

Csővezetékek minőség-ellenőrzése fejlett ultrahangos vizsgálati módszerekkel

Paul Ryan*

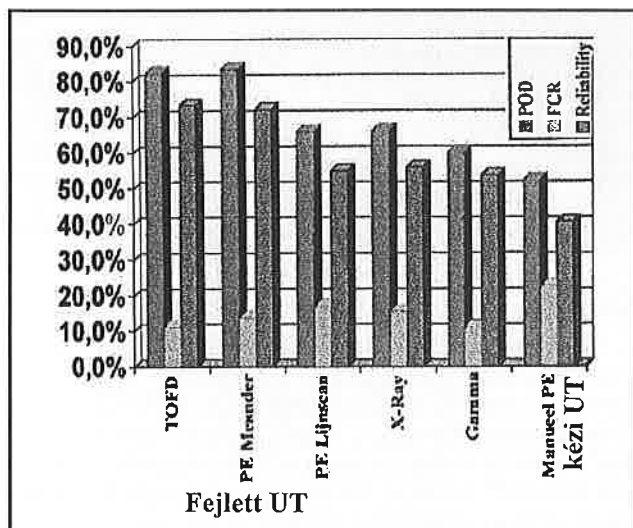
Az ipari üzemek és a csővezetékek üzembiztos működése nagymértékben függ a felhasznált anyagoktól és a kivitelezés, a szerelés és az üzemvitel egymást követő szakaszaiban elvégzett roncsolásmentes vizsgálatoktól, amelyek jelentősen növelik a minőség-ellenőrzés szintjét és segítik a szerkezet várható élettartamának megítélését.

Jelen cikk azokra az ultrahangos ellenőrzési módszerekre irányítja a figyelmet, amelyek alkalmazása az anyaggyártás, a szerelés-kivitelezés és az üzemvitel során a hibaészlelés terén jelentős javulást eredményeztek.

Előzmények

A hegesztési varratok minőségét tradicionálisan radiográfiai módszerekkel vizsgálták azért, mert a vizsgálati eredmények a röntgenfelvételekkel dokumentálhatók. Az ultrahangvizsgálatokat sokáig azért nem alkalmazták, mert a dokumentálás/archiválás nem volt lehetséges. Az utóbbi időben azonban a számítástechnika fejlődése oda vezetett, hogy mód nyílt az ultrahangvizsgálat dokumentálásához szükséges nagy sebességű adatgyűjtésre és jelfeldolgozásra.

A széles alkalmazói körre kiterjedő felmérések azt bizonyítják (1. ábra) egyrészt, hogy a roncsolásmentes röntgen- és gamma-radiográfias, valamint a kézi ultrahangos vizsgálatok hibadetektálási valószínűsége (POD) és megbízhatósága (reliability) nem olyan nagy, mint azt elsőre gondolnánk, és a téves észlelések gyakorisága (FCR) is viszonylag nagy, másrészt, hogy az ultrahangos módszerek fejlesztésével, amelyben az AEA Sonomatic szakemberei jelentős szerepet vállaltak, az említett jellemzők javíthatók, értékeik eléri sőt meghaladják a radiográfiai vizsgálatokra jellemző értékeket. Ugyanakkor a fejlett ultrahangos módszerek alkalmazásakor elmaradnak a sugárvédelmi előírások érvényesítésével járó hátrányok: a munkaterület lezárása a radiográfia felvételek elkészítésének idejére (ami a helyszíni szerelési munkákat hátráltatja), vagy a vizsgálandó alkatrészek elszállítása a felvételző helyiségbe. A kohászati termékek (rudak, csövek, szalagok, lemezek) gyártás közbeni ellenőrzése esetén pedig az automatizált ultrahangvizsgáló rendszerek integrálhatók a gyártási folyamatba, mégpedig úgy, hogy az anyaghibák mielőbb, de a végellenőrzéskor mindenképpen ki-



1. ábra. A radiográfiai ill. a kézi és a fejlett ultrahangos vizsgálatok összehasonlítása

* AEA Technology

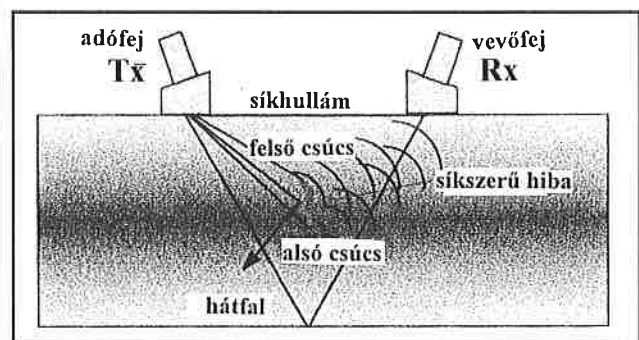
szűrhetők legyenek. A vizsgálati feladattól függően ezen előnyök érvényesítése jelentős költség-megtakarítást is eredményezhet.

Fejlett ultrahangvizsgálati módszerek

A futásidő szóródás – a TOFD módszer

A futásidő szóródás mérésén alapuló vizsgálati módszert (TOFD) az angliai AEA Harwell Laboratory fejlesztette ki a hetvenes évek közepén elsődlegesen a nukleáris ipar vastag falú, hegesztett szerkezeteinek ellenőrzéséhez, az anyaghiányok (reflektorok) méreteinek pontos meghatározása céljából. A módszer azért hatékony, mert az adó és vevő vizsgálófejekből álló rendszer nemcsak az anyaghiányokról reflektált, hanem annak szélein, csúcsain szóródó hangjeleket is detektálja.

A TOFD módszer elvét a 2. ábra szemlélteti. Az adófej rövid hangimpulzusokat juttat az anyagba, amelyek síkhullámként, ismert sebességgel, meghatározott szög alatt terjedve részben a hátfalról, részben az anyaghiányokról visszaverődnek, illetve részben az anyaghiányokba behatolva diffraktálódnak, szóródnak és a vevőfej felé tovahaladnak. Az idő függvényében detektált jeleket a számítógép a geometria figyelembevételével folyamatosan feldolgozza és egy szűrési fokozatú skálát alkalmazva a vizsgált szelvényt az észlelt anyaghiányokkal együtt grafikus megjeleníti (3. ábra, amely a helyzet-meghatározáshoz tokozott jeladóval is felszerelt, egytengelyes letapogató kerettel végzett vizsgálatról készült). Szükség esetén a begyűjtött információk speciális szoftverrel is feldolgozhatók és PC alapú ultrahangos megjelenítő rend-

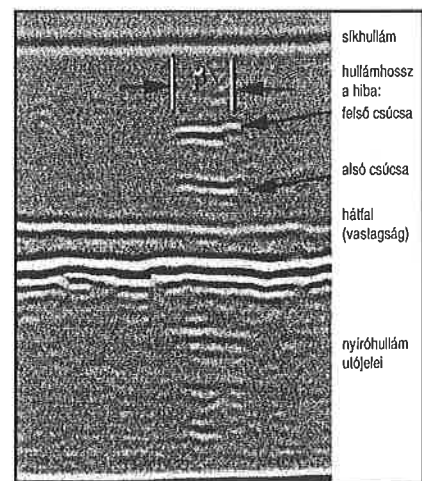


2. ábra. A TOFD módszer elve

szeren (pl. az AEA Microplus) elemezhető.

Hegesztési varratok vizsgálatok az adó- és vevőfej a varrat középpontjától egyenlő távolságra van, és a letapogatás a varratal párhuzamos.

A Holland Hegesztési Intézet (NIL) vizsgálta a TOFD módszer hatékonyságát 250, 6-15 mm méretű, valódi anyaghiányokat tartalmazó mintadarabokkal. A nagy hibadetektálási való-



3. ábra. A TOFD módszerrel kapott ernyőkép

színűség (POD) kis téves hibaészlelési gyakorisággal (FCR) párosult (l. az 1. ábrán).

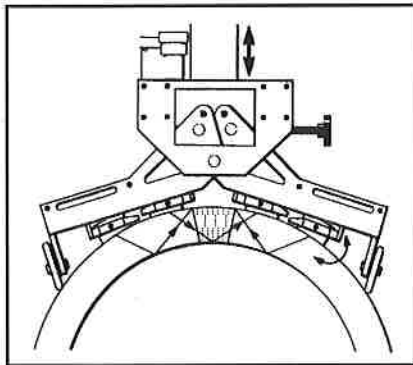
A TOFD eljárás előnyei: a detektálás független az anyaghiány típusától és elhelyezkedésétől, jól reprodukálható (még a technológiai, pl. hőkezelési, vagy üzembe helyezési művelet előtt és után is), pontossága $\leq 0,5$ mm. Gyors letapogatás, on-line adatgyűjtés, -elemzés és grafikus megjelenítés.

A TOFD eljárás hátrányai: A síkhullámok alkalmazása a vizsgálófej felüli felülethez közeli anyaghiányok kimutatását kétségessé teszi. A szabványok némelyike által még nem elfogadott módszer.

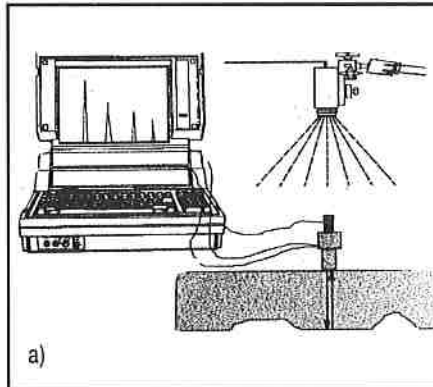
A TOFD módszert napjainkban már széleskörűen alkalmazzák az olaj- és gáziparban, mind a szárazföldi, mind a tengeri (off-shore) kitermelési helyeken különösen a hegesztési varratok korróziós és eróziós hibáinak felderítésére és megfigyelésére.

Automatizált impulzus visszhang módszer

Az AEA Technology Risley nemrég kifejlesztett egy új, automatizált, egytengelyű, rögzített vizsgálófejekkel ellátott impulzus-visszhang ellenőrzési rendszert a vékony falú csővezetékek vizsgálatához (4. ábra).



4a. ábra. Az automatizált impulzus visszhang módszer; vizsgálófej-elrendezés hegesztett csővek varratvizsgálatához



6. ábra. A Seescan rendszer elvi felépítés (a) és egy alkalmazási elrendezés (b)

A sokcsatornás, egyutas vizsgálórendszer felépítésének és működésének alapelemei a következők: A héjszerű bilincsbe foglalt vizsgálófej-együttes a hordozó kocsihoz rögzítve legfeljebb 150 mm/s sebességgel mozgatható a hegesztési varrat mentén. A csatolóközeg víz, adagolása és figyelése folyamatos. A vizsgálati helyzet a beépített jeladóval határozható meg. A vizsgálat megkezdése előtt az egyes jelcsatornákat kalibrálják. Ehhez egy referencia mintadarabot használnak. (A 4b. ábra ezt szemlélteti.) Beállítják a gyűjtőkapuk küszöbértékeit és beírják az egyes vizsgálófejekre vonatkozó egyedi paramétereiket. A vizsgálófejek a ki-/bemeneti interfészen keresztül csatlakoznak a továbbfejlesztett ultrahangos képmegjelenítőhöz. A beállítások Windows formátumban végezhetők. A szoftveres elemzés a létező csővezeték előírások és specifikációk szerint történik. Az on-line elemzés és megjelenítés azonnali elbírálást tesz lehetővé. A kijelzések könnyen értelmezhetők. A szoftveres megjelenítésre az 5. ábra mutat egy példát. A lehetséges opciók: képernyő-lapozás, hibaméret-meghatározás, hibakiértékelő táblázat. Minden információ merevlemezen rögzíthető és optikai tárolólemezen archiválható (lemezenként 250 varrat). A rendszerrel vizsgálható legkisebb csőfalvastagság 5 mm.

PE/TOFD kombináció állapotellenőrzéshez

A Seescan kombinált ultrahangvizsgálatot csővezetékek állapotellenőrzéséhez fejlesztették ki. Segítségével a csőfal korróziós és eróziós falvastagság-csökkenéssel járó károsodásairól valós idejű, színes, síkban kiterített térkép készíthető. A vizsgálórendszer vázlatos felépítését és egy jellemző alkalmazását a 6. ábra szemlélteti. A kézzel mozgatott, LED kijelzővel ellátott, mérőleges vizsgálófej jeleihez illetve a vastagságkód szerinti színhez a LED kijelzőt figyelő CCD videokamera és az AEA videoközvetítő szolgáltatja a helykoordinátákat. A szoftveres elemzés megjelenített eredménye a színes korróziós térkép (7. ábra). Ezzel a

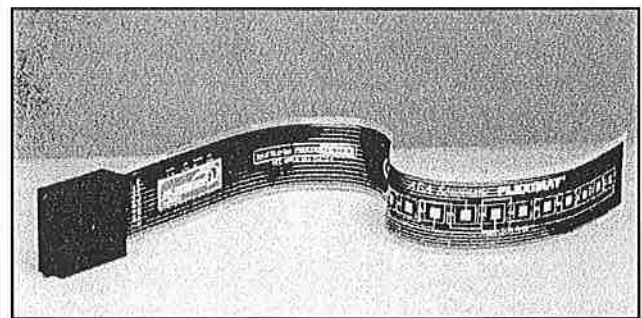
rendszerrel minden, a vizsgálófejjel letapogatható, összetett geometria: T elágazások, szelepek, csőívek állapota feltérképezhető. A rendelkezésre álló szoftverekkel háromdimenziós megjelenítés, százalékos anyagvesztés-kimutatás, keresztmetszeti kép előállítható.

Fleximat folyamatos korróziófigyelő

A Fleximat vékony, hajlékony, nyomtatott áramkört szalagokra (40 mm széles, 450 mm hosszú) egymás mellé, vagy más alakzatban felragasztott vizsgálófejekből áll (8. ábra). Ez kellőképpen hajlékony ahhoz, hogy a figyelni kívánt szerkezet – tárolótartály, csővezeték – falára tartósan felragasztható legyen, és annak állapotáról az élettartama során információkat szolgáltatson. Alkalmazása különösen akkor ideális, amikor az időszakonkénti adatgyűjtéshez el kellene távolítani a szigetelést, be kellene állványozni a szerkezetet, vagy le kellene állítani az üzemét. Így viszont, a Fleximat folyamatosan méri a korrózió tényleges mértékét. Segítségével a figyelt szerkezeti elem várható élettartama is pontosabban becsülhető.

A Fleximatról a távadatgyűjtés jelenthet teljesen automatizált, PC alapú, on-line folyamatirányítást, de a készülék a hagyományos hibade-

tekorrallal is működtethető a kapcsoló dobozon keresztül. A távadatgyűjtés lehetséges kábelrel keresztül legfeljebb 50 km távolságról, vagy radio/modem kapcsolattal, a terepviszonyoktól függően, kb. 15 km távolságra.



8. ábra. A Fleximat vizsgálófej-rendszer

Vizsgálatok a tenger alatt

Az ismertetett ultrahangos vizsgálati módszerek mindegyike tenger alatt is – egészen 250 m mélységig – alkalmazhatók a Nautilus két dimenzióban mozgatható manipulátor segítségével, amelyet egy könnyűbűvár egyszerűen felszerelhet a vizsgálni kívánt szerkezetre (9. ábra), majd a hajóról az AEA Microplus és az MDU hajtó egységgel távműködtetve elvégezhető a vizsgálat. A vizsgálófejek helyzetét a beépített optikai jeladók pontosan visszajelzik. A vizsgálófejek rögzítéséhez – az elvégezhető feladatok sokféleségére tekintettel – a tartók széles választéka áll a vizsgálat rendelkezésére. Az ultrahangos rendszerrel vizsgálhatók a hevederek, a csonkok, a hegesztési hossz- és spirálvarratok, és ezekről korróziós térkép is készíthető.