

kimutatása. A műszerfalra tűző napsugárzás hatására erősen felmelegedett anyagában a bezáródott gáz a nyomásnövekedés miatt helyi kismértékű deformációt okoz, ami hagyományosan csak tapintással érzékelhető, ezzel a módszerrel azonban jól megvizsgálható.

Fontos terület a repülőgépiparban a méhsejt szerkezeti elemek vizsgálata. A vizsgálható elemet infravörös lámpával melegítik, vibrálják; a hiba tipikus felületi deformációt okoz, ami az interferenciaképen világosan látszik kettős (pozitív és negatív) indikáció formájában.

Felhasználható az eljárás pl. csövek belső korróziójának kimutatására. A nyomás alatti cső külső felületén a korrózió miatt lecsökkent falvastagság következtében észre nem vehető kismértékű helyi deformáció keletkezik. A shearográfia segítségével a falvastagság 15%-ig terjedő károsodása már kimutatható. A [14]-ben közölt adatok szerint a vizsgálható csőméretek: 100–400 mm és 4–8 mm falvastagság. Jellemzőes shearográfiai képeket mutat a 15. ábra.

Összefoglalás

Megállapítható, hogy az új anyagok, technológiák megjelenését, a teljes minőségbiztosítási rendszer általánossá válását drámaian új defektoszkópiái célú roncsolásmentes vizsgálatok megjelenése nem követte. Néhány korábban nem, vagy csak ritkán alkalmazott módszer, mint pl. a shearográfia, egyes ipari szektorokban való térhódítása mellett átstrukturálódás következett

be a repedés jellegű hibák kimutatására alkalmas eljárások javára.

A vizsgálati technológiák finomodtak, jelentős változások történtek hardver oldalán. A készülékek mérete csökkent, kezelésük komfortja, szolgáltatásaik száma és minősége nőtt, komplex vizsgálóberendezések, vizsgáló automatakat fejlesztettek.

A számítástechnika gyakorlatilag minden eljárás esetében jelen van, a kiértékelést elősegítő szoftverek a korábbiaknál nagyobb pontosságú és érzékenyebb hibadetektálást tesznek lehetővé.

Végezetül megállapíthatjuk, hogy bár óriási a fejlődés és sok az automatikus vizsgáló rendszer, a roncsolásmentes vizsgáló szakemberre egyre nagyobb szükség van, hogy a hatalmas mennyiségű információ között kiismerje magát, és döntést hozzon.

Irodalom

- [1] Euro Materials (Weinheim, Germany) 1/1994. 13. old.
- [2] Manufacturing Engineering 1993. márc.
- [3] C. D. Wells: The Commercial Role of NDT on the Context of a Changing World. INSIGHT. Vol. 36. N° 5 pp. 334–341.
- [4] F. S. Hancock: The Variable Angle Ultrasonic Probe from Concept to Application, 6th. ECNDT Conferences and Posters 175–176. old.
- [5] A. Erhard, H. Wüstenberg, E. Fischer, W. Rathgeb: Ultrasonic Hybrid – Phased – Array – Probe for Weld Inspection at the BWR Pressure Vessel,

6th. ECNDT Conferences and Posters ECNDT 613–617. old.

- [6] Daniel De Vadder, Alain Lhémy: Traducteurs ultrasonores sans champ proche on sans distance focale. 6th. ECNDT Conferences and Posters 7–11. old.
- [7] Dr. Jennifer, E. Michaels, Dr. Thomas E. Michaels: Requirements and Capabilities of Automated Ultrasonic Systems for Inspection of Curved Parts 6th. ECNDT Conferences and Posters 201–205. old.
- [8] H. Wüstenberg, A. Erhard: Problems with Artificial Test Reflectors at the Performance Demonstration of Ultrasonic Inspections. 6th. ECNDT Conferences and Posters 741–746. old.
- [9] R. Boehm, A. Erhard, H. Wüstenberg: Sound Field Distribution in a Simulated Poly-crystal. 6th. ECNDT Conferences and Posters 13–17. old.
- [10] F. Berger: Ultrasonic Microscopy of Vickers Hardness Indentations... 6th. ECNDT Conferences and Posters 87–91. old.
- [11] G. Cherubini–A. Landoni–R. Piccini–D. Zuccola: Integrated System for Digitisation, Interactive Processing, Presentation and Storage of Film Supported Industrial Radiography Images. 6th. ECNDT Conferences and Posters 231–236. old.
- [12] C. R. Smith–I. Zmora–A. Ezis: Dual Energy Micro CT as a Ceramic Process Control Technique. 6th. ECNDT Conferences and Posters 677–683. old.
- [13] J. F. W. Markgraf: Neutron Radiography Within the European Community States. 6th. ECNDT Conferences and Posters 1037–1041. old.
- [14] A. Ettermayer–M. Honlet: Nondestructive Testing with Laser Shearography. 6th. ECNDT Conferences and Posters 293–296. old.

952 043 003/135

A roncsolásmentes anyagvizsgálat fejlesztése az állapotellenőrzés számára

Dr. Rittinger János*

Bevezetés

A roncsolásmentes vizsgálatok területén a következő fejlesztési irányok tapinthatók ki:

A hibák hegesztett szerkezetekre gyakorolt hatásának számszerűsítése (a törésmechanika gyakorlati alkalmazása) nyomán előtérbe került a síkszerű hibákat megbízhatóan kimutató eljárások (pl. ultrahangos) alkalmazása, a felületre nyitott (vagy felület közeli) síkszerű hibák veszélyesebbek, mint a felület alatti síkszerű hibák, ezért felértékelődött az örvényáramos, mágneses, penetrációs vizsgálatok jelentősége. A törés (károsodás) szempontjából a helyi feszültségek meghatározóak. Ezért fontos az alakhibák (éleltolódás, ovalítás stb.) mértékének ellenőrzése. A követelmények oldaláról ez a változás követhető nyomon az MSZ EN 25817 szabvány előírásaiban.

A szerkezetek gyártásának minőségbiztosítási rendszere, az üzemelő szerkezetek állapotellenőrzése egyaránt megköveteli a dokumentált minőséget, illetve a dokumentált állapotot. Ebből következik a roncsolásmentes vizsgálati eredmények rögzítése. Ez látványos eredményhez vezetett az ultrahangos, az örvényáramos és az endoszkópos vizsgálat területén. Ma már számos területen elemi követelmény a roncsolásmentes anyagvizsgálat gyártó sorba illesztése.

lásmentes anyagvizsgálat gyártó sorba illesztése.

Az anyagvizsgálat területén a humán tényező szerepe jelentős, és a jövőt tekintve sem csökken. Ezzel függ össze a roncsolásmentes anyagvizsgálók képzési rendszerének nemzetközi szabályozása (MSZ EN 473), illetve a roncsolásmentes anyagvizsgálók rendszeres továbbképzése, valamint a 3. fokozatú tanúsítással rendelkező szakemberek, szakmai teljesítményének 5 évenkénti önellenőrzése.

Az eszközfajlesztés további célja a kezelő személy tehermentesítése. Az ember-gép kapcsolat javítása megnyilvánul a készülékek tömegének, a kezelő szervek számának csökkentésében stb. Ezek a törekvések a kezelő személy fizikai terhelésének csökkentésére, és nem a személy szerepének kiiktatásának irányulnak.

A röviden felvázolt fejlődési irányok kifejezésre jutnak a komplex vizsgálati rendszerek kifejlesztésébe [1]. A következőkben néhány példát ismertetünk jelentős részben megvalósult, illetve fejlesztés alatt lévő rendszereinkből.

Komplex vizsgáló rendszerek

Az állapotellenőrzés alapja az egymást követő vizsgálatok eredményeinek megbízható

összehasonlítása és az egységnyi időre vonatkoztatott változásokból a maradé élettartamra, illetve a szerkezet megbízhatóságára vonatkozó becslés megtétele. Ennek érdekében a laboratórium komplex vizsgáló rendszereket hoz létre, és folyamatosan fejleszti azokat. A komplex vizsgáló rendszereinkből példát az 1. ábra ismertet. A teljesség igénye nélkül a rendszerről:

A szerkezetek jellegzetes elemeinek és hegesztett kötéseinek roncsolásos (DEC) vizsgálata során elemezni kell a roncsolásmentes és a roncsolásos (DAC) vizsgálatok során feltárt hibák egyezését. Meg kell határozni a leggyakrabban előforduló hibák helyét és valódi méretét. Kellő számú mérési eredmény birtokában lehetőség van a hibák eloszlásfüggvényének, az

$F(h) = a \cdot \exp[-b \cdot (h-h_0)]$ meghatározására. A hibák eloszlásfüggvényének küszöbértéke (h_0).

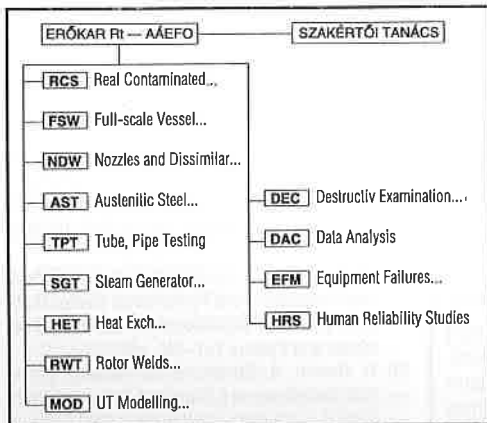
Az egyes roncsolásmentes vizsgálati módszerek érzékenysége is egy függvénnyel (észlelhetőségi függvény) írható le:

$$h_e = C_0 + C_1 \cdot h_m + C_2$$

ahol C_0 és C_1 regressziós állandók és C_2 a kalibrációs hiba!

A h_0 és a h_e érték kapcsolatba kell hogy legyen egymással. A C_2 tényező megismerése a megfelelő kalibráló módszer kiválasztására hívja fel a figyelmet.

* Erőkar Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Laboratórium



1. ábra. Az AÁEFO komplex vizsgálati rendszere

Az anyagvizsgáló készülékeknek az elvárt módon karbantartottnak kell lennie, gondoskodni kell a rendszeres kalibrálásukról. A csatlakozó elemeknek (kábelek, fejek, szondák stb.) illeszkednie kell a berendezéshez. Ezek ellenőrzését fejezi ki az EFM modul.

A kezelő személynek (HRS) megfelelő tanúsítással és kellő gyakorlattal kell rendelkeznie. Ennek a bloknak a részleteiből elemzésre a következő fejezetben térünk ki.

A komplex vizsgáló rendszerek létrehozását ma már számítógépes modellezés (MOD) előzi meg. Az esetek sokkal bonyolultabbak annál, hogy manuális módszerrel válasszuk ki a legmegfelelőbb vizsgálati paramétereket. Néhány példa, a ma már általánosan használt vizsgálati technológiákból, amelyek számítógépes modellezés alapján készültek: HOLIFE, a BBC 200 MW-os gőzturbinák, VTX csővezeték hollandier meghúzási, HOLTEST pedig a hollandierek ultrahangos vizsgálati technológiája. UVTBAN vizsgálati technológia tervező szoftver bandázsgyűrűk automatizált vizsgálatához. PREC-LOC lokalizáció pontosságát elemző és megjelenítő szoftver az akusztikus emissziós vizsgálatához. Mellőzve a további felsorolást, befejezősül a BBC 200 MW-os gőzturbinák kis- és középnymomású fokozat 1130 jelű lapátjainak ultrahangos vizsgálatához kidolgozott technológiát említjük meg, amelye külön előadás [2] ismertette részletesen.

Az 1. ábra felsorolást tartalmaz rotor hegesztéseinek (RWT), hőcserélők (HET), gőzgenerátorok (SGT), csövek, csővezeték (TPT), ausztenites acélok (AST), búvónyílások (kiváltások), vegyes kötések (NDW), szerkezetek teljes terjedelmű (FSW) és sugárzásnak kitett környezetben (RCS) végzett vizsgálatokra. A felsorolásból feltétlenül figyelmet érdemel a szerkezet teljes terjedelmű vizsgálata, amelyet tartályjellegű szerkezetek esetén az ultrahangos és az akusztikus emissziós vizsgálat összekapcsolásával értünk el.

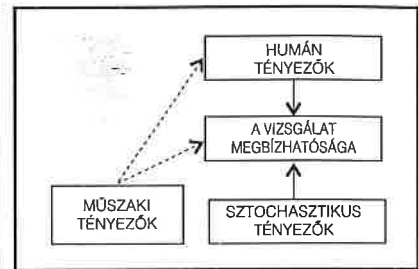
A vizsgálat megbízhatóságát befolyásoló tényezők

A vizsgálat megbízhatóságára sztochasztikus, műszaki és humán tényezők hatnak (2. ábra). A sztochasztikus tényezők a roncsolás-

mentes vizsgálatok lényegéből következnek. Részletes elemzésre most nem térünk ki.

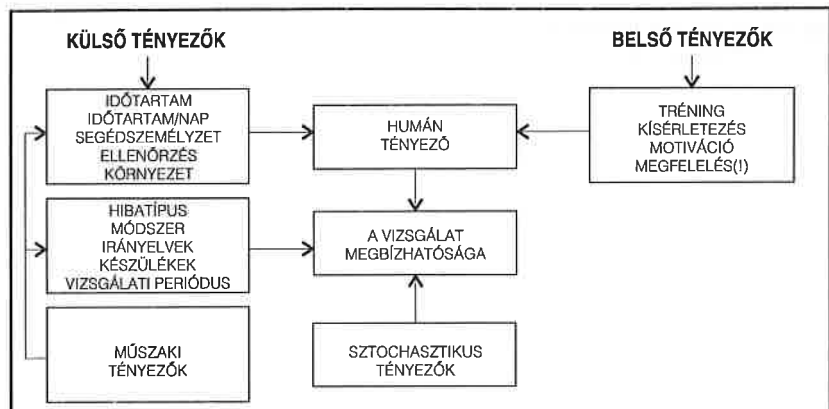
A műszaki tényezők a vizsgálat megbízhatóságának külső tényezői. A külső tényezők egyrészt közvetlenül, másrészt a humán tényezőkön keresztül hatnak a vizsgálat megbízhatóságára (3. ábra).

A külső tényezők közül a humán tényezőkön keresztül hat a vizsgálat időtartama (fáradtság), az egy napra vonatkoztatott vizsgálati idő (regenerálódás), mentesítés a vizsgálati időtől független munkák (pl. felületelőkészítés) alól segítő személy útján. A túlzott ellenőrzés zavarja az anyagvizsgálót. A vizsgálatához megfelelő környezetet kell



2. ábra. A roncsolásmentes vizsgálat megbízhatósága

ítő erő. Amennyiben ez az erő nem áll összhangban a szakmai felkészültséggel, az anyagvizsgáló hibázhat, elmaradhat a sikerélmény, és súlyosabb esetben pszichés károsodáshoz vezethet.



3. ábra. A roncsolásmentes vizsgálat megbízhatóságát befolyásoló tényezők kapcsolatrendszere

biztosítani. Ennek hiányában a vizsgálatot fel kell függeszteni. Megfelelő környezet esetén is számításba kell venni, elsősorban a vizsgálati idő nagyságán keresztül a környezet (hőmérséklet, magasban végzett vizsgálat stb.) hatását a vizsgáló személyre. A műszaki tényezők közül közvetlenül hat a vizsgálat megbízhatóságára a hiba típusa (adott módszer esetén a hibák kimutathatósága), a választott vizsgálati módszer, a rendelkezésre álló vizsgálati technológia jósága, a vizsgáló készülékek állapota és az ismétlődő vizsgálatok gyakorisága. Ha a két egymást követő vizsgálat között rövid idő telik el, gyakran előfordul az előző vizsgálat eredményének „átöröklődése”.

A humán tényezőre belső tényezők is hatnak. A belső tényezők közül a fontosabbak: az anyagvizsgáló kondíciója, amely rendszeres tréning útján tartható megfelelő szinten. Feltétlenül szükség van kísérletező készségre. A kísérletezés motivációja a vizsgálati technológia tervezéséből, a technológia rendszeres felülvizsgálatából és tökéletesítéséből fakad.

A roncsolásmentes anyagvizsgálót munkája végzése során több forrásból érik hatások. A vevőtől (megrendelőtől), közvetlen munkatársától és vezetőjétől jövő ráhatások mindenképpen ember-ember kapcsolatban jelennek meg. Ezek kezeléséhez szükséges magatartást feltétlenül írásban kell rögzíteni, az etikai kódex megértésére az anyagvizsgálót fel kell készíteni.

A roncsolásmentes anyagvizsgálóban (a pozitív emberi tulajdonságok miatt) adott feladat elvégzésére való megfelelés egy belső kényszer-

Megállapítások

Az állapotellenőrzés egyre megbízhatóbb vizsgálórendszerekkel igényel. Az igények kielégítéséhez szükséges:

- a hardver oldalon az analóg jelek digitalizálása és a vizsgálóberendezés számítógéppel történő összekapcsolása;
- a feladat pontos megfogalmazása és számítógépes modellezése;
- a vizsgálati technológia kidolgozása és az eredmények rögzítése, valamint
- a személyi feltételek biztosítása.

A személyi feltételek nem merülnek ki a szükséges tanúsítás megszerzésében. Lényegesen többre, a személyre, mint a vizsgálat eredményének megbízhatóságát döntően befolyásoló elemmel, körültekintően felépített program szerint, állandóan foglalkozni kell.

Hivatkozások

- [1] Rittinger, J., Hegedűs, S.: A roncsolásmentes vizsgálatok fejlesztése, Gép XLVI 39. (1994)
- [2] Gubicza, P.: A BBC 200 MW-os gőzturbinák 1130 jelű lapátjainak ultrahangos vizsgálata beszerelt állapotban. Előadás. Diagnosztikai továbbképzés. Balatonfüred (1995), és lapunk 65. oldala.

952 049 133