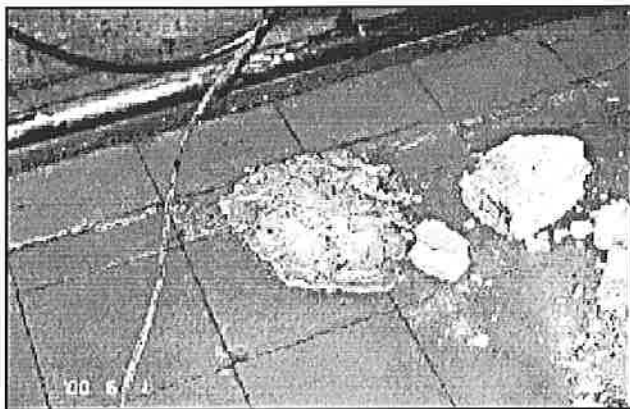
2. ábra. Bejárat a primer körbe.

Kutatóreaktorok esetében persze, az ilyen „felfordulás”, ami egy nagyjavítással jár, tíz-tizenöt évente fordul elő. Tisztelt olvasóimnak a karbantartás hazai pálya, és természetesen vesznek olyan dolgokat, melyek itt óriási problémaként álltak elő. Jó például szolgálhat erre a nagynyomású mosóberendezés, mely a karbantartással naponta foglalkozó cégek esetében mindennapos eszköz, míg a kutatással foglalkozó szakemberek csodálatos, új dolgot ismerhettek meg benne. Az első napok tanulságaként az fogalmazódott meg bennem, hogy egy munka elvégzéséhez nem csak a berendezéseket, hanem a személyzetnek, az általunk használt technológiai fogalmakról – pl. előkészítés, koordináció – alkotott fogalmait is meg kell ismernünk (3. ábra).



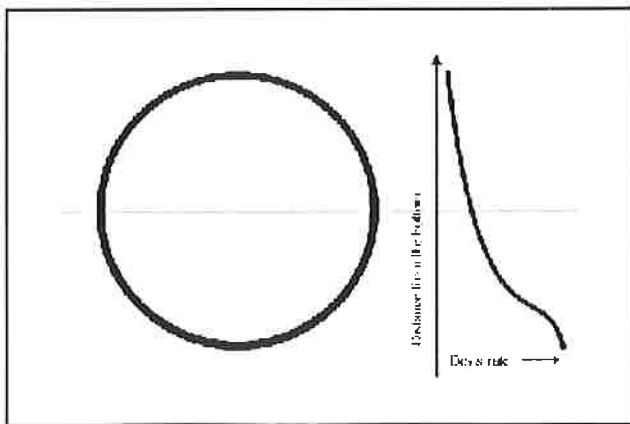
3. ábra. Vizsgálatra „előkészített” varrat

Az egész rekonstrukció, melynek egy parányi – ám megbecsült és fontos – szelete volt az anyagvizsgálati volumen, kooprodukcióban (joint-work) történt. A következő napok során a vizsgálati területek előkészítése történt, felkészülés a vizsgálatokra, dózistérképek készítése. Tekintettel arra, hogy méréseink alapján egyes vizsgálati helyek (primer körű szivattyúk, főkeringtető csővezetékek) környékén magas dózisértékeket mértünk, dozimetriai kontrollt, és a magas értékek leszorítását kértük. A primer körű szivattyúterem egy pontján, a cementlapokkal borított beton aljzat egy részében, kiugróan magas értéket detektáltunk. Elsősorban az okok kiderítését és megszüntetését kértük. Lendületünk ekkora már átragadt az ott dolgozókra, s másnapra sommásan elintézték a padlóres kérdését: kiöntötték ólommal (4. ábra). Minthogy a sugárzó test benne maradt, dózisa alig csökkent, de innentől kezdve nem volt kérdés mit tegyünk vele, mert nem lehetett tenni semmit.



4. ábra. Ólommal kiöntött padlórés

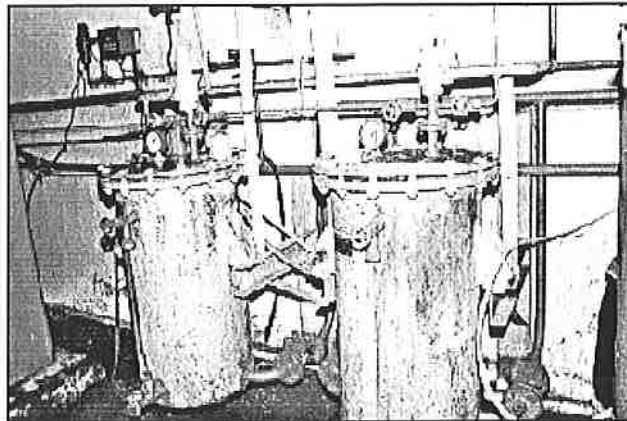
A csővezetékek lemosása után, a dózis értékek nem, vagy alig változtak. Felmerült a kérdés, hogy a mosás esetleg nem terjedt ki minden részre, vagy esetleg az alkalmazott tisztítószer nem volt megfelelő. A megismételt mosatás eredménytelensége után azonban ez a gyanú eloszlott, s magyarázatot próbáltunk találni a jelenségre. A csővezetékek dozimetriai mérése során – dozimetrikusunk javaslatára – térbeli eloszlást is mértünk. Érdekes eredményekre jutottunk. A cső keresztmetszeti dóziseloszlásának alsó hányadában, rendre kiugró értékeket mutatott. Ez arra engedett következtetni, hogy a csővezetékek átmosatása nem, vagy nem megfelelő mértékben történt meg, s azok alján lepedék, iszap, illetve egyéb szennyeződés formájában, radioaktív anyag rakódott le. Hosszas utánjárással fény derült rá, hogy a mosatás már hetekkel azelőtt megtörtént, többször is. Sajnos ugyanazzal a vízzel. A mosó vizet pedig benne hagyták a rendszerben. Így a lebegő szennyeződések lerakódtak a csőek aljára. A kérdésre, hogy mi indokolja a víztakarékosságot, egyszerű választ kaptunk: nincs ioncserélt vízük. A művelet fontosságát hangsúlyozva ragaszkodtunk a rendszer átmosatásához. Hosszas tárgyalások és egyeztetések után, látogatást tettünk a vízüzemben, ahol csüggedten tapasztaltuk, hogy a víztartályok bizony teljesen üresek. A vízprobléma továbbra is fennállt, amit a vízüzem megte-



5. ábra. Dóziseloszlás, a csőkeresztmetszet függvényében.

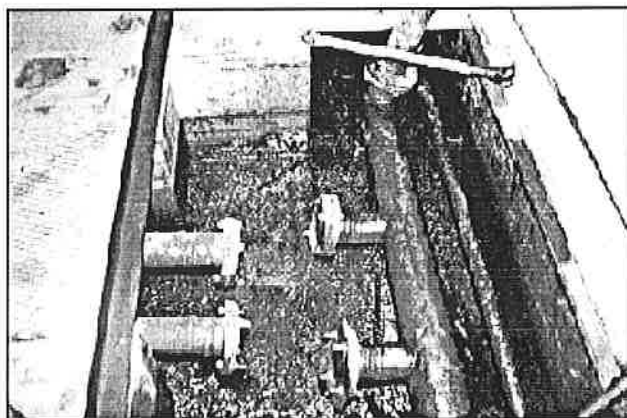
kintése után meg is értettünk. Noha a szerződés értelmében a vízkezelő üzem is teljes felújításra került, addig mégsem várhattunk. Egyiptomi partnereink páratlan találékonysággal, lajtos kocsikkal hozattak desztillált vizet, amit a harminc méter magasan lévő víztartályokba tűzoltóautó szivattyújával nyomtak fel. Így aztán a probléma, a felek konstruktív hozzáállásának köszönhetően, megoldást nyert. A megismételt mosatások után, a csővezetékek környezetében a dózis drasztikusan csökkent, igazolva ezzel feltételezéseinket.

Az anyagvizsgálati munkák egyik legfrekvenciáltabb helyszíne, a primer körű szivattyúterem volt. Itt falvastagságméréseket, vizuális és festékbetárolós vizsgálatokat terveztünk.



6. ábra. A régi vízkezelő rendszer

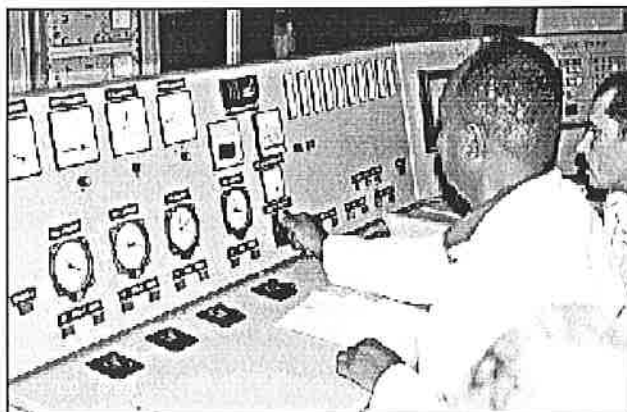
A terület előkészítettsége, a mi foglalkozásunk szerint nem történt meg. Többnapos munka árán sikerült a csővezetékeket fizikailag megközelíthetővé tenni, ám ismét közbeszólt a dozimetriai ellenőrzés. A csővek alatt futó speciális szennyvízgyűjtő csatorna (spec-csatorna) csővezetékének betoncsatornája, a megengedettnél jóval nagyobb értékeket mutatott. A fedelet eltávolítva, ennek oka azonnal kiderült. Valamennyi tolozárat – ilyen, vagy olyan céllal – leszerelték (7. ábra). Kértük a csatorna átmosatását és a beton tér dózismentesítését.



7. ábra. A speciális szennyvízgyűjtő csatorna

Az akadályok elhárítása mind-mind időbe tellett. Emiatt egyes munkákra egyszerűen nem maradt idő. Minthogy az egyiptomi fél szerette volna mielőbb visszakapni a reaktort, az ő kérésére egyes anyagvizsgálati munkákat a programból, közös egyeztetés után, töröltünk.

Azóta sokszor átbeszélgettük a vélhető okokat, a körülményeket. Az egyik lehetséges megoldást, a Paksi Atomerőműben jól bevált előké-



8. ábra. A reaktor visszaindulásának izgalmas percei

szítési és koordinációs rendszer alkalmazása jelenthette volna, az- az már a tervezés során, a fázisokra bontott munkákhoz, azonnal hozzárendelik a felelősöket és a végrehajtási határidőket. Persze mit sem ér a legszigorúbb munkatervezés sem, ha nem tartjuk be következetesen az abban rögzíteteket. Ennek a munkának a során megtanulhattuk, hogy a papírmunkának bélyegzett, sokszor feleslegesnek tartott minőségbiztosítási rendszer igenis szükséges. Még akkor is, ha sokszor nyűgnek, elbonyolított bürokráciának érezzük azt.

Végső tanulságként az fogalmazódott meg bennem, hogy ha idegen országban, idegen emberekkel akarunk eredményesen együtt dolgozni, idegen körülmények között, akkor előre ki kell tapasztalni az idegen munkakultúrát ahhoz, hogy



ményességéhez. Remélem, eljut hozzájuk köszönetem.

Inshallah!

kiváló eredményt produkálhassunk.

A nehézségek, közös akarattal mindig leküzdhetőek. Csak meg kell találni a közös hangot. Ennek köszönhető, a 8. ábrán rögzített örömteli esemény, a reaktor újraindítása.

Köszönettel tartozom a KFKI-AEKI munkatársainak, akikkel együtt dolgozhattam, és akiknek engedélyével felhasználhattam a fotókat. Köszönettel tartozom továbbá, mindazon kedves egyiptomi munkatársainknak, akiknek személyes segítsége nagymértékben hozzájárult a munka eredményességéhez.

Szakképzés

Anyagvizsgálók képesítésének és tanúsításának néhány változásáról

Mint ismeretes a Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés az anyagvizsgálók képesítését (1994-től) és tanúsítását (1995-től) végzi.

A képesítés az Országos Képzési Jegyzék (OKJ) által előírt tematika alapján meghatározott követelmények szerint, a tanúsítás pedig az MSZ EN 473 szabvány előírásainak megfelelően folyt, illetve – egyes elvégzett fejlesztések alapján – jelenleg is folyik.

A képesítés jogosultságát az MHE az Oktatási Minisztérium pályázat alapján kijelölt Vizsgaszervező Intézményként (14/2000.(VI.28.)), a tanúsítást pedig a Nemzeti Akkreditáló Testület (NAT) anyagvizsgáló személyzettanúsítási akkreditációja (az MSZ EN 45013 szabvány előírásai) alapján gyakorolja.

Tekintettel arra, hogy mindkét rendszer követelményei lényegében – egyes vizsgarészek formájától, valamint a vizsgáztató személyek elnevezéseitől eltekintve – azonosak, sikerült az „egy tanfolyam, egy vizsga” elvét fenntartva a vonatkozó eljárásrendeket – elsősorban gazdasági és hatékonysági szempontokat szem előtt tartva – úgy kialakítani, hogy az anyagvizsgáló és a gazdálkodó szervezete, az állami képesítéssel együtt az európai tanúsító szabványnak (MSZ EN 473) is megfelelő tanúsítvány birtokába is jusson.

A képesítő és tanúsító rendszerben – bevonva több, az előírt feltételekkel, gyakorlattal, tanfolyamszervező és vizsgafeltételekkel rendelkező gazdasági szervezetet (Rt, Kft, Bt), valamint több mint 30 fő tanúsító szakértőt, továbbá tanácsadó és az akkreditáció során előírt vezető testületeket – eddig a 9 fajta roncsolásmentes eljárás I., II. és III. fokozatában 3328 fő szerzett képesítést, illetve tanúsítványt.

A jelenleg működő tanúsítási rendszer fejlesztése eddig is folyamatos volt (tanúsító szakértők továbbképzése, szabályzatok, utasítások, információk megjelenése stb.), de ez évben ez szükségszerűen felgyorsul a következők miatt:

1. A képesítési rendszerben bekövetkező változások: a várhatóan fél éven belül megjelenő OKJ miatt:

- tematikák és követelmények átdolgozása (szinkronban az MSZ EN 473:2000-es szabvánnyal);
- ezek bevezetése;
- a felkészítő tanfolyamok és vizsgák teljes – elsősorban költségfedezeti rendelkezések (OM 1/2001.(I.16.)) – szétválasztása, ami egyébként eurokonform, de mindent el kell követni, hogy ez a képesítések és tanúsítások színvonalát tovább növelje.

2. A tanúsító rendszerben bekövetkező változások alapját a közeljövőben megjelenő (vagy e cikk megjelenésekor már kiadott) MSZ EN 473:2000 számú, az anyagvizsgálók tanúsításának európai rendszerét tartalmazó szabvány adja.

A változások előkészítése az előző évben már megkezdődött a felosztott részben vagy teljesen elvégzett tevékenységek formájában.

Az MHE többek között a következőkre kért és részben már kapott javaslatokat:

- a tematikák fejlesztése a jelen és a közeljövő követelményei alapján;
- a vizsgakérdések korrekciója;
- a vizsgarendek korszerűsítése;
- a gyakorlati vizsgák lefolytatásának szakmai és gazdasági szempontjai.

Az MHE a fejlesztések érdekében többek között a következő intézkedéseket tette:

- információk lapok elkészítése és terjesztése;
- igazgatói utasítások a vizsgáztató szakértők feladataira, valamint a tanfolyami vizsgák lefolytatására a tanúsítást bonyolító alvállalkozók részére;
- a gyakorlati vizsga/vizsgálati technológia értékelések alapelveinek elkészítése;
- az anyagvizsgálók etikai kódexének elkészítése;
- az Európában már megjelent és Magyarországon is a közeljövőben megjelenő MSZ EN 473:2000 szabványnak megfelelően a korábbi ipari és termékszektorok megváltoztatása és a korábbi tanúsításokban szerzett vonatkozó szektorok megfeleltetése, besorolása;
- az MHE akkreditálása a TÜV Cert által elismert vizsgaközponttá, amely az európai érvényű tanúsítványok megszerzését teszi egyszerűbbé és olcsóbban megszerezhetővé.
- új tanúsítványi forma kialakítása és bevezetése.

E cikk természetesen csak nagyvonalakban tartalmazza az elvégzendő – a célkitűzéseknek megfelelő – feladatokat, amelyek végrehajtása elkezdődött, de többségük még teljesítésre vár.

A Marovisz által rendezett egri konferencián az itt leírtak bővebb kifejtésére és megvitatására is lesz mód.

Dr. Szabó Béla, MHE

A film és a digitális radiográfia

Szakács Sándor *

Az Agfa ipari röntgen üzletága 1939-ben bocsátotta útjára az első röntgenfilmet. Ez alatt a több mint hatvan év alatt az Agfa a röntgenfilmek széles skáláját fejlesztette ki, amelyek a minőség és a biztonság területén a legmesszebbmenőkig eleget tesznek a legkülönbözőbb szabványok előírásainak is.

De a fejlődés töretlen, és ennek a célnak érdekében integrálta az Agfa a digitális megoldásokat is a termékei közé.

Egy digitális radiográfiai rendszer sikeres bevezetésénél különböző tényezőket kell figyelembe venni. Ezek közé tartoznak többek között a besugárzás időtartama, a képminőség és a produktivitás.

A mindenkor alkalmazási lehetőség határozza meg a megfelelő rendszer kiválasztását az alábbiak közül.

Digitális radiográfiai rendszerek:

- Filmdigitalizáció szkenneléssel
- Komputerezált radiográfia tárolófóliákkal
- Direktradiográfia amorf-szelén detektorral

Filmdigitalizáció szkenneléssel

Többlatinformációhoz juttat bennünket, amit már a digitalizált kép ad és hosszú időre megoldja az archiválási problémákat.

Ez a rendszer egy lézersugár nyalábbal pixelről pixelre haladva lekapogtatja a film feketedésszerű különbségeit egészen a 4,1-es optikai denzitásig. Ezek a rendszerek nagyon dinamikusak, mert egy lépésben fogják össze a különböző feketedési értékeket.

Minden szkennelés előtt a rendszer öndiagnózist végez, hogy a készülék exakt és állandóan megismételhető méréseket végezhesen. Ennek a készüléknek az optikai rendszerét úgy alakították ki, hogy csak minimális kalibrálásra és tisztításra van szüksége.

A rendelkezésünkre álló két típus: a Radview FD 100 és az FD 50 felbontó képessége különböző.

A szkennelhető filmméret: 9x18 cm-től 35x43 cm-ig. Az 50 µm-es szkennert is fel tudja dolgozni a 35x43 cm méretű filmet, de csak a közép-ső 25 cm-ét.

Komputerezált radiográfia tárolófóliákkal

Ez az eljárás film helyett a sokszor felhasználható (több, mint ezer alkalom) foszforlemez sugározza be. A látens képet már tartalmazó tárolófóliák (foszforlemez) szkenneléskor egy lézersugár segítségével a képinformáció látható fény formájában szabadabbá válik, melyet digitalizált adathalmazzá átalakítva végül is digitális kép alakul ki.

A tárolófóliák felhasználhatók a szokványos röntgenfilm kazettákban, akár erősítő fóliákkal is, vagy anélkül. A besugárzott foszforlemez manuális úton kell az adatfeldolgozáshoz a készülékbe helyezni. A rövid időtartamú szkennelés után, az újabb felhasználás céljából, egy speciális készülék törli az adatokat a lemezről. Ez a rendszer mobil alkalmazási lehetőséget nyújt és a vele elérhető képminőség az Agfa Structurix D7 röntgenfilmével azonos.

Direktradiográfia amorf-szelén detektorral

A technológia lényege, hogy a röntgensugárzást egy ún. vékony rétegű amorf-szelén tranzisztor-mátrix érzékeli és direkt módon digitális jelekké alakítja át.

A 2560 x 3072 mátrixelemű érzékelő felvételezési tartománya: 35x43 cm. A behatoló röntgensugárzás a szelénréteg detector struktúráját direkt elektron-defektelektron párképzéssel módosítja. Ezeket a töltéseket a gyűjtőkondenzátorok egyenként befogják és egy speciális elektronika segítségével kiolvassák. Az eredmény egy 14 bites digitális kép, ami a monitoron azonnal megjeleníthető, és amiről akár másolat is készíthető, valamint tárolható és más felhasználókhoz elektronikus úton továbbítható. Ezzel a módszerrel már a D4-es filmminőségnek is megfelelő digitális képet lehet készíteni.

* Agfa-Gevaert – Délkelet-európai Régió

Az acél sugárzáselnyelő képességére vonatkozó adatok meghatározása radiográfiai filmek gyári jellemző adatai alapján

Jung József*

Matematikai alapok

A sugárzás elnyelődésének törvényeiből könnyen levezethető, hogy egy anyag $d_{1/2}$ felező rétegvastagsága a következő képlettel számolható ki:

$$d_{1/2} = (\ln 2) / \mu = 0,593 / \mu \quad (1)$$

ahol μ a lineáris abszorpció együttható. Teljesen hasonlóan származtatható, hogy a sugárzás intenzitását N -ed részére csökkentő réteg vastagsága:

$$d_{1/N} = (\ln N) / \mu \quad (2)$$

(1) és (2) alkalmazásával:

$$d_{1/2} = (\ln 2) / (\ln N) \cdot d_{1/N}$$

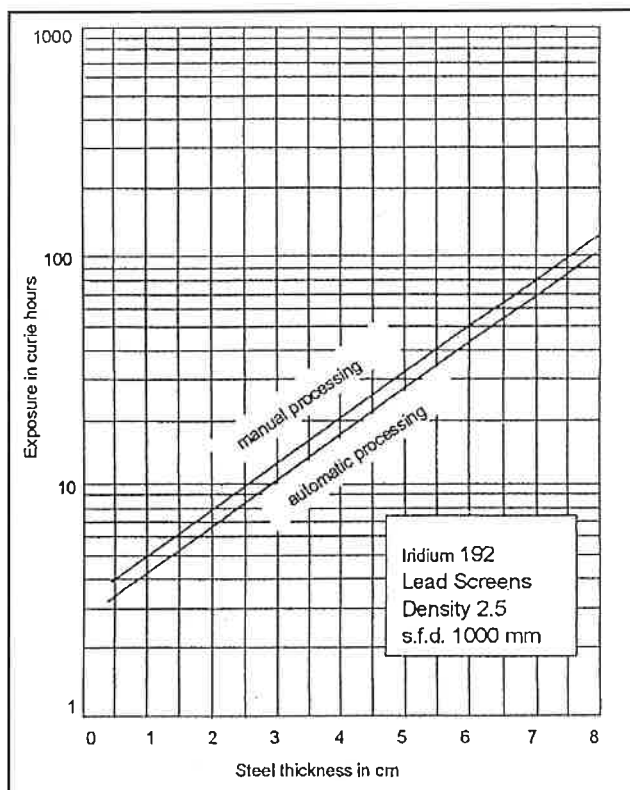
Abban az esetben tehát, ha egy radiográfiai filmet gyártó cég

expozíciós nomogramból meg tudjuk állapítani a sugárzás intenzitását N -ed részére csökkentő anyag vastagságát, abból a felező rétegvastagság kiszámítható.

Az alkalmazott módszer

Adott fajtájú gamma-sugárforrás, egy kiválasztott film és állandó fókusz-film távolság esetén ahhoz, hogy azonos legyen a feketedés, azaz a filmben elnyelődő dózis, növekvő anyagvastagság esetén növelni kell a sugárforrás aktivitását és/vagy az expozíciós időt. Könnyő belátni, hogy mivel a sugárzás abszorpciója az anyagvastagságtól exponenciálisan függ, az aktivitás és az expozíciós idő szorzatának az azonos feketedéshez logaritmikusan kell változnia. Ez azt jelenti, hogy ha az aktivitás és az expozíciós idő szorzatát, azaz a GBq·h vagy a Ci·h értéket logaritmikus skálán ábrázoljuk, ez a szorzat az anyagvastagságnak lineáris függvénye lesz. Az egyenes helyzete a kiválasztott film érzékenységétől, illetve miként az az 1. ábrán látható, a filmkidolgozás módjától függ, a meredeksége pedig a sugárzás elnyelődésére jellemző.

* ÁNTSZ Fővárosi Intézete



1. ábra. Minta egy expozíciós nomogramra (Kodak Industrex AA400)

Röntgen-sugárforrások esetén hasonló a helyzet, azzal a különbséggel, hogy ott az aktivitással analóg mennyiség a csőáramerősség, tehát a mA·min szorzat lesz a vizsgált anyag vastagságának lineáris függvénye.

Abban az esetben, ha két kiválasztott GBq·h (Ci·h) vagy mA·min szorzatnál leolvassuk a hozzájuk tartozó anyagvastagságokat, az előbbieket aránya megadja, hogy az utóbbiak különbségének megfelelő vastagságú anyag hanyad részére gyengíti a sugárzást. Praktikus okokból, tekintettel arra, hogy logaritmikus skálán pontatlan az interpolálás, célszerű egész számú szorzatoknál leolvasni a hozzájuk tartozó anyagvastagságokat. Elvileg és gyakorlatilag is mindegy, hogy melyik típusú film egyenesen végezzük el a fenti műveleteket. Célszerű azonban minél több leolvasásból kiszámolni a felező rétegvastagságot, mert akkor tudunk átlagolást végezni, és ezáltal pontosabb értéket kaphatunk.

Eredmények

A szerző rendelkezésére az Agfa-Gevaert és a Kodak radiográfiai filmjeiről állnak rendelkezésre részletes expozíciós nomogramok. Az acél felező rétegvastagságára ezekből számított kerekített adatokat az 1. táblázat tartalmazza. Az eredmények relatív hibája (szórása) 1–5% között van, és ez elsősorban a leolvasási szubjektívizmus következménye.

A táblázatban két dolog a feltűnő. Az egyik az, hogy a Kodak prospektusa alapján számított felező rétegvastagságok a CO-60 kivételével szisztematikusan magasabbak az Agfa-Gevaert gyártmányismertetője alapján számítottaknál. Ez részben magyarázható például azzal, hogy a Kodak által alkalmazott röntgenberendezés esetleg olyan szűrővel volt ellátva, amely keményebbé tette a sugárzást. Ir-192 esetén az eltérésre a szerzőnek nincs magyarázata.

A másik feltűnő dolog az, hogy az adatok alapján a Se-75 sugárforrás keményebb sugárzó még a 260 kV egyenfeszültségű röntgencsőnél is. (A különbség még nagyobb lenne lüktető egyenfeszültségű röntgenforrás esetén.) Az eredmény igazából nem meglepő, hiszen a Se-75 sugárforrás gamma-vonalai energiájának az intenzitásokkal súlyozott

1. táblázat: Az acél felező rétegvastagsága különböző sugárzások esetén

Röntgen sugárforrás [kV]*, illetve radionuklid	Acél felező rétegvastagság [mm]	
	Agfa-Gevaert	Kodak
100	1,4	2,4
120	2,1	
140	2,9	3,3
160	3,4	
180	4,3	4,8
200	4,9	
220	5,5	6,6
240	5,9	
260	6,5	7,6
300		8,8
Se-75	9,9	
Ir-192	12,1	15,2
Co-60	21,9	22,3

* Egyenáramú gerjesztés

átlagos 215 keV, míg egy 260 kV egyenáramú gerjesztésű röntgencső átlagos fotonenergiája csak mintegy 170–180 keV-nek tekinthető.

Összefoglalás

A kapott eredmények alapján a közölt módszer csak tájékoztató jelleggel alkalmas az acél, illetve bármely anyag felezőrétege vastagságának meghatározására, annál is inkább, mivel a felező rétegvastagság egzaktul csak monoenergiás sugárzásra (pl. Cs-137) definiálható. A bemutatott számítási mód inkább az egyes sugárforrások hibakimutató képességének elvi becslésére ad lehetőséget. A sugárzás elnyelődésének pontos figyelembevételéhez az egymás után következő felező rétegvastagságoknak az előző rétegvastagsághoz viszonyított arányát, azaz a sugárzásnak az elnyelődés következtében fellépő „keményedését” is ismernie kellene.

Miért és hogyan kell megmérni az ipari röntgengépek fókuszát?

Berta László*

A fókuszolt mérés kötelezettségéről 2000-ben jelent meg magyar szabvány. Az eljárást az MSZ EN 12543 számú szabvány 1-5 része szabályozza. Ezzel egyidejűleg életbe lépett az MSZ EN 12544 számú szabvány 1-3 része is, amely a röntgenberendezések csőfeszültségének mérését és értékelését szabályozza. Ez a két szabvány újabb feladatokat ró a vizsgáló-laboratóriumokra és a szervizekre.

A Ke-Tech Kft-ben felkészültünk arra, hogy az általunk forgalmazott berendezéseken ezeket a vizsgálatokat elvégezzük.

A fókusz vagy más néven katódolt mérésére az MSZ EN 12543 öt eljárást sorol fel:

- 1) Páztázó eljárás
- 2) Furatkamera
- 3) Réskamera
- 4) Élmódszer
- 5) Kis- és mikrofókuszú készülék

Meg kell jegyezni, hogy bármilyen egyszerűnek látszik az eljárás, mégsem az. A különböző adapterek, csatlakozók és kamerák külső méreteit 0,1, míg a belső méreteit 0,01 mm pontosan kell elkészíteni.

Az elkészült felvételeket a mérési eljárástól függően kell kiértékelni, az effektív fókuszot megadni.

Az általunk alkalmazott lyukkamerás eljáráshoz AGFA röntgenfilmet kell használni, és 0,1 mm osztású mérőhálós nagyítóval kell értékelni a felvételt.

* Ke-Tech Kft. Budapest

Európai radiográfiai vizsgálati szabványok bevezetésének és alkalmazásának nehézségei Magyarországon

Skrek Mátyás* – Tóth Endre*

Az a törekvés, hogy csatlakozzunk az Európai Unióhoz, a radiográfiai vizsgálati szabványosítás terén is új feladatokat jelent. Az új feladat természetesen mindig bizonyos nehézséget okoz és ez különösen igaz ebben az esetben, amikor a hazai gyakorlatot kell a külföldihez igazítani. Az alábbiakban mondanivalónkat az Európai Szabványügyi Bizottság (a CEN) által 1994-ben jóváhagyott EN 444 számú, Roncsolásmentes vizsgálat. Fémek röntgen- és gamma-sugaras radiográfiai vizsgálatának alapjai című szabvány bevezetése kapcsán foglaljuk össze.

Az említett dokumentum MSZ EN 444 számú szabványként 1999 április havában lépett életbe a megfelelő CEN szabvány angol szövegének fordításaként. Ehhez hazai vonatkozásban a tárgykör és az alkalmazás tekintetében legközelebb áll az MSZ 4310/6-86: Hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálata. Legfeljebb 50 mm vastag acéllemezek hegesztett tompakötéseinek radiográfiai vizsgálata című magyar szabvány.

Első látásra a két említett szabvány felépítése, szerkezete és tartalma egymásnak megfelel. Ez azzal is magyarázható, hogy a magyar szabvány lényegében már nemzetközi egyeztetéssel, az ISO 1106/1-1984 anyag felhasználásával készült el. Az említett EN 444 szabvány azonban, amint a címből is következik, fémek vizsgálatára, míg az MSZ 4310/6 a hegesztett kötések vizsgálatára vonatkozik. Így tehát az EN 444 szabvány, amelynek használata egyébként is csak önkéntes, nem helyettesítheti, vagy válthatja fel az érvényes magyar szabványt. Gondot csak az jelent, hogy egyes esetekben az EN 444 előírásait kívánják meg a szerződő felek, kiindulva abból, hogy az EN 444 szabvány az általánosabb érvényű és így a hegesztett kötések vizsgálatára is vonatkozik. Itt csak megjegyezzük, hogy kiadás előtt áll az EN 1435 európai szabvány magyar változata, amely viszont teljesen fel fogja váltani a megfelelő MSZ 4310/6 szabványt és ez utóbbi anyag is az EN 444-ből indul ki, de annál lényegesen részletesebb.

De nézzük kissé közelebről, mi jelent nehézséget, ha az eddigi magyar szabványt a korszerűbb nemzetközi előírások váltják fel. Mivel e helyen csak néhány gondolat felvetésére van mód, a részletesebb elemzés a későbbiek feladata lesz.

Eddig is, új előírásokban is A és B osztályba sorolhatók a vizsgálatok. Ezek kissé eltérő meghatározása nem jelenthet nehézséget. Újdonság viszont, hogy az érintett feleknek előzetesen kell megállapodni abban, hogy melyik vizsgálatfajtát alkalmazzák. Az egyes vizsgálatok esetében számos feltétel van, amely a besorolást az MSZ és az EN tekintetében másképp befolyásolja. Így már a vizsgálatok osztályba sorolásánál olyan eltérések adódhatnak, amelyek később viták okai lehetnek.

A képmínőség-jelzők használatát minden szabvány megköveteli. E területen nehézséget csak az jelent, hogy a magyar és a nemzetközi anyagok más-más szabvány szerinti képmínőség-jelzőt követelnek meg. Az, hogy a jelenlegi hazai és a nemzetközi szabványok más-más előírásokat vesznek figyelembe, számos más helyen is előfordul a két anyagban.

A szabványok egyaránt foglalkoznak a felvételi készítés eljárásaival. Egyértelmű, hogy röntgenkészülékek alkalmazásánál törekedni kell a lehető legkisebb csőfeszültség használatára. A magyar és az európai előírásokban grafikonon lehet leolvasni a maximális csőfeszültséget az anyagvastagság függvényében. Előnye az MSZ EN 444 szabványnak, hogy nem csak acélra, de más fémekre is ad előírást, de acélra a kis átsugárzott vastagságokra pl. kétszer akkora értéket ad, mint az MSZ 4310/6.

Nagyobb a gond a radioizotópokkal végzett vizsgálatok esetében. Amíg az A osztályú vizsgálatoknál az Ir-192 és a Co-60 használata esetében a vastagság alsó határa megegyezik, addig a B osztályú vizsgálatoknál az Ir-192 esetében kétszeres a különbség, és – a magyar előírással ellentétben – az európai szabvány a Co-60 használatát is engedélyezi. További gond, hogy az MSZ EN 444 kis átsugárzott vastagságtartományoknál előírást ad a Tm-170 és az Yb-169 sugárforrások használatára, ami jelenleg a magyar gyakorlatban nem fordul elő és ezt így most a szerződések megkövetelhetik. Nehézséget jelenthet ez esetben, hogy a vizsgálóeszközök, munkatartóink irídiumra és kobalttra vannak engedélyezve. Végső esetben ökológiai szabálynak vehető, hogy a kisebb energiájú túlium és itterbium forrásokból a jelenlegi eszközök irídiumra érvényes névleges aktivitásának megfelelő sugárforrások bármikor betölthetők az ÁNTSZ hozzájárulásával, de az ilyen források hazai beszerzése is egyelőre nehézségekkel jár. Megjegyezzük, hogy a KBFI már évekként ezelőtt, kiindulva az akkori igényekből, kifejlesztett az Yb-169 sugárforrás részére egy kisméretű, könnyen kezelhető munkatartót, ennek a korszerűsített újragyártása rövid határidővel megoldható megfelelő igény esetén.

A vizsgált szabványok előírásai közötti eltérések elemzése sokáig folytatható lenne. E helyett végezetül az európai szabványok bevezetésének egy más vonatkozású kérdésére kell rámutatnunk. A radiográfiai vizsgálatokat ma már hazánkban akkreditált laboratóriumok végzik. Nem lehetetlen, hogy a tárgyalt kétféle érvényben lévő szabvány szerinti vizsgálatra egy-egy laboratórium egyidejűleg nyerjen minősítést. Ezt csak az zárhatja ki, hogy ha a laboratórium nem rendelkezik az akkreditálás tárgyát képező vizsgálatokhoz megfelelő eszközökkel és felszereléssel. Így módon, ha a közeljövőben sor kerül az MSZ 4310/6 érvénytelenítésére, laboratóriumaink elveszíthetik akkreditált státuszukat. Ebben a vonatkozásban a nemzetközi szabványok hasznosítóinak a megfelelő fele-

KBFI UNIO KFT.

1751 Budapest, Pf. 126 • Tel./fax: 420-4201

E-mail: kbfiunio@nexttramail.hu

Radiográfiai eszközök gyártása, javítása, forgalmazása nemzetközileg akkreditált – ISO 9001 – tevékenység keretében:

- ❖ TAK 21 defektoszkóp gyártása, amely megfelel a legmagasabb hazai és nemzetközi követelményeknek, előírásoknak. A készülék eleget tesz az ISO 3999-94 szabvány előírásainak!
- ❖ Sugárforrások (Ir-192, Yb-169, Tm-171, Co-60, Se-75 stb.) ki-beszerelése.
- ❖ Dózisszintjelzők, sugárzást jelző lámpák gyártása.
- ❖ Sugárvédelmi eszközök készítése.
- ❖ Egyedi izotópos mérőrendszerek fejlesztése, forgalmazása, felszerelése.
- ❖ ADR előírások szerinti felszerelések készítése, forgalmazása.
- ❖ Filmértékelő lámpák, ólomszámok, ólomszámos mérőszalagok, képmínőségjelzők, filmleszorító mágnesek forgalmazása.
- ❖ Ipari röntgenvizsgáló-kabin gyártása.

* KBFI-UNIO Kft.

Gondolatok az új dóziskorlátozási rendszerről, avagy miért akkorák az új dóziskorlátok, mint amekkorák?

Jung József*

Bevezetés

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény hatályba lépését követően, mintegy három év késéssel jelent meg a törvényhez kapcsolódó végrehajtási rendeletek közül minden bizonnyal a legfontosabb, az egészségügyi miniszter 16/2000. (VI. 8.) EÜM rendelete. A jogszabály – a radioaktív hulladékokat érintő részek kivételével – felváltotta az előző atomtörvény egészségügyi végrehajtási rendeletét, a 7/1988. (VII. 20.) SZEM rendeletet. Az új jogszabály felépítésében követi az előző jogszabály struktúráját, azaz egy viszonylag rövid rendeleti részhez mellékletek sorozata kapcsolódik. Habár részletkérdésekben születtek új szabályok, az egész rendeletben a legfontosabb az, hogy Magyarországon is bevezették a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság 1990-ben kiadott 60. sz. Publikációjának (ICRP-60) ajánlásain alapuló új dóziskorlátokat.

Új dozimetriai mennyiségek

A dóziskorlátok kihirdetéséhez szükséges volt új dozimetriai mennyiségek bevezetése is. Külső sugárterhelés esetén két ilyen mennyiség van, a H_T egyenérték dózis és az E effektív dózis. Előbbi valamely kiválasztott T szervre vonatkozó mennyiség, amelyet az adott szervben elnyelt dózis és a sugárzás(ok) élettani hatásaiban lévő különbségeket figyelembe vevő, táblázatban megadott w_R sugárzási súlyozó tényező(k) ismeretében lehet kiszámítani. Az E effektív dózis a szervezet egészének sztochasztikus – azaz a determinisztikus küszöbdózisokat el nem érő dózisok által valószínűsíthető – károsodására jellemző, meglehetősen nehezen számolható mennyiség. A kiszámításhoz ismerni kell a szervek egyenérték dózisát, és figyelembe kell venni azt is, hogy a szervek különböző mértékben érzékenyek a sugárzásra. A gyakorlati sugárvédelemben a legtöbbször nem szerencsés számolható mennyiségek alkalmazása, ezért bevezették a személyi dozimetriában a $H_p(10)$ személyi dózisegyenértéket is, amely a leginkább elterjedt fotonugárzások esetén jó közelítéssel az effektív dózissal azonosnak tekinthető. A fenti három mennyiség jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Néhány korszerű dozimetriai mennyiség fontosabb jellemzői

Dozimetriai mennyiség	Jelölés	Mértékegység	Mire vonatkozik	A mennyiség jellege	Korábbi rokon menny.
(Szerv) Egyenérték dózis	H_T	sievert (Sv)	A „T” szervre	Számolható	Dózis-egyenérték (H)
Effektív dózis	E		Egész testre	Számolható	Effektív dózisegyenérték (H_E)
Személyi dózisegyenérték	$H_p(10)$		Egész testre	Mérhető	–

Sugárbiológiai alapok

A sugárzás lehetséges élettani hatásai közül a sztochasztikus hatások azok, amelyek leginkább valószínűek, tehát az ellenük való védekezés a korszerű sugárvédelem talán legfontosabb feladata. A sztochasztikus hatások legfontosabb jellemzői:

- bekövetkezésük valószínűsége az effektív dózissal arányos,
- nincs ún. küszöbdózis,
- nincsenek jellegzetes tünetek,
- mindig későiek.

A dóziskorlátok szempontjából az első két tulajdonságnak van kiemelt fontossága. (A nemzetközi sugárvédelmi szervezetek ma még a fentebb is jelzett „küszöb nélküli lineáris” dózis-hatás összefüggést fogadják el, habár számos érv szól amellett, hogy ez a modell a kis dózisok esetén a valósághoz képest felülbecsüli a várható károsodások számát.) Sztochasztikus hatásoknál az effektív dózis és a bekövetkezések számának növekedése közötti lineáris „görbe” meredekségét, azaz a kockázati tényezőket számos tudományos műhely vizsgálta, elsősorban a nagy dózisoknak a kisebbekre való extrapolálása révén. A tudomány mai állása szerint a kockázati tényezők függenek a kiválasztott populáció jellegétől és életkorától is. Az ICRP-60 ajánlásai szerint elfogadott legvalószínűbb értékeket a 2. táblázat tartalmazza. Ezek a rizikó-faktorok magasabbak, mint a korábban elfogadottak.

2. táblázat: Az ionizáló sugárzások sztochasztikus hatásainak kockázati tényezői

	Nem gyógyítható rákbetegség [Sv ⁻¹]	Az összes rákeset + az örökletes sérülések [Sv ⁻¹]
Foglalkozásszerűen sugárzással foglalkozók	4%	5,6%
Össznépesség	5%	7,3%
10 évnél fiatalabb gyerekek	11%	20%

Változások a biztonsági filozófiában

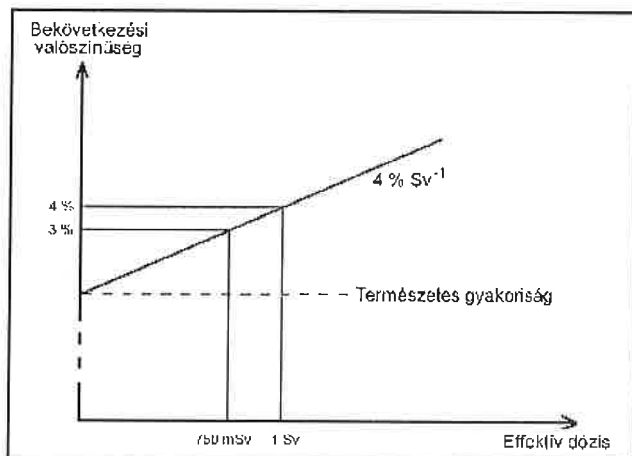
A korábban alkalmazott dóziskorlátokat az ún. 10^{-4} -es kockázati tényezőből származtatták, ami azt jelentette, hogy a társadalom számára elfogadható volt, ha 10 000 dolgozó közül évente legfeljebb egy hal meg a munkája miatti károsodás következtében. 40 év munkában eltöltött időt feltételezve tehát a társadalom még elfogadta, hogy 250 dolgozóból legfeljebb egy haljon meg a munkája miatt. Az új, általánosan elfogadott szemlélet látszólag ennél engedékenyebb, mivel azt mondja ki, hogy egy emberi élet teljes egészére nézve a foglalkozási kockázat nem lehet nagyobb 3%-nál, azaz a halálokoknak legfeljebb 3%-a legyen a foglalkozási ártalmak rovására írható. Az „engedékenység” azért látszólagos, mert a korábbi szemlélet kizárólag a baleseti halálokokat vette figyelembe, míg az új azt is, hogy az aktív munkával töltött időszak után is jelentkezhetnek a munkasévek során kialakult egészségi károsodások következményei.

A munkavállalók egész testre vonatkozó (elsődleges) dóziskorlátjának származtatása

A sugárveszélyes tevékenységeket végző munkavállalók esetén feltételezzük, hogy az ártalom kizárólag nem gyógyítható rákok formájában jelentkezik. (E feltételezéssel lehet vitatkozni, hiszen például a helyszíni

* ÁNTSZ Fővárosi Intézete

vizsgálatokat végző ipari radiológusoknál valószínűleg nem elhanyagolható a közlekedésből és a magasból történő leesésből származó baleseti halál valószínűsége sem.) A 2. táblázat kiemelt adataiból látszik, hogy 1 sievert effektív dózis 4%-kal növeli meg a halálozás valószínűségét. Mivel az előző szakasz szerint viszont csak maximum 3%-ot fogad el a társadalom, a sugárveszélyes munkát végzők egész életre vonatkozó összdózisa nem lehet több 750 mSv-nél. A sugárzások sztochasztikus hatásait leíró modellt és a talán legfontosabb elsődleges dóziskorlátát származtatásának elvét az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. Az ionizáló sugárzások munkavállalókra vonatkozó sztochasztikus hatásainak dózis-hatás „görbéje” és az elsődleges dóziskorlát származtatása

Abban az esetben, ha 40 évnyi munkát feltételezünk, az évenkénti effektív dóziskorlát 750 mSv/40 év = 18,75 mSv/év adódik. Ezt kerítették fel a szakemberek 20 mSv/év-re. Ez az érték azonban mégsem szerepel a közelmúltban bevezetett elsődleges dóziskorlátok között. Különböző gyakorlati megfontolások alapján és mert valójában az egész dóziskorlátozási rendszerben nagyon sok „biztonsági tartalék” van, elegendő, ha a 20 mSv/év érték öt év átlagában teljesül, de úgy, hogy közben egyetlen naptári évben se lépje túl az effektív dózis az 50 mSv értéket. Az 50 mSv/év értéket szokták rövid idejű dóziskorlátnak

3. táblázat: Az elsődleges dóziskorlátok összefoglaló táblázata

Népességi kategória	Effektív dózis (E)	Egyenérték dózis (H _T)
Munkavállalók és 18 évnél idősebb tanulók, gyakornokok	50 mSv/év és 100 mSv/5 év	Szemlencsére: 150 mSv/év Bőrre és végtagokra: 500 mSv/év
Önkéntes munkavállalók, OTH engedéllyel	5 x 50 mSv/5 év	
Munkavállalók vészhelyzetben	Következmények elhárítói: 50 mSv/ eset Népességi sugárterhelést csökkentők: 100 mSv/ eset (Ajánlás) Életmentők: 250 mSv/ eset (Ajánlás)	
16-18 éves tanulók okt. célból	6 mSv/év	Szemlencsére: 50 mSv/év Bőrre és végtagokra: 150 mSv/év
A lakosság tagjai	1 mSv/év OTH engedéllyel: 5 mSv/5 év	Szemlencsére: 15 mSv/év Bőrre: 50 mSv/év

nevezni, míg a 100 mSv/5 év értéket a hosszú idejű dóziskorlátnak. E korlátokat csak indokolt esetekben, meghatározott keretek között, és külön (előzetes) hatósági engedéllyel szabad csak túllépni. A munkavállalók és a lakosság különböző csoportjaira vonatkozó elsődleges dóziskorlátok összefoglalása a 3. táblázatban található.

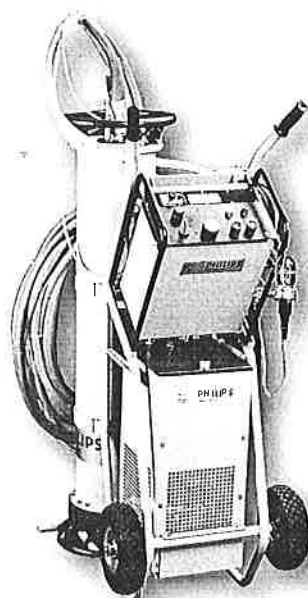
A táblázat adatai szigorodást mutatnak az elmúlt 12 évben alkalmazott dóziskorlátokhoz képest, még akkor is, ha pusztán elvileg helytelen összehasonlítani különböző mennyiségekben megadott értékeket. A szigorodás több területen is érinti az ipari radiográfiai tevékenységet végzők munkáját. Ezek közül talán a legfontosabb az, hogy a személyi dozimetriában a korábbiaknál kisebb lett az ún. feljegyzési szint, (jelenleg 0,10 mSv/eset) és a hatósági kivizsgálási szint is (6 mSv/eset). A szigorodások már megjelentek az 1999-ben bevezetett, de jelenleg még nem kötelező ipari radiográfiai sugárvédelmi szabványokban szereplő származtatott határértékekben is, de ezek elsősorban a munkahelyek kialakítására vonatkozó előírásokat érintik, a gyakorlati tevékenység sugárvédelmi szabályait kevésbé.

Összefoglalás

Az elmúlt évtizedek intenzív sugárbiológiai kutatásai sem hoztak áttörést az ionizáló sugárzások sztochasztikus hatásaival kapcsolatos ismereteink terén. Nincsenek olyan megcáfolhatatlan tények, amelyek alapján el kellene vetnünk a "küszöb nélküli lineáris" modellt, ráadásul az epidemiológiai adatok arra utalnak, hogy a kis dózisok hatása nagyobb, mint ahogyan azt korábban gondoltuk. Ugyanakkor a fejlett országok gazdasági ereje azt is megengedi, hogy több pénzt költünk a biztonságra. Lényegében ezért vezették be az új, a korábbiaknál szigorúbb dóziskorlátokat. Betartásuk elengedhetetlen ahhoz, hogy az ionizáló sugárzással végzett tevékenységet ne kelljen veszélyesebbnek tartanunk, mint bármely más munkát.

GRIMAS Ipari Kereskedelmi Kft.

1214 Budapest, Puli stny. 2-4.
Tel.: 420-5883, Fax: 276-0557
E-mail: grimas@matavnet.hu
Internet: www.grimas.hu



**Új és használt
hordozható és
telepített
röntgen-
berendezések,
átvilágító-
kabinok
forgalmazása és
szervizelése**

Méret-meghatározások kísérő (SAT) jelek segítségével

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

Bevezetés

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

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

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

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

Az ultrahangos mérések

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

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

Tájékozódásaink során az ultrahangos szakemberek az következő értékeket adták meg:

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

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

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

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

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

Reflektorok méretének meghatározása kísérő jelek segítségével

Az átszámító eljárás folyamata:

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

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

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

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

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

1. Az alap adatbázis

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

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

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

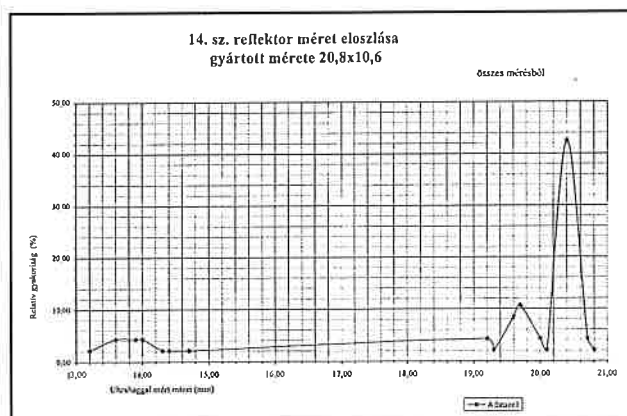
A hangút eltérések értékéből következtethetünk vissza a valós reflektor méretére. Ez még mindig csak közelítést jelent, mert nem a valós méretből indultunk ki, de reményeink szerint még mindig pontosabb lesz, mint bármilyen eddigi mérés.

2. Az alap adatbázis vizsgálata

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

A sokaság vizsgálatából az alábbi megállapítások tehetők:

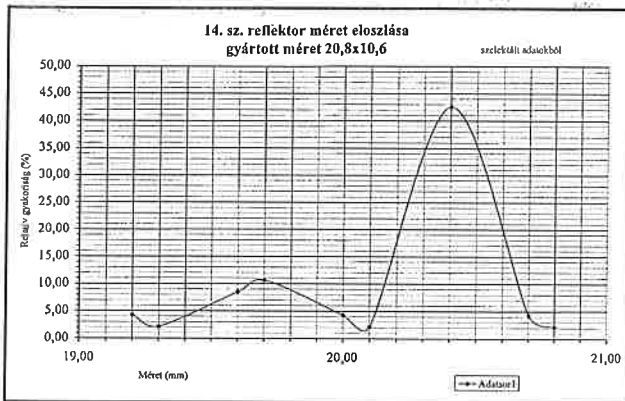
– mind a két reflektorról nyert adatok eloszlása aszimmetrikus, és ha



1. ábra

* Paksi Atomerőmű Rt.

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

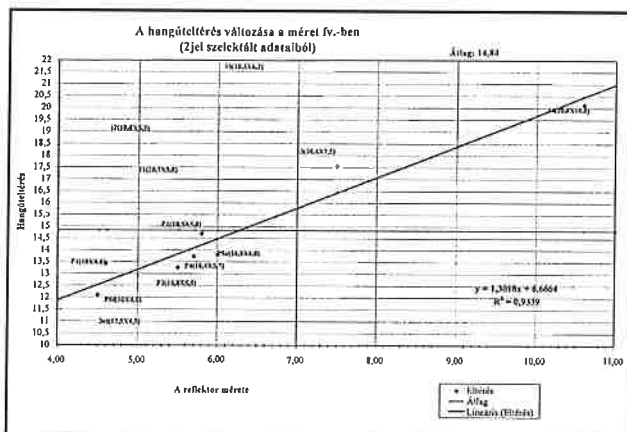


2. ábra

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

3. A „kalkuláló” egyenes egyenletének meghatározása

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



3. ábra

4. A kalkulált méretek meghatározása

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

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

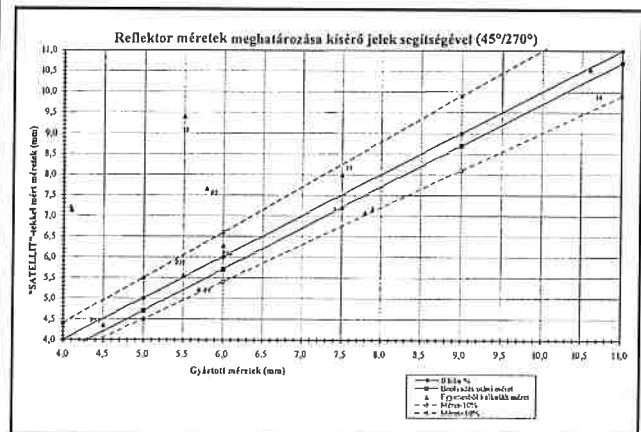
A mérési eredmények grafikus ábrázolását a 4. ábra szemlélteti.

5. A „kalkuláló” egyenes pontosítása

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

1. táblázat

	14. reflektor összes adatból	14. reflektor szelektált adatból	12. reflektor összes adatból	12. reflektor szelektált adatból
Terjedelm	7,60	1,60	5,70	2,20
Átlag	18,84	20,13	18,64	19,10
Szórás	2,54	0,43	1,22	0,53
Harm.közép	18,42	20,12	18,55	19,08
Mértani közép	18,65	20,12	18,59	19,09
Részatlalag	20,08	20,40	18,90	18,90
Median	20,05	20,40	18,90	18,90
Módusz	20,40	20,40	18,90	18,90
Átl.eltérés	2,03	0,38	0,83	0,42
Ferdeség	-1,42	-0,72	-1,78	0,61
Csúcsosság	0,19	-0,67	3,44	0,31
„Valós” méret	10,60	10,60	5,50	5,50
Kalkulált méret összes adatokból	8,55	9,35	8,26	9,06
Kalkulált méret szelektált adatokból	9,74	10,55	8,60	9,40
Eltérés (összes)	2,05	1,25	-2,76	-3,56
Eltérés (szelektált)	0,86	0,05	-3,10	-3,90
Hiba % (összes)	23,92	13,35	33,44	39,29
Hiba % (szelektált)	8,79	0,48	36,04	41,47



4. ábra

Végkövetkeztetések

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

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

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

További fejlesztéseink

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

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

Irodalom

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

Jogosultságok az MSZ EN 12688: 2000 számú szabvány szerint

Szalay Ferenc*

A roncsolásmentes anyagvizsgálatok térhódítása napjainkban is folytatódik és eme vizsgálati eljárások között az ultrahangos vizsgálati technika is töretlenül fejlődik.

A különböző minősítő eljárások soraiban a hibanagyság meghatározási módszerek között az ÖRG (DAC) és TEN (AVG, DGS) a reflexió képesség mérésén alapulnak. Ezért elengedhetetlenül szükséges a mérésekben résztvevő, az alkalmazott vizsgálóeszközök paramétereit azonos módon; szabványosított körülmények között vizsgálni, dokumentálni.

A készülékgyártók kötelessége ezen adatokat a vevők rendelkezésére bocsátani. Ily módon összehasonlítható, összevethető adatok birtokába jutunk. Ezeket a paramétereket – egy szabványosított rendszer keretén belül – időszakonként felül kell vizsgálni, és dokumentálni kell a mért adatokat.

Ezt a célt szolgálja a 2000. évben megjelent MSZ EN 12668-1-3 szabvány.

- Az MSZ EN 12668-1 szabvány a gyártókat a vizsgálókészülékek technikai paramétereit tartalmazó adatlapok felvételére kötelezi, melyeket a vevő részére átadni köteles. Az adatlapnak tartalmaznia kell a gyártott készülék paramétereit, valamint a megengedhető eltéréseket.

Például: követési frekvencia; holtzóna idő; adóimpulzus tartomány stb.

*Ke-Tech Kft., Budapest

Ezen adatok rendszeres, évenkénti ellenőrzésére egy felkészült, a gyártó által elismert, írásban megbízott, auditált mérő és kalibráló szakcég jogosult. A felkészülés erre a feladatra sok költséggel jár, de a szabvány szerint nem megkerülhető.

- Az MSZ EN 12668-2 szabvány szerint a vizsgálófejek paramétereinek a mérését a gyártó végzi; köteles a sorozatgyártású vizsgálófejeket egyedi számozással ellátni, és a vizsgálófejhez tartozó adatlapokat a vevőnek átadni.

Fontos tudni, hogy az adatlapok értékei nem számított, hanem mért értékek!

- Az MSZ EN 12668-3 szabvány a vizsgálóegységekre vonatkozó mérési eljárásokat, valamint a megrendelhető maximum értékeket tartalmazza. Az eljárás alapvetően az impulzus – visszhang elven működő vizsgálókészülékekre vonatkozik.

A szabvány tartalmazza az elvégezendő mérések elrendezését, céljait és gyakoriságát.

Fontos, hogy a mérés a mindenkori, az alkalmazott vizsgálóegységre – készülék, vizsgálófej és kábel – vonatkozzon. Ez a szabvány foglalkozik a megfelelő próbatestek méreteivel és kialakításával is.

Az MSZ 12668-1-3:2000 szabvány megjelenése lehetővé teszi, hogy az úgynevezett reflexióképesség mérés elven végzett hibanagyság mérés összevethető legyen minden készülék, vizsgálófej használatára esetén.

Elektromágneses vizsgálat

Új módszerek alkalmazása az elektromágneses roncsolásmentes anyagvizsgálatban

Dr. Vértessy Gábor*

Olyan új, elektromágneses elven alapuló roncsolásmentes mérési módszereket mutatok be, amelyek az intézetünkben kifejlesztett mágneses térmérési technikán alapulnak. Ezek a módszerek, a térmérő eszközök előnyös tulajdonságai folytán, alkalmasak arra, hogy segítségükkel különböző, a roncsolásmentes anyagvizsgálat témakörébe vágó feladatokat oldjunk meg. Ezáltal a jelenleg ismert eljárásoknál érzékenyebb és megbízhatóbb módszer, illetve mérőberendezés hozható létre.

Az egyik ilyen mérési eljárás az **örvényáramú** effektuson alapuló vizsgálat, amely segítségével elektromosan vezető anyagban elhelyezkedő repedések, vagy egyéb, a vezetőképességet lokálisan megváltoztató hibák mutathatók ki. A módszer fő előnye és újszerűsége a nagy érzékenységre épülő mágneses térmérés és a hagyományos örvényáramú módszer kombinálásán alapul, amely egyrészt igen nagy érzékenységet biztosít, és ezáltal kisebb hibák is kimutathatók, másrészt lehetővé teszi a gerjesztési frekvencia jelentős csökkentését, ezáltal az anyag nagyobb mélységeiből jövő jelek is detektálhatók.

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

A módszer másik lehetősége, 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 ellenálló képessége az a tulajdonság, amely ezt a módszert a jelenleg is alkalmazott, főleg a Hall-szondás mérésekkel szemben versenyképessé teheti.

További – távlati – lehetőségeket is jelenthet mind az örvényáramú, mind az egyéb mérések területén az a tény, hogy a mágnesestér-mérő szenzor viszonylag könnyen integrálható, így komplex, félvezető áramkörökkel egybeépíthető, kis méretű és megbízható eszköz hozható létre.

A fentiekben vázlatosan ismertetett technika – legalábbis elvben – számos további anyagvizsgálati alkalmazási lehetőséget jelenthet, amelyek gyakorlati megvalósítása lehet az elkövetkezendő időszak feladata. Pl. lehetővé válhat mágneses „képek” felvétele, és ezáltal akár alakfelismerés, akár mágneses szennyezők jelenlétének kimutatása nem mágneses mátrixban.

A módszereket sikeresen próbáltuk ki különféle hibákat tartalmazó mintákon.

Előre a múltba

Orentsák Géza*

Az új, ultrahangos készülékek a digitális berendezések előnyeivel nyújtják az analóg készülékek teljesítményét és biztosítják az anyagvizsgáló rendszer megbízhatóságát.

A digitális anyagvizsgáló technológia fejlődése és haladása ugrásszerű innovációhoz vezet, és a készülékek új és érdekes alkalmazási területeket tárnak fel. A színes kijelzős, hordozható vizsgáló-készülékek ma már olyan anyagvizsgáló feladatokat is megoldanak, amelyeket korábban kizárólag analóg készülékekkel lehetett elvégezni.

* Ke-Tech Kft., Budapest

A nagy felbontású kijelzőkkel és az egy hangnyalábos digitalizálással, az akár 6 000 hertzen digitalizálható impulzus-gyakorisággal először teljesíthetők egy digitális készülékkel a kovácsolt alkatrészek vizsgálatához előírt magas követelmények.

Az önmagában nagy felbontást lényegesen mértékben növeli a digitalizált jelnek a mintavételezések közé eső pontjainak kiszámítása. Ez a jel gyakorlatilag analóg minőségű leképezést, valamint nagy mérési pontosságot eredményez.

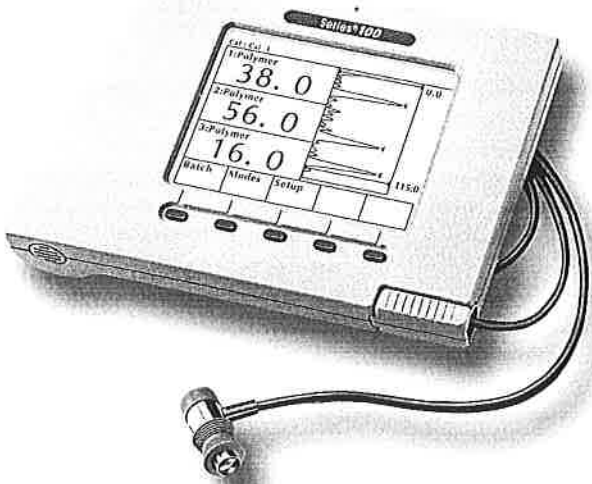
Az analóg kimenettel felszerelt és gyors impulzus-gyakoriságra képes készülékekkel feltárulkozik számos, korábban kizárólag rendszer-készülékekkel lefedhető alkalmazási terület is.

Ultrahangos rétegvastagság- és rétegrend-mérés

Mohácsi Gábor*

Az elmúlt évtizedet joggal nevezhetjük a műanyag évtizedének, hiszen az iparban mind külföldön, mind hazánkban egyre nagyobb szerepet követelnek a műanyag-gyártók és főként a felhasználók és a feldolgozók. Az autógyártók, a PC-monitorok előállítói, valamint a szórakoztató elektronikai berendezést gyártók régóta várták egy olyan hordozható készülék megjelenését a piacon, ami megbízhatóan alkalmas a műanyag termékekre felvitt különböző rétegek (festékek, lakkok) vastagságának mérésére, roncsolás mentesen, és az alacsony méréstartományban (10–20 μm) is.

A DeFelsko (USA) Model 100 sorozatú megújított készülékek ezen igények kielégítésére készültek. Az előző verziójú készülék kezelése és adatfeldolgozása bonyolult volt, megbízható alkalmazásához felhasználói gyakorlatra volt szükség. Az új verzió a régi készülék erőit megtartva, mindenki által könnyen használható mérési lehetőséget teremt.



* Testor Kft.

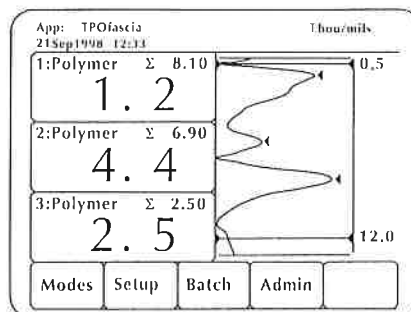
Mit mér a Model 100?

A Model 100 egy ultrahangos festékvastagság mérő készülék. Jellemzői hasonlóak az egyéb ultrahangos falvastagság-mérőkhöz, de a Model 100 nem az összvastagságot, hanem csak a bevonat vastagságát méri, mégpedig elsődlegesen a nemfémes hordozókra felvitt bevonatok ((festék, lakk) vastagságának a mérésére fejlesztették ki, hasonlóan a mágneses és az örvényáramos festékvastagság-mérőkhöz.

De a Model 100 rétegrend mérésre is alkalmas. Egyetlen méréssel megméri a többrétegű bevonat összvastagságát és az egyes rétegek vastagságát is külön-külön. A Model 100 készüléknél a bevonat szerepe a legfontosabb, és a hordozó szerepe viszonylag csekély, szemben a mágneses és örvényáramos műszerekkel, melyeknél a mérés pontossága szempontjából a hordozó anyagának nagy a szerepe és a bevonat (festék) szerepe viszonylag kicsi.

A készülék működési elve

A Model 100 készülék az ultrahang impulzus elvén működik. A több kristályból álló szonda érzékeli az általa kibocsátott és a réteghatárokról visszaverődött nagyfrekvenciás ultrahang impulzusokat, melyeket a távadó elektromos jelekké alakít, majd a processzor a digitalizált jelek elemzésével megállapítja az impulzusok terjedési idejét és ezekből kiszámítja (kalibráció és gyári beállítási faktorok figyelembevételével) a rétegvastagság értéket illetve értékeket.



Az 1. réteg 1,2 mil, a 2. réteg 4,4 mil és a 3. réteg 2,5 mil vastag.

Az összvastagság 8,1 mil.

A leghatározottabb határfelület a 2. és a 3. réteg között van.

Mivel potenciálisan nagyszámú visszhang lép fel, a program a leg-erősebbet választja ki a vastagságméréshez. A feltételezés az, hogy a bevonat/hordozó határfelülete adja a legnagyobb távolságkorrigált visszhangot a megadott visszhang ablakon belül. (Ez a „Gate A és B” egy, a felhasználó által beállítható alsó és felső határérték, amin belül a visszaverődéseket vizsgáljuk.) A bevonat vastagsága a mért terjedési idő és a hang terjedési sebességének a szorzata. A hang terjedési sebességét úgy határozzuk meg, hogy a készülékkel megmérjük az etalonon az ismert anyagú és vastagságú bevonat vastagságát (hitelesítés).

A **Model 100** a szorosan elhelyezkedő digitalizált visszhangok szűrésére és kiemelésére dekonvolúciós technikákat alkalmaz. Ez a módszer lehetővé teszi a vékony bevonatok mérését, illetve a hordozóhoz akusztikailag hasonló bevonatok vastagságának a mérését is.

A rendelkezésre álló menüből a kezelő többféle, előre konfigurált bevonat (festék) és hordozó típusból választhat. Így módon a **Model 100** gyorsan optimalizálható a különböző bevonat-hordozó kombinációkhoz.

Alkalmazások

A **Model 100** készülék rendelkezik azzal az egyedülálló képességgel, hogy *tárolja az egyedi feladatokat, illetve festékrend alkalmazások különböző beállításait*. Minden alkalmazáshoz a felhasználó megadhatja az alábbiakat:

- az alkalmazás neve (csak a Memory opció esetén),
- a hordozó típusa,
- a festék (bevonat) típusa,
- a festékrétegek száma,
- speciális optimalizáló beállítás minden réteghez (hangsebesség konstans),
- Gate A & B beállítások,
- a felhasználó, az alkatrész és tétel száma (csak a Memory opció esetén).

Az alkalmazások beállítása és specifikálása lehetővé teszi a kezelő számára, hogy könnyen válthasson az alkatrészek, a feladatok, a munkahelyek és a szerződések között több termék és vevő esetén is anélkül, hogy minden egyes esetben meg kellene ismételnie a beállítást. Ezek az *egyedi „konfigurációk”* alkalmazásként kerülnek tárolásra, és

The screenshot shows the 'Current Application' screen of the Model 100. At the top, it displays 'App 1' and the date/time '09 Jan 1999 10:50'. Below this, it lists 'Current Application' settings: 'Probe Model: 8', 'Probe s/n: 1013', 'Gate A: 12.70', 'Gate B: 508.00', 'n Coats: 2', 'Substrate: none', 'Coat 1: Polymer', and 'Coat 2: Polymer'. To the right, there is an 'Application List' window showing a list of applications: 'App 1', 'App 2', 'App 3', 'App 4', and 'App 5'. At the bottom, there are buttons for 'Create a new App', 'Select an App', 'Delete an App', and 'OK'.

bármikor behívhatók. A memória (Memory) modellek ezekben az alkalmazásokban *méréseket is tárolnak*.

Mérőszondák

A **Model 100** készüléknek három szondája van, melyek cserélhetők. Az új szonda csatlakoztatásakor a készülék rögzíti (megjegyzi) a szonda típusát és gyári számát a későbbi gyors és könnyű csatlakoztatás érdekében. A készüléken leolvasott érték független az alkalmazott szondától.

Szonda	Méréstartomány	Tipikus alkalmazás
B	0,3 – 20 mil 8 – 500 µm	Vékony bevonatok mérése pl. festékek és uretánok fán, üvegen, műanyagban stb.
C	2 – 175 mil 50 µm – 4,5 mm	Vastag festék ill. epoxi bevonatok mérése betonon és faszervezeteken.
D	48 – 350 mil 1 – 8 mm	Vastag, puha, fokozottan vízálló bevonatok (polikarbamid, és aszfaltos neoprén) mérése betonon és fán.

A XXI. század videoendoszkópja

Mohácsi Gábor*

A Welch Allyn jól csengő márkanévű videoendoszkópokat már a nyolcvanas évektől használják a hazai felhasználóinknál. A gyártó nem változott, csak a termelés növekedésével az ipari videoendoszkópokat gyártó részleg Everest márkanévvel hozza piacra készülékeit, mely videoendoszkópok a korábbi hagyományokra épülve a XXI. század technikai követelményeit elérik.

Az **XL Pro videoendoszkópok** (lásd a címdalalon) a már jól bevált XL sorozat legújabb továbbfejlesztett változata, melyet a gyártó 2000 szeptemberében mutatott be.

Ez a kompakt rendszer nagyon hasonlít az előző verzióhoz, de ha jobban megvizsgáljuk készüléket, azt tapasztaljuk, hogy sok mindenben megújult.

Az **XL Pro videoendoszkópok** 6,1; 7,3 és 8,4 mm átmérővel és 1,5; 2; 2,5; 3; 4,5; 6 és 7,5 m szondahosszban készülnek.

Maga a monitor, a kezelőegység és a botkormány – az alkalmazást megkönnyítendő – egybe van építve (egykezes módszer). A kamera és a monitor felbontása tovább javult az előző verzióhoz képest, a monitor mérete is nőtt (5"). A botkormány kezelése egyszerű, valóban minden irányban képes mozgatni a szondafejet. A kép javítását, kiértékelését és

feldolgozását az integrált kezelőegység végzi. A monitoron megjelenő menüpontok között a billentyűkkel és a botkormány segítségével mozoghatunk.

A készülék új funkciói:

Hosszú idejű exponálás: segítségével olyan helyekről is tiszta és éles képet kapunk, ahol egyébként a megvilágítás nem elégséges.

Kép invertálás: amennyiben az oldalra néző csúcs adapterünk tükröképét lát (pl. szöveget), úgy azt ezzel a funkcióval olvashatóvá tehetjük.

Beépített menüvezérelt szoftver: A látott képek rögzíthetők a készülék memóriájában (450 jpg file), vagy az integrált meghajtóval floppy disc-re. A tárolt képek előhívhatók, megjeleníthetők egyben vagy csoportban. Hasznos funkció a *komparálás*, amivel a korábbi és az aktuális kép közvetlenül összehasonlítható az osztott képernyőn.

Audio bemenet: A felvett képek mellé hangfelvételeket is rögzíthetünk.

Home funkció: A szonda pozícióját vízszintes állásba hozza. Ez hasznos funkció, ha vizsgálatunk során „eltévedünk”.

Szondapozíció-rögzítő: A szonda pozícióját a beállított helyzetben rögzíti.

Képlefagyasztás: Ha diagnosztikai szempontból „érdekes” képet látunk, feltétlenül szükséges azt kimerítenni a képernyőn további vizsgálatok, mentés, feliratozás stb. céljából.

* Testor Kft.

Digitális zoom: A monitoron a képet nagyítva láthatjuk: 1,2x, 1,5x, 2x.

Mérési lehetőség: A XL-nél közkedvelt ShadowProbe mérési rendszer az új verziójú endoszkópok is magukba foglalhatják. Másik lehetőség a komparáló mérés, amikor ismert mérethez hasonlítjuk a látott képet. A harmadik megoldás szoftveres. Erre szolgál az Everest PROware mérőszoftvere.

Manipulátorok: A 7 mm-es modellekhez manipulátorok illeszthetők, amelyekkel a szondacsúcs közeléből – a látott kép alapján – apró tárgyakat, szennyeződések megfoghatunk illetve kiszedhetünk.

A felhasználó az igényeinek megfelelően felszerelt készüléket választhat.

Az összes felsorolt funkciót a legfejlettebb mérőrendszer tartalmazza. Az Everest négy szintű felhasználói rendszert állított fel, ahol egy adott szintű készülék a későbbiekben egy magasabb szintűre átalakítható.

1. **XL Pro alap rendszer:** botkormány vezérlés, szondavég rögzítés, home funkció, nagy felbontású kamera, szonda-megvilágítás beállítás, LCD fényének beállítása, Composit és S Video kimenet, továbbfejlesztettség.

2. **XL Pro digitális rendszer:** az alap rendszer + képlefagyasztás, digitális zoom, beépített szoftver, floppy meghajtó, beépített memória, audio bemenet, kéjelölés, video bemenet, továbbfejlesztettség.

3. **XL Pro fejlettebb digitális rendszer:** a digitális rendszer + kép-komparálás, hosszú idejű exponálás, továbbfejlesztettség.

4. **XL Pro mérő rendszer:** a fejlettebb digitális rendszer + ShadowProbe mérési rendszer, összehasonlító mérési rendszer, PROware szoftver.

A készülékek opciós tartozékai az előre és oldalra néző optikai csúcs adapterek, a hordozható öv-akku készlet, illetve a különböző szonda merevítő, melyek a tartályokban történő vizsgálatot könnyítik meg.

Mit takar a vezérelhető videoszkópia?

Bodolai Tamás*

A vizuális vizsgálat (VV) a legújabb és egyben a legrégebbi roncsolásmentes vizsgálati (RmV) módszer. A VV-t már évszázadokkal a többi RmV módszer megjelenése előtt használták, mivel az ipari szabványok csak nemrégiben ismerték el, ezért sok RmV szakember még mindig kételkedik a VV hatékonyságában, pedig sok esetben a vizuális vizsgálat, különösen a távoli vizuális vizsgálat (TVV) az egyetlen alkalmazható eljárás. A vizsgálat eredményei pedig különösen hasznosak és fontosak lehetnek.

Mint már említettük, a TVV a legújabb módszer, mert eszközei csupán az elmúlt évtizedben mentek keresztül igazán nagy fejlődésen.

A távoli vizuális vizsgálat és az Olympus:

Az 5. szériás boroszkópok, a fiberoszkópok C5-ös generációja és a 6. szériás videoszkópok legújabb fejlesztései forradalmasították a távoli vizuális vizsgálatot, és ebben vezető szerepet töltött be az Olympus Industrial.

Hogy miért is állítjuk ezt, erről kellő tanúbizonyságot ad a következő alkalmazási példa.

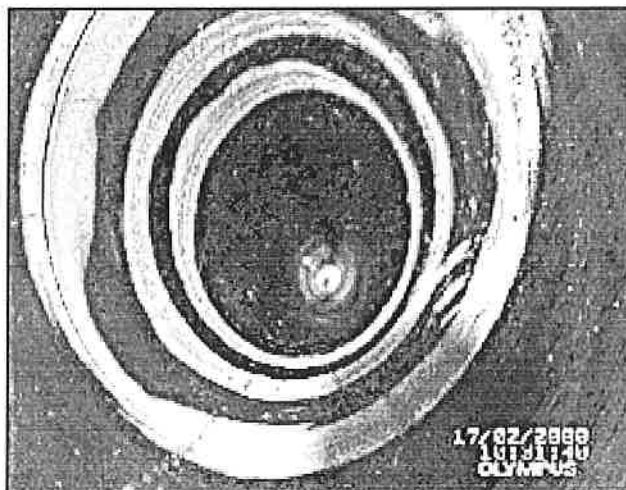
Folyadékbehatolásos repedésvizsgálat repülőgép motor tengelyében:

Minőségbiztosítási elvárás a külső és belső repedések 100%-os felderítése. A leghatékonyabb módszer a TVV.

A használt felszerelés: IV8C6-20, UV fényforrás, UV fényvezeték (5 mm átmérőjű), 8 mm-es rugalmas vezeték, IV-SetAR, 14"-os monitor, AT120D/NF és 120D/FF végadapter.

A vizsgált csőtengely méretei: hossza 160 mm, átmérője 24 – 50 mm.

* Ke-Tech Kft., Budapest



A tengely mozgatását elősegítő, saját készítésű állvány, és a rugalmas vezeték segítségével a közepre beállított videoszkóp használatával láthatjuk a tengely teljes belső felületét (l. a fotón).

A fluoreszkáló hatás a videoszkóp tőlünk távol eső végétől 20 – 40 mm-re rögzített UV lámpával érhető el.

A legjobb képminőséget az alábbi körülmények közt kapjuk:

- csak UV fény van jelen, fehér fény nincs (sötétkammera),
- az UV forrást maximális teljesítményre állítjuk,
- kizárólag a IV-6A segítségével szabályozzuk a fényességet,
- a felismerést és a megjelölést követően a vizsgálatot meg kell ismételni.

Új, betonvas-kereső készülék

Az új generációs **Profometer 5** készülék, a klasszikus örvényáramos módszer helyett az **impulzus indukciós módszert** hasznosítja. Így, a korábbi készülékekhez képest, előnyt jelent az, hogy a mérőfej cseréje nélkül, az ún. univerzális mérőfejjel megmérhető – növelt méréstartományban – a takaróbeton vastagsága, a beágyazott betonvas átmérője mm pontosan – a zavaró hatások (a vasszálak egymás melletti hatásának és a hegesztett kötésekről érkező jeleknek) korrekcióba vételének eredményeként –, valamint a meghatározható a vasszálak helyzete, melyet segíti a vasközel helyzetre emelkedő magasságú – a belső hangszórón vagy a fülhallgatón át hallható – hangjelzés is.

A mindössze 1 kg tömegű, kompakt Profometer 5 készülék ideális

mérőeszköz még a nehéz környezeti feltételek között is a sorozat-mérések elvégzéséhez. Ezt megkönnyítheti a készülékhez igényelhető, útmérővel ellátott ScanCar kocsinak használata, amellyel a mérőfejet kímélő módon, egyszerűen és kényelmesen végezhetünk a kiterjedt felületeken méréseket. A Profometer 5 előnye még, hogy érzéketlen a külső zavarokra, és kiváló a mérés- és hőmérséklet stabilitása. Az új szoftver lehetővé teszi az egyszerű adatátvitelt a PC-vel történő kiértékeléshez, és kifejezetten felhasználóbarát, a javított felhasználói interfész pedig szabványos.

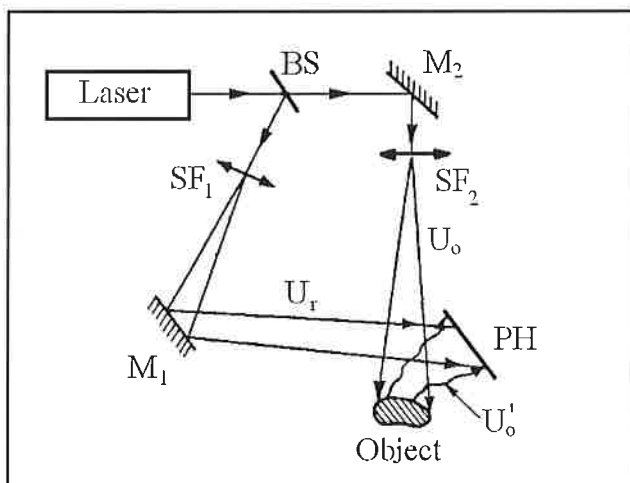
(Forrás: a Proceq SA sajtószolgálata)

Belső égésű motorok fekvőcsapágyainak roncsolásmentes vizsgálata holografikus interferometria segítségével

Dr. Száva János*

A holografikus interferometria lényege

Az 1949-ben Gábor Dénes által felfedezett holográfia elve, a lézerek mint nagy teljesítményű monokromatikus fényforrások feltalálását követően, teret hódított a mérnöki számítások ellenőrzésében is. Ez a kísérleti módszer (a *holografikus interferometria*, mely a továbbiakban **HI**) a holográfia és az optikai interferometria kombinációjaként jött létre, magában foglalván mindkét módszer előnyeit. Az 1. ábra a módszer elvi problémáit mutatja be. A monokromatikus, viszonylag erős fényforrás, általában egy 15–50 mW teljesítményű He-Ne lézer. Az általa kibocsátott fénynyaláb a **BS** féltükrön részben áthalad, részben pedig visszaverődik róla. Az U_r referencianyaláb, mely az M_1 tükör, valamint az SF_1 nyálábtágító segítségével eljut a **PH** nagy felbontóképességű fényérzékeny lemezre, interferál a vele koherens U_o tárgynyalábbal, amely viszont az M_2 tükör és az SF_2 nyálábtágító segítségével megvilágítja a tárgyat (**Object**) és arról visszaverődve érkezik a **PH** jelű, ún. hololemezre. Az U_o és U_r nyalábok interferenciája létrehozza a tárgy virtuális, térbeli képét, a *hologramot*.



1. ábra

Ha 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 sávrendszer fog ráhelyeződni. Egy-egy sáv az azonos elmozdulású pontok mértani helyének felel meg, és az egymás melletti sávokhoz tartozó pontok elmozdulástöbblete 18–25 nm, az optikai rendszer jellemzőitől függően. Ez az ún. *kétexpozíciós HI* elve. Az exponálás után a hololemezt elő kell hívni és minél pontosabban visszahelyezni az eredeti helyére, ahol az U_r referencianyalábbal a felvétel rekonstruálható.

Egy másik lehetőség az ún. *egyexpozíciós (valós idejű) HI*, mely esetben csak egyetlen felvétel készül a tárgy kezdeti állapotáról, majd a hololemezt előhívjuk és mikrométeres pontossággal visszahelyezzük eredeti helyére. Utána a különböző terheléseknek alávetett tárgyat a hololemezen keresztül figyeljük, illetve fényképekre rögzítjük a megter-

heléseknek megfelelő sávrendszereket. Így ugyanazzal a hololemezzel a tárgynak tetszőleges mennyiségű állapotát tudjuk rögzíteni, illetve állapotának fejlődését követni a terhelés függvényben.

A módszer előnyei és hátrányai a roncsolásmentes anyagvizsgálat szempontjából

Az előzőekből látható, hogy a **HI** elmozdulásmezőben (mely *felületi elmozdulásmező*) fejezi ki az illető tárgy módosulását. Tehát, a tárgy minden olyan módosulása, mely kihat annak felületi elmozdulásmezőjére, követhető, gyakorlatilag nanométer pontosan, a **HI** segítségével.

Ilyen szempontból megfontolandó például a *belső inhomogenitás* is, melynek elemzése kihat a felületi elmozdulásmezőre is.

Egy másik, nem elhanyagolható előnye a **HI**-nak az, hogy a felületi elmozdulásmező kimutatja a tárgyban ébredő *feszültségmezőt*, illetve a *feszültségtörődásokat*. Mint ismeretes, feszültségtörődást előidézhethet – többek között – *belső inhomogenitás* is. Ez viszont utalhat a tárgyban jelen levő belső, illetve felületi hibákra, kristályszerkezetének módosulására, valamint a tárgy egyes pontjaiban a folyáshatárt meghaladó feszültségek fellépésére is.

Mint ismeretes, a klasszikus roncsolásmentes vizsgálati módszerek nagy része nem képes a feszültségtörődást kimutatni, bár ez nem éppen elhanyagolható befolyásolja az illető alkatrész élettartamát. Ilyen szempontból érdemes mérlegelni az információ minőségének a költségét akkor, amikor csak megállapítjuk, hogy az illető alkatrészben, egy adott mélységben, létezik egy bizonyos nagyságú hiba, illetve akkor, amikor ennek a hibának, a feszültségtörődás függvényében, az élettartamcsökkentő hatását is meg tudjuk állapítani.

Ugyanakkor, a **HI** alkalmazható bármilyen típusú anyagra (fém, fa, kerámia, emberi csontok stb.) ugyanazzal a felszereléssel (*optikai montázs*), minden módosítás nélkül.

Talán e két utóbbi tény a legmeggyőzőbb érv a **HI** módszer segéd-eszközként való alkalmazása mellett, mely a roncsolásmentes anyagvizsgálatok eredményeihez további hasznos információkat tud nyújtani.

A **HI** hátrányai közül talán az a legnagyobb, hogy mindent csak a felületi elmozdulásmező függvényében képes kiértékelni. Így nem alkalmas, mint közvetlen módszer, a belső hibák kimutatására. De ha ezeket a belső hibákat más roncsolásmentes módszerrel már felderítették, akkor a **HI** módszerrel kiértékelhetjük ezeknek a hibáknak a hatását (befolyását) az illető alkatrész élettartamára, valamint teherbíráására.

Elméleti megfontolások a belső égésű motorokra

A belső égésű motorok főtengelyének szilárdságtani, illetve rezgéstani méretezése/ellenőrzésekor első közelítésben merev alátámasztási pontokat tételezünk fel. Egy kissé pontosabb számítás viszont figyelembe veszi a fekvőcsapágyak véges merevségét is, amellyel a tényleges igénybevételi viszonyokat jobban megközelítő eredményt kapunk, azaz a terhelés lényegesen módosult értékeit, valamint a kisebb saját körfrekvencia értékeket. Ez utóbbi a valóságban azt eredményezheti, hogy a motor a berezgést okozó, vagy ahhoz közeli frekvencia-tartományban

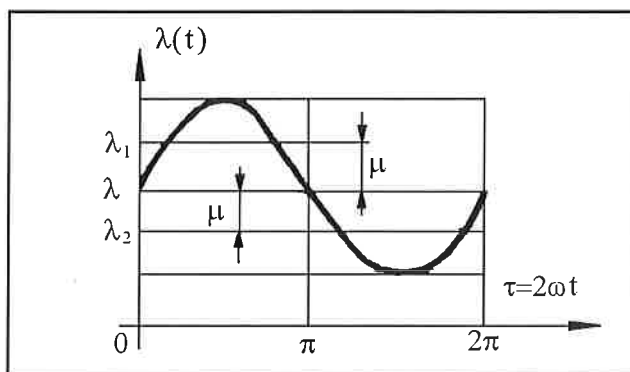
* egyetemi tanár, Brassói Transzilvánia Egyetem, Szilárdságtan Tanszék, Románia, e-mail: janos@deuroconsult.ro

fog működni, és így nemcsak az üzemvitele romlik, de az élettartama is csökken.

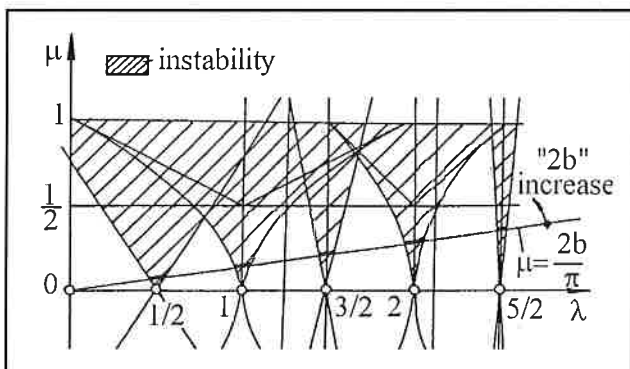
Egy igényesebb számítás már azt a tényt is figyelembe veszi, hogy a fekvőcsapágy tartományának (csapágy és rögzítőcsavarok) véges a rugómerevsége, és ez kvaziperiodikusan változik a függőleges irányú bezárt szög függvényében. Így az ún. Hill-Mathieu-féle paraméteres rezgések keletkeznek, melyek jellemzésére a saját körfrekvenciát a következő összefüggés írja le:

$$p^2(t) = p_0^2 \cdot (1 + 2 \cdot b \cdot \sin \omega \cdot t), \quad 2 \cdot b < 1$$

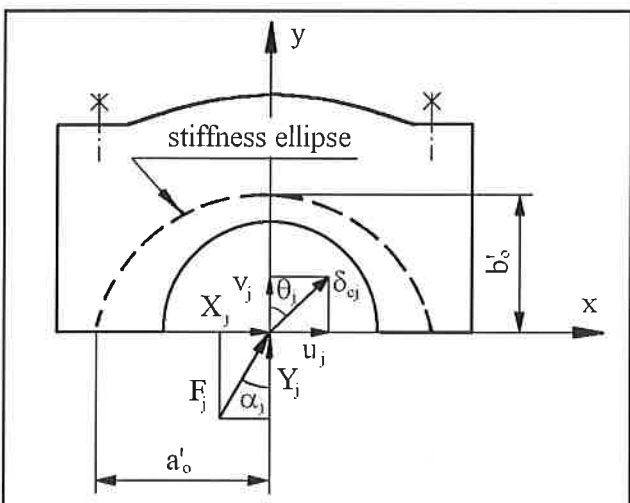
Itt $p(t)$ a saját körfrekvencia és p_0 ennek amplitúdója, b egy segédparaméter, mellyel a saját körfrekvenciát mint két állandónak tekintett $\lambda = p_0/\omega$ érték között változó függvényt írjuk le, míg ω a főtengeles szögsebessége (2. ábra). A rendszer stabil, illetve instabil zónái a 3. ábra alapján észlelhetők, ahol a $\lambda = 0,5 \dots 1,0$ értékeire a legnagyobbak az instabilitási zónák.



2. ábra



3. ábra



4. ábra

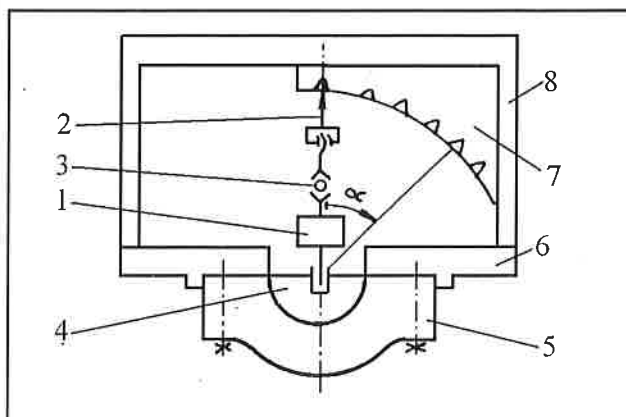
A felfüggesztett fekvőcsapágyak esetében a Hill-Mathieu-féle rezgések biztosan fellépnek, mivel ehhez csak a két főirányban mért rugómerevség 10–15%-os eltérése szükséges, illetve, hogy ezek aránya $k_1/k_2 \geq 1,10 \dots 1,15$ legyen.

A k_1 és k_2 rugómerevségek megállapításához szükséges, hogy több F_j megterhelés esetében (melyeket különböző α_j szögekben alkalmazunk) kiértékeljük a fellépő δ_{ej} elmozdulásokat. Ezeknek a segítségével végül meg lehet szerkeszteni az ún. merevségi ellipszist is (4. ábra).

Ezen értékek nagy pontossággal történő megállapítása megfelelő módszert feltételez, mely a jelen esetben a HI volt.

A próbapad leírása

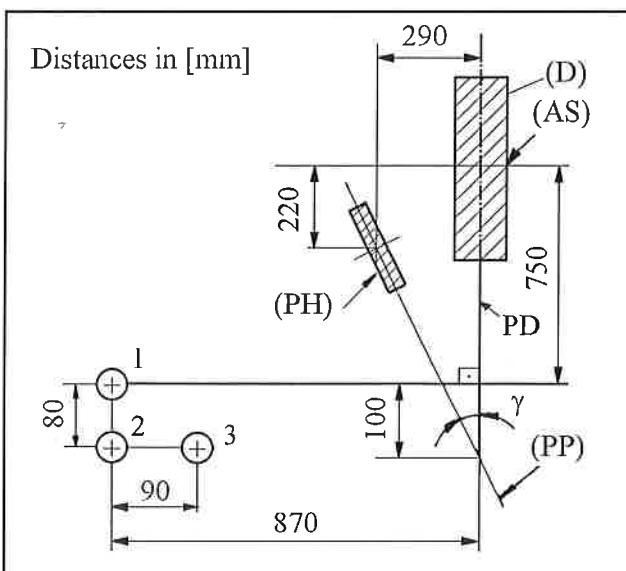
Annak érdekében, hogy a fekvőcsapágyak elmozdulásmezőjét a HI módszerrel meghatározhatjuk, megterveztük és kivitelezük az 5. ábrán bemutatott próbapadot. Ennek főbb komponensei a 8 merev keret, a 6 tartólap, melyre az 5 csapágyfedeleket a valódi rögzítési feltételek szigorú betartásával erősítettük fel. A csapágyat a 2 csavar, a 3 acélgyölyő, az 1 tenzométeres cella, illetve a 4 acél félhenger segítségével terheljük. A megterhelés irányát (az α szöget) a 7 félkör alakú kiképzett alkatrész segítségével lehetett változtatni.



5. ábra

Kísérleti eredmények

A tanulmányozott fekvőcsapágy alsó része (csapágyfedél) egy román hathengeres soros motorból származott, melynek gyakori, jóval a névleges időtartam előtti tönkremenetele adta a jelen kutatás témáját.



6. ábra

A *D* stand koordinátáit, a kísérletek alatt, a 6. ábra mutatja be, ahol 1, 2 és 3 a fotókamera pozíciója; *PD* a csapágyfedél felfogási síkja; *PH* a hololemez, ill. *PP* ennek a síkja, míg *AS* a csapágyfedél szimmetria-tengelye.

A síkholográfia alapján, a csapágyfedélnek – a saját rögzítőcsavarjai irányában történő – d_1 lineáris elmozdulását az alábbi képlet adja meg:

$$d_1 = \frac{\lambda \cdot R_0 \cdot \cos \theta}{\Delta x_2 \cdot \tan \theta} \cdot \sqrt{(1 + \tan^2 \theta)}$$

ahol: $\lambda = 632,8$ nm a He-Ne lézerforrás hullámhossza;

R_0 630 mm a megfigyelő és a csapágyfedél közötti távolság;

Δx_2 a sávok távolsága vízszintes irányban mérve;

θ [°] a megfigyelési szög a *PD* síkra merőleges irányához viszonyítva.

A 7. ábra egy ilyen körülmények között készített hologramot, míg a 8. ábra, az ennek alapján, a fenti képlet segítségével, a csapágyfedél saját elmozdulásmezijét mutatja be. A távolságokat a jobb oldali rögzítő csavar tengelyétől mértük.

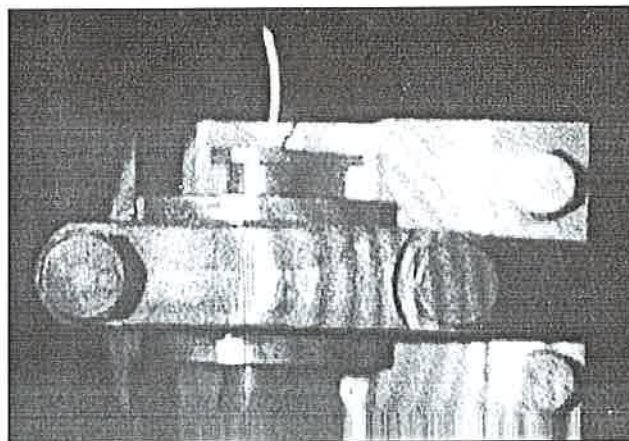
Összefoglalás

A holografikus interferometria rövid ismertetése után elemeztük a módszer előnyeit és hátrányait a roncsolásmentes anyagvizsgálat szempontjából. Bizonyítottuk, hogy a HI módszer jól ki tudná egészíteni a klasszikus roncsolásmentes vizsgálati módszereket, hozzájárulván a vizsgált alkatrész várható élettartamának a meghatározásához is.

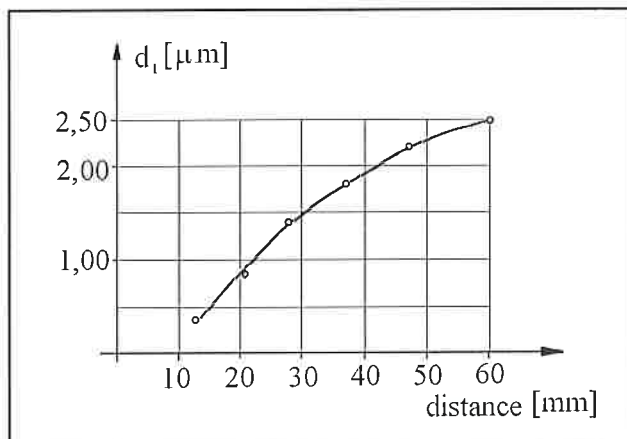
A módszer alkalmazását egy hathengeres traktormotorból kiserelt csapágy merevségének a kiértékelésével illusztráltuk, melyhez a saját tervezésű és kivitelezésű próbapadot használtuk.

Irodalomjegyzék

1. Füzessy, Z.: Háromdimenziós elmozdulás mérése holografikus interferometriai módszerekkel. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1982.
2. Vest, Ch.M.: Holographic Interferometry. New York, 1979.
3. Vienot, J.Ch.: Applications de L'Holographie. Université de Beçanson, 1970.
4. Tofan, M.C., Tára, Gr., Száva, J.: Sur des phénomènes de stabilité du système vilebrequinappuis élastiques des moteurs à combustion interne. Buletinul Universității Transilvania din Brasov, Seria A, Vol.XXXV, 1993, pag.117-123.



7. ábra



8. ábra

5. Száva, J., Sperchez, Fl., Tára, Gr.: Research on Crankshaft Bearing Optimisation from Dynamic Viewpoint. The 13th "Danubia-Adria" Symposium on Experimental Methods in Solid Mechanics, Rajceke-Teplce, Slovakia, 26-28.09.1996. Proceedings of the Symposium, pp.149-150.
6. Száva, J.: Doktori disszertáció. Brassói Transilvania Egyetem, 1993.

Ropedésvizsgálat a korszerű Diffu-Therm készítményekkel

A festékbepótlásos ropedésvizsgálathoz – az eljárást szabaddalmazató által alapított – Helmut Klumpf Technische Chemie KG cég Diffu-Therm készítményeit: a BDR-L piros jelzőfolyadék – BRE vagy BRE-2 tisztító – BEA előhívó vizsgálórendszert ajánljuk, mert

⇒ valamennyi készítmény adagontként ellenőrzött és dokumentált korrózióelem-tartalma: az összes klór-, fluor- és kéntartalma lényegesen kisebb az MSZ EN ISO 3452-2 szabvány előírásainál is, és – természetesen – a korróziós hatás vizsgálati eredménye is negatív;

⇒ a rendszer vizsgálati érzékenysége – mert a jelzőfolyadék UV fényre is érzékenyített –, a hiba-felismerhetősége az MSZ EN ISO 3452-3 szabvány szerint ellenőrizve a lehető legjobb; ugyanakkor

⇒ mindenben kielégítik az EU-ban megszabott környezet- és munkavédelmi követelményeket is, azaz a BDR-L piros jelzőfolyadék nem tartalmaz rákkeltő azofestéket, ásványolajmentes, vízzel is lemosható és gyengén vízveszélyeztető; a BEA előhívó oldószere és a BRE tisztító nem tartalmaznak halogénezett szénhidrogéneket.

A vízzel lemosható BDR-L piros jelzőfolyadék és a vízbázisú BEA-W előhívó vizsgálórendszert – kannás csomagolásban – azoknak a cégeknek ajánljuk, amelyeknél a rendszeres vizsgálati igény kielégítéséhez gazdaságos a technológiai sorba illeszthető vizsgálóhely telepítése, illetve nagy tömegű és méretű szerkezeteket gyártanak és azok hegesztési varratainak vizsgálata – különösen a tartályok belsejében – rendszeres igény.

Előnyös a vízzel kezelhető vizsgálórendszerrel végezni a vizsgálatot, mert az 5, 10 és 25 literes kannákban forgalmazott szerek használata gazdaságosabb, és munka- és környezetvédelmi szempontból még kedvezőbb: a PB-hajtógáz helyett sűrített levegős szórófejet használunk, és lényegesen kevesebb oldószert gőz kerül a munkatérbe, a mosóvíz összegyűjthető, tisztítható és újra felhasználható, azaz víztakarékos, illetve a leszállított tisztítási maradék kis térfogatú, azaz kevés és gazdaságosan kezelhető a gyengén veszélyes hulladéka.



A mágneses ropedésvizsgálathoz – az ugyancsak környezetbarát – Diffu-Therm MPS-S fekete, vagy MPS-F fluoreszcens narancs színű mágnesezhető poros szuszpenzióit ajánljuk, melyek közül az MPS-S2-vel még 125 °C-os, illetve az MPS-F3-mal még 300 °C-os felületi hőmérsékletű szerkezeti elemek is elvégezhető a vizsgálat!

A **DIFFU-THERM** készítmények

kizárólagos hazai forgalmazója

a **TESTOR** Kft.

Budapest XII. Meredek utca 33.

Telefon: 319-1-319 • Fax: 319-2-284 • info@testor.hu

www.testor.hu

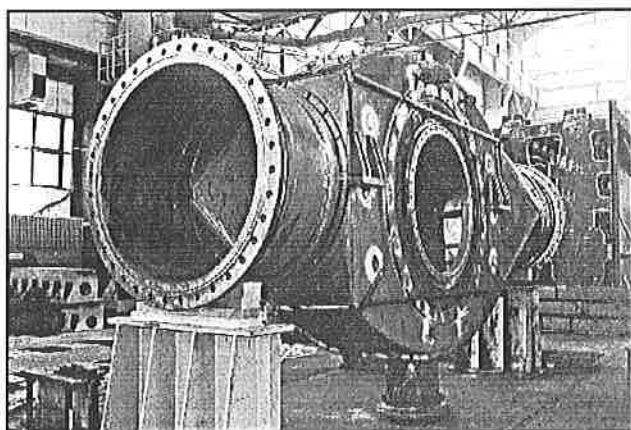
Egy példa a mágneses vizsgálat során kapott hamis indikációkra

Gonda Tibor¹ – Bezdek István¹ – Gillemot László¹ – Lehoczky Judit²

Bevezetés

Az APH erőműi komponenseket, ezen belül hegesztett szerkezeteket gyárt és erőmű szerviz tevékenységet folytat. Külföldi megrendelésre atomerőművi hegesztett turbinaházat gyártott a megrendelő tervei szerint.

A turbinaházat mutatja az 1. ábra.



1. ábra. A kiömlő hegesztett turbinaház fényképe, fehér foltokként látszik a mágnesporos vizsgálatok helye

A turbinaház minőségellenőrzése – NDT módszerek

A ház hőkezelése előtt a hegesztett varratokat 100%-ban vizuálisan ellenőriztük, majd az egyes varratokat 100%-ban, a többit szűrőpróbaszerűen ellenőriztük. A hegesztett varratok felületi repedéseit 100%-ban mágnesporos módszerrel ellenőriztük. A hőkezelést követően 100% vizuális és mágnesporos ellenőrzést végeztünk. A közepén elhelyezkedő karima felrakó hegesztéssel készült rozsdamentes anyagból, amit ultrahangos módszerrel vizsgáltunk.

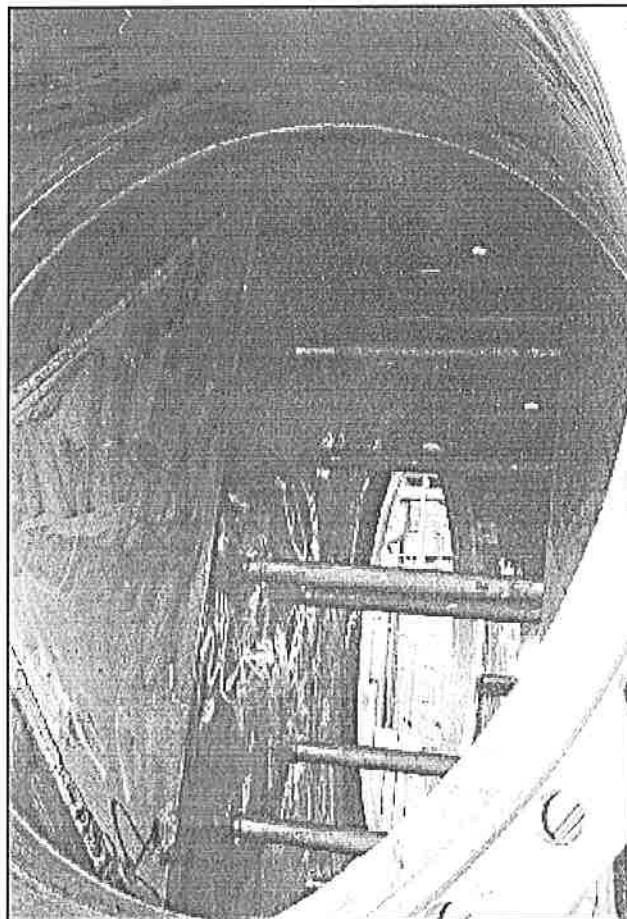
Az 1. ábrán is látható belső merevítő rudakat mutatja be részletesen a 2. ábra. Az 1. ábrán a „fekete-fehér” mágneses módszer festék nyomai jól szemléltetik a támasztó rudak becsatlakozásait.

A szóban forgó varratok kiképzését mutatja a 3. ábra, amelynek bal oldala a különböző anyagminőségek csatlakozását szemlélteti, míg jobb oldala a több rétegben elkészített hegesztési varrat felépítését mutatja. Az alkalmazott alapanyagok és hegesztőelektródák kémiai összetétele az 1. táblázatban található. A szerkezet igénybevétele indokolja a rozsdamentes és melegszállard acél együttes alkalmazását.

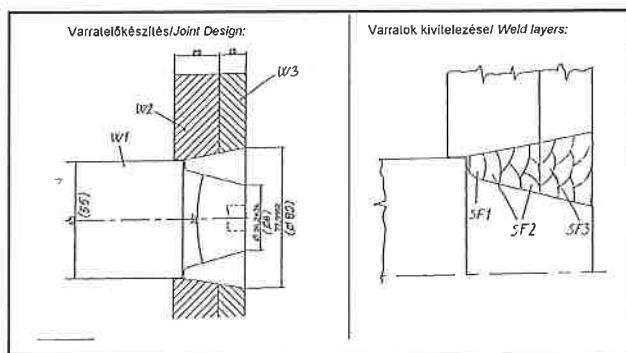
A mágnesporos vizsgálat indikációja

A 4. ábrán jól látható a hőfeszültségek csökkentése és a hőelvezetés szabályozása érdekében a támasztó rudakban bemunkált furatok. A támasztó rúd körül a mágnesporos vizsgálat „repedés jellegű” indikációt mutatott ki.

Az indikációk a hegesztett varratok kb. 60%-nál jelentkezett és jellemző átmérőjük kb. 80 mm volt, ami a varrat lemunkálás méretével



2. ábra. A turbinaház belsejében lévő merevítő rudak



3. ábra. A hegesztési varrat kialakítása

egyezett meg. Az indikáció jellege, elhelyezkedése és megjelenésének gyakorisága repedésre utalt, annak ellenére, hogy penetrációs vizsgálati módszerrel repedés nem volt kimutatható.

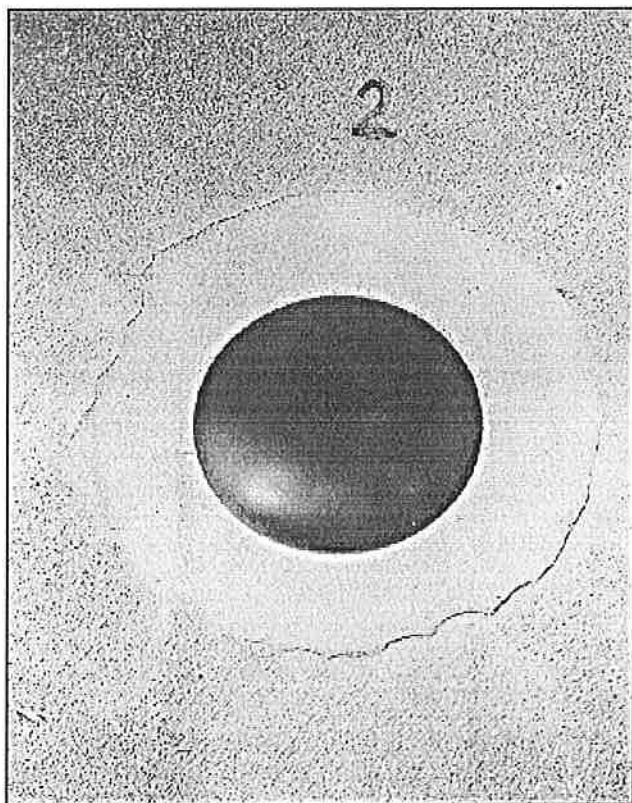
A vizsgált felület lemunkálása (kb. 0,5 mm leköszörülése) után megismételtük a vizsgálatot és ugyanazt az eredményt kaptuk.

Az ismételt felület-lemunkálás és vizsgálatok eredménye sem tért el a korábbtól.

Annak ellenére, hogy több szakember továbbra is feltételezte a repe-

¹ ALSTOM Power Hungária Rt.

² ÁEF Laboratórium

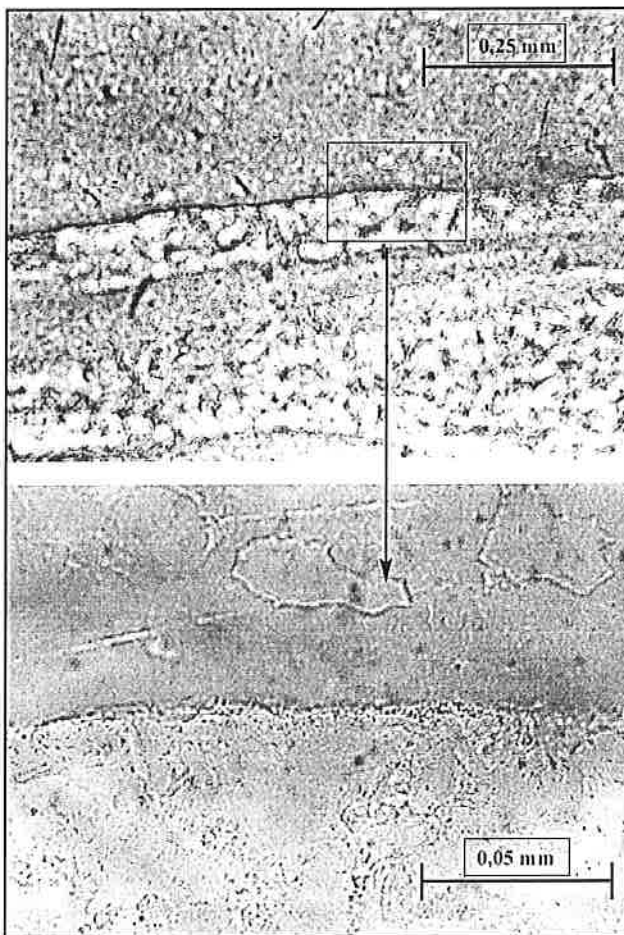


4. ábra. A merevítő rudak behegesztése körül látható mágnesporos indikáció

dés jelenlétét, felmerült a gyanú, hogy ez csak hamis indikáció, amit az eltérő mágneses permeabilitású anyagok fel nem keveredett határai okoznak.

Az ÁÉF Laboratórium bevonásával replika vizsgálatokat készítettünk a kérdéses felületekről. A köszörült, majd gyémánt pasztával csiszolt felületekről maratás nélküli és maratott állapotban is replika készült, mind a varratról, mind pedig az átmeneti részről. Ennek illusztrálására mutatjuk be a maratott felületről készített 100 és 500x-os nagyítású felvételeket. Míg a kisebb nagyításban egy „repedésszerű” éles határvonal látszik a varrat és az alapanyag között, addig a nagyobb nagyítás egyértelműen bizonyítja, hogy ez csak a két eltérő összetételű anyag közötti határvonal.

Az ismételt mágnesporos vizsgálat a 4. ábrához hasonló, határozott hibaindikációt mutatott a metallográfia vizsgálatokhoz előkészített felületen is.



5. ábra. Az átmeneti zónáról készített replika vizsgálat eredménye (100 és 500x-os nagyítás)

Összefoglalás

Az adott vizsgálatok egyértelműen rávilágítottak arra, hogy két eltérő mágneses tulajdonságú anyag vizsgálata során nagyon körültekintően kell eljárni a hamis indikációk elkerülése érdekében. Ilyen esetekben nem elegendő a mágnesporos vizsgálat, hanem több roncsolásmentes vizsgálati módszer alkalmazása szükséges a megbízható eredményhez.

Az elvégzett vizsgálatok eredményei olyan egyértelműek voltak, hogy még a nagy értékű és biztonságtechnikai szempontból kényes terméket a megrendelő képviselője és az illetékes szakhatóság is átvette.

1. táblázat: Az alapanyagok és hegesztő elektródák kémiai összetétele

	Jel	Anyag -szám	Megnevezés	C %	Cr %	Ni %	Si %	Mn %	Al %	Mo %
Alapanyag	W1	1.4006	X10Cr13	0,12	12,0 14,0	0,4	1,0	1,0	0,1	0,15
	W2	1.4000	X10Cr13	0,08	12,0 14,0	0,4	1,0	0,1	0,1	0,15
	W3	1.0425	P265GH	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5 1,4	0,02 0,12	0,08
Hegesztő elektróda	SF1		Thyssen Thermanit 14 K	0,06	12,5	1,3				
	SF2		Thyssen Thermanit 14 K	0,06	12,5	1,3				
	SF3		ESAB OK 48.00	0,07			0,5	1,2		

Az európai és a hazai szabványosítás a roncsolásmentes vizsgálatok területén

Szabó József

Előzmények

Az európai integráció és a piacgazdaság kiépítése szükségessé tette a műszaki szabályozás eszközrendszerének, finanszírozásának, formáinak átalakítását. Az Európai Unió és a Magyar Köztársaság között létrejött Társulási Megállapodás értelmében az MSZT feladata az európai szabványosítási szervezetekhez való csatlakozás. Az európai szabványosítási szervezetekben a teljes jogú tagság elnyerésének egyik feltétele, hogy az MSZT a piacgazdaságokban és a nemzetközi gyakorlatban elfogadott, a szabványosítás önkéntességét, nyilvánosságát, valamint a közérdek és a közmegegyezés érvényre jutását biztosító jogi keretek között működő független szervezet legyen.

Az MSZT az 1995. évi nemzeti szabványosításról szóló XXVIII. törvényen alapuló működési rendjénél és szervezeti felépítésénél fogva alkalmas arra, hogy megfeleljen az Európai Unió által támasztott feltételeknek. Az MSZT közhasznú feladatot ellátó köztestületként látja el a nemzeti szabványosítás feladatait és az ahhoz kapcsolódó tevékenységeket. Az MSZT nyilvántartott tagsággal és önkormányzattal rendelkezik. A közgyűlés, amely az MSZT összes tagjából áll, választja az MSZT elnökét és két elnökhelyettesét, a pénzügyi ellenőrző bizottságot, és a szabványügyi tanács 30 tagját.

MSZT-tag lehet minden jogi személy és jogi személyiséggel nem rendelkező gazdálkodó szervezet. Az MSZT tagjai az általuk kiválasztott, tetszőleges számú műszaki bizottságba delegálhatnak képviselőket, de mindegyikbe csak egyet. A közmegegyezésen alapuló szabványosítás a műszaki bizottságokban és a munkacsoportokban történik. Ezek tevékenységében a közigazgatási szervezetek és a gazdálkodói szféra érdekeltségének arányában egyaránt részt vesz és anyagilag támogatja a szabványosítást. Az, hogy valamely szakterületen a magyar szabványosítás milyen szintet ér el, az a szakterületen érdekelt vállalatok, intézmények stb. aktivitásán, támogató magatartásán múlik.

A szabványosítás jelenlegi helyzete

Az európai szabványügyi szervezetekben való teljes jogú tagság elnyerésének feltételei közül a legnagyobb feladatot az európai szabványok legalább 85%-ának bevezetése jelentette. Az MSZT 2000. december 1-jén elérte ezt a bevezetettségi arányt.

Ezt az eredményt részben az európai szabványok angol nyelven való, jóváhagyó közleményes bevezetésével sikerült elérni. A CEN-ben a nemzeti tagtestületekre háruló kötelezettségek minden bizonnyal elkerülhetetlenné teszik ennek a módszernek a további alkalmazását.

Mivel az MSZT-nek MSZ EN ISO 9001 szerinti minőségbiztosítási rendszerében a minőségi politikájába foglalt célja, hogy tevékenységei, szolgáltatásai által a magyar vállalatok jobb piaci helyzetbe kerüljenek, az MSZT törekszik arra, hogy az európai szabványok – azon szabványok kivételével, amelyek Magyarország számára érdektelenek (űrhajózás, tengerhajózás stb.) – magyarul jelenjenek meg. Az MSZT a még be nem vezetett és a jóváhagyó közleménnyel bevezetett európai szabványok magyar változatát igény és a szükséges fedezet rendelkezésre állása esetén minden esetben elkészíti.

A magyar nemzeti szabványosító műszaki bizottságok – így a roncsolásmentes vizsgálatok műszaki bizottsága is – az elmúlt években szinte kizárólag az európai szabványok magyar változatainak elkészítésével volt elfoglalva. Sokszor megfogalmazódott, hogy ez a munka, amelynek során nem szabad eltérni az eredeti európai szabványtól nem is igazi szabványosítás. Az európai szabványosítási szervezetekben való teljes jogú tagság feltételeinek teljesítése következtében az MSZT-nek jó esélye van arra, hogy ez évben megelőbb

a CEN teljes jogú tagja legyen, és ezzel a magyar nemzeti szabványosító műszaki bizottságok számára is új lehetőségek nyíljanak.

A nemzeti szabványosítás szerepe az európai szabványosításban

A magyar műszaki bizottságok meghatalmazott képviselői a CEN/CENELEC közös szabályzata szerint teljes jogú tagként vehetnek részt az európai szabványosítási munkában, azaz hatásuk lehet a szabványosítási program kialakítására, a szabványtervezetek és a szabványok műszaki tartalmára, valamint az európai műszaki bizottság minden döntésére.

Az európai szabványügyi szervezetek tagjai alapvetően az európai nemzeti szabványügyi szervezetek, és így a CEN műszaki bizottságait a nemzeti szabványosító műszaki bizottságok, illetve megbízott képviselők alkotják. A CEN műszaki bizottságaiban a szabványosító tevékenység a nemzeti műszaki bizottságok tevékenységére épül.

CEN műszaki bizottság: CEN/TC

Megegyezés a CEN/TC tagjai között

A CEN/TC-t alkotó nemzeti műszaki bizottságok (NTC):

AFNOR/NTC, BSI/NTC, DIN/NTC ... MSZT/NTC

Kompromisszumok a nemzeti műszaki bizottságok tagjai között

A CEN műszaki bizottságban felmerülő kérdésekre először a CEN/TC-t alkotó nemzeti műszaki bizottságokban külön-külön keresnek közmegegyezésen alapuló megoldást. A nemzeti műszaki bizottságok meghatalmazott képviselői igyekeznek elfogadtatni a nemzeti bizottság által elfogadott álláspontot a CEN/TC-vel. A CEN/TC-ben az esetleg hosszas vita és egyeztetés után elért kompromisszumnak azonban csak kiinduló pontjai a nemzeti vélemények.

Ezeknek a kompromisszumoknak a kialakításában célszerű részt venni, hiszen az elfogadott határozat, a meghozott döntés minden CEN/TC- és minden CEN-tagra érvényes.

A CEN műszaki bizottságaiban kidolgozott szabványokat – akár részt vett a kidolgozásában a magyar műszaki bizottság akár nem, akár egyetértéssel, akár nem – már változtatás nélkül, szöveghű fordítással kell magyar nemzeti szabványként bevezetnünk.

A roncsolásmentes vizsgálatok szabványosítása Európában

A roncsolásmentes vizsgálatok területén az alapvető szabványokat a CEN/TC 138 „Roncsolásmentes vizsgálatok” műszaki bizottságban dolgozzák ki. Azonban az EN 473-ból ismert ipari szakterületek, termékek speciális roncsolásmentes vizsgálati szabványait a vonatkozó termékkel, ipari szakterülettel foglalkozó műszaki bizottságban készítik.

A következő táblázatok tartalmazzák az általános roncsolásmentes (CEN/TC 138), a hegesztett kötésekre vonatkozó (CEN/TC 121), az acélcsövekre vonatkozó (ECISS/TC 29), az öntvényekre vonatkozó (CEN/TC 190) és az acél kovácsdarabokra vonatkozó (ECISS/TC 28) roncsolásmentes vizsgálati európai szabványok közül a fontosabbakat a teljesség igénye nélkül. Természetesen ez a felsorolás sem teljes, hiszen számos olyan szakterület létezik még, amelynek roncsolásmentes vizsgálati szabványait ismertetni lehetne. A felsorolásokban az MSZ EN jelzet a magyar szabványként bevezetett szabványokat jelöli, de ezek közül a szürke alapon lévők angol nyelven, jóváhagyó közleménnyel bevezetett szabványok. Az EN jelzettel jelöltek még nincsenek bevezetve, a prEN jelzetűek pedig még európai szabványként sem jelentek meg. A szabványok azonosító jelzete mellett nem a pontos

cím, hanem a szabvány tárgyára lehetőleg röviden utaló kifejezés szerepel.

Roncsolásmentes vizsgálatok CEN/TC 138

Általános

- MSZ EN 1330-1, -2 Általános fogalom-meghatározás

Radiográfia

- MSZ EN 1330-3 Fogalom-meghatározás
- MSZ EN 444 Alapelvek
- MSZ EN 462-1...5 Képmínőségjelzők
- MSZ EN 13068-1, -2 Radioszkópia

Ultrahangos

- EN 1330-4 Fogalom-meghatározások
- MSZ EN 583-1 Általános alapelvek
- prEN 583-2 Beállítások
- MSZ EN 583-3 Átvilágítási eljárás
- prEN 583-4 Felületre merőleges folytonossági hiányok
- prEN 583-5 A hibák jellemzése és méretének meghatározása
- MSZ ENV 583-6 A hibák kimutatása és méret-meghatározása
- MSZ EN 12223 1. számú ellenőrző test

Mágneses

- MSZ EN 1330-5 Fogalom-meghatározások
- prEN 12084 Örvényáramos, általános alapelvek

Szemrevételezés

- prEN 1330-10 Fogalom-meghatározások
- prEN 13018 Alapelvek

Tömörségvizsgálat

- MSZ EN 1330-8 Fogalom-meghatározások
- prEN 13625 A tömörségvizsgáló berendezés kiválasztása
- prEN 13184 Nyomásváltásos eljárás
- prEN 13184 Nyomjelző gázos eljárás
- prEN 13192 Az összehasonlító gázszívárgás kalibrálás,
- MSZ EN 1779 A vizsgáló eljárás kiválasztásának feltételei
- MSZ EN 1593 Buborékemissziós eljárás

Akusztikus emissziós

- EN 1330-9 Fogalom-meghatározás
- prEN 13554 Általános alapelvek
- prEN 13477-1 Berendezés
- prEN 13477-1 A működési jellemzők ellenőrzése

Folyadékbehatolásos

- EN ISO 12706 Fogalom-meghatározások
- MSZ EN 571-1 Vizsgálat
- MSZ EN ISO 3452-2 A vizsgáló anyag ellenőrzése
- MSZ EN ISO 3452-3 Ellenőrző test
- MSZ EN ISO 3452-4 Berendezés
- prEN ISO 3059 A megvilágítás feltételei

Mágnesezhető poros

- prEN ISO 12707 Fogalom-meghatározás
- prEN ISO 9934-1 Alapelvek
- prEN ISO 9934-2 Vizsgálóközegek
- prEN ISO 3059 A megvilágítás feltételei
- prEN ISO 9934-3 Berendezés

Hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálata CEN/TC 121

Általános

- MSZ EN 12062 A fémekre vonatkozó általános szabályok

Radiográfia

- MSZ EN 1435 Radiográfiai vizsgálat
- MSZ EN 12517 Átvételi feltételek

Ultrahangos

- MSZ EN 1714 Ultrahangos vizsgálat
- MSZ EN 1713 A hibajelek jellemzése
- MSZ EN 1712 Átvételi feltételek

- MSZ EN 27963 2. számú ellenőrző test

Mágneses

- MSZ EN 1711 Örvényáramos vizsgálat

Szemrevételezés

- MSZ EN 970 Szemrevételezéses vizsgálata
- MSZ EN 13100-1 Hegesztett műanyagkötések szemrevételezéses vizsgálata

Folyadékbehatolásos

- MSZ EN 1289 Folyadékbehatolásos vizsgálat

Mágnesezhető poros

- MSZ EN 1290 Mágnesezhető poros vizsgálat
- MSZ EN 1291 Átvételi feltételek

Az acélcsövek roncsolásmentes vizsgálata. ECISS/TC 29

Általános

- MSZ EN 10256 Az 1. és a 2. szintű roncsolásmentes vizsgálok minősítése és illetékessége

Radiográfia

- MSZ EN 10246-10 Acélcsövek automatikus ívhegesztéssel készített varratának radiográfiai vizsgálata az anyaghiányok kimutatására

Ultrahangos

- MSZ EN 10246-6 Varrat nélküli acélcsövek teljes felületre kiterjedő, automatikus ultrahangos vizsgálata a keresztirányú anyaghiányok kimutatására
- MSZ EN 10246-7 Varrat nélküli és hegesztett (kivéve a fedett ív hegesztést) acélcsövek teljes felületre kiterjedő automatikus ultrahangos vizsgálata a hosszirányú hibák kimutatására
- MSZ EN 10246-8 Acélcsövek ellenállás és indukciós eljárással hegesztett varratának automatikus ultrahangos vizsgálata, a hosszirányú anyaghiányok kimutatására
- MSZ EN 10246-9 Acélcsövek fedett ív eljárással hegesztett varratának automatikus ultrahangos vizsgálata a hossz- és/vagy a keresztirányú anyaghiányok kimutatására
- MSZ EN 10246-13 Varrat nélküli és hegesztett (kivéve a fedett ívvel hegesztett) acélcsövek teljes felületre kiterjedő automatikus ultrahangos falvastagság-mérése
- MSZ EN 10246-14 Varrat nélküli és hegesztett (kivéve a fedett ív hegesztést) acélcsövek teljes felületre kiterjedő automatikus ultrahangos vizsgálata a réteges anyagrések kimutatására
- MSZ EN 10246-15 Hegesztett acélcsövek gyártására használt szalagok/lemezek automatikus ultrahangos vizsgálata a réteges anyagrések kimutatására
- MSZ EN 10246-16 Hegesztett acélcsövek varratkörnyezetében az alapanyag automatikus ultrahangos vizsgálata a réteges anyagrések kimutatására
- MSZ EN 10246-17 Varrat nélküli és hegesztett acélcsövek végeinek ultrahangos vizsgálata a réteges anyagrések kimutatására

Mágnes

- MSZ EN 10246-1 Varrat nélküli és hegesztett (kivéve a fedett ívvel hegesztett), ferromágneses acélcsövek automatikus elektromágneses vizsgálata a tömörség igazolására
- MSZ EN 10246-2 Ausztenites és ausztenites-ferrites, varrat nélküli és hegesztett (kivéve a fedett ív hegesztést) acélcsövek automatikus örvényáramos vizsgálata folyadéknyomásmérés tömörség ellenőrzésére
- MSZ EN 10246-3 Varrat nélküli és hegesztett (kivéve a fedett ív hegesztést) acélcsövek automatikus örvényáramos vizsgálata anyaghiányok kimutatására
- MSZ EN 10246-4 Varrat nélküli, ferromágneses acélcsövek teljes felületre kiterjedő, automatikus, mágneses átalakító/szórt fluxusos vizsgálata a keresztirányú anyaghiányok kimutatására
- MSZ EN 10246-5 Varrat nélküli és hegesztett (kivéve a fedett ív hegesztést), ferromágneses acélcsövek teljes felületre kiterjedő, automatikus, mágneses átalakító/szórt fluxusos vizsgálata a hosszirányú anyaghiányok kimutatására

Mágnesezhető poros

- MSZ EN 10246-12 Varrat nélküli és hegesztett, ferromágneses acélcsövek mágnesezhető poros vizsgálata a felületi anyaghiányok kimutatására.
- MSZ EN 10246-18 Varrat nélküli és hegesztett, ferromágneses acélcsövek végeinek mágnesezhető poros vizsgálata, a réteges anyagrészek kimutatására

Folyadékbehatolások

- MSZ EN 10246-11 Varrat nélküli és hegesztett acélcsövek folyadékbehatolások vizsgálata a felületi anyaghiányok kimutatására

Az öntvények roncsolásmentes vizsgálata CEN/TC 190**Radiográfia**

- prEN 12681 Radiográfiai vizsgálat

Ultraszhang

- prEN 12680-1 Ultraszhangos vizsgálat. Általános acélöntvények
- prEN 12680-2 Ultraszhangos vizsgálat. Acélöntvények turbinákhoz
- prEN 12680-3 Ultraszhangos vizsgálat. Gömbgrafitos öntöttvas öntvények

Folyadékbehatolások

- MSZ EN 1371-1 Folyadékbehatolások vizsgálat. 1. rész: Homok-, kokilla- és kisnyomású öntéssel készült öntvények
- MSZ EN 1371-2 Folyadékbehatolások vizsgálat. Precíziós öntvények

Mágnesezhető poros

- MSZ EN 1369 Mágnesezhető poros vizsgálat

Szemrevételezések

- MSZ EN 12454 A felületi hibák szemrevételezéses vizsgálata. Homokformába öntött acélöntvények

A kovácsdarabok roncsolásmentes vizsgálata ECIS/TC 28**Mágnesezhető poros**

- MSZ EN 10228-1 Mágnesezhető poros vizsgálat

Folyadékbehatolások

- MSZ EN 10228-2 Folyadékbehatolások vizsgálat

Ultraszhang

- MSZ EN 10228-3 Ferrites vagy martenzites acél kovácsdarabok ultraszhangos vizsgálata
- MSZ EN 10228-4 Ausztenites vagy ausztenites-ferrites korrózióálló acél kovácsdarabok ultraszhangos vizsgálata

Új, érvényes nemzeti szabványok

A Magyar Szabványügyi Testület által, a Szabványügyi Közlöny 2001/2. – 2001/3. számaiban közzétett és szakterületünket érintő érvényes szabványok a következők:

01 Általános előírások. Terminológia

- MSZ EN ISO 9000:2001; Minőségirányítási rendszerek. Alapok és szótár.

03 Vállalatszervezés és irányítás

- MSZ EN ISO 9001:2001; Minőségirányítási rendszerek. Követelmények.
- MSZ EN ISO 9004:2001; Minőségirányítási rendszerek. Útmutató a működés fejlesztéséhez.
- MSZ EN ISO/IEC 17025:2001; Vizsgáló- és kalibráló-laboratóriumok felkészültségének általános követelményei.

25 Gyártástechnika

- MSZ EN 1712:2001; Hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálata. Hegesztett varratok ultraszhangos vizsgálata. Átvételi szintek.
- MSZ EN 1713:2001; Hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálata. Ultraszhangos vizsgálat. Hegesztett kötésekben lévő folytonossági hiányok jellemzése.
- MSZ EN 1714:2001; Hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálata. Hegesztett varratok ultraszhangos vizsgálata.

77 Kohászat

- MSZ EN 10160:2001; A 6 mm és annál nagyobb falvastagságú lapos acéltermékek ultraszhangos vizsgálata (impulzusvisszhang-eljárás).

83 Gumi- és műanyagipar

- MSZ EN ISO 2039-2:2001; Műanyagok. A keménység meghatározása. 2. rész: Rockwell-keménység
- MSZ EN ISO 2439:2001; Rugalmas polimer habanyagok. A keménység meghatározása (benyomódásos technika)

- MSZ EN ISO 6252:2001; Műanyagok. A környezet által okozott feszültségkorrózió (ESC) meghatározása. Állandó húzófeszültségű módszer

- MSZ EN ISO 6603-2:2001; Műanyagok. Kemény műanyagok ütés-szembeni viselkedésének meghatározása. 2. rész: Műszeres átlukasztásvizsgálat

- MSZ EN ISO 14632:2001; Extrudált polietilén (PE-HD) lemezek. Követelmények és vizsgálati módszerek

91 Építőanyagok és építés

- MSZ EN 1380:2001; Faszervezetek. Vizsgálati módszerek. Teherhordó szegezett kapcsolatok.
- MSZ EN 1381:2001; Faszervezetek. Vizsgálati módszerek. Teherhordó tűzőkapcsos kapcsolatok.
- MSZ EN 1382:2001; Faszervezetek. Vizsgálati módszerek. A kapcsolóelemek kihúzási teherbírása.
- MSZ EN 1383:2001; Faszervezetek. Vizsgálati módszerek. A kapcsolóelemek áthúzási ellenállása.

Jóváhagyó bevezetésre szánt EN szabványok:

- EN 583-2:2001; Non-destructive testing. Ultrasonic examination. Part 2: Sensitivity and range setting.
- EN 13477-1–2:2001; Non-destructive testing. Acoustic emission. Equipment characterisation. Part 1: Equipment description. Part 2: Verification of operating characteristic.

Nemzeti szabványok visszavonása:

- MSZ 7766:1983; Műanyag fóliák általános vizsgálati módszerei.
- MSZ 10193-11:1988; Poliuretán lágyhabok. Húzószilárdság és szakadási nyúlás meghatározása.
- MSZ 13630:1983; Műanyagok kúszásának meghatározása húzáskor.

A hőkezelés hatása a hipereutektikus RS/PM Al-Si-Ni ötvözetek szerkezeti stabilitására

Törköly Tamás*

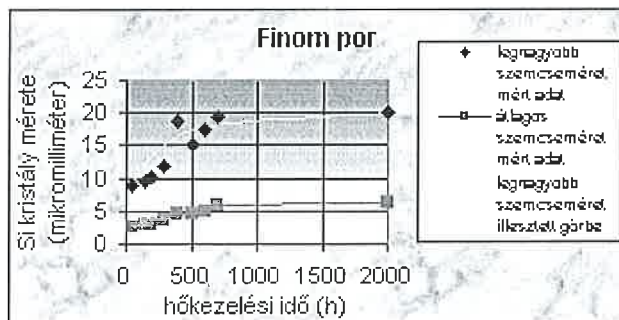
Korábbi kutatások eredményeként olyan anyagokat fejlesztettek ki, melyek kiváló tulajdonságaikat a nem egyensúlyi (instabil) állapotoknak köszönhetik. Ilyen anyagok például a gyorsítással porított, hipereutektikus AL-Si-X ötvözetek, melyeket hőtágulásuk és melegszerűsége különösen alkalmassá tesz a termomechanikai rendszerekben történő felhasználásra. A felhasználás közbeni igénybevétel veti fel azt a kérdést, hogy az ötvözet instabil tulajdonságai milyen körülmények között maradnak meg. Ennek eldöntése érdekében vizsgálatokat végeztünk Al₂₇Ni₆ összetételű anyagon, melynek előállítását a hagyományos porkohászati eljárástól kissé eltér. Az 1200 °C hőmérsékletű olvadási hőkezeléssel előállított porból 420 °C-on izotermikus sajtolással konszolidált rúdanyagból kétféle anyagminőséget vizsgáltunk. A különbség a konszolidáláshoz használt por-alapanyag szemcseméretében volt: az egyiké <50 µm (finom), a másiké 100-200 µm (durva), míg a kémiai összetétel jó közelítéssel azonos.

Az előzetes kísérletek alapján [2, 3] belátható, hogy az anyag mechanikai tulajdonságai jól érzékelhetően a 400 °C feletti hőkezeléssel változnak meg. Ezért a vizsgálatokat 500 °C-on 0 – 2000 óra időtartammal hőkezelt darabokon végeztük el.

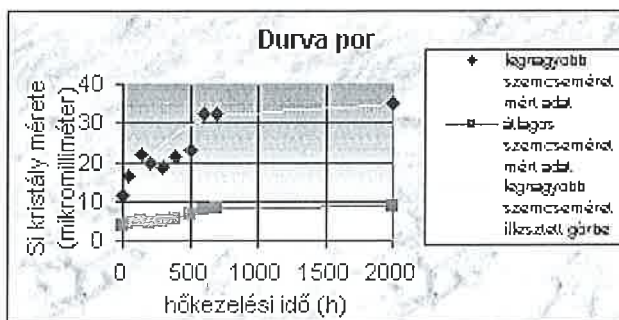
A következő 1.– 4. ábrákon példaként a különböző ideig hőkezelt darabok szövetszerkezete látható 400-szoros nagyításban. A felvételek optikai mikroszkóppal készültek.

A rövidebb és hosszabb ideig hőkezelt mintákon szemmel is jól látható a primer Si kristályok méretnövekedése. A Si kristály méretváltozását a hőkezelési idő függvényében az 5. és 6. ábrák mutatják.

A mért adatokra egy $R = A + B e^{Ct}$ típusú egyenlet illesztésével a folyamat jól jellemezhető. R – a szilíciumkristály maximális mérete.



5. ábra. A = 20, B = -12, C = -0,003



6. ábra. A = 35, B = -25, C = -0,003

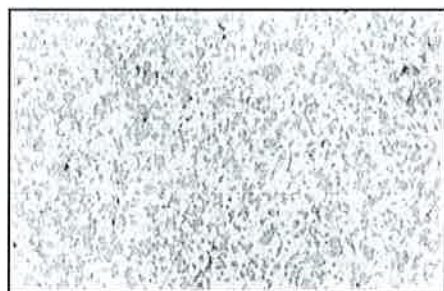
Következtetések

A nem egyensúlyi körülmények közötti gyártásból feltehetően instabil állapot bizonyítást nyert az anyagszerkezeti vizsgálattal. Az 500 °C-os hőkezelés során 500-600 óráig jelentős szemcse-durulás játszódik le, majd relatív stabil állapotba kerül az anyag.

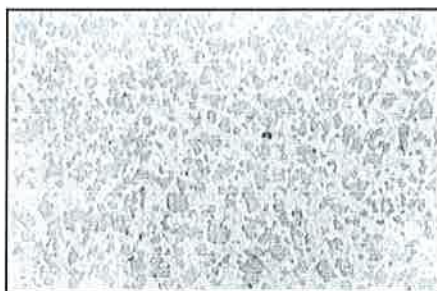
A szemcse-durulással jól magyarázható az anyag mechanikai tulajdonságainak változása, mivel az anyag törési mechanizmusában döntő szerepet játszik a legnagyobb szilíciumszemcse mérete. A szilíciumszemcsék növekedésével a szakítószilárdság csökken [4].

Irodalomjegyzék:

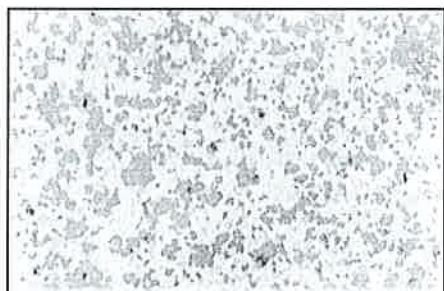
- [1] Sano H., Shibue K., Yamauchi S., Inumaru S.: Effect of Si content on the properties of P/M Al-Si binary alloys Sumito Light Met. Tech. 1985. p. 27-32.
- [2] Ziaja Gy., Stefánai V., Dybiec H.: Hipereutektikus Al-Si-(X) ötvözetek mechanikai technológiai tulajdonságai. Anyagvizsgálók Lapja 1994/4. p. 135-137.
- [3] Ziaja Gy., Stefánai V.: A hőkezelés hatása hipereutektikus RS/PM Al-Si-Ni ötvözetek stabilitására XIX. Hőkezelő és anyagtudomány a gépgyártásban országos konferencia 2000. okt. p. 82-87.



1. ábra. Finom porból konszolidált minta 500 °C-on 50 óra hőkezelés után, 400x



2. ábra. Durva porból konszolidált minta 500 °C-on 50 óra hőkezelés után, 400x



3. ábra. Finom porból konszolidált minta 500 °C-on 2000 óra hőkezelés után, 400x



4. ábra. Durva porból konszolidált minta 500 °C-on 2000 óra hőkezelés után, 400x

* PhD-hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Mechanikai Technológia és Anyagszerkezettani Tanszék, E-mail: torkoly@hotmail.com

[4] A. Mocellini, Y. Brechet, R. Fougères: Fracture of an Osprey AlSiFe alloys: A microstructure based model for fracture of microheterogeneous material Acta Metal. Mater. 1995. p. 1135-1140.

GAMMACONTROL

GAMMACONTROL MŰSZAKI SZOLGÁLTATÓ BETÉTI TÁRSASÁG • A BYCOSIN AB BYCOTEST MÁRKANEVŰ
VIZSGÁLÓANYAGOK ÉS A KODAK IPARI RÖNTGENFILMEK HIVATALOS MAGYARORSZÁGI MÁRKAKERESKEDŐJE
1037 BUDAPEST, TOBOZ U. 19. • TEL.: 388-0110, 06-209-778521 • FAX: 367-2284

GammaControl Műszaki Szolgáltató Bt. a svéd Bycosin AB nemzetközileg elismert BYCOTEST

roncsolásmentes anyagvizsgálati szereit és eszközeit ajánlja Önnek.

A színes és fluoreszkáló mégnesporokat és penetránsokat évek óta sikerrel használják a különböző iparágakban a fémes alapanyagok, fémszerkezetek és alkatrészek felületi repedéseinek kimutatására.

Ezen hagyományos alkalmazás mellett léteznek a BYCOTEST vizsgálószerek tömítés-, illetve tömörségvizsgálatra, valamint beton és kő repedésvizsgálatára is.

A vizsgálószerek különféle kiserelési módja a vizsgálati feladathoz illeszthető sokféle variációja minden lehetséges feladatra megoldást jelent.

A vizsgálószerek mellett UV-lámpa, permanens mágnes, etalonok, UV-fényerősség mérő, dokumentációs fólia, hordozótáska stb. teszi teljessé a rendelkezésre álló kínálatot.

Ha Ön ezt a vizsgálati technikát még a gyakorlatban nem használta, készséggel állunk rendelkezésére:

Tanácsadással • Telephelyén történő gyakorlati útmutatóval

Speciális vizsgálati feladatát a sokéves felhalmozott gyakorlati tapasztalatok alapján segítünk megoldani.

A folyamatos ellátást garantáljuk.

**Döntéséhez a szükséges információt megadjuk, és
kívánjuk, hogy jól döntsön.**

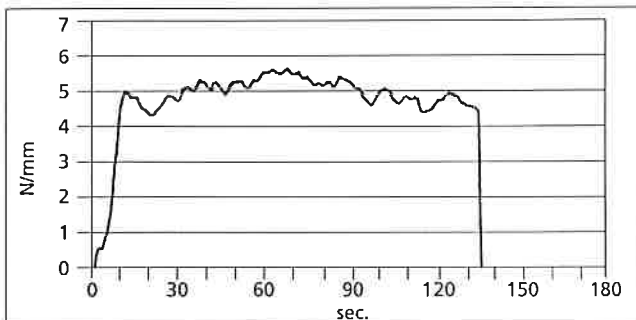
SZEMLE

A szigetelő réteg tapadási szilárdságának vizsgálata

A betonszerkezetek és -födémek tartósságának kulcsa a szigetelő bevonat megfelelő tapadása a betonon. Ez meggátolja az ártalmas (sókat, kloridokat és más vegyszereket tartalmazó) folyadékok behatolását a szerkezeti betonba és ezzel a beágyazott betonvasak, feszítőkábelek és vezetékek korrózióját.

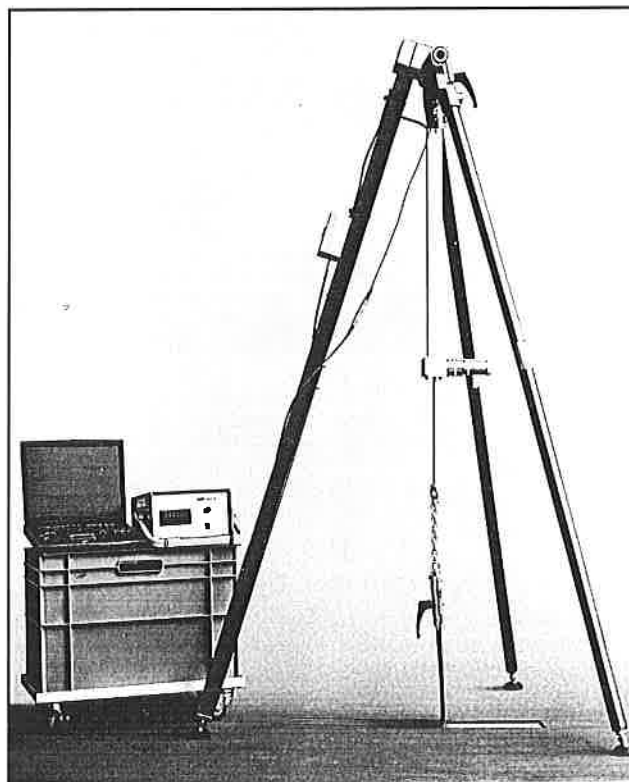
Mivel az adhéziós szilárdság nem mindig ad kielégítő eredményt, ezért kiegészítésként az ún. héjszilárdságot is meghatározzák.

A Proceq e célra fejlesztette ki – a Dyna A 1/50 műszerrel együtt – a Dyna F 250 típusú készüléket, amellyel a betonra ragasztott bevonat 100 mm széles és 600 mm hosszú csíkján meghatározható a héjszilárdság. A vizsgálati rendszer megfelel az SIA 281/2 szabvány előírásainak. A fotón látható háromlábú állványba szerelt, motorral hajtott húzóeszköz egy ellenőrző PC-hez van kapcsolva, amelynek az értékelő szoftverje elemzi – a diagramon is látható – a hosszegységre eső erő (N/mm) változását az idő függvényében.



A 22 kg tömegű készülék sátorvászorból készült csomagban szállítható a helyszínre.

(Forrás: a Proceq SA sajtószolgálat)



 AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt. Oktatásszervezési Osztály 1211 Budapest, Gyepsor u. 1. Tel./Fax: 278-0756			
Tanfolyam típusa		Tervezett kezdés	
ANYAGVIZSGÁLÓ SZAKKÉPESÍTŐ, MINŐSÍTŐ TANFOLYAMOK			
	1. fokozat	2. fokozat	3. fokozat
Ultrahangos anyagvizsgáló (UT)	2001. 09. 24	2001. 10. 29.	2001.09. hó
Örvényáramos anyagvizsgáló (ET)	2001. 11. 26.	2001. 11. 26.	2001.09. hó
Radiorádió anyagvizsgáló (RT)	I. félév 2001. 10. 08.	2001. 05. 07. 2001. 11. 05.	2001.09. hó
Mágneseszetes poros anyagvizsgáló (MT)	2001. 10. 22.	2001. 11. 26.	2001.09. hó
Folyadékbehatolásos anyagvizsgáló (PT)	2001. 11. 12.	2001. 12. 05.	2001.09. hó
Vizuális anyagvizsgáló (VT)	2001. 11. 19.	2001. 12. 11.	2001.09. hó
Tömörégi anyagvizsgáló (LT)	2001. 10. 01.	2001. 10. 29.	2001.09. hó
Rezgéselemző (VAT)	2001. 05. 14. 2001. 09. 17.	2001. 06. 04. 2001. 10. 15.	2001.09. hó
Mechanikai anyagvizsgáló	2001. 10. 08.	2001. 11. 19.	
Metallográfiai anyagvizsgáló	2001. 10. 01.	2001. 11. 12.	
Színképelemző (SPT)	Létszámlógó	Létszámlógó	
NYOMÁSTARTÓ- ÉS TARTÁLYTECHNIKAI TANFOLYAMOK			
Tartályvizsgáló		2001. 05. 07. és 10. 08.	
Tartályvizsgáló szakképesítést kiegészítő (C modul)		2001. 05. 15. és 10. 15.	
Tartálytisztító		2001. 05. 21. és 09. 10.	
Tartályjavító- és karbantartó		2001. 05. 28. és 09. 24.	
A Nyomástartóberendező-gépész és Nyomástartóberendezés-kezelő tanfolyam kezdete létszámlógó			
BIZTONSÁGTECHNIKAI KÉPZÉSEK			
Alapfokú sugárvédelmi		2001. 05. 15. és 10. 24.	
Sugárzóberendezés-kezelő bővítt sugárvédelmi		2001. 05. 15. és 10. 24.	
Sugárvédelmi továbbképző		2001. 05. 15. és 10. 24.	
Bővítt fokozatú sugárvédelmi továbbképző (radiológusok részére)		2001. I. félév és 11. 05.	
Érintésvédelem szabványossági felülvizsgáló		2001. I. félév	
Az ADR és a Tűzvédelmi tanfolyamok folyamatosan kezdődnek			
MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI SZAKKÉPZÉS			
Minőségellenőr		2001. 05. 14. és 09. 24.	
Minőségbiztosítási felülvizsgáló és tanúsító (auditor)		2001. II. félév	
A minőségszabályozás statisztikai és egyéb eszközei		Létszámlógó	
TQM alapjai		2001. I. félév	
TQM a vezetők részére		2001. I. félév	
QS 9000		Létszámlógó	
KÖRNYEZETVÉDELMI TANFOLYAMOK			
A Környezetvédelmi laboráns, a Környezetvédelmi szakelődő és a Településhulladék-gyűjtő és -szállító tanfolyamok kezdete létszámlógó.			
EGYÉB TANFOLYAMOK			
Középfokú általános metrológia		2001. 09. hó	
Felsőfokú általános metrológia		2001. 10. hó	
Emelőgép-ügyműtész		2001. 09. 10.	
Gazdasági információs I. (felsőfokú)		2001. 09. 10.	
Számlástechnikai szoftverüzemeltető		2001. 09. 10.	
Az Internet, a 3D-s modellezés, az ADOBE PHOTOSHOP, a CORELDRAW, a WEB-lap készítés és az AutoCAD (kezdő és haladó) tanfolyamok folyamatosan kezdődnek.			
A tanfolyamok helye: AGMI Rt. Anyagvizsgáló Épülete (1211 Budapest, Gyepsor u. 1.) Szállást és étkezést igény szerint biztosítunk. Tanfolyamokat kihelyezett formában is vállalunk. Érdeklődni lehet: AGMI Rt. Oktatásszervezési Osztály 1751 Budapest, Pf.: 114 Tel./Fax: 278-0756, E-mail: agmivig@malavnet.hu SZERETETTEL VÁRJUK TANFOLYAMAINKON!			
Miksz Erzsébet, osztályvezető			

Hazai rendezvények 2001-ben

III. Országos anyagtudományi, anyagvizsgáló és anyaginformatikai konferencia és kiállítás, Balatonfüred, október 14-17. Rendezi a Magyar Anyagtudományi Egyesület, előzetes tájékoztatást ad: Zsámbok Dénes, tel.: (25) 582-142, e-mail: dzsambok@rt.dunaferr.hu.

Vásárprogram 2001-ben a Budapesti Vásárközpontban

Industria – nemzetközi ipari szakkiállítás, 2001. május 22–26., és Budapesti Nemzetközi Vásár (BNV) – a fogyasztási cikkek vására, 2001. szeptember 14–23.

Nemzetközi rendezvények 2001-ben

Eurolab International Workshop: investigation and verification of materials testing machines, Dübendorf, Svájc, május 17–18. Cím: Dr. A. Satir, EMPA Academy, Überlandstrasse 129. CH-8600 Dübendorf; tel.: +41(0)1 823 4562; fax: +41(0)1 823 4031; e-mail: anne.satir@empa.ch.

3rd Int. Conf.: pipeline inspection, Moszkva, Oroszország, május 21–26. Cím: 35 St Usacheva, Moscow, 119048, Russia; Tel.: +245 5656; fax: +246 8888; e-mail: spektr@co.ru.



ORSZAK BT.

1752 Budapest, Pf. 101. Fax: 277-6226, Mobil: 06-20/9582-659

Az ORSZAK BT. 2001 telén és 2002 tavaszán roncsolásmentes anyagvizsgáló (RmAv) tanfolyamokat szervez az eljárások széles skáláján mind az OKJ, mind az MSZ EN 473 szabvány követelményeit kielégítő tematikákkal.

Az RmAv-tanfolyamok alapozó tárgyait – anyagvizsgálat, anyag- és gyártásismeret – előzetesen kell elsajátítani az **alapozó tanfolyamokon**, illetve a mentességet adó szakirányú felsőfokú végzettséget, vagy érvényes anyagvizsgáló képesítést igazolni kell.

Megkeresésre részletes tájékoztatást adunk a szakterület megválasztásához, a tanfolyamokról és a jelentkezés feltételeiről, illetve az étkeztetés és a szállás lehetőségeiről; jelentkezési lapot és részletes programot küldünk. A tanfolyamok hallgatói megkapják a nyomtatott jegyzeteket, ill. az érvényes szabványok, az MHE-tematikák és vizsgakérdések jegyzékét.

Célunk, hogy hallgatóink jól elsajátítsák az adott eljárás elméletét és gyakorlati fortélyait. Ennek érdekében tanfolyamainkon szakképesített és nagy gyakorlattal rendelkező előadók oktatnak, a gyakorlati foglalkozások az MSZ EN 45001 szerinti akkreditált vizsgálat laboratóriumokban folynak. Tanfolyamaink legeredményesebb hallgatóit hasznos anyagvizsgáló eszközöket tartalmazó csomaggal ajándékozzuk meg.

ANYAGVIZSGÁLLÓ TANFOLYAMAINK PROGRAMJA:

Alapozó tanfolyam az 1. fokozathoz: 2001. 09. 17–18. és 2002. 01. 7–8.

Alapozó tanfolyam a 2. fokozathoz: 2001. 10. 29–30. és 2002. 02. 25–26.

Tömörésvizsgáló LT-1: 2001. 09. 17–18., vizsga: 2001. 27–28.

Rezgéselemző VAT-2, az SKF Rt.-vel együttműködve: 2001. 10. 1–12. és 2002. 03. 18–29.

Rezgéselemző VAT-1, az SKF Rt.-vel együttműködve: 2001. 11. 19–30. és 2002. 05. 6–17.

Mágneseszetes poros MT-1: 2001. 09. 19–24., vizsga: 10. 2–3. 2002. 01. 9–11., vizsga: 01. 22–23.

Folyadékbehatolásos PT-1: 2001. 09. 24–26., vizsga: 10. 2–3. 2002. 01. 14–16., vizsga: 01. 22–23.

Vizuális VT-1: 2001. 09. 27–10. 1., vizsga: 10. 2–3., és 2002. 01. 17–21., vizsga: 01. 22–23.

Ultrahangos UT-1: 2001. 10. 8–24., vizsga: 10. 25–26. 2002. 01. 28. – 02. 13., vizsga: 02. 14–15.

Mágneseszetes poros MT-2: 2001. 10. 31–11. 2., vizsga: 11. 13–14.

Folyadékbehatolásos PT-2: 2001. 11. 5–7., vizsga: 11. 13–14., 2002. 03. 4–6., vizsga: 03. 12–13.

Vizuális VT-2: 2001. 11. 8–12., vizsga: 11. 13–14., és 2002. 03. 7–11., vizsga: 03. 12–13.

Ultrahangos UT-2: 2001. 11. 19–28., vizsga: 11. 29–30., 2002. 03. 19–27., vizsga: 03. 28–29.

Tömörésvizsgáló LT-2: 2002. 02. 18–27., vizsga: 02. 28. – 03. 1.

KONDITIONÁLÓ TANFOLYAMOK:

MT-2, PT-2 és VT-2: 2001. dec. 3–8.; **UT-2:** 2001. dec. 10–14.

RT-2: 2002. jan. 7–11., és **LT-2:** 2002. febr. 11–14.

A kondicionáló tanfolyamokat az 1996-97-ben 2. fokozatú vizsgát tett kollégáknak ajánljuk. Ismeretük az új vizsgálati szabványokat, eljárásokat és eszközöket. A tanfolyam a tanúsítványuk meghosszabbításához is hasznos segítség.

Akusztikus emissziós AET-2 újraminősítő: 2002. ápr. 8–17., vizsga: ápr. 18–19.

LEGALÁB HAT FŐ JELENTKEZÉSE ESETÉN INDULÓ TANFOLYAMOK:

– Színképelemző, SPT-1 és SPT-2, – Akusztikus emissziós, AET-1 és AET-2;

– Hőkezelő.

Vállalatok, társaságok részére kihelyezett tanfolyamokat, ill. speciális igények szerinti képzést is szervezünk. Vállaljuk szakmai napok szervezését is új termékek és eljárások bemutatására.

Forduljon hozzánk bizalommal!

Szűcs Pál

Dénes Gábor

Int. Symp.: NDT in progress, Trest, Csehország, június 20–26. Cím: The Czech Society for NDT, Pod viaduktem 62, CZ 155 00 Praha; Tel./fax: +420 2 5727 9738; e-mail: cnsdt@cndt.cz.

Condition monitoring, conference and exhibition, Oxford, UK., június 25–27. Cím: BINDT, 1 Spencer Parade, Northampton NN1 5AA, UK. Tel.: +(44) 1604 630124; fax: +(44) 1604 231489 E-mail: conl@bindt.org

SMIRT-16 – Structural Mechanics in Reactor Technology, Washington DC, USA, 2001. augusztus 12–17. Cím: SMIRT-16 Secretariat, North Carolina State University, Campus Box 7908, Raleigh NC 27695-7908 USA; fax: + 919 515 5301, e-mail: SMIRT_16@ncsu.edu

6th Int. Workshop on advanced infrared technology and applications, Certosa di Pontignano, Olaszország, szeptember 17–19. Cím: Anna M. Meriggi, Fondazione Giorgio Ronchi, Via S. Felice a Ema, 20., 50127 Firenze, Italy. Tel./fax: +39 055 2320844; e-mail: ronchi@infinito.it.

Charpy Centenary Conference CCC2001, Poitiers, Franciaország, 2001. október 3–5. Cím: SF2M Société Française de Métallurgie et de Matériaux Les Fontenelles, 1 rue de Craiova F-92024 Nanterre cedex, France; Fax: 33 1 41 02 03 88; e-mail: sfmm@wanadoo.fr

DZP zur Anlagenüberwachung, Berlin, Németország, november 6–7. Cím: DGZfP eV, Max-Planck-Strasse 6. 12489 Berlin; Tel.: +(030) 678 07120; fax: +(030) 678 07129; E-mail: tagungen@dgzfp.de

10th Int. Congress of Fracture (ICF), (kiállítás is), Hawaii, USA, 2001. december 3–7. Részletes információ: www.elsevier.com/locate/icf10 vagy Amy Richardson, ICF 10 Conf. Secretariat, Elsevier Science, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1 GB, UK. Fax: +44(0)1865 843958; e-mail: a.richardson@elsevier.co.uk

Az ön partnere
GRIMAS Ipari Kereskedelem



ANYAGVIZSGÁLATI
Eszközök és műszerek kereskedelme

Metallográfiai gépek és anyagok
Ipari mikroszkópok, mérőmikroszkópok
Képiértékelő szoftverek és hardverek
Keménységmérő és szakítógépek
Egyszerű és precíziós hosszmérő-
eszközök
Felület-, alak-, és helyzetellenőrző
mérőműszerek

1214 Budapest, Puli sétány 2-4.
Telefon: 420-5883 Fax: 276-0557
E-mail: grimas@matavnet.hu
Látogassa meg weboldalunkat,
vegyen részt akciónkban!
www.grimas.hu



AGMÜSZK – 2000. BT.

Anyagvizsgáló, Műszaki Szakértői,
Kereskedelmi és Szolgáltató Betéti Társaság

BÁNKI ATTILA

ügyvezető igazgató
Mobil: 06-203-264-200

BÁNKI EDE

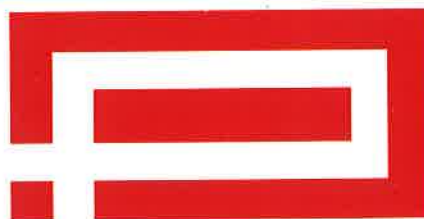
műszaki szakértő
Mobil: 06-209-644-860

☒ H-7100. SZEKSZÁRD, Cserfa u. 6.

☎/Fax: 06-74-417-897 • E-mail: banki@tolna.net • www.tolna.net/~banki



MAGYARORSZÁGI
KIZÁRÓLAGOS KÉPVISELET



PANAMETRICS
SZERZŐDÉSES PARTNER,
MÁRKASZERVIZ

Tevékenységi kör:

1. A világhírű **HELLING** német cég összes anyagvizsgálati eszközeinek, vizsgálószereinek és berendezéseinek kizárólagos magyarországi forgalmazása és képviselete.
2. A **PANAMETRICS** amerikai cég ultrahangos anyagvizsgáló készülékek, falvastagság- és áramlásmérők oxigén- és gázelemzők forgalmazása és **márkaszervize**.
3. Anyagvizsgálati munkák és anyagvizsgáló **műszaki szakértői tevékenységek**.

Zwick

Materialprüfung

anyagvizsgálat felsőfokon



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



Toni Technik

Materialprüfung

**Hidraulikus építőanyagvizsgáló gépek
6–6000 kN tartományban.**

**Komplett berendezések cement- és
betonlaboratóriumok részére,
mérőműszerek cementvizsgálathoz**



AHLBORN

- hőmérséklet, nyomás,
- légsebesség, légnedvesség,
- frekvencia, fordulatszám,
- mV, mA és egyéb jellemzők mérése és dokumentálása egy készülékkel;
- érintés nélküli infrahőmérők,
- adatgyűjtők, – szoftverek, – nyomtatók



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

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

Kérésre ingyenes részletes gyártmánykatalógust és információt küldünk!