

A megbízhatóság, a feszültséganalízis és a meghibásodások megelőzésének komplex egysége

Dr. Berke Péter – Dr. Michelberger Pál

A mérnöki tevékenység egy olyan folyamatos kompromisszum keresése, amely során – maradva a tervező, üzemeltető gépészmérnöki praktikumnál – egy alapkoncepció megvalósítása folyamán különböző lehetőségek közül választva jutunk el a megfelelő színvonalú versenyképes termékig/szolgáltatásig.

A **megbízhatóság** egy olyan általános diszciplína, amely mind a mérnöki, mind pedig a nem mérnöki tevékenység során a kiindulási ponttól, azaz a tervezés kezdetétől a termék/szolgáltatás végső stádiumáig szem előtt tartandó; a **meghibásodás megelőzése** az a tudatos tevékenység, amely szorosan csatlakozik a megbízhatósághoz, keresve a nem valószínű események bekövetkezésének megelőzését is; míg a **feszültséganalízis** egy olyan módszer lehet, amely adatot szolgáltat mind a megbízhatósághoz, mind pedig a meghibásodás megelőzését szolgáló tevékenységekhez.

A megbízhatóság

Bár nyilvánvaló, hogy vannak ennél precízebb megfogalmazások is, a megbízhatóság alatt általában a hibamentes üzem valószínűségelméleti megfogalmazását értjük.

Ahhoz, hogy konkrét esetekben értelmezzük a megbízhatóságot, annak számszerű értékét, nyilvánvaló, hogy igen gondos analízisre van szükségünk, beleértve az egyes, működésben résztvevő elemek soros, párhuzamos, vagy vegyes kapcsolódását.

Természetes az is, hogy bizonyos területeken a mérnöki tudományok – szakmánknál, azaz a járműgépésznél maradva – olymértékben előrehaladtak, hogy egyes gépelemek meghatározott igénybevételi szempontból való megbízhatósága mondhatni megoldott. Példának említhetnénk egy belső égésű motor főtengelyét, amely törés szempontjából kellően megbízható, ugyanis főtengelytörések, üzemeltetésből adódóan, elhanyagolható gyakoriságúak.

E példa rögtön generálja azt a kérdést, hogy ezek szerint a főtengely méretezése kellő precizitású, vagy esetlegesen az előző gyártási fázisok olyan megbízhatóak, hogy a hiba – például anyaghiba – kiküszöbölhető, illetve talán maga a gépelemünk a túlméretezett, legalábbis ebből a szempontból. Nyilvánvaló, hogy önmagában egyik kijelentésünk sem igaz, hiszen a gyártás első fázisában, amikor is az anyag, annak szerkezete, szennyezettsége a domináns, a megbízhatóság kérdése szintén felmerül, ugyanakkor azt sem szabad elfelejtenünk – a főtengely példánál maradva –, hogy ez egy olyan nagyértékű gépelem, amely többszöri felújításra tervezett és nem várt törése igen nagy anyagi kárt, esetleg balesetveszélyt is kezdeményez/eredményez.

Célszerű az egyes gépelemeket, egységeként oly módon csoportosítani, hogy a megbízhatóság szempontjából milyen követelményeket támasztunk velük szemben. Az alábbi csoportosítás alkalmasnak mutatkozott a gépjármű-gyártás, üzemeltetés területén, mégpedig a biztonságot befolyásoló és az üzemképességet befolyásoló szempontok alapján, [1], [2]. Az első csoportba tartozó komponenseknél egy meghibásodás közvetlen balesetveszélyt idéz elő – például fék, kormányszerkezet –, veszélyezteteti az üzemeltetőt és a környezetét. A második csoportba tartozó komponenseknél az üzemképesség a veszélyeztetett, ilyen lehet például egy dugattyúgyűrű-törés, hajtókar-szakadás.

Ahhoz, hogy a megbízhatóságot értelmezhessük, természetes igény azoknak a hatásoknak/paramétereknek is a részletes ismerete, amelyeknek kitéve történik az „üzemeltetés”. Ismernünk kell tehát az igénybevételi/terhelési statisztikákat, üzemeltetési körülményeket, amelyekhez hozzárendeltünk egy növelt hűtőrendszert, vagy légszűrőt, megerősített alvázat, rugózást, hogy csak néhány példát említsünk.

Bizonyos terhelések/igénybevételek mondhatni stacionáriusak, megfelelően definiálható határok között változnak; vannak olyan esetek is, amikor a terhelések/igénybevételek sztochasztikusak, esetleg instacione-

rek. Visszatérve a főtengely példához, annak terhelési maximuma a motor teljesítményéből adódó, míg egy teherviselő elemnél a maximum érték több hatás eredményeként bizonyos valószínűséggel becsülhető.

Felmerül, illetve felmerülhet az úgynevezett szakértői üzemeltetés kérdése is, azaz vannak olyan gépek/berendezések, amelyek üzemeltetőjétől a szakértelem megkövetelendő, vannak viszont olyan esetek is – legkézenfekvőbb egy személygépkocsi példája – amikor laikus üzemeltetővel kell számolnunk.

Mint jól ismert, a tervezési és a gyártási folyamat többszörösen visszacsatolt, a szükséges modifikációk a kölcsönhatások eredménye. Nem kevésbé jól ismert az igénybevételi/terhelési statisztikák megismerésének igen anyag- és eszközigényes volta, beleértve a nagy mennyiségű adat számítógépes feldolgozását, analízisét is. Hangsúlyozni szeretnénk a mérések kiemelt jelentőségét nemcsak a gyártmány kialakításának fázisában, hanem egy meglévő berendezés üzemképességi fokának megítélésében is, [4], [5].

A megbízhatóság természetesen időfüggvényként értelmezendő, mégpedig oly módon, hogy értéke sajnálatos módon monoton csökkenő, azaz értelmeznünk kell az adott időpontbeli megbízhatóságot. Mindannyiunk számára a legkedvezőbb az, vagy az lenne, ha ismerjük vagy ismernénk a megbízhatóság időfüggvényét, amely lehetőséget nyújtana olyan, adott időpontbani beavatkozásra, amely eredményeként a megbízhatóság szintje egy kívánatos értékre visszaállítható lenne. Vannak olyan eszközeink – diagnosztikai eszközök, illetve módszerek [6] –, amelyek lehetőséget nyújtanak a folyamatos állapotvizsgálatra és az általuk nyert értéksokaság összefüggésbe hozható/hozandó a megbízhatósággal.

Az előző gondolamenetből következik, hogy mérhető-e a megbízhatóság, és ha igen milyen eszközökkel és milyen módon, hiszen általában a mérhetőség teszi lehetővé, ha a jelenség befolyásolható, a befolyásolhatóságot. Természetesen a megbízhatóság és változása mérhető, a mért paraméterek tekintetében igen sokszínűséggel találkozunk, azaz lehet például egy rezegésgyorsulás-érték vagy egy feszültségérték, vagy bármely olyan mérhető jellemző, amely áttételesen – például a műszaki állapoton keresztül – utal a megbízhatóság pillanatnyi értékére.

Azért, hogy a mérnöki tevékenységek szélesebb körére utaljunk, a berendezések javítását, felújítását is értelmeznünk kell a megbízhatóság szempontjai szerint, azaz az ezen területen alkalmazott technológiai eljárásoknál is követelményként szerepeltetendő, hogy az alkalmazásuk során a megbízhatóság ne változzék, illetve ha igen, akkor csak pozitív irányba.

Cikkünkben a megbízhatóság, a feszültséganalízis és a meghibásodások megelőzésének komplex egységével foglalkozunk, így olyan meghibásodásokra nem utalunk – néhány példát említve: kenés kimaradása, elektromos hibák –, amelyek a feszültséganalízist, mint eszközt nem használják.

Feszültséganalízis

Az feszültséganalízis a számított vagy mért feszültségek analízise abból a célból, hogy a gyártmányon olyan változtatásokat hozzunk létre, amelyek az élettartam megnövelése irányába hatnak, vagy felhasználva a megbízhatóság fogalmát, az adott élettartamon belül a megbízhatóbb üzemeltetés irányába tudunk hatni.

Nemcsak célszerű, hanem szükséges is visszautalnunk arra, hogy a megbízhatóság adott szintű meghatározásához ismerni szükséges a terhelési adatokat, az igénybevételi, terhelési statisztikákat. A terhelési függvény egy többparaméteres függvény, a szükséges statisztikai jellemzői meghatározhatók; célszerűbb viszont a válaszfüggvénynek, az adott helyekhez rendelhető, illetve az adott helyeken megismerhető feszültség-idő és az ebből származtatható függvények analízise, hiszen e lokális feszültségmaximumok a tönkremenetel kezdeményezői. Utalnunk kell arra, hogy

a tönkremenetel fogalom definiálása igen sokrétű, deformáció, repedés-megjelenés, vagy más fogalmak társíthatók hozzá. Szükséges megemlítenünk a ma is rendkívül időszerű kifáradási kutatásokat, a terhelésváltozások szerepének tisztázását a kifáradási folyamatban, valamint az élet-tartam-becslési eljárásokat, amelyek gyakran több tudományterület által kutattak. Utalnunk kell arra is, hogy a feszültséganalízis eredményei beillesztendők a megbízhatóság és a meghibásodások megelőzése konvergens értelmezésbe.

Bizonyos esetekben előfordulhat a feszültségmérés korlátozott megvalósíthatósága. Ilyenkor lehetséges megoldásként jöhet szóba egy rezgés-mérés, frekvenciától függően elmozdulás-, vagy gyorsulásmérés.

A diszkrét mintavételes technikájú adatgyűjtés és a digitális jel feldolgozása kellő hardver és szoftver hátteret biztosít – többek között – a feszültséganalízis számára is.

A meghibásodás megelőzése

Ha az előzőekhez hasonlóan a meghibásodás megelőzése fogalomnak is magyarázatát kívánjuk adni, akkor ez alatt azoknak az eljárásoknak, tevékenységeknek az összefoglalóját értjük, amelyek a meghibásodás adott idő vagy ezzel ekvivalenciába hozható egyéb jellemző meghatározott intervallumon belüli bekövetkezését meggátolják.

A meghibásodás rendkívül változatos, többek között a gépelem, az igénybevétel, a karbantartási hiányosságok tükrözete módon jelenik meg. A megbízhatóság szempontjából másképpen értelmezendő egy tengelykapcsoló, vagy éppen egy sebességváltó tönkremenetele, így természetes az is, hogy más és más tevékenységgel tudjuk a meghibásodás bekövetkezését kontrollálni.

Mint említettük, vannak eszközeink a berendezések állapotváltozásának figyelésére, e tevékenységgel kapcsolatban alapvető stratégiák alakultak ki, amelyek a meghibásodástól, az időtől és az állapottól függő stratégiák.

A meghibásodástól függő karbantartási stratégia, ha egyáltalán stratégiának nevezhető, szerint csak a meghibásodás bekövetkezése után tesszük meg a szükséges intézkedéseket. Nyilván ennek a stratégiának semminemű megelőző jellege sincs, általában csak kisebb értékű berendezéseknél, főleg a háztartási berendezések körében alkalmazott.

Az időtől függő karbantartási stratégia a meghatározott, megelőző tevékenységek körét időtartamhoz/üzemórához kapcsolja, így módon egy meglehetősen rugalmatlan stratégia, létjogosultsága főképpen az időben kevésbé változó terheléseknek/igénybevételeknek kitett berendezések esetében van.

Az állapottól függő karbantartási rendszer a megelőző tevékenységek körét az állapottól függővé teszi, így módon az első megoldandó feladat az állapotjelzők kellő definiálása, majd a továbbiakban ezeknek a paramétereknek – folyamatos, adott időpontokénti –, mérése az eredmények analízise. Természetes, hogy ebben az esetben (is) szükséges az állapot-

változási trend ismerete. Ugyanis ezáltal válnak a mérési adatink definiált. Az állapottól függő karbantartási rendszer alkalmas a nem várt események kellő detektálására, az elhárító tevékenység azonnali megtételére, a gyártás minőségi, mennyiségi befolyásolására [7].

Összefoglalás

Egyre inkább előtérbe kerülnek a mérnöki tudományokon belül is azok az interdiszciplináris tevékenységek/követelmények, amelyekkel nem csak a gyakorló mérnököknek kell szembenézniük, hanem, amelyeket az oktatás is mint egymást átfedő/átfedésbe hozandó területek közös ismeretanyagát használja fel.

Egy termék/szolgáltatás műszaki színvonala (megbízhatósága, meghibásodás-érzékenysége, karbantarthatósága), ha önmagában nem is határozza meg a piaci pozíciót, de igen nagy befolyást gyakorol arra. A járműgépeszeti gyakorlatban a megbízhatósági követelmények szerinti szükség szerű csoportosítás után juthatunk el a biztosítandó megbízhatósági szint számszerűsítéséhez.

Tudatos magatartással, célszerű stratégiákkal lehetséges a meghibásodás megelőzése, szemérettel tartva a megbízhatóság követelményeit. A gépek, berendezések állapottól függő karbantartása – bár nyilvánvaló, hogy a legdrágább megoldás – bizonyos esetekben az egyedüli célravezető.

Mind a megbízhatóság áttételes verifikálásához, mind pedig a meghibásodások megelőzéséhez alapvető adatokkal szolgálhat egy feszültséganalízis, illetve a feszültséganalízist teljesebbé tevő egyéb, állapotra jellemző – például gyorsulásmérés – vizsgálati eljárás.

951 006 031/114

Irodalom

- [1] Dr. P. Berke–Dr. P. Michelberger: Contribution to the paper „Determination of load spectra for design, design and testing” International Vehicle Design, under publication.
- [2] Dr. P. Michelberger–Dr. Gy. Barta–Dr. T. Farkas: Reliability engineering in the commercial road vehicle industry. Int. Journal of Vehicle Design. 7 (1986) No. 5–6. p. 344–355.
- [3] Dr. P. Michelberger: Loading Analysis under Operational Condition for the Design of Commercial Road Vehicles. Acta Technica Ac. Sci. Hung. Vol. No. 1–2, p. 127–140.
- [4] Dr. Berke Péter–Ferencz Beatrix–Dr. Michelberger Pál: Repülőgéphajtóművek rezgésmérése. Anyagvizsgálók Lapja. 3. évf., 2. szám, 1993.
- [5] Dr. Berke Péter–Ferencz Beatrix–Dr. Galambosi Frigyes–Dr. Michelberger Pál: Repülőgéphajtóművek rezgésdiagnosztikája. Kutatási jelentés. BME Közlekedésmérnöki Kar, Mechanika Tanszék, 1991.
- [6] Dr. Berke Péter–Dr. Lettner Ferenc: Diagnosztika a gépelettartam meghatározásának szolgálatában. Gép, 1977. 4. sz. p. 121–125.
- [7] Dr. Berke Péter–Dr. Lettner Ferenc–Romvári Ferenc: Kifutó gyártmányok távlati alkatrészellátásának modellezése. Gép, 1978. 11. sz. p. 401–404.

AEA Kapcsolatba léptünk a világ legnagyobb NDT-adatbázisával

Szerkesztőségünk kapcsolatba lépett az AEA Technology Library and Information Service-vel, amely az angliai Harwellban székelő National NDT Centre-ben működött a világ legnagyobb NDT-adatbázisát.

Az NDT-adatbázis egy olyan könyvtár, amely folyamatosan gyűjti a roncsolásmentes vizsgálattal (NDT), állapotellenőrzéssel (NDI) és fejlesztéssel (NDE) foglalkozó tudományos közlemények címeit és tartalmi kivonatait forrásul használva a világon megjelenő folyóiratokat, konferenciák kiadványait, szabadalmi leírásokat, könyveket és más közleményeket. Az adatbázisban 1937-ig visszamenően tárolnak ilyen adatokat. Az adatállomány jelenleg több, mint 52 000, és évente mintegy 3000 jelentéssel gyarapodik.

Az NDT-adatbázis folyamatosan működik és ellátja információival a világ bármely tudományos vagy ipari szakmai közösségét, amelyek kapcsolatba lépnek a központtal. Ezt ma már bárki a világon megteheti, mivel az AEA Technology együttműködési szerződést kötött az ESA-IRS-vel (European Space Agency Information Retrieval Service) amely egy műholdas információ-visszakereső szolgálatot lát el. Az információkeresés rész-

leteiről az érdeklődők a következő címen tájékozódhatnak: IRS-DIAL-TECH Science Reference Information Service, 25 Southampton Buildings Chancery Lane, London WC2 1AW Tel.: 071 323 7951, fax: 071 323 7954,

A két intézmény közötti együttműködés tehát lehetővé teszi, hogy bárki az ESA-IRS-en keresztül kapcsolatba lépjen a világ legnagyobb NDT-adatbázisával.

Tim Dixon közlése nyomán, QT News, No. 51/1994

FELHÍVÁS SZERZŐINKHEZ!

Ez évtől az Anyagvizsgálók Lapja is eljut az NDT-adatbázishoz és közleményei forrásul szolgálnak. Erre tekintettel, ha szerzőink fontosnak tartják, hogy az Anyagvizsgálók Lapjában megjelent cikkük angol címén kívül annak néhány mondatos összefoglalója is bekerüljön az NDT-adatbázisba, akkor szíveskedjenek kézirataikhoz rövid, (200–250 karakter) angol nyelvű abstract-ot is mellékelni. Köszönjük közreműködésüket!

A szerkesztőbizottság

Szerkezetek integritása Ronszolásmentes vizsgálatok megbízhatósága

Dr. Tóth László*

Bevezetés

Hazánk jelenlegi és a közeljövőben várható gazdasági helyzetét tekintve elengedhetetlen feladatként jelentkezik az öregedő szerkezetek üzemeltethetősége feltételeinek a felülvizsgálata. E problémakör jelentőségét több tényező is egyértelműen aláhúzza. Egyrészt a hazai ipar nagyberuházásai újkori történelmünk egy jól meghatározott periódusára koncentráltak. E nagy értékű szerkezetek (vegypipari és gáz- és olajipari rendszerek, hidak, emelőszervezetek stb.) döntő hányada 30–40 éves, tehát a lebontani avagy tovább üzemeltetni kérdésre egyértelmű választ kell adni. Másrészt a mikroelektronika robbanásszerű fejlődésével olyan új ronszolásmentes vizsgálati eszközök jelentek meg, és terjedtek el, amelyek egyre kisebb és kisebb méretű anyagfolytonossági hiányokat képesek egyre nagyobb és nagyobb reprodukálhatósággal, megbízhatósággal kimutatni. Mindkét kiemelt tény egyértelművé teszi azt, hogy mind a ronszolásmentes vizsgálatot végző, mind pedig annak eredményei alapján az üzemeltethetőség feltételeit, a szerkezetek integrálását meghatározó szakemberek, szakértők munkája mindinkább előtérbe kerül. Ahhoz, hogy a döntések kockázatát minimálisra lehessen csökkenteni a következő szakterületek ismeretanyagát kelvőnek:

- anyagtudomány (az anyag tulajdonságainak az üzemeltetés során végbemenő változások megítélésére),
- kontinuummechanika (a reális, az üzemi terhelés során kialakuló lokális feszültségek, törésmechanikai paraméterek számítása a numerikus módszerek alkalmazásával),
- ronszolásos és ronszolásmentes vizsgálatok, azok reprodukálhatósága.

Amennyiben bármelyik tudományterületen a szakértő ismerete hiányos, úgy a hibás döntés valószínűsége rohamosan növekszik. Ennek következményei pedig mind élet-, mind pedig vagyonsbiztonság szempontjából katasztrofálisak lehetnek. Gondoljunk csak bele mit tettünk ha egy hidat lebontásra ítéltünk akkor, amikor még nyugodtan üzemeltethető lenne, illetve ha nem hoztuk meg e döntést és a híd leszakad.

Napjainkban, éppen a törésmechanikai elvek alkalmazásának rohamos elterjedésével adott annak az elvi lehetősége, hogy hibás döntéseink valószínűségét minimálisra szorítsuk. Ebben a mérlegelési folyamatban a ronszolásmentes vizsgálatok azonban meglehetősen nagy súllyal esnek latba. Azt is mondhatjuk, hogy a legnagyobb bizonytalansági tényezőzők hordozói a ronszolásmentes vizsgálatok eredményei.

A közlemény alapvető célja az, hogy ezen paraméter fontosságára és a továbblépés szükségességére, annak irányaira rámutasson.

A szerkezetek repedésterjedési érzékenysége és a ronszolásmentes vizsgálat eredményeinek reprodukálhatósága

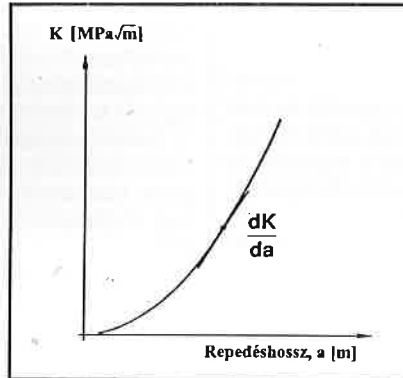
A törésmechanikai elvek következetes alkalmazásával megvan annak a lehetősége, hogy a felülvizsgálatok során észlelt anyagfolytonossági

hiányok hatását a veszélyességük szempontjából közvetlenül jellemezhesük és ezáltal rangsorolhassuk. **Kvázzisztikus terhelésnél**, az 1. ábrának megfelelően a szerkezetek repedésterjedési indexével, azaz valamely törésmechanikai paraméter (pl. a feszültségintenzitási tényező) repedéshossz szerinti deriváltjával, míg az **ismétlődő terhelésnél** a 2. ábra szerint a **maradék élettartam – repedéshossz kapcsolat** segítségével egyértelműen definiálható [1, 2].

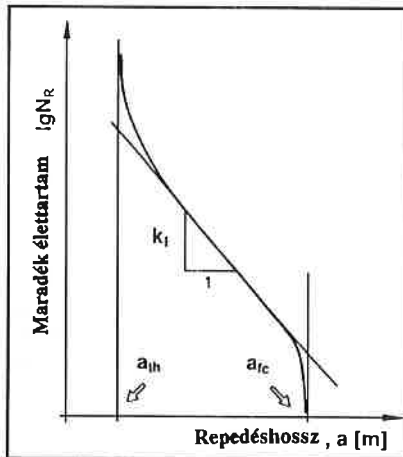
Mind az 1., mind pedig a 2. ábra egyértelmű útmutatást ad a ronszolásmentes vizsgálattal szemben támasztott követelményrendszer kidolgozásának elveihez. Ehhez tekintsük a 3. ábrát, ahol két különböző, de azonos anyagból készült szerkezeti elemet hasonlítunk össze. Egyértelműen látható, hogy abban az esetben, ha a két elem terhelhetőségének becslésénél azonos biztonsági tényezőt akarunk elérni a ronszolásmentes vizsgálat eredményeire nézve teljesen eltérő előírásokat kell tennünk. Ugyanezt mondhatjuk fordítva is, azaz abban az esetben ha a repedéshossz mérésénél egy adott hibát, bizonytalanságot követünk el, annak a teherbírási, annak bizonytalanságára gyakorolt hatása függ a szerkezeti elemtől, annak terhelésétől, a repedésszerű hiba helyétől, geometriájától, azaz mindazon paramétereiktől, amelyek a feszültségintenzitási tényező (avagy más törésmechanikai paraméter) értékét meghatározzák.

Az ábrán nyomon követhető az anyag repedésterjedéssel szembeni ellenállásának (pl. a törési szívósságának), annak pl. a hőmérséklet változásának hatása is. Hasonló elemzéseket tehetünk az ismétlődő terhelésű szerkezeti elemekre is.

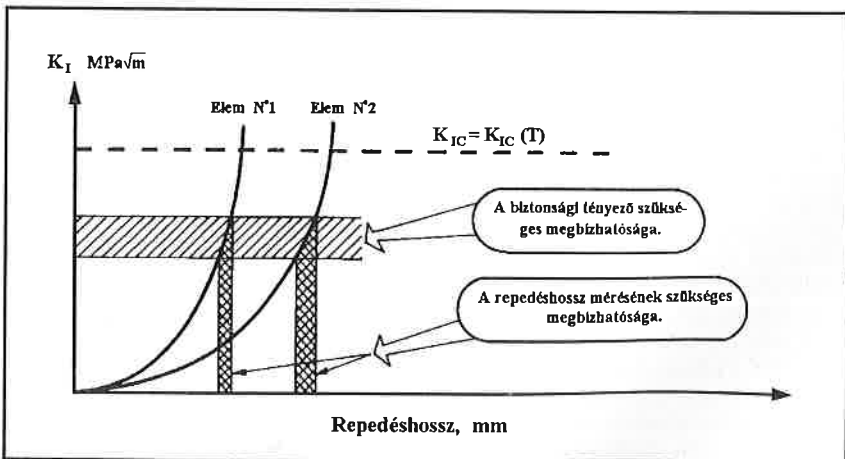
A 4. ábra egyértelműen szemlélteti azt, hogy amennyiben a két elem maradék élettartamának becslésénél azonos biztonságot (bizonytalanságot) akarunk elérni, úgy a repedéshosszak mérésénél jelentősen eltérő bizonytalanságot engedhetünk meg.



1. ábra. Kvázzisztikus terhelésű szerkezetek repedésterjedési érzékenysége

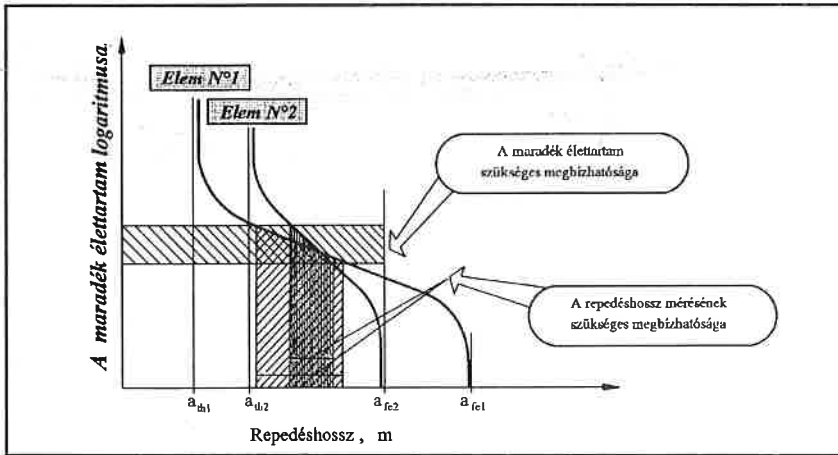


2. ábra. Ismétlődő terhelésű szerkezetek repedésterjedési érzékenysége

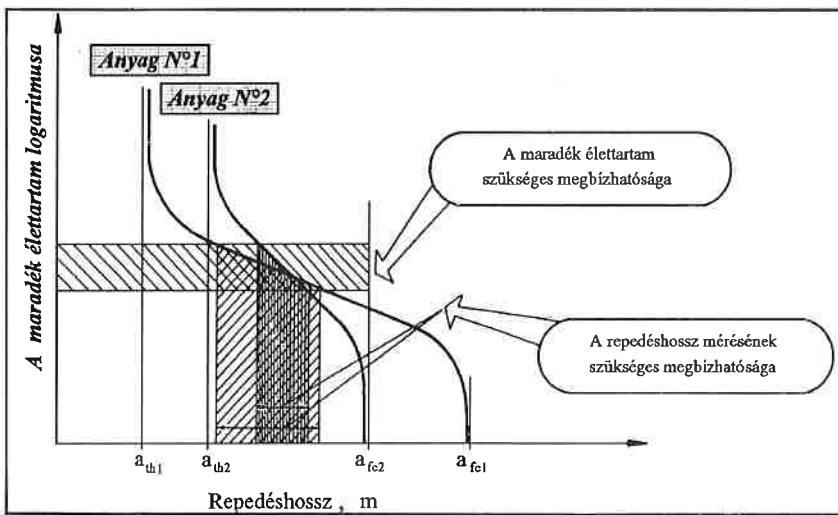


3. ábra. A szerkezeti elemek repedésterjedési érzékenysége és a ronszolásmentes vizsgálati eredmények reprodukálhatóságának kapcsolata

* Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék



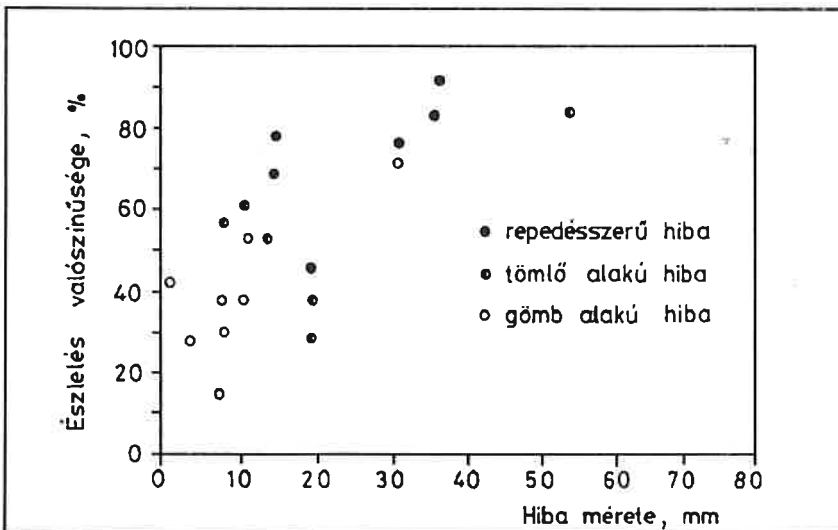
4. ábra. A szerkezeti elem hatása a repedésérzékenységre és a roncsolásmentes vizsgálat reprodukálhatóságával szemben támasztott követelményekre



5. ábra. Az anyag repedésterjedéssel szembeni ellenállásának hatása a repedésérzékenységre és a roncsolásmentes vizsgálat reprodukálhatóságával szemben támasztott követelményekre

Tekintettel arra, hogy a maradék élettartam számításánál az anyag repedésterjedéssel szembeni ellenállását, mint anyagjellemzőt is

figyelembe kell venni, így azonos szerkezeti elemnél az anyagjellemző szórása, bizonytalansága is értékelhető. Ezt szemlélteti az 5. ábra.



6. ábra. Az észlelés valószínűsége a hibák típusának és méretének függvényében ultrahangos vizsgálat esetén

Az előzőekből nyilvánvalóan következik az, hogy

- a roncsolásmentes vizsgálatok eredményeinek reprodukálhatósága és ennek a szerkezeti elem terhelhetőségének bizonytalanságára gyakorolt hatása egyértelműen összekapcsolható,
- a mechanikai vizsgálatok (repedésterjedéssel szembeni ellenállást tükröző anyagjellemzők) eredményeinek bizonytalansága okozta hatások szintén teljes egészében számíthatók.

A roncsolásmentes vizsgálatok eredményeit, reprodukálhatóságát befolyásoló tényezők

Az előzőekben ismertetettek alapján nem túlzás azt állítani, hogy a repedésszerű hibákat tartalmazó szerkezetek megbízhatóságának becslésénél a roncsolásmentes vizsgálatok eredményei, azok megbízhatósága, avagy bizonytalansága döntő jelentőségű. A bizonytalanságok okainak megismeréséhez, és ezáltal azok csökkentéséhez alapvető érdekek fűződnek. Amennyiben az előttünk álló feladatokat csoportba kívánjuk foglalni, úgy erre nézve két nagy csoportot lehet képezni:

- a roncsolásmentes vizsgálatokat megtervező mérnökök és
- a vizsgálatot kivitelező szakember feladatait tekinthetjük át.

Az első tevékenységi kört végző szakembernek tisztában kell lennie

- a hibák keletkezési lehetőségeivel a szerkezetek gyártása, szerelése során,
- a különböző roncsolásmentes vizsgálatok alkalmazhatóságának feltételeivel, azok korlátaival,
- az egyes módszerekkel végzett vizsgálatok eredményeinek elvárható reprodukálhatóságával és ennek ellenőrzéséhez kapcsolódó módszerekkel.

A vizsgálatokat kivitelező szakembernek pedig közvetlenül vizsgálatához kapcsolódó ismeretekkel és képességekkel kell rendelkeznie, azaz:

- megfelelő vizsgálattechnikai és készülékismerettel,
- vizsgálati gyakorlattal, és nagyon hangsúlyozott módon
- megfelelő emberi jellemvonásokkal (a gondosság, megbízhatóság stb.).

Ezek a tényezők együttesen határozzák meg a szerkezet üzemeltethetőségi feltételeinek becslése kapcsán előálló bizonytalanságokat, a végső döntés kockázatát. Ennek jelentőségét szerte a világon felismerték és igen nagy erővel igyekeznek minél több ismeretre szert tenni [3-26]. Az egyik legátfogóbb program az atomerőművi szerkezeti elemekben levő hibák kimutathatóságához kapcsolódó, ún. PISC-program (Plate Inspection Steering Committee), amelyet Anglia indított 1976-ban. A 204-270 mm vastagságú lemezek hegesztett kötéseiben levő hibák észlelhetőségét vizsgálták a legkülönbözőbb laboratóriumokban. Az egyik eredményt szemlélteti a 6. ábra, ahol az észlelés valószínűsége látható a hiba típusának és méretének függvényében ultrahangos vizsgálat esetén.

A PISC-program első szakaszában kapott eredmények [9, 10] meggyőzték a résztvevőket egyrészt a folytatás, másrészt a nemzetközi összefogás szükségességéről.

A PISC II-program [11] európai összefogással indult, de később Japán is bekapcsolódott. Hazánknak is meglelt volna a lehetősége a részvételre, de a legjobb ismereteim szerint ezzel nem éltek szakembereink. Ezen lehetőség kihasználása nagymértékben segítette volna azt a nemzetközi elismertségünk fokozását, amelyet az ultrahangos és radiológiai vizsgálati képzés területén a hazai szakemberek kivívtak. Megítélésem szerint e képzés tematikájában szükség lenne a súlypont elmozdítására egyrészt a különböző vizsgálati módszerekkel kapott eredmények reprodukálhatóságának alaposabb taglalása, másrészt a felületi vizsgálatok irányába. Ugyancsak mindenképpen nagyobb teret kell szentelni a törésmechanikai ismeretek oktatásának, hisz ezek birtokában mind a vizsgálatokat tervező, mind pedig az azokat végrehajtó szakember kellő súllyal értékelni tudná egyrészt a vizsgálati módszerek által determinált **objektív korlátok** [3, 4, 10–26], másrészt az ún. **emberi tényezők** [7–9] várható hatását. Figyelembe véve azt, hogy 100%-os valószínűséggel sohasem számíthatunk a hibák kimutathatóságára, a matematikai statisztikai módszerek tudatos alkalmazására mindenképpen több figyelmet kellene szentelni. Ezen ismeretek ugyancsak célravezetően alkalmazhatók a vizsgálatok terjedelmének meghatározásánál és a kombinált vizsgálati eljárások tudatos tervezésénél.

Összefoglalás

A közleményben tett megfontolások, a bemutatott példák kapcsán a következő megállapítások tehetők:

1. A szerkezetek integritásának megítéléséhez kapcsolódó hazai tevékenység volumenének növekedése az elkövetkezendő periódusban objektív szükségesség. E feladat elvégzésére a hazai szakembereknek tudatosan kell készülni.
2. A roncsolásmentes vizsgálatok bizonytalanságainak hatása az üzemeltetési feltételek becslésénél kapott eredmények megbízhatóságára a törésmechanikai elvek következetes al-

kalmazásával egyértelműen összekapcsolható.

3. A szerkezetek integritásának megítélésében, a biztonságos üzemeltethetőség feltételeinek kijelölésében meghatározó szerep hárul a roncsolásmentes vizsgálatokat megtervező és végrehajtó szakemberekre, azok ismereteire. A képzésben erősíteni kell a felületi vizsgálatok, a törésmechanikai és az alkalmazott matematikai statisztikai ismeretek oktatását.

4. Az egyes vizsgálati módszerek eredményeinek reprodukálhatóságának objektív feltárására összehangolt vizsgálatsorozat megindítása mindenképpen indokolt akár a folyó képzés keretében, akár egyéb lehetőségek feltárásával. Esetleges nemzetközi kooperáció kialakításának kezdeményezése e területen is nagymértékben hozzájárulna egyrészt a hazai szemlélet formálásához, másrészt a törésmechanikát, annak gyakorlati alkalmazását művelő és a roncsolásmentes vizsgálatokat végző szakemberek közeledéséhez és ezáltal a szerkezetek integritásának megítélésénél tett döntések kockázata lényegesen csökkenthető lenne.

Irodalom

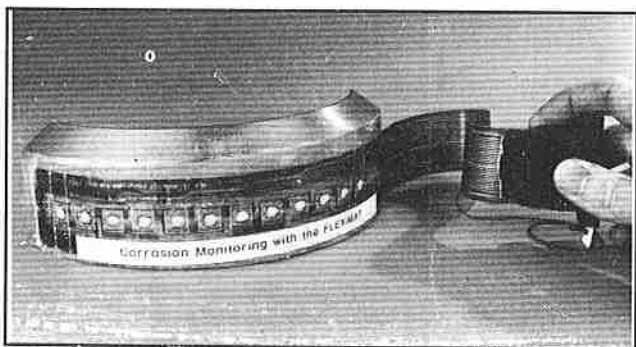
- [1] Tóth L.: Szerkezetek megbízhatósága. Törésmechanika – Roncsolásmentes vizsgálat. Anyagvizsgálók Lapja. 1994/3. p. 67–70.
- [2] Tóth L.: Repedést tartalmazó szerkezeti elemek megbízhatósága ismétlődő terhelés esetén. Akadémiai doktori értekezés. 1994.
- [3] Tóth F.: Roncsolásmentes anyagvizsgálatok. Anyagvizsgálók Lapja. 1994/3. p. 71–72.
- [4] Harnisch J.: Felületi és felület közeli repedések kimutathatósága roncsolásmentes módszerekkel. Anyagvizsgálók Lapja. 1994/3. p. 73–75.
- [5] Review of Progress in Quantitative NDE. Vol. 4B. Ed. by D. O. Thompson, D. E. Chimenti. Plenum Press. 1985.
- [6] Stytreit R. D.: Requirements of Quantitative NDE in Developing Fracture Control Plans. lásd. [3] p. 1305–1313.
- [7] W. D. Rummel: The Need for NDE Education for Engineers. lásd. [3] p. 1343–1348.
- [8] J. C. Duke, H. J. Weis: NDE Education of Engineers: The Next Step. lásd. [3] p. 1349–1371.
- [9] Advances in NDE Examination for Structural Integrity. Ed. by R. W. Nichols, Applied Science Publishers. 1982.

- [10] R. O. Neil: OECD-EEC Plate Inspection Steering Committee. The PISC I. Programme. A brief Review. lásd. [7] p. 295–313.
- [11] S. J. Cruizen: The PISC II. Programme. lásd. [8] p. 315–336.
- [12] Halmshaw R.: NDT Sec. Edition, Edvard Arnold, 1991. 323 p.
- [13] Silk M. G., Stoneham A. M., Temple I. A. G.: The Reliability of Non-destructive Inspection. Adam Higler, Bristol. 1987. 207 p.
- [14] Gutmann D.: Problems in Evaluating US Test Results with Large-Components Testing as an Example. Kerntechnik. 1978/5. p. 214–217.
- [15] Frielinghaus R.: Die Ultraschallprüfung austenitischer Werkstoffe auf innere Ungängen. Stand der Technik und Anwendung in der Praxis. VGB Kraftwerkstechnik. 1981/2. p. 105–108.
- [16] Walner F., Ganglbauer O., Frielinghaus R.: Der Einfluss der Schallgeschwindigkeit auf die Prüfbarkeit austenitischer Schweißverbindungen. Schweisstechnik. 1981/9. p. 155–158.
- [17] Frielinghaus R.: Beitrag zur Ultraschallprüfung von Aluminium-Schweißverbindungen. DVS-Berichte 1982/74 köt.
- [18] Kleinert W. D.: Fehlererkennbarkeit in Nichteisen-Metallen und Kunststoffen. Chemie-Anlagen+Verfahren, 1983/8. p. 60–61.
- [19] Kecskés S., Réti P., Virág I.: Ultrasonic Testing as a Safety in Railway Transport. Materialprüfung. 1983/1.
- [20] Berke M., Kleinert W. D.: Fehlererkennbarkeit mit Winkelprüfköpfen. Kontrolle. 1983/2. p. 29–32.
- [21] Schlengermann U.: Möglichkeiten zur Fokussierung von Ultraschallfeldern. – Ein Überblick. Materialprüfung. 1986/5. p. 137–141.
- [22] Schlengermann U.: Ultraschallprüfen mit hochbedämpften Prüfköpfen. 4. Europäischen Konferenz zerstörungsfreie Prüfung. London, 1987. Sept.
- [23] Frielinghaus R.: Beispiele für die Ultraschallprüfung von Schweißnähten im Automobilbau. Krautkrämer kiadvány. 11/87.
- [24] Katten W.: Ultraschall-Prüfung von Sicherheitsteilen im Automobilbau. Qualität und Zuverlässigkeit. 1987/12. p. 578–582.
- [25] Frohart W., Meincke W. F., Voigt B.: Zerstörungsfreie Prüfung von Punktschweißverbindungen. Qualität und Zuverlässigkeit. 1990/1. p. 35–38.
- [26] Belke F., Haß G., Kleinert W. D.: Rechnergestützte Ultraschallprüfung in einem Qualitätssicherungssystem des Anlagenbaus. Materialprüfung 1991/5.

951 008 023

Fleximat – Új, korróziót figyelő rendszer

Az AEA Technology Risleyben működő INSYT-osztálya egy új típusú ultrahang jelátalakítót fejlesztettek ki *Fleximat* néven, amellyel folyamato-



san figyelhető a tartályok és csővezetékek korróziós vagy eróziós károsodása.

A Fleximat egy hajlékony, 20 mm széles 450 mm hosszú szalagba ágyazott és nyomtatott áramkörrel összekapcsolt piezoelektromos elemekből áll – alapkivitelben 12 db elemből –, amely a sokpólusú dugaszával a szokásos kivitelű ultrahangos készülékhez vagy ultrahangos falvastagságmérőhöz csatlakoztatható. Segítségével a figyelte cső- vagy tartályszakasz falvastagsága 0,1 mm pontosan mérhető. Üzemképességét –40...+70 °C hőmérséklet-tartományban megőrzi.

A Fleximat szalagot vékony, gyorsan kötő epoxi réteggel lehet rögzíteni az előzetesen fémtisztítva előkészített cső- vagy tartályfelületen.

A Fleximat korróziót figyelő rendszert már sikerrel alkalmazzák az Egyesült Királyság kémiai és petrokémiai üzemében, az Északi-tengeri fűtőtoronyokon, és rövidesen felszerelik az alaskai olajmezőkön is.

A QT News No.51/1994 nyomán

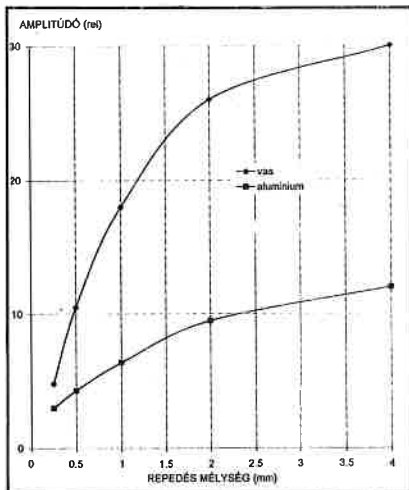
Különleges örvényáramú vizsgálati eljárások

Tóth Ferenc*

Bevezetés

Tartószerkezetek, gépipari termékek minőségellenőrzésére, nagy biztonságigényű iparágakban (repülőgép-építés, légi közlekedés, petrokémiai és nukleáris ipar) az időszakos, biztonsági felülvizsgálatokra általában örvényáramú mérőberendezéseket használnak. A módszer előnye, hogy használata könnyen elsajátítható, a mérőberendezések viszonylag alacsony költségűek, a rendelkezésre álló bő szondaválaszték révén a legváltozatosabb méretű és formájú tárgyak vizsgálatára egyaránt használható, és nagy érzékenysége következtében egészen kis méretű hibák (0,1 mm mélységű, 0,1 mm hosszúságú) is biztonsággal kimutathatók. A nagy érzékenység elérése érdekében a legtöbb örvényáramú mérőberendezés üzemi frekvenciája többnyire magas, 10 kHz és néhány MHz közé esik, ezért a felületi hibavizsgálat mélysége is sekély, pl. alumínium esetén 200 kHz frekvencián nem éri el az 1 mm-t. (Az örvényáramú anyagvizsgálat alkalmazási lehetőségeire vonatkozó ismertetés az Anyagvizsgálók Lapja 1994/4 számában található.)

A legtöbb mérőberendezés jelzi ugyan, ha a hiba a névleges vizsgálati mélységnél mélyebb, de a hibamélység és a kijelzett érték közötti kapcsolat linearitása elromlik, ezért kvantitatív repedésmélység-mérés csak a mérőfrekvenciával meghatározott értékig végezhető. A repedésmélység és a berendezésen kijelzett amplitúdó közötti jellegzetes összefüggés látható az 1. ábrán, közepes nagyságú, 200 kHz mérőfrekvencián. A frekvenciát növelve tovább csökken a lineáris szakasz (még ugyanakkor az érzékenység), alacsonyabb tartományban viszont a linearitás nagyobb lesz, de lecsökken a hibadektálás érzékenysége. A vizsgált tárgy és a mérőszonda közötti távolság megváltozása a görbemenetet számottevően nem befolyásolja.



1. ábra. Örvényáramú jel amplitúdójának függése a repedésmélységtől alumínium és acél alapanyagoknál. Mérés frekvencia: 200 kHz. A vizsgált tárgy és a szonda közötti távolságtól a kijelzés érzékenysége függ, de a görbemenet lényegében nem változik.

Alacsonyfrekvenciás örvényáramú vizsgálat

A mindennapi gyakorlatban számos olyan feladat létezik, amelyeknél elsősorban az észlelt repedés tényleges mélységének nagysága a mérni kívánt kritikus paraméter, amely természetesen az eddigieknél lényegesen mélyebb, 5–10 mm is lehet.

Ilyen típusú mérési feladatok repülőgépeknél:

- tartóelemek, kötések, furatok, csatlakozások, csapágyfészkek, perselyek fáradásos repedései;

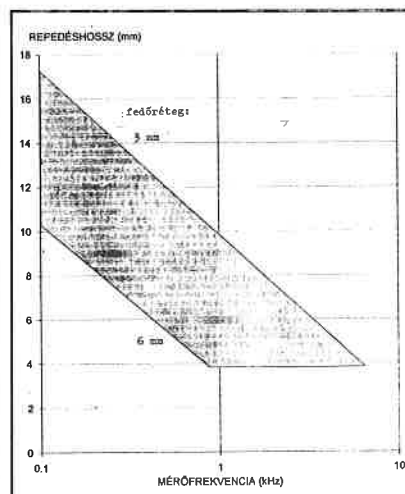
- szárnyrögzítések alatti, többretegű szerkezetek belső rétegeinek repedései, korróziója.

Az energia- és gépiparban hasonló jellegűek a feladatok:

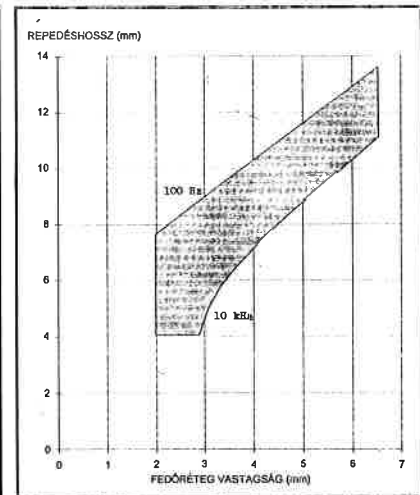
- nagy nyomású gáz- és olajszállító csövezetek (elsősorban hosszvarratos csövek), acéltartályok, nyomásálló edények hibái;
- kazánok és -csövek, hidak, tartószerkezetek repedései, korróziós károsodásai.

A korszerű örvényáramú berendezések mérőfrekvenciája akár 100 Hz-ig is csökkenthető, ezért azokkal a mélyen fekvő hibák is vizsgálhatók, mivel a behatolási mélység alumíniumnál 100 Hz-nél meghaladja a 10 mm-t is.

Az alacsonyfrekvenciás, 100 Hz-től 10 kHz-ig terjedő, örvényáramú mérésekkel kimutatható hibák mérete két okból is megnő: egyrészt az örvényáramok által indukált tekercsfeszültség a frekvencia csökkenésével arányosan lecsökken, másrészt a mérőberendezés optimális működéséhez nagyobb tekercsinduktívitás csak nagyobb átmérőjű tekercsel valósítható meg; ez pedig nyilván megnöveli a minimális detektálható repedéshosszt. A 2. ábrán alumínium alapanyagban kimutatható legrövidebb repedéshossz látható a frekvencia függvényében, változó fedőréteg vastagságnál [1, 2]. A 3. ábrán a repedést fedő alumínium rétegvastagságának függvényében, 100 Hz–10 kHz mérőfrekvencia használata mellett.

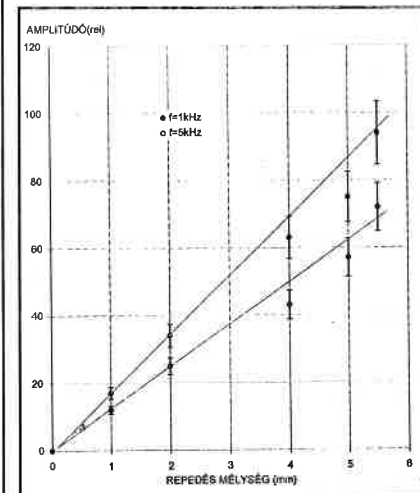


2. ábra. A detektálható minimális repedéshossz függése a fedőréteg vastagsától 100 Hz–10 kHz mérőfrekvencia tartományban.



3. ábra. Legkisebb detektálható repedéshossz frekvenciafüggése alumínium alapanyagokban változó fedőréteg vastagságnál.

Felületre kijövő repedéseknél kedvezőbb a helyzet, némileg magasabb frekvencián – azaz kisebb geometriájú mérőtekerccsel –, nagyobb tartományban jó közelítéssel lineáris a mérőjel a repedés mélységével. A 4. ábrán a KFKI-ban kifejlesztett nagy érzékenységű, alacsonyfrekvenciás mérőszonda (és berendezés) karakterisztikája látható acél alapanyagban, két különböző mérőfrekvencián.

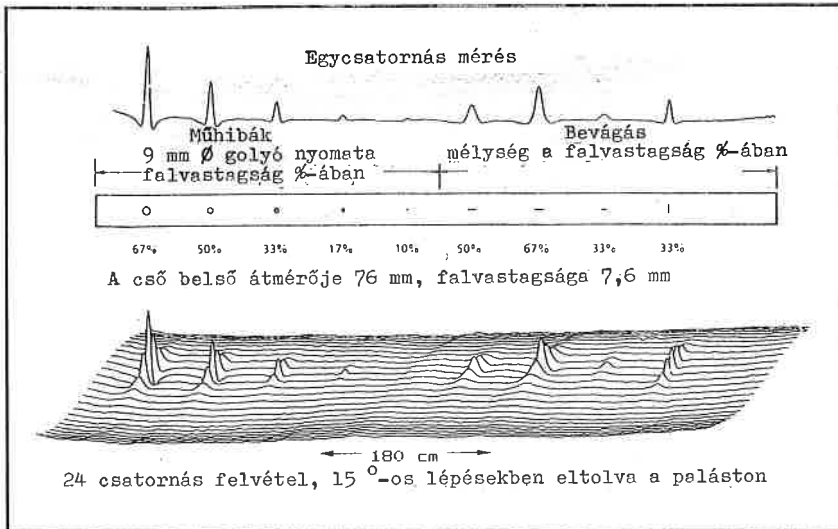


4. ábra. Felületre kijövő repedés hibajelének mélységfüggése 1 és 5 kHz mérőfrekvencián

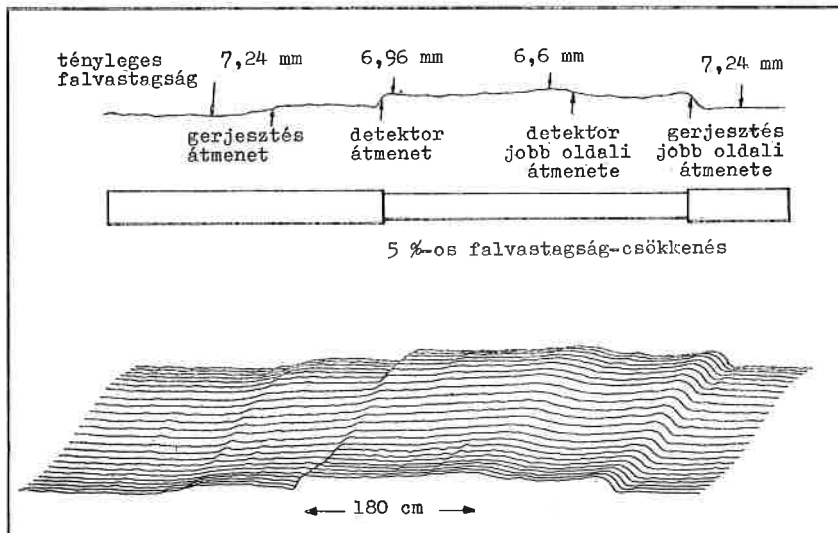
Közvetett csatolású örvényáramú vizsgálat

A ferromágneses anyagok örvényáramú vizsgálatát megnehezíti, hogy az anyag relatív permeabilitása – amely szénacélokban a néhány százat is meghaladhatja – jelentősen lecsökkenti a behatolási mélységet és ezzel a hibadektálás tartományát lényegében csak a külső felület vékony rétegére korlátozza. Emiatt a vastag falú csövek külső-belső hibáinak kimutatása alig

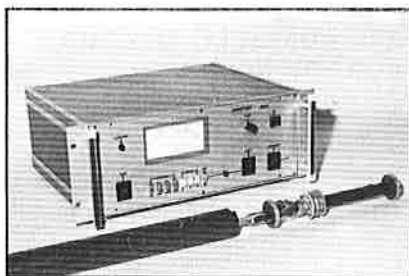
* MTA KFKI Szilárdtestfizikai Kutató Intézet



9. ábra. Változó méretű benyomódások és bevágások egycsatornás és körkörös felvett többscsatornás mérőjelei



10. ábra Csőfalvastagság-változás egy- és többscsatornás mérőjelváltozásai



11. ábra. KFKI-fejlesztésű közvetett csatolású mérőberendezés

Maximális vizsgálati sebesség: 5 m/perc
Mérhető korróziós rétegvastagság: a falvastagság 5%-a

A vizsgálófejek egy- vagy többscsatornás (2,4 vagy 8) kivételben készülhetnek, egy csatornánál az érzékelő a teljes kerületre eső hiba átlagolt értékét méri, több csatornánál a vizsgálat szegmensekre bontva történik, ezért az érzékenység is növekszik.

A mérőberendezés számítógépes mérésadatgyűjtő és kiértékelő mérőrendszerrel is készíthető.

Imaging

A repülőgépeknél előírt időszakos biztonsági felülvizsgálatokra fordított idő csökkentése, a megbízhatóság fokozása érdekében számos, különböző alapelven működő képmegjelenítő őrnyáramú mérőberendezést dolgoztak ki

- a pusztán szemmel nem látható hibák vizuális megjelenítése,
- a nehezen megfigyelhető hibák számítástechnikai úton történő kontraszt-növelése és adatrögzítése, és
- a vizsgálati sebesség fokozása és automatizálása céljából.

Repülőgép szerkezeti elemek festék vagy felület alatti repedéseit, korrózióját kimutatni a szokásos hibakereső szondával hosszadalmas; a szerkezeti elemek furataiból kiinduló fázisú repedések többnyire csak a szegecsek eltávolításával észlelhetők, ezért az ilyen vizsgálatok nagyon munkáigényesek.

A legegyszerűbb térkép jellegű képmegjelenítés (imaging) a szabványos őrnyáramú mérőszonda X-Y koordináták szerinti mozgása és a mérési eredmény hasonló rendszerű kirajzoltatása számítógép monitoron vagy regisztrálón [6]. Repülőgép- és rakétatestek, gépelemek,

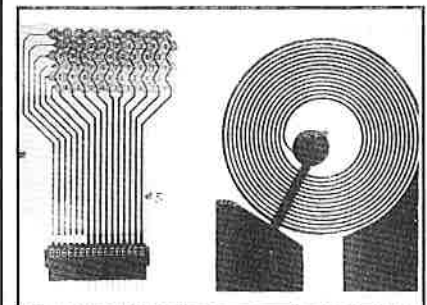
fúrótoronyok stb. automatizált vizsgálatára különféle, számítógép vezérelt, szondamozgató szkennereket dolgoztak ki, amelyeknél természetesen a mérésiadat-gyűjtést, az adattárolást és a kiértékelést ugyancsak számítógép végzi. A mérési eredményeket többnyire kvázi-háromdimenziós formában jelenítik meg (pl. 9. és 10. ábra), de gyakori a változó fedeltségű fekete-fehér kijelzésű hibaterkép is, vagy a képfelbontás fokozása érdekében ún. hamis színes képet állítanak elő, amely az emberi szem nagyfokú színérzékenysége miatt elősegíti a gyors kiértékelést.

A mérőszonda egymás utáni sokszoros mozgásához hasonló képmegjelenítés állítható elő, több vonalmenti vagy síkban elhelyezett mérőszondák pásztázásával (12. ábra). Ezzel jelentősen lerövidül a mérési idő, azonban a nagy mennyiségű párhuzamos működésű szonda adathalmazának kezelése megnöveli a mérőrendszer költségeit [7].

A számítógépes képmegjelenítés előnye, hogy szinkódolt kijelzéssel egyidejűleg különböző matematikai műveletek: zavarűrés, differenciálás, jelintegrálás, harmonikus analízis, Fourier-transzformáció, küszöbszintképzések is elvégezhetők. Így a hiba információtartalma, a kép interpretálhatósága fokozható, de a tényleges hibafelismerés vizuálisan még mindig az operátor feladata.

Alaktelismerő eljárás bevezetésével, a munkadarab formájának, méretének definiálásával, a lehetséges hibatípusok pl. repedés, üreg várható paramétereinek táblázatba sorolásával, vagy hibaealonokon felvett értékek rögzítésével a kiértékelés már automatizálható, a hibahatárok alacsonyabb küszöbszintre szállíthatók és a szubjektív tévedések kiküszöbölhetők.

A vizsgálati eredmény vizuális megjelenítése, automatikus osztályozása ugyan megkönnyíti és meggyorsítja a kiértékelést, a felhasználókat azonban nem mindig elégíti ki a hibafelvételek felbontóképessége, mind finomabb részletekre kíváncsiak. A felbontóképességet korlátozó tényezők: a behatolási mélység által megkötött méret, valamint a mérőszonda átmérője, amelynél nyilvánvalóan nem lehet kisebb a síkbeli felbontás.



12. ábra. Síkelrendezésű, 60 mérőtekercsből álló szonda és egyik tekercsének nagyított ábrája. Tekercsmérő: 5 mm.

Az optikai holográfiai eljáráshoz hasonlóan az őrnyáramú jel amplitúdó- és fázisösszegválogatásából ugyancsak hologram képezhető, amely a mérőszonda virtuális fókuszpontjával képzett ábrát állít elő [8].

Ilyen, illetve ehhez hasonló elven működő „alacsonyfrekvenciás őrnyáramú holográfiai”, „őrnyáramú diffrakciós tomográfiai”, fejlesztéseket több kutatóintézetben is végeznek, gyakorlati használatbavételükre azonban még nem nagyon került sor.

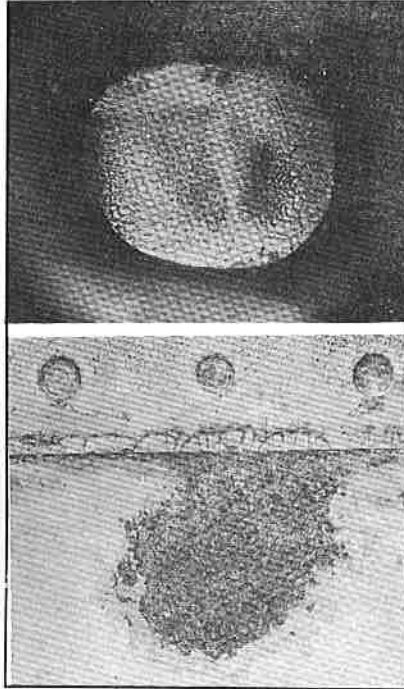
Magneto-optikai örvényáramú vizsgálat

Az előzőekben vázolt képmegjelenítő módszereknél jobb felbontás érhető el az örvényáram gerjesztésű, magneto-optikai mágneses tér detektálású vizsgálati eljárással [9].

Ennél az elrendezésnél a szokásos módon 5–8 cm átmérőjű tekercs segítségével örvényáramokat keltenek a munkadarabban, amelyen a hibahelyeknél változó erősségű mágneses tér lép ki a felületből. A mágneses tér lokális változásait ritka földfém gránitfilm segítségével detektálják, amely mintegy 256x256 pontból álló mágnesezhető doméneket tartalmaz. A sztatikus mágneses térrel előfeszített, egyirányított domének normál körülmények között átlátszóak, azonban a domének egészen kis mértékű, már 1 μT (10 mG) nagyságrendű külső térrel átfordíthatóak és ezzel fényáteresztő képességük megváltozik. Repedések, üregek, korrózió



13. ábra. Magneto-optikai örvényáramú berendezés és használata.



14. ábra. Festékréteg alatti korróziós folt magneto-optikai örvényáramú ábrája és alatta a tényleges fényképe a festékréteg eltávolítása után

által módosított örvényáramú mágneses terek a magneto-optikai kristály segítségével így láthatóvá válnak és ez a kép egyszerű videokamera segítségével tv-monitorra vihető. Az örvényáram frekvenciájának változtatásával módosítható a vizsgálati mélység és a felbontás; nagyobb frekvencia kisebb behatolási mélységet, nagyobb

felbontást jelent. A vizsgált felületen lévő festékréteg a mérést nem befolyásolja, a tárgy és a fej közötti távolság ingadozás (lift-off) hatása nem túlságosan nagy. Használata egyszerű, egyidejűleg mintegy 25–30 cm² felület ellenőrizhető, a vizsgálati eredmények videorekorderen eltárolhatók dokumentálás, későbbi összehasonlítás céljából.

A 13. ábra a mérőberendezést és a vele történő vizsgálatot mutatja, a 14. ábrán festékréteg alatti tényleges korróziós folt magneto-optikai felvétele, illetve annak fényképe látható a festékréteg eltávolítása után.

951 011 139

Irodalom

- [1] D. J. Hagemaier, A. P. Steinberg: ASNT Spring Conference, Las Vegas, March (1981)
- [2] D. J. Hagemaier, B. Bates, A. P. Steinberg: Mater. Eval. 46, 518 (1988)
- [3] T. R. Schmidt: QualTest-2 Conf. Proc., Dallas, Oct. 25–27. (1983)
- [4] R. Palanisamy: Sixth Internat. Offshore Mechanics and Engineering Symposium, Houston, Texas, March 1–5 (1987)
- [5] H. Hoshikawa et al.: Internat. Conf. on Remote Field Technique, Kingston, Ontario, Aug. 30–31 (1988)
- [6] M. W. Kirby, J. D. Larean: Review of Progress in Qualitative Non-destructive Evaluation, Vol. 9, 1055 (1990)
- [7] Y. D. Krampiner, D. D. Johnson: Review of Progress in Qualitative Non-destructive Evaluation, Vol. 7, 471 (1988)
- [8] J. M. Prince, B. P. Hildebrand: Applied Optics Vol. 32/26, 4960 (1993)
- [9] G. L. Fitzpatrick, D. K. Thone: U. S. Air Force Structural Integrity Program Conference, San Antonio, Texas, Dec. 6. (1989)

HÍREK

DIAGON '95 – DIAGNOSZTIKAI KONFERENCIA

Siófok, Hotel Ezüstpart, március 7–10.

Témakörök: roncsolásmentes vizsgálati és mérés-technikai eszközök és módszerek, és ezek rendszerbe szervezett alkalmazása gépek, gépcsoportok, speciális technológiai rendszerek – erőművek, bányák, gyógyszergyártó sorok stb. – állapotellenőrzéséhez.

Felvilágosítás: A. A. Stádum Kft. Both Rozita, 6701 Szeged, Pf. 1181; Tel.: 62/485-326, fax: 62/478-271

II. MAGYAR BIZTONSÁGTECHNIKAI KONFERENCIA

Esztergom, 1995. április 25–26.

Felvilágosítás: Holl Józsefné, Oktáv Ipari Továbbképző Rt. Esztergom-Kertváros, Wesselényi út 35–39. Tel.: 33/311-755, fax: 33/311-087

PORANAL '95 Győr, június 5–7.

Széchenyi István Főiskola

Szemcseméret-analitikai, környezetvédelmi és portechológiai szimpózium.

Felvilágosítás: MATE Titkárság, Budapest, Kossuth L. tér 6–8. Fax/tel.: 153-1406

ORSZÁGOS KRABANTARTÁSI KONFERENCIA '95

Nyíregyháza-Sóstógyógyfürdő, április 27–28.

Karbantartás a változó gazdasági környezetünkben a mottója a kiállítással és termémbemutatóval egybekötött konferenciának, amelyet a GTE Karbantartási Központ Szakosztálya és Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Szervezete rendez az **üzemfenntartók részére**.

Főbb témakörök: a karbantartás feladatai a termelés- és minőségbiztosításban, üzemfenntartási vállalati és/vagy külső szervezetekkel, a munkaerő szakképzése és képzettségének szerepe, kenés-technika, tribológia, diagnosztikai módszerek és műszerek, javítástechnológiai eljárások és eszközeik.

Kiadvány: az előadások rövid kivonataival. Hirdetések közzétételére is van lehetőség! A konferenciáról **tájékoztatót adnak: Szabó Jenő** a (42) 313-920, **dr. Pintér László** a (42) 343-642

és **dr. Súlyomvári Károly** a 185-1487 telefonszámokon.

XVI. HŐKEZELŐ ORSZÁGOS KONFERENCIA

és gépipari szakkiállítás,
október 10–12.

Székesfehérvár, Technika Háza

Főbb témakörök: a hőkezelés anyagtudományi (fémek, polimerek, kompozitok, kerámiák) technológiai, minőségbiztosítási, számítástechnikai, oktatási, környezetvédelmi kérdései és szerepe az ipari szerkezetváltásban, a beszállítói vállalkozásban; szerszámok és acélemelkek hőkezelése; felületi hőkezelés plazmával, lézerrel; felületkezelés és tribológia; a hőkezelés segédanyagai.

A szervezők, a Miskolci Egyetem Dunaújvárosi Főiskolai Kara, a GTE Hőkezelő Központi Szakosztálya és az MTE SZ Fehér Megyei Szervezete, **várják a konferencián részt venni,** kiállítani és hirdetni **szándékozók jelentkezését legkésőbb május 2-áig dr. Tóth Tamás** főiskolai címén: 2400 Dunaújváros, Tánácsics M. u. 1. Telefon: 25/310-811, 25/310-739, fax: 25/312-620, telex: 29278.

Az Ön partnere
az
anyagvizsgálatban

GRIMAS
Kereskedelmi Kft.

1214 Budapest, Erdősor u. 167.
Telefon: 277-4470 • Fax: 276-0557

Az általunk képviselt cégek
és termékeik:

PHILIPS
Röntgenkészülékek

SONATEST
Ultrahangos készülékek

SPOTCHECK
Folyadékbehatolásos vizsgálat

MAGNAFLUX
Mágneses készülékek, UV-lámpák

ROHMANN
Örvényáramos készülékek

WIRTZ
Metallográfiai készülékek és anyagok

FIEBEROPTIC
Endoszkópok

KOWOTEST
Radiográfiai eszközök

PROTEC
Automata filmelőhívó készülékek

SAUERWEIN
Izotóptartók, eszközök

FUJI
Röntgenfilmek

AED
Akusztikus emisszió

ESCORT
Folyamatellenőrző műszerek



METROTECH
Underground Locator Products

köszönti

a **MAGYAR REGULA '95**
látogatóit

a távközlési kábelek,
az energetikai kábelek,
a vízvezeték-hálózatok

hibahelyeit azonosító készülékek
teljes körű és különleges
választékával

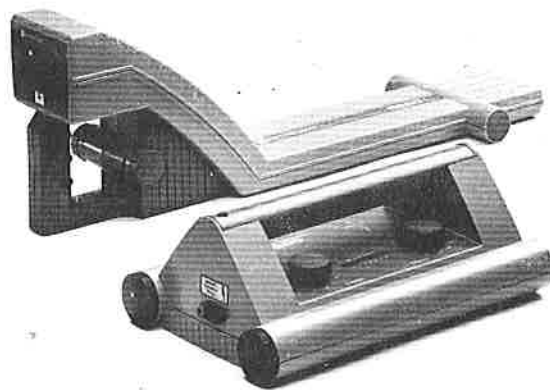
Részletes információkért forduljon
közvetlenül cégünkhöz!

D-96148 Baunach, Industriestr. 6.

Tel.: (0049-9544)680

Fax: (0049-9544)2273

A legújabb készülék
az **FM9890** vezeték-helyazonosító



- három aktív frekvencia
- árammérés
- automatikus frekvencia-kiválasztás
- balra-jobbra vezetés
- mélységmérés nyomógombbal
- passzív helyazonosítás két frekvenciával
- automatikus erősítés-szabályozás