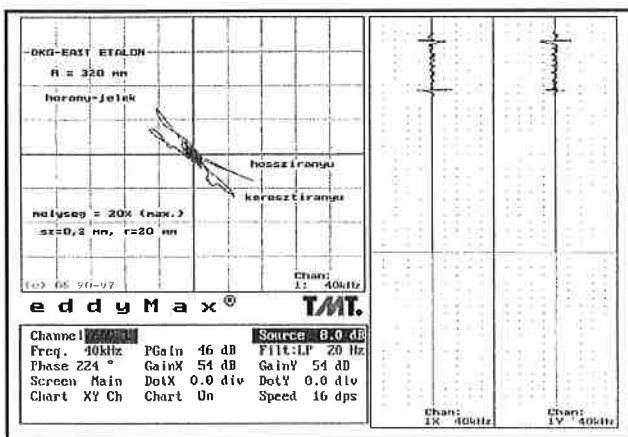


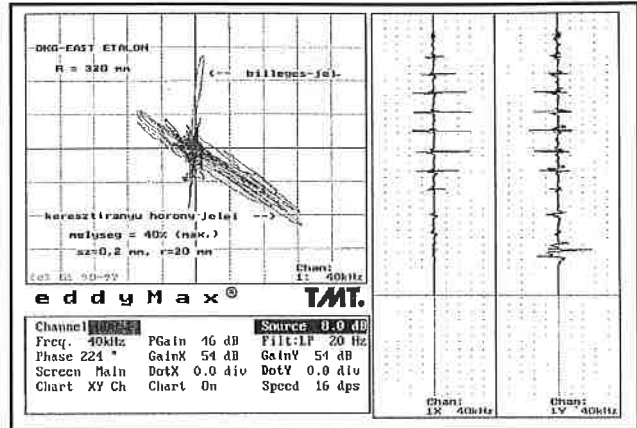
3. ábra. Keresztirányú horony jele Ø 19 x 1 mm-es ausztenites csőnél



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

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

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



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

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

Összefoglalás

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

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

- Érzékenység: 0,05 mm mély karc, ill. 2 mm átmérőjű és 0,02 mm-nél vékonyabb revelt már észrevehető volt.
 - Vizsgálati sebesség: 1-3 perc/cső Ø25 mm alatt és R<100 mm mellett, a felület minőségétől és az ovalitástól függően.
- Előnyként említendő, hogy a zaj mértékéből (feltéve persze, hogy nem a vizsgált gyakorlatlanságából vagy a befogó kopottságából fakad) következtethetünk a vizsgált szakasz minőségének egyenletességére. Végezetül elmondható, hogy a tárgyalt örvényáramú módszer hatékonyságban és költségeiben is versenyképes társa a nyomáspróbának, miközben hibakimutató képessége felülmúlja az utóbbit.

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

Vértessy Gábor*

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

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

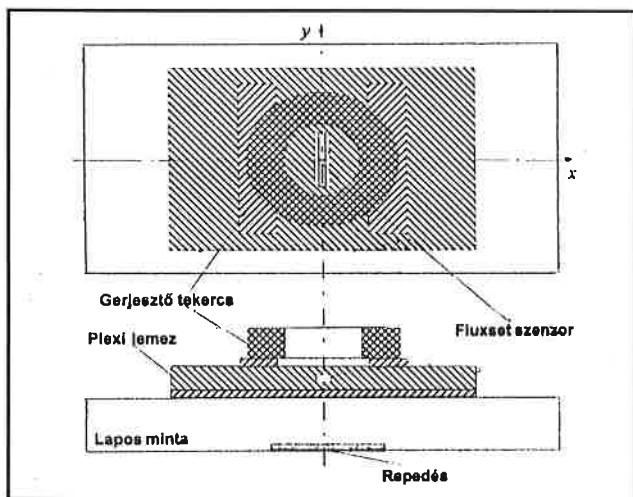
és számos előnye van azokkal szemben. Egyen, és alacsony frekvenciájú, 1 nT – 500 µT közötti erősségű mágneses terek mérhető segítségével, egyszerű áramköri kivitelű vezérlés és egyszerű mechanikai felépítésű mérőszonda alkalmazásával, amelyek ugyanakkor nagy stabilitást is biztosítanak, és szélsőséges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

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

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

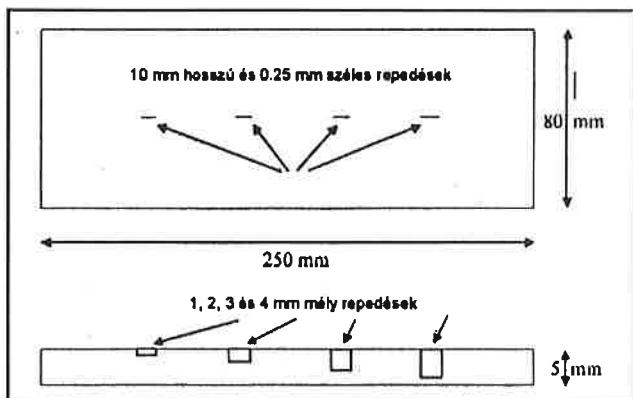
csökkentését, ezáltal az anyag nagyobb mélységeiből jövő jelek is detektálhatók. Különösen nagy jelentőségű lehet ez az eljárás a szélsőséges körülmények mellett működő, nagy értékű és meghibásodás esetén súlyos veszélyhelyzetet előidéző berendezések üzem közbeni állandó vagy időszakos ellenőrzésére.

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

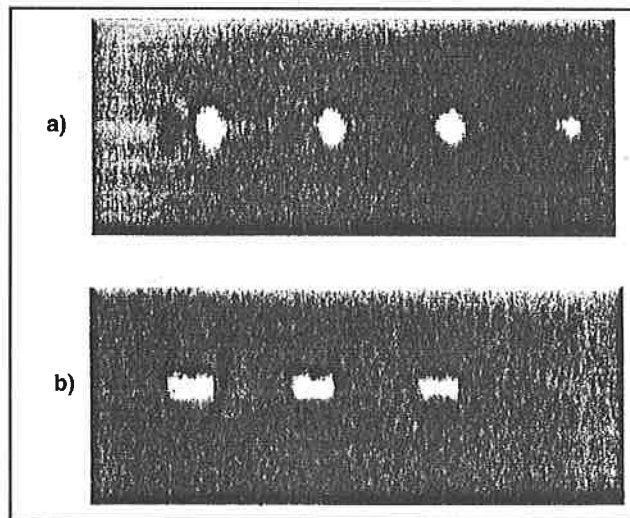


1. ábra. A mérési elrendezés vázlata

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

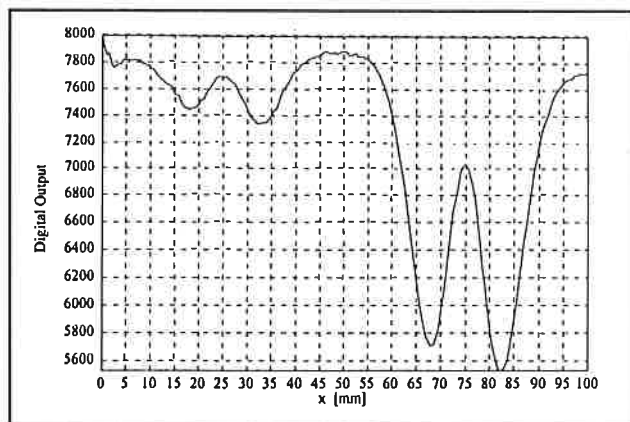


2. ábra. Mesterséges repedésekkel ellátott Inconel 600 minta



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

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



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

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

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

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