

Többszínű, többcsatornás, távolterű örvényáramú vizsgálat eddyMax® PC-bővítőkártyával

Wilhelm Kelb – Peter Hanemann*

Bevezetés

A különböző ferromágneses csőrendszerek vizsgálata iránti igény napjainkban is folyamatosan nő, mind gazdaságossági és termelékenység, mind biztonsági megfontolások miatt. Egyidejűleg állandó fejlődésnek mennek keresztül az ezzel kapcsolatos vizsgálati technológiák, amelyek közül mind jobban kiemelkedik a távolterű örvényáramú eljárás. Ez a szűrt fluxusú és az előmágnesezési örvényáramú technikához képest igen kedvező sajátosságainak köszönhető.

A legújabb készülék- és szondafejlesztések eredményeként ennél az eljárásnál is lehet ma már szimultán abszolút és differencia üzemmódban dolgozni, akár több frekvenciával is; a kijelzés, a jelmixelés és -kiértékelés hasonló, mint a hagyományos örvényáramú vizsgálatoknál. Ezek az újítások beépítésre kerültek az eddyMax örvényáramú vizsgálórendszerbe, ami egy kompakt egységben kínál felhasználóbarát kijelzést és készülékezelést, kiterjedt dokumentációs lehetőségeket, jó hibakimutatást, hibamélység szerinti kiértékelést, valamint zaj-hibajel szétválasztást.

A távolterű technika (TTT) elve

Tipikus távolterű, a csövek belső vizsgálatához használt szonda sematikus elrendezését mutatja az 1. ábra. A szonda jellegzetessége az, hogy az érzékelő tekercs (más esetekben az érzékelő tekercsek sorozata) kb. két csőátmérőnyire helyezkedik el a gerjesztő tekercstől. Ennek következtében a két tekercs között gyakorlatilag nincs közvetlen mágneses csatolás, az érzékelőben csak a csőfalán ki-, majd visszajutó, ezenközben pedig a cső mentén haladó mágneses fluxus indukál feszültséget. Bár a cső mentén csekély mértékben csökken a fluxus, a távoli mágneses térben lévő érzékelőben kialakuló feszültség nagyságrendekkel kisebb, mint egy, a gerjesztő mellé helyezett érzékelőben indukálódó feszültség (2. ábra). A csőfalán kétszer átmenő, a vizsgálat szempontjából hasznos fluxus adja a TTT legfontosabb jellemzőjét: Segítségével mind a belső, mind a külső hibák nagyjából azonos érzékenységgel detektálhatók.

Ez az eljárás mágnesezhető és nem mágnesezhető anyagú csövekre egyaránt alkalmazható. Az előbbieket esetében a gerjesztő áram frekvenciája alacsony ($\leq \sim 1$ kHz). Ha hiba van a csőfalban (a hasznos fluxus útjában), akkor a kapott jelnek mind az amplitúdója, mind a fázisa megváltozik. A fázisszög kiváló mérőszáma lehet a falvastagságnak, ha az arra vonatkozó kalibrációt végrehajtják.

Az eddyMax örvényáramú készülék egy mikroprocesszor által vezérelt, PC-bővítőkártya(k)ra szerelt egység, ami 486-os vagy fejlettebb központi processzorral működő, IBM-kompatibilis számítógépbe helyezhető be. (A kártyák száma az igényelt csatornák számától függ.) További hardver-szükséglet: VGA-monitor és

vezérlőkártya, illetve legalább 1 MB szabad kiterjesztett memória-kapacitás.

Az örvényáramú kártya a billentyűzettel kezelhető (vizsgálati paraméterek és a kijelzés módjának beállítása stb.), a képernyőn – a beállított paraméterek mellett – valós időben láthatók a jelek vektor- vagy idődiagramon.

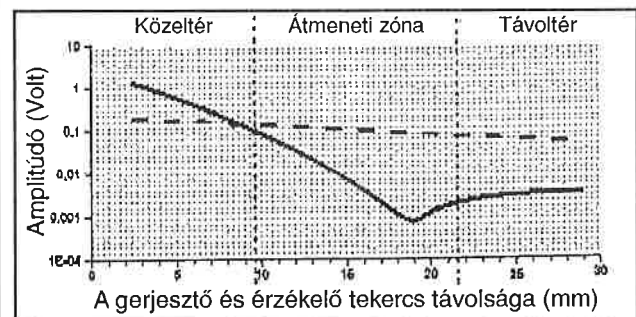
A távolterű üzemmóddhoz a rendszert ki kell egészíteni egy segéd tápegységgel – növelendő a gerjesztő mágneses tér erősségét – és egy előerősítővel – emelendő az alacsony jelszintet. A TTT alkalmazásakor az örvényáramú jelek ugyanúgy tehetők láthatóvá a képernyőn, mint a hagyományos örvényáramú vizsgálatoknál.

Hibajelek és zavarjelek

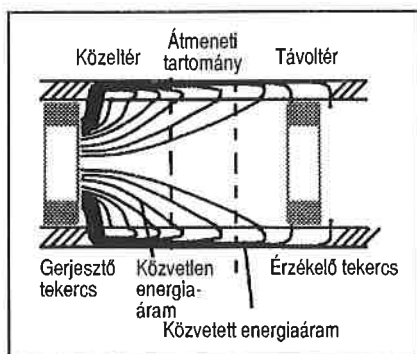
A 3. ábra lapos fenekű zsákfuratok differencia jelét, a 4. ábra pedig az egyenletesen növekvő mértékű falvékonyodás (külső lelapolás) abszolút jelét mutatja, $\varnothing 18 \times 1,5$ mm-es méretű, St. 35.8 anyagminőségű acél etaloncső esetén.

Ha a hiba pl. a távtartó lemez alatt vagy annak közelében található, akkor a hiba és a lemez együttes jelét észleljük, ami önmagában nem értékelhető. Kihasználva azonban a többszínű gerjesztést és jelmixelést, elnyomható a távtartó lemez okozta jelkomponens és így jobban észrevehetővé válnak a hibák (ld. 5. ábra), sőt a hibamélység is becsülhetővé válik.

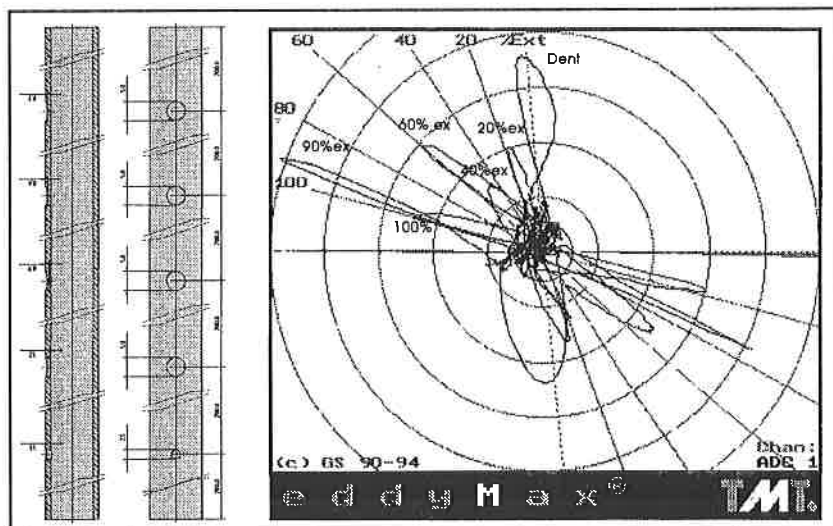
További alapvető probléma a zavarjelek különválasztása a hibajelektől. Ferromágneses csöveknél gyakori zavarforrások pl. a külső palástos lévő mágneses lerakódások. A megoldás: fázis-diszkrimináció, ami már egyfrekvenciás vizsgálatnál is kiválóan használható (6. ábra). Két (vagy



2. ábra Az örvényáramú jel amplitúdója különböző gerjesztő-érzékelő távolság esetén

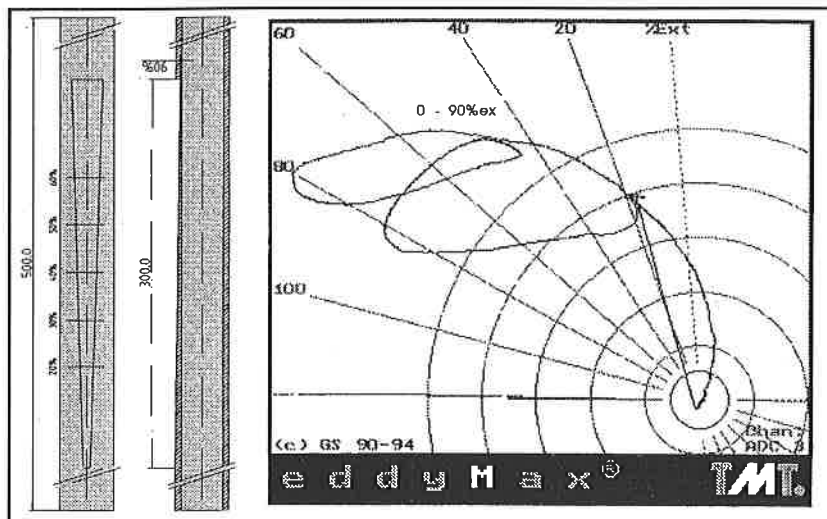


1. ábra Távolterű szondaelrendezés

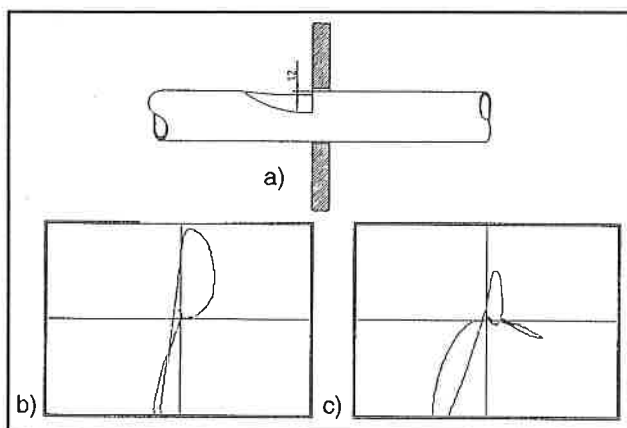


3. ábra Lapos fenekű zsákfuratok és benyomódás differencia jele $\varnothing 18 \times 1,5$ mm, St 35.8 acél etaloncsőn (Dent – benyomódás)

* Test Maschinen Technik GmbH.
Magyarországi képviselő: Grimas Kft.

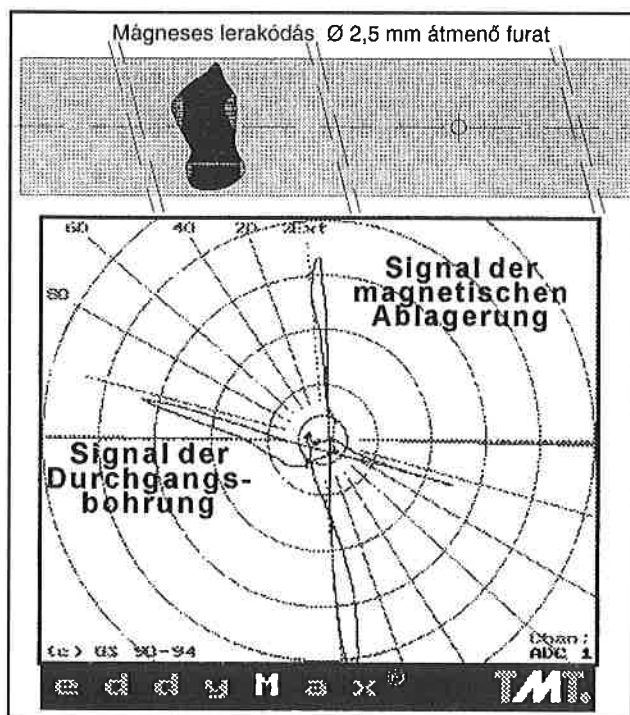


4. ábra Egyenletesen növekvő mértékű falvékonyodás abszolút jele
 $\varnothing 18 \times 1,5$ mm, St 35.8 acél etaloncsővön



5. ábra

- a.) Távtartó melletti csőhiba; b.) Hibajel a zavarjel elnyomása után
 c.) Hibajel és távtartójele együtt



6. ábra Hibajel és zavarjel fázis szerinti megkülönböztetése

több) frekvencia alkalmazásakor élhetünk azzal a lehetőséggel, hogy a hibajel fázisát – frekvenciánként külön-külön végrehajtott fázistolással – azonosra állítjuk be minden frekvencián, miközben a zavarjel fázisa frekvenciafüggő marad. A jelfázis frekvenciafüggősége lesz tehát a megkülönböztetés alapja.

Adattárolás és dokumentálás

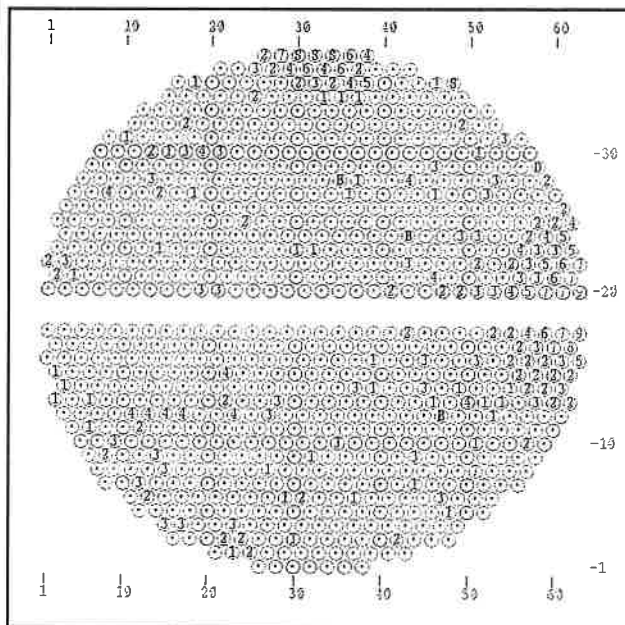
A teljes eddyMax rendszer két fő szoftvert tartalmaz, amelyek közös adatbázist kezelnek. Az egyik az alapszoftver, ezzel vezérelhető a készülék működése, ideértve a vizsgálati paraméterek beállítását, a szonda gerjesztését, valamint jeleinek figyelését, képernyőn történő ábrázolását és elmentését. Az alapszoftver különféle alkalmazási modulokkal bővíthető (pl. automatikus értékelés, forgószondás vizsgálat). A másik a DEVOS dokumentációs szoftver, amelynek révén numerikus és grafikus formában szemléltethetők a vizsgálati eredmények. Segítségével az örvényáramú technikában járatlan

személyek is jól áttekinthető és érthető képet kapnak a vizsgált csőrendszer vagy az abban lévő egyedi csövek állapotáról és állapotának időbeli alakulásáról.

A DEVOS programmal csőtérkép, ezen belül hiba-, illetve dugózási térkép (7. ábra), a vizsgálati eredményeket összegző statisztika, valamint minden egyes csőről – a hibák eloszlását és mélységét bemutató – egyedi hibatérkép készíthető. Külön állapotkövető, ún. delta-térkép is rajzolható mind az egész csőrendszerrel, mind az egyedi csövekről –, ami két különböző időpontban elvégzett vizsgálat alapján a hibaterjedést (a hibaszámok és -mélységek növekedését) illusztrálja egy adott objektumon.

Konklúzió

A TTT ma a ferromágneses csövek vizsgálatának legelőnyösebb módja. Az örvényáramú jel fázisára alapozott hibamélység-értékelést minimális mértékben befolyásolja a hiba nagysága, alakja és orientációja. Az eddyMax rendszerrel végzett többfrekvenciás, jelmixeléses vizsgálat és a rendszer szimultán használható differencia, ill. abszolút üzemmódja optimális hibakimutatást és jelanalízist biztosít. A hozzá tartozó DEVOS dokumentációs szoftver lehetővé teszi a vizsgálati eredmények gyors, kényelmes és jól áttekinthető szemléltetését.



7. ábra Hibatérkép

- Indikációmentes – ①–⑨ Belső hibák – ①–⑨ Külső hibák –
 ⑤ Dugó – ⑥ Nem vizsgálható – ⑦ Benyomódás