

Általános célú őrvenyáramú készülék házi konfirmálása

Gera Attila – Lautner Nándor – Skopál István*

Bevezetés

Ha valamely cég teljes körű minőségbiztosítási rendszer keretében kíván tevékenykedni, akkor gondoskodnia kell a személyzet, a használt eszközök, a szervezeti működés, a különféle eljárások és a beszállítók (alvállalkozók) minőségéről és mindezek minőségének folyamatos szinten tartásáról. Az anyagvizsgálat területén a felsoroltak közül a használt eszközök – a mérő- és vizsgálókészülékek, valamint egyes vizsgálószerek – állapota változhat a legkönnyebben, így ezek ellenőrzése igényli a legtöbb figyelmet.

A készülékekkel való törődés azonban nemcsak – a cég saját jól felfogott érdekében – önként vállalt minőségbiztosítási feladat. Az anyagvizsgáló ugyanis a mérésügyi törvény (1991. évi XLV. tv.) értelmében mindig úgynevezett joghatályos mérést végez, és ezt – ezen törvény szerint – csak hiteles vagy használati etalonon ellenőrzött mérőeszközzel teheti. Mivel a törvény végrehajtására kiadott 127/1991. (X. 29.) sz. Kormányrendelet a roncsolásmentes anyagvizsgálat mérőeszközeit – a megvilágítás-, a fénysűrűség- és a dózismérők kivételével – nem sorolja a kötelező hitelesítésük közé, ezek pontosságát elegendő használati etalonon ellenőrizni. A mennyiség egységét és/vagy helyes értékét előállító használati etalon az országos etalonról kell leszármaztatni, illetve arra kell visszavezetni, és ennek tényét mérésügyi szerv (OMH főosztály, vagy mérték-hitelesítő hivatal) által kiadott érvényes hitelesítési bizonyítványnak kell igazolnia.

A nem kötelező hitelesítésű mérőeszközök pontosságát, megfelelő használati etalon segítségével, kalibrálással ellenőrizzük. Sem a törvény, sem a kormányrendelet nem tiltja a saját eszközök kalibrálását (OMH-feljegyzítés csak külső fél számára végzendő kalibráláshoz kell), nincs tehát elvi akadálya a „házi” ellenőrzéseknek. Ez lényeges pont, hiszen kellő felkészültséggel számottevő költséget takaríthatunk meg és nem kell napokig, esetleg hetekig nélkülözni a készüléket.

A mérésügyi törvényen kívül a mérőeszközök metrológiai konfirmálásával foglalkozó MSZ EN 30012-1:1998 szabvány szolgál általános előírásokkal és útmutatásokkal az itt tárgyalt témakörben. A metrológiai konfirmálás azon műveletek összessége, amelyek annak biztosításához szükségesek, hogy a mérőberendezés a rendeltetésszerű használat követelményeinek megfelelő állapotban legyen. A konfirmálásnak része a már említett kalibrálás, de hozzátartozik, például, a szükséges javítás és címkézés is. A szabvány által megkövetelt konfirmálási rendszer általános elemeit (dokumentációk, felelős személyek stb.) tartalmaznia kell a cég vagy a laboratórium minőségügyi kézikönyvének. Az egyes mérő- vagy vizsgálóeszközöket tekintve pedig ki kell dolgozni a speciális konfirmálási – lényegében kalibrálási és ellenőrzési – eljárásokat.

Más, kimondottan őrvenyáramú készülékek ellenőrzésére vonatkozó szabvány ez idáig nem jelent meg (szemben pl. az MSZ EN 12668-1:2000 jelűvel, ami az ultrahangos készülékek ellenőrzését részletezi). Így az általános szabályok és a vizsgálóeljárás sajátosságainak figyelembe vételével készítettük el számítógépre épített, általános célú őrvenyáramú vizsgálókészülékünk konfirmálási útmutatóját, törekedve mind a teljességre, mind az egyszerűsége.

Az őrvenyáramú eljárás sajátosságai

Az őrvenyáramú vizsgálórendszerek mindig meglévő két eleme a vizsgálókészülék és a szonda. Általános célú készülékhez számos különféle, az egyes vizsgálati feladatokhoz illeszkedő szonda csatlakoz-

tatható. A szondák, mint vizsgálóeszközök – bár egyes paramétereiket illetően önmagukban is konfirmálhatók – csak a készülékkel együtt és csak adott feladatokra vonatkozóan kalibrálhatók, mégpedig megfelelő – feladat-orientált – referencia próbatestekkel. A bevezetésben elmondottak szellemében ezek a referencia próbatestek használati etalonok, s mint ilyenek hitelesítendőek!

A készüléket ugyanakkor általánosan is konfirmálni kell, élve azzal a feltételezéssel, hogy működése független az éppen rákötött szondától. (A szonda-függetlenség nem mindig teljesül; ez azonban a konfirmálást mindössze annyiban érinti, hogy csak több szondával ellenőrizhető a készülék a működési paraméterek teljes tartományában.) Megjegyzendő még, hogy azok a fizikailag különálló elektronikus egységek, amelyeket bizonyos esetekben a készülék be-/kimenete és a szonda csatlakozója közé kötünk (pl. teljesítményerősítő távolterű vizsgálatnál), a készülék részének tekintendők és az alkalmazásoknak megfelelő paraméter-tartományokban azzal együtt konfirmálandók.

A lehetséges vizsgálati feladatok sokféleségéből fakadóan egy általános célú készülék nem kalibrálható abszolút módon, mint pl. egy voltmérő, vagy tolómérő. A rendszeres időközönként végrehajtandó konfirmálásnak tehát nem kell mást és többet igazolnia, mint a készülék stabilitását, illetve annak megszűnését.

Ehhez természetesen időtálló konfirmáló szondára és próbatestre van szükség. Az időtállóság alapja az, hogy a felhasznált anyagok szobahőmérsékleten stabilak legyenek. Mivel a próbatestek ez esetben csak fémből készülhetnek, a szondák pedig műanyag testből és vörösréz huzalból épülnek fel, e feltétel könnyen teljesíthető. Ezen túlmenően viszont a konfirmáló eszközöket óvni kell hőtil és mechanikai sérülésektől és nyilvánvalóan tilos használni bármiféle vizsgálatnál. Gondos tárolás és kezelés mellett is meg kell győződni állandóságukról minden konfirmálás előtt. Célszerű a konfirmálást minél kevesebb segédeszközzel megoldani, ezért a szondák legyenek használhatók abszolút és differencia üzemmódban is, valamint minél szélesebb frekvencia-tartományban, a próbatestben pedig legyenek mindkét üzemmódban és a szélső frekvenciákon is kimutatható mesterséges hibák.

Hangsúlyozandó, hogy az általános célú őrvenyáramú készüléket konfirmáló próbatesteket – szemben az összes feladat-orientált használati etalonnal – nem kell hitelesíteni, mert nem kalibrálunk, hanem pusztán a stabilitást ellenőrizzük!

A stabilitás bármikori ellenőrzésekor az összehasonlítás alapja az első adatfelvétel, amelyre célszerű a vásárlást, átalakítást vagy javítást követően a lehető leghamarabb sort keríteni. Kiemelendő, hogy minden átalakítás (akár szoftver-módosítás) és javítás után új konfirmálási sorozat kezdődik, új nulla-állapottal.

Reprodukálhatóság

Előjáróban tisztázandó, hogy a metrológiában megkülönböztetik az ismételtetés és a reprodukálhatóság fogalmát (ld. Nemzetközi Metrológiai Értelmező Szótár; magyar fordítás: OMH). Előbbiről akkor beszélnek, ha a méréseket azonos eszközökkel és körülmények között ugyanazok a személyek hajják végre. Az utóbbi fogalmába viszont beletér – a tágabb értelmezés szerint – akár az eltérő módszerrel elvégzett mérések egybevetése is.

Az őrvenyáramú vizsgálatok ismételtetését nyilvánvalóan biztosítjuk, ha az adott vizsgálókészülék stabilitását rendszeresen ellenőrzük és a szükséges javítások révén fenntartjuk. (Itt és most nem foglalkozunk a vizsgálószemély szubjektívásával.) Érdekesebb probléma a reprodukálhatóság, ezen belül is az, hogy a mérés, vizsgálat átví-

* AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt.

hető-e egyik örvényáramú készülékről a másikra. Ezzel kapcsolatban elsősorban arra kell gondolnunk, hogy örvényáramú eljárással, a szükséges adatarchiválás kíséretében, hosszú távon is követhető egyes üzemelő berendezések állapotának változása. Sok éves távlatban viszont számítani kell arra, hogy idővel más készülékkel folytatódik a vizsgálatssorozat.

Az „átvihetőség” fő feltétele a már tárgyalt, feladat-orientált referencia próbatesttel végzendő kalibrálás. E célból akár készülékenként más-más – de persze azonos jellegű – próbatestek is használhatók, hiszen mindegyiket kötelező visszavezetni nemzeti vagy nemzetközi etalonra. További feltétel, hogy a különböző készülékek valóban azonos frekvencián dolgozzanak, ha azonos frekvenciát állítottunk be rajtuk. A frekvencia ugyanis döntően meghatározza a vizsgálandó testben kialakuló örvényáram-eloszlást, azaz a vizsgálat nem pontosan ugyanarra az anyagtartományra terjed ki, ha nem azonos a különböző készülékek frekvenciája. A konfirmálandó készülék frekvenciáját tehát külön is kalibrálni kell hitelesített frekvenciamérővel.

Azon speciális alkalmazásoknál, amelyek során ferromágneses testeket olyan nagy gerjesztéssel vizsgálunk, hogy a hiszterézisgörbe nemlinearitása is szerepet játszik már (v.ö. mágnesezhető acélok anyagminőség szerinti válogatása a szondajel felharmonikus-tartalma alapján), a gerjesztő tér – s ezzel a vizsgált anyagtartomány mágneszettségének – azonosságát is biztosítani kell a más-más eszközökkel végzett vizsgálatoknál. Ekkor az „átvihetőségnek” harmadik feltétele is van: A készülék és a ráköötött, adott szonda gerjesztő mágneses terének erősségét ugyancsak kalibrálni kell megfelelő, hitelesített eszközzel. (De ez már valójában feladat-orientált kalibrálás, nem általános konfirmálás.)

Végül, a teljesség kedvéért megemlítendő, hogy az „átvihetőség” nem igényli azon készülék-paraméterek kalibrációját, amelyek a szondajel arányos átalakításában és optimális megjelenítésében játszanak szerepet, pl. fázistolás, erősítés. Egy hibajel szögállása és amplitúdója ugyanis – a példánál maradva – nem „abszolút” adat, csak feladat-orientált kalibrálással nyernek „értelmet”, tehát szükségtelen is „átvinni” őket egyik készülékről a másikra.

Konfirmálási rend

Az előzőekben felsorolt szempontok alapján a következő házi konfirmálási rendet írtuk elő:

Eljárások

1. A teljes körű reprodukálhatóság érdekében kalibrálni kell a két fő mérőcsatornán a gerjesztő frekvenciát 1-2-4-5-7-10 szekvenciával, éspedig

- önmagában az alapkészülékét a teljes 10 Hz – 1,3 MHz tartományban, valamint
- az alapkészülék + távolterű egység összeállítását a 10 Hz – 20 kHz tartományban.

A két segéd mérőcsatorna frekvenciáját azonos vizsgálati paraméter-beállítások mellett felvett jelek azonossága révén kell ellenőrizni.

2. Általános stabilitás-ellenőrzést kell végrehajtani, ami kiterjed

- a bemelegedésre,
- mind a négy mérőcsatornán a gerjesztésre, az elő- és utóerősítésre, a szűrésre, a fázistolásra, a képpont-eltolásra és az erősítő túlvezérlésére,
- a mix-csatornákban a relatív fázistolásra és a súlyozásra.

Bizonyos paramétereket/funkciókat külön, szisztematikusan – pl. 10°-onként változó fázistolással veszünk fel és értékelünk ki egy adott jelet –, a többiek együttesen, szűrőpróbaszerű tesztekkel – célszerűen megválasztott 15-20 készülék-beállítás mellett vizsgáljuk meg a konfirmáló próbatestet – kell ellenőrizni.

A tesztek először az alapkészülékkel, másodsor az alapkészülék + távolterű egység összeállításával végzendők el, természetesen más-más szondával és próbatesttel.

3. Szoftver-ellenőrzés:

Az örvényáramú mérőkártya, valamint a vezérlő-, mérő- és értékelő-szoftver egy egységnek tekinthető. Minden vizsgálati paramétert szoftveresen állítunk be, ebből adódóan a készülék konfirmálásával együtt megvalósul a szoftver konfirmálása is.

Megfelelőségi kritériumok

A gerjesztő frekvencia névleges és tényleges értéke sehol se térjen el 10%-nál nagyobb mértékben.

A stabilitás tekintetében beállításonként és mérőcsatornánként teljesüljenek az alábbiak:

$$\bar{a}_0 - \bar{u}_0 \leq \bar{a}_i \leq \bar{a}_0 + u_0 \quad \text{és} \quad \bar{a}_i - u_i \leq \bar{a}_0 \leq \bar{a}_i + u_i$$

ahol \bar{a}_i és u_i rendre a mért jelfázis vagy jelamplitúdó átlaga, ill. ennek eredő bizonytalansága az i -ik ellenőrzéskor, \bar{a}_0 és u_0 pedig ugyanezen mennyiségek a viszonyítási alapként szolgáló nulla-állapotban. Az eredő bizonytalanságot adott mennyiségre és adott mérési sorozatra az

$$u_i = 2s \sqrt{\sum_j (a_{ij} - a_i)^2 / n(n-1)}$$

képlet adja meg, ahol n a mérések száma, és s az n -től függő korrekciós tényező (ld. a Mérésügyi Akkreditáló Bizottság MAB 19. számú irányelvét).

Időzítés

A frekvencia-kalibrálás gyakorisága 4 év.

A stabilitást évente kell ellenőrizni.

A mindenkori frekvencia-kalibrálást rögtön kövesse az aktuális stabilitás-ellenőrzés.

Megjegyzés: Mivel az évenkénti ellenőrzés során közvetve a frekvencia stabilitását is ellenőrizzük – szűrőpróbaszerűen –, ezért nem tekinthető túl ritkának a 4 évenkénti kalibrálás. A fenti időközök elvileg változtathatók (ld. MSZ EN 30012-1 A melléklet, ill. MAB 11. irányelv). Ez esetben azonban, a készülék használatának hektikussága miatt az ellenőrzések ritkítása célszerűtlen lenne, további sűrítése pedig a napi munkát is akadályozná, ezért helyénvalóbb az azonnali javíttatás.

Egyéb előírások

Végrehajtó:

A frekvencia-kalibrálást OMH által akkreditált laboratórium végezze el.

A stabilitás-ellenőrzést az AGMI Rt. legalább ET2-es fokozatú vizsgálója hajtsa végre.

Teszt-sorozat:

Minden egyes beállítás mellett legalább 5-5 vizsgálat eredményéből kell \bar{a}_i és u_i értéket számolni, külön a jelek amplitúdójára és külön a fázisára.

Gépi szondamozgatás:

Az örvényáramú jeleket módosítja az, ha a szonda-próbatest relatív sebesség változik. Ezért a szondát konfirmálásakor csak géppel szabad mozgatni. (Ez közvetve egyúttal a szondamozgató rendszert is teszteli.)

Konfirmáló próbatestek:

Az alapkészülék ellenőrzéséhez sárgarézs cső és csővizsgáló belső szonda használandó.

Az alapkészülék + távolterű egység teszteléséhez szénacél vagy gyengén ötvöztött acélcső és távolterű belső szonda használandó.

A próbatestek tartalmazzák a következő mesterséges hibákat: 40%-os belső, koncentrikus horony, 60%-os külső lelapolás és Ø 2 mm-es átmenő furat. (A hibamélységek a névleges falvastagság százalékában értendők.) A belső horony 0,5 – 1,0 mm széles, a külső lelapolás 30 – 60 mm hosszú és hirtelen kezdődő, ill. végződő legyen.

Archiválás:

A konfirmálás során felvett jeleket egyrészt ki kell nyomtatni, másrészt elmentett formájukban CD-re át kell írni.

A kinyomtatott jelek a konfirmálási jegyzőkönyv részét képezik, mert a jelek alakja is figyelemmel kísérendő a stabilitás ellenőrzésekor.