

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing

Ultrahangos körvizsgálat*

Orentsák Géza** – Skopál István***. – Tarnai György

Kulcsszavak: körvizsgálat céljai általában; ultrahangos körvizsgálat célja és eredményei

Keywords: aims of round robin test in generally; aim and results of ultrasonic round robin test

Summary

Ultrasonic round robin test. The aim of yours ultrasonic round robin test organized by the national NDT society of Marovisz and the Ke-Tech Ltd. was surveying of the discipline of standard application determined by yours document during the ultrasonic investigation of the same weld specimens. Yours final conclusion is that in site of decisively right test results (see e.g. in the last figure the green headings) the discipline of standard application of the testers (the qualified persons) is yet not in everything satisfactory.

Gondolatok a körvizsgálatokról

A mindennapi életünkben, több rokon fogalommal találkozunk, amelyeknek – ugyan – nem körvizsgálat a neve, de jól felismerhető a hasonlóság (pl.: statisztikai kérdőívek, különböző felmérések, Vágóműsor) és az itt tapasztalható „törvényszerűségeket” jól hasznosíthatók a roncsolásmentes vizsgálatok körében szervezhető „klasszikus” felmérésekben. Már ezekben az esetekben is felvetődhet a kétely: Amikor ugyanazt a kérdést sokan válaszolják meg egyformán, biztos, hogy az eredmény „helyes”? Nem, sajnos ez több tényezőtől is függhet, amelyeknek a hatása néha „rejtett”, máskor jól felismerhető.

A körvizsgálat szintén egy olyan, a felmérések közé besorolható, speciális eszköz, amelyet – például – az anyagvizsgálatok hatékonyságának a vizsgálatára is lehet alkalmazni. Viszont a hatékonyság is egy sok tényezőtől függő fogalom... Mindezek figyelembe vételével, az adott körvizsgálati tapasztalatok ismertetése előtt, célszerűnek látszik, hogy néhány gondolatot jellemezzük – általánosságban – egy ilyen eszköz alkalmazásának a lehetőségeit, illetve korlátait.

A körvizsgálatok hasznosságát – általában – senki nem vitatja. Az is ismert, hogy egyes előírásokban kötelezően előírják a körvizsgálatokban való részvételt. A nemzetközi kínálatban, meg is jelentek már azok a szervezetek, amelyek professzionális háttérrel bonyolítanak le körvizsgálatokat és tájékoztatják a résztvevőket a beküldött adatok értékelésének az eredményeiről. Máshol, az ambiciózus vezetők maguk keresik azokat a lehetőségeket, ahol a körvizsgálat segítségével felmérhetik... És itt nehéz – általánosságban – befejezni a mondatot.

*Az V. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencián (Eger, 2007. márc. 6-9.) elhangzott előadás szerkesztett változata

** Ke-Tech Kft.; *** AGMI ZRt.

Mit lehet felmérni a körvizsgálatok segítségével és milyen célokkal érdemes foglalkozni? Bár, a roncsolásmentes vizsgálatok területén is – úgyszólván – korlátlan lehetőség van az egyes kérdések feltételére, mégis – általában – sok szakember a körvizsgálatokat egy eljárás vagy módszer, illetve eszköz vizsgálati érzékenységének a felmérésére szűkíti le. Azonban a lehetőségek tágabbak, de gondosabb megközelítést igényelnek. Néhány – vázlatos – példával szeretnénk jellemezni a körvizsgálati célok szélesíthetőségét, lehetőségeit.

Lehet körvizsgálatot szervezni, amennyiben erre igény van, például az anyagvizsgáló laboratóriumok tevékenységét jelentős mértékben befolyásoló

- személyi kérdések (pl.: szellemi és testi alkalmasság, életkor, iskolázottság, gyakorlat, feladatok és tapasztalatok összhangja);
- szervezeti kérdések (pl.: szervezeti felépítés, jogok és kötelezettségek összhangja, továbbképzések rendje, vizsgálati módszerek kialakítása és alkalmazása);
- tárgyi feltételek (pl.: feladatok és eszközök összhangja);
- külső feltételek (pl.: környezeti feltételek, fáradtság) hatásának a felmérésére is.

A körvizsgálat – *megfelelő szervezés mellett* – szinte bármelyik tényező hatásának a vizsgálatára alkalmas lehet. Mit jelenthet a „megfelelő szervezés” fogalma ebben az esetben? Itt, elsősorban a körvizsgálat *átgondolt kialakítására* szeretnénk felhívni a figyelmet. Egy eredményesnek mondható körvizsgálat célját – megítélésünk szerint – úgy kell megválasztani, hogy az, a lehetőség szerint, „steril” legyen. Az eredmények értékelését ne zavarják meg olyan tényezők, amelyeknek a hatása – *utólag* – nem választható el *egyértelműen* a vizsgált „paramétertől”. Egyszóval, egy jól tervezett körvizsgálat esetében, óriási szabadságot lehet nyerni az igényeknek megfelelő célkitűzéssel, de a szervezést jelentősen megnehezíti a feladatok átgondolt és pontosan megfogalmazott meghatározása.

A körvizsgálatot szervezők felelősége, hogy a cél kijelölésénél, a peremfeltételek meghatározásánál és a körvizsgálat megszervezésénél, előre számoljanak a kiértékelés – esetleges – nehézségeivel és igyekezzenek elkerülni azokat a csapdákat, amelyek egy vitatható eredmény kudarcához vezethetnek!

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing

A Marovisz és a Ke-Tech Kft. közösen szervezett ultrahangos körvizsgálat témája, indoklása és néhány jellemzője

Egy Top-Point rendezvény keretében, 2004. szept. 10-én megtartott Marovisz Szakmai Napon, előadás hangzott el, amelyben ismertetésre került az ultrahangos körvizsgálat célkitűzése, miszerint jellemző választ szeretnénk kapni egy fontos kérdésre:

Az anyagvizsgáló laboratóriumokban, a roncsolásmentes vizsgálat során, milyen módon tartják be a szerződésben meghatározott szabványok előírásait, hogyan elégitik ki az ott megfogalmazott követelményeket és az – esetleges – mulasztások kihatása felismerhető-e a vizsgálati eredményekben?

Természetesen, nem volt véletlen a körvizsgálat témaválasztása. A Szakmai Napon, az előadást követő véleménycsere során (hozzászólások, kérdések, válaszok stb.) nyíltan jeleztük, hogy bizonyos jelek arra engednek következtetni, hogy sok helyen sérülhetnek a szabványelőírások az ultrahangos vizsgálati tevékenység során. Úgy tűnik, hogy a „bevált szokások” – szükségszerű – megváltoztatása, a folyamatosan fejlesztett követelmények követése, betartása – talán – elmarad a kívánatostól. Azt gondoltuk, hogy nem lehet elmenni ezen feltételezések mellett, mivel a hivatkozott előírások betartása nem jelenthet nehézséget a hazai vizsgáló személyzetnek. Ugyanakkor, az országhatárokon átvélő kereslet-kínálat mellett, jelentős hátrányt jelenthet számukra, ha valamilyen előírás betartását – akár kényelmi okokból – elmulasztják. Azt feltételeztük, hogy ennek a „prekoncepciónak” a tisztázására, a körvizsgálat alkalmas eszköz lehet.

Az előbbieknél megfelelően,

- az ultrahangos körvizsgálatot akkreditált laboratóriumok számára szerveztük, mivel ezeken a helyeken az ultrahangos vizsgálatokat, a NAT által ellenőrzött követelményeknek megfelelően végzik;
- az alkalmazott próbatestek (hegesztett kötések) mennyiségét, illetve az ultrahangos vizsgálati tevékenység mértékét minimalizálni lehetett, mert a körvizsgálat célja – elsődlegesen – nem, a vizsgálati eredmények összehasonlítása, hanem a megadott szabványelőírások betartásának a felmérése volt;
- hasonló okokból, a laboratóriumokból, csak egy minősített személyzet ultrahangos vizsgálatának a dokumentálását kértük, mivel az adott anyagvizsgáló úgy is az egész munkahelyre jellemző tapasztalatokkal szolgál;
- a felmérés fontos részét képezte, a laboratóriumokban alkalmazott dokumentációnak a megismerése is, ezért az adott helyen elfogadott gyakorlat követését kértük a résztvevőktől.

A körvizsgálat előkészítése, szervezése

A Szakmai Napot követően kiválasztottunk az ultrahangos körvizsgálatokhoz – a Ke-Tech Kft. birtokában lévő gyakorlódarabok közül – 4 darab hegesztett kötést,

- amelyek hossza – együttesen – kb. 500 mm hosszúságú,
- amelyek teljesen átlagos eltéréseket tartalmaztak (ügyeltünk azonban arra, hogy legyen közöttük síkszerű eltérés is, amely módot ad az MSZ 1713 jelű szabványban megadott módszerek szakszerű alkalmazására),
- amelyekhez tartozott egy-egy – előzetesen elkészített – törzsanyag (radiográfiai felvétel, ultrahangos kiértékelés [Szalay Ferenc UH 3. szint] stb.).

Elkészült a körvizsgálat szervezését szabályozó

- *Belső eljárásrend*, amely a körvizsgálatot szervező Marovisz és a Ke-Tech Kft. szervező tevékenységének az összehangolására vonatkozik;
- *Külső eljárásrend*, a Marovisz és a Ke-Tech Kft. között felosztott és személyre bontott feladatok voltak összefoglalva (ki, mit, mikor tesz; milyen a lebonyolításhoz tartozó adminisztráció formája, tartalma; stb.),
- *Ultrahangos körvizsgálati feladatok* című anyag, amely a résztvevő laboratóriumok számára készült, a körvizsgálat feltételrendszerét tartalmazta (mi a feladat; peremfeltételek; dokumentáció tartalma és formája; felmérést segítő kérdések, kiegészítése; stb.) és az - egyeztetett időpontban - kiszállított próbadarabok mellékleteként lett átadva (1. sz. melléklet).

A *Külső eljárásrend* egy részletével szeretnénk jellemezni a körvizsgálaton való részvétel folyamatát:

- „A Laboratórium jelentkezik a körvizsgálatra.
- A körvizsgálatához kiválasztott hegesztett kötések eljuttatjuk a Laboratóriumba.
- A vizsgáló személyzet – a megadott követelmények betartásával – elvégzi a hegesztett kötések ultrahangos vizsgálatát, elkészíti az ellenőrzés dokumentációját és – azt kiegészítve – válaszol a feltett kérdésekre (a feladat részletezése az 1. sz. mellékletben).
- A Laboratórium elküldi a Marovisz központjába a vizsgálat dokumentációját (beleértve a kérdésekre adott válaszokat).
- A hegesztett kötések – egyeztetett módon – átke-
rülnek a következő Laboratóriumba, ahol folytatják a körvizsgálatot.
- A körvizsgálat befejezése után összesítjük és értékeljük a körvizsgálat eredményeit.”

Az „Ultrahangos körvizsgálati feladatok” című anyagban megfogalmazott követelmények minden része megfelel az akkreditált laboratóriumok Minőség-

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing

irányítási kézikönyvében (pl.: a felsorolt – hatályban lévő – vizsgálati szabványok szerepelnek benne).

A körvizsgálatokon résztvevő laboratóriumok, az értékelés elvi alapja

A körvizsgálatra az alábbi Laboratóriumok jelentkeztek, illetve küldték meg a Marovisz-hoz a vizsgálati dokumentációt:

- Mélyépítő Labor Kft.
- Tiszai Vegyi Kombinát Rt.
- AGMI Zrt.
- DKG-EAST Rt.
- ALSTOM-POWER Kft. (nem akkreditált laboratórium)
- Minell Kft.
- POWERTEST Kft.
- ÁEF Kft.
- R.U.M. Testing Kft.
- QUALITEST Lab. Kft.

A körvizsgálat eredményeit tartalmazó dokumentációk kiértékelésére, az eljárásrendeknek megfelelően megszervezett ad hoc bizottság tagjai: Orentsák Géza, Skopál István és Tarnai György voltak.

Az előzetes elképzeléseket is figyelembe véve, a bizottság kialakította azokat az elvi szempontokat, illetve munkamódszert, amelyek alapján az egyes laboratóriumok által beküldött anyagokat értékelte:

- A Külső eljárásrend-et, illetve az annak mellékletét képező Ultrahangos körvizsgálati feladatok-at szerződésnek tekintjük, ezért, alapvetően, azokat a formai és a tartalmi követelmények kielégítését fogjuk ellenőrizni, amelyeket – a megállapodásban kikötött - vizsgálati szabványok tartalmaznak.
- A hegesztett kötések ultrahangos ellenőrzésének az értelmezését – elsősorban – egymással összehasonlítható jelleggel vizsgáljuk.
- A dokumentációkat a bizottság tagjai külön-külön mérik fel, és a tapasztalatokat összesítve, közösen értékelik.
- A felmérések során tapasztalt hiányosságok okát nem kívánjuk kutatni, megmagyarázni.
- Csak olyan véleményről számolunk be, amely a bizottság teljes egyetértésével lett kialakítva.
- A résztvevő laboratóriumokkal kapcsolatos felmérési eredményeket „kódolt” formában hozzuk nyilvánosságra és a bizalmas ügyintézés előírásainak megfelelő formában kezeljük.
- A körvizsgálatok kiértékelése nem irányulhat egyetlen laboratórium vagy vizsgálatot végző személyzet tevékenységének, illetve képességeinek a meghatározására sem.

A körvizsgálati dokumentációk értékelése

A körvizsgálat dokumentációjának a felmérése a vonatkozó szabványelőírások alapján

A körvizsgálat dokumentációjának az értékelése során, az előzetes elvi szempontoknak megfelelően, az adott szabványokban megfogalmazott követelmények való – formális és tartalmi – megfelelést értékeltük.

Első szinten, áttekintettük a „szerződésben” szereplő szabványok előírásait és kiemeltük a hegesztett kötések ellenőrzése szempontjából jellemző részeket (MSZ EN 1712:2004 jelű szabvány 4.5. szakasz stb.) és tételesen ütköztettük a dokumentáció megfelelő részével. 43 táblázatban összesítettük a vizsgálataink eredményét (az átfedések, illetve ismétlődések miatt, a táblázatok száma később változott). A dokumentáció *formális* felmérését, tehát úgy kell értelmezni, hogy egy adott szakaszban megfogalmazott követelménynek megfelel-e az átadott dokumentáció (igen, nem, részben).

Második szinten, a dokumentációban közölt információk *tartalmi* részét is vizsgáltuk. Felmértük az ultrahangos vizsgálati technológiával, illetve eredmények értelmezésével kapcsolatos adatok tartalmát műszaki szempontból, és az adott szabványelőírások alapján is. Például, egy adott vizsgálóegység geometriai beállítása eltérhet az előírástól és így, megnehezítheti a pontos vizsgálatot, de – rosszabb esetben – **meg is hiúsíthatja a hegesztett kötés ellenőrzését.** Más helyen, egy táblázatra való hivatkozás – hibás értelmezés esetében – helytelen következtetéshez vezet.

A hegesztett kötések ultrahangos követelmények szerinti „értékelését” csak összesített formában vizsgáltuk.

Az így kapott táblázatokat tovább összesítettük és

- a Vizsgálati utasítások,
- a Vizsgálati jegyzőkönyvek, illetve
- a Kiegészítő anyagok (alapidokumentációk) körére.

Megjegyzések:

a) A Kiegészítő anyag (alapidokumentáció) fogalom értelmezését a vizsgálat megismételhetőségéhez kötöttük. Ismeretes, hogy a vizsgálati tevékenységet úgy kell dokumentálni, hogy egy utólagos ellenőrzés esetében, a jegyzőkönyvben szereplő eredményeket, értelmezéseket igazolható módon lehessen reprodukálni. A Vizsgálati jegyzőkönyvekben csak a kiemelt fontosságú adatokat lehet, illetve kell szerepeltetni. Azokat a fontos, a megfogalmazott szakvélemény hitelességét (reprodukálhatóságát) megala-

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing

pozó, kiegészítő adatokat (beállítási méréseket, eszközellenőrzések eredményeit stb.), amelyek nem vagy csak részben szerepelnek a Vizsgálati jegyzőkönyvekben, a Kiegészítő anyagok (kézírásos jegyzetek stb.) tartalmazzák. A Kiegészítő anyagokat a vonatkozó Vizsgálati jegyzőkönyvekhez (vizsgálati tevékenységhez) rendezett formában és a „feljegyzéseknek” megfelelő módon kell kezelni a laboratóriumokban.

- b) Az *Ultrahangos körvizsgálati feladat*-ban előírt szabványok, egyes szakaszokban, behívják más szabványokat – amelyekben - a szakaszban előírt követelményeket pontosítják és kiegészítik. A felmérés során kerestük a dokumentációban az adott szabványra való hivatkozást.
- c) Az *Ultrahangos körvizsgálati feladat*-ban szereplő MSZ EN 1714:2004 jelű szabvány 10.1. szakaszában előírt eszközellenőrzési követelmények - korszerű formában – az MSZ EN 12668-3 jelű szabványban van megfogalmazva. A felmérés során nem csak az eszközellenőrzéssel kapcsolatos adatokat kerestük a dokumentációban, hanem az adott szabványra való hivatkozást is.

A szabványelőírások betartása alól **nincs felmentés**, amennyiben a szerződés vagy/és a vizsgálati jegyzőkönyv (szakvélemény), arra utal, hogy a vizsgálat az adott szabvány szerint lett elvégezve. Az előbbieknél megfelelően, a dokumentációban tapasztalt hiányosságokat nem „osztályoztuk” szakmai szempontból, de – néhány kirívó esetet, jellemzőképpen – megjegyzésben közöltünk.

A dokumentáció felmérési eredményeinek az értékelése

A felmérési eredményeket két részben közöljük:

- A dokumentációk felmérésének, általánosítható tapasztalataival, az összképet kívánjuk bemutatni, amely egészében jellemzi a körvizsgálatoknál megküldött anyagot.
- A vizsgálati eredményekhez közvetlenül tartozó, alapvetően a Vizsgálati jegyzőkönyvekben szereplő adatok elemzésével az indikációk értelmezésének a problémakörét fogjuk ismertetni.

A felmérés általánosítható tapasztalatai

A következő példák, amelyek a teljes és részletes felmérési tapasztalatok – néhány - önkényesen kiválasztott részletét jelentik, jól jellemzik az összképet is.

Szabványhivatkozások

A szabványok – értelemszerűen – tartalmazzák azt az előírást, miszerint a jegyzőkönyvekben jelezni kell mindazoknak a szabványoknak (előírásoknak stb.) a jelét, amelyek szerint végezték a vizsgálatot. Sajnálatosan, még a kiírásban szereplő szabványokra sem hivatkozott mindenki, nemhogy azokra a szabványokra, amelyek az ultrahangos vizsgálatok – általános, de fontos – követelményeit szabályozzák.

Az előbbieknél, pusztán a jegyzőkönyvekben közölt hivatkozások alapján, szinte egyik laboratórium vizsgálati tevékenységét sem lehetne – az előírások szerint – ellenőrizni! A reprodukálhatóság és az ellenőrizhető szakszerűség alapvető követelménye sérül meg már ezen a ponton. A felmérés – több tapasztalata – arra enged következtetni, hogy a szabványhivatkozások „laza” kezelése összefügg az adott szabványokban megfogalmazott követelmények – önkényesen kezelt – kielégítésével.

Írásos vizsgálati utasítás készítése és tartalma

A szabványelőírások, némely esetben, egymással nem egyeztetett módon kezelnek azonos fogalmakat.

Például az írásos vizsgálati utasításokról az MSZ EN 12062:2004 szabvány, amely a kiírásban meg is lett nevezve, a következőket tartalmazza:

„8.1.1. Írásos utasítások

A vizsgálatot mindig a vizsgálati eljárásra vonatkozó szabvány vagy a műszaki előírás szerinti követelményeknek megfelelő írásos vizsgálati utasítás szerint kell elvégezni.

Ugyanezzel a kérdéssel foglalkozik az MSZ EN 1714:2004 is:

„5.3. Írásos vizsgálati technológia

E szabvány fogalom-meghatározásai és követelményei általában megfelelőek írásos technológiáknak. Ha nem megfelelőek, vagy ha e szabvány szerinti módszerek nem alkalmazhatók a hegesztett kötés vizsgálatához, kiegészítő írásos technológiákat kell alkalmazni, ha műszaki előírás szerint követelmény.

A résztvevők (A – J) közel fele nem készített írásos vizsgálati utasítást:

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|-----|-------|-----|-----|-------|-------|-----|-----|-----|-------|
| Van | Nincs | Van | Van | Nincs | Nincs | Van | Van | Van | Nincs |

Megjegyzések:

- a) Az írásos vizsgálati utasítás fogalmaköre szélesen értelmezhető. **Szakmai szempontból**, többféle módon lehet és **kell** alkalmazni. Az ultrahangos eljárás sajátosságai, különös súlyt adnak egy adott és **megtervezett** vizsgálati tevékenység írásba foglalásának. Hasonló fontossággal bír a dokumentum, a tevékenység szakszerűségének az utólagos ellenőrzésénél.

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing

b) A kerekasztalok során (Marovisz program és az egri konferencia), néhány résztvevő – szóban – úgy nyilatkozott, hogy az MSZ EN 1712:2004, MSZ EN 1713:2004 és MSZ EN 1714:2004 jelű szabványok – a fenti szabványszakasz alapján –

helyettesítik az írásos vizsgálati utasítást. Megítélésünk szerint ez a magyarázat, még formális alapon sem fogadható el, mivel figyelmen kívül hagyja az idézet (MSZ EN 1714:2004 5.3 szakasz) második felét, amelyet az MSZ EN 12062:2004 jelű szabvány előírásával kell értelmezni.

Vizsgálati tartomány kijelölése

| „A” | „C” | „D” | „G” | „H” | „I” |
|----------|----------|-----|-----|----------|----------|
| Hiányzik | Hiányzik | Van | Van | Hiányzik | Hiányzik |

Vizsgálati felület előkészítése

| „A” | „C” | „D” | „G” | „H” | „I” |
|---|---|---|-----|---|----------|
| Van utalás, de hiányzik a vizsgálati felület szélessége | Van utalás, de hiányzik a vizsgálati felület szélessége | Van utalás, de hiányzik a vizsgálati felület szélessége | Van | Van utalás, de hiányzik a vizsgálati felület szélessége | Hiányzik |

Alapanyag vizsgálata

| „A” | „C” | „D” | „G” | „H” | „I” |
|----------|----------|--|-----|----------------------------------|----------|
| Hiányzik | Hiányzik | Van, de hiányzik a vizsgálati felület szélessége | Van | <u>Nem tartja szűk-ségesnek!</u> | Hiányzik |

Az eltérések helyének a meghatározása

| „A” | „C” | „D” | „G” | „H” | „I” |
|---------------|----------|-----|-----|-----|----------|
| Utalásszerűen | Hiányzik | Van | Van | Van | Hiányzik |

Az eltérések hosszának a mérése (módszer!)

| „A” | „C” | „D” | „G” | „H” | „I” |
|------------------------------|------------------------------|-----|------------------------------|------------------------------|----------|
| A módszer nincs meghatározva | A módszer nincs meghatározva | Van | A módszer nincs meghatározva | A módszer nincs meghatározva | Hiányzik |

Az eltérés jellemzése

| „A” | „C” | „D” | „G” | „H” | „I” |
|---|----------|----------|---------------------------------------|--|----------|
| Hiányzik az MSZ EN 1713 jelű szabványra való hivatkozás | Hiányzik | Hiányzik | Szerepel az MSZ EN 1713 jelű szabvány | Van, de hiányzik az MSZ EN jelű szabványra való hivatkozás | Hiányzik |

Az írásos vizsgálati utasítások tartalmi értékelésénél azt vizsgáltuk, hogy az utasítás alapján egy 1. szintű minősítéssel rendelkező személyzet, el tudja-e végezni az adott hegesztett kötés ultrahangos ellenőrzését az előírt szabványkövetelményeknek megfelelő minőségben.

Sajnos, ilyen tartalmú írásos vizsgálati utasítást egyetlen résztvevő sem küldött be a körvizsgálati dokumentációban.

Praktikus okokból, ebben az értékelésben, csak a következő – kiemelt fontosságú – tényezők felmérési eredményeit mutatjuk be:

- a vizsgálati tartomány kijelölését,
- a vizsgálati felület előkészítését,
- az alapanyag vizsgálatát,
- a folytonossági hiányok helyének meghatározását,
- a folytonossági hiányok hossz-mérésére vonatkozó módszer meghatározását,
- a folytonossági hiányok jellemzésére vonatkozó előírások alkalmazását, MSZ EN 1713:2004.

Megjegyzések:

a) A hegesztés előtt vagy után a vizsgálati felület tartományában az alapanyagot merőleges vizsgálófejjel meg kell vizsgálni, kivéve, ha igazolható (pl. a gyártási folyamat közben elvégzett, előzetes vizsgálatokkal), hogy a varrat szögvizsgálófejes ellenőrzését a kimutatott folytonossági hiányok jelenléte vagy nagy hangcsillapítás nem fogja befolyásolni. Folytonossági hiányok észlelésekor meg kell állapítani, hogy azok milyen mértékben befolyásolják az ajánlott szögvizsgálófejes vizsgálatot, és ha szükséges, a vizsgálati módszert ezzel összhangban kell

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing

- módosítani. Ha az ultrahangos vizsgálat szükséges terjedelme jelentősen lecsökken, más vizsgálati eljárások (pl. radiográfia) megállapodás szerinti alkalmazását kell megfontolni.
- b) A vizsgálati jegyzőkönyvben csak három laboratórium (G, H, I) jelezte, hogy elvégezte az alapanyag vizsgálatát!
- c) Az eltérések hossz mérése több módszerrel is elvégezhető. A szabványkövetelménynek megfelelő módszer előírása és alkalmazása befolyásolja a vizsgálat eredményét és ez, adott esetben a hegesztett kötés is módosíthatja!
- d) Az eltérések – szabványos – jellemzésének az előírása (és végrehajtása), jelentősen befolyásolja a vizsgálati eredmények értelmezését a felhasználás szempontjából.

A táblázatok tartalma arra enged következtetni, hogy a megküldött írásos vizsgálati utasítások nem azzal a céllal készültek, hogy az ultrahangos vizsgálatokat ezek alapján végezzék el.

Vizsgálati módszer

A hegesztett kötés ultrahangos ellenőrzése során alkalmazott vizsgálati módszert, a vizsgálati jegyzőkönyvben megadott és a kiegészítő anyagban rögzített információk alapján lehet megítélni. Mivel, kiegészítő anyagot (alapdokumentációt) csak **egyetlen** laboratóriumból küldtek be, csak a vizsgálati jegyzőkönyvekben közölt vizsgálati adatokat lehetett felmérni.

Ebben az értékelésből, a következő – fontosabb – vizsgálati jellemzők felmérési eredményeit mutatjuk be:

- vizsgáló berendezés, illetve a vizsgálófejek azonosítását és ellenőrzését,
- mérési tartomány megválasztását,
- besugárzási szögek megválasztását.

Vizsgáló berendezés azonosítása

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Van | Van | Van | Van | Van | Van | Van | Van | Van | Van |

Vizsgálófejek azonosítása, ellenőrzése

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Van | Van | Van | Van | Van | Van | Van | Van | Van | Van |

Mérési tartomány megválasztása

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|--------|----|----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hi-bás | Jó | Jó | Nincs | Hi-bás | Hi-bás | Hi-bás | Hi-bás | Hi-bás | Hi-bás |

Megjegyzések:

- a) A vizsgálófejek azonosítása megfelelő volt minden a vizsgálati jegyzőkönyvekben, azonban az előírt ellenőrzések nincsenek dokumentálva a kiegészítő anyagok hiányában. Azt viszont nem tartjuk életszerűnek, hogy a vizsgálófej szöge – az esetek többségében – teljesen megegyezik a gyári adatokkal, mert a gyár is a névleges szöveget $\pm 2^\circ$ -os tűréssel adja meg.
- b) A mérési tartományok megválasztásánál, illetve közlésénél volt, aki
- semmilyen jelölést nem alkalmazott hosszúság megadásához,
 - szakasz helyett hosszúságot közölt,
 - olyan szakaszt választott, amelynek a beállítással csak részben lehet a vizsgálati tartományt ellenőrizni, tehát elfogadhatatlan,
 - adatot és több vizsgálófejet közölt, de nem jelezte, hogy az melyik vizsgálófejhez tartozik, illetve mit állított be a többi vizsgálófejnél stb.
- c) A vizsgálati szögek számára vonatkozó előírást a résztvevők 40%-a hibásan alkalmazta.
- d) Az eltérések – hiányosan elvégzett – jellemzésénél hét laboratóriumban nem is hivatkoztak Az *Ultrahangos feladatok*-ban előírt MSZ EN 1713:2004 jelű szabványra, illetve a többiek sem igazolták a közölt megállapítások a szabványban megkövetelték szerint.

A regisztrált indikációk értékelése

Az indikációkhoz megadott adatok

Az indikációkhoz tartozó adatok megadására vonatkozó előírások

Az MSZ EN 1714 szabvány 13.5. pontja értelmében a vizsgálati jegyzőkönyvnek az eredményekről szóló részében a következőket kell megadni az egyes indikációkról:

- az indikáció helyzetét, rögzített XYZ koordináta-rendszerben,
- az indikációnak az MSZ EN 1712 B melléklet szerint meghatározott hosszát,
- az indikációhoz tartozó legnagyobb visszhang-magasságot, a vonatkoztatási szinthez viszonyítva,
- a vizsgálófej pozícióját, azaz a varrat közepvonalától vett távolságát és a besugárzás irányát,
- a besugárzási szöveget,
- a folytonossági hiánynak az MSZ EN 1713 szerint meghatározott típusát és
- az elfogadásra vonatkozó értékelést, az előírt átvételi szint alapján.

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing

Hiányosságok

Mielőtt összehasonlítanánk a körvizsgálatban részt vevő laboratóriumok által regisztrált indikációkat, tekintsük át, hogy a fenti adatokra vonatkozóan milyen hiányosságok voltak tapasztalhatók a beküldött jegyzőkönyvekben

| Labor | x koordináta | y koordináta | z koordináta | indikáció hossza | fejpozíció | besugárzási szög | jelnagyság | típus | értékelés |
|-------|--------------|--------------|--------------|------------------|------------|------------------|------------|-------|-----------|
| A | x | - | x | x | x | - | x | - | x |
| B | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| C | x | x | x | x | - | x | x | - | x |
| D | x | x | x | x | x | - | r | x | x |
| E | x | - | x | x | r | x | x** | - | x |
| F | x | - | x | x | x | x* | x** | - | - |
| G | x | - | x | x | - | - | x** | - | x |
| H | x | x | x | x | x | x | - | x | x |
| I | x | - | - | x | x | x* | x** | x*** | x |
| J | x | - | x | x | - | - | x** | - | x |

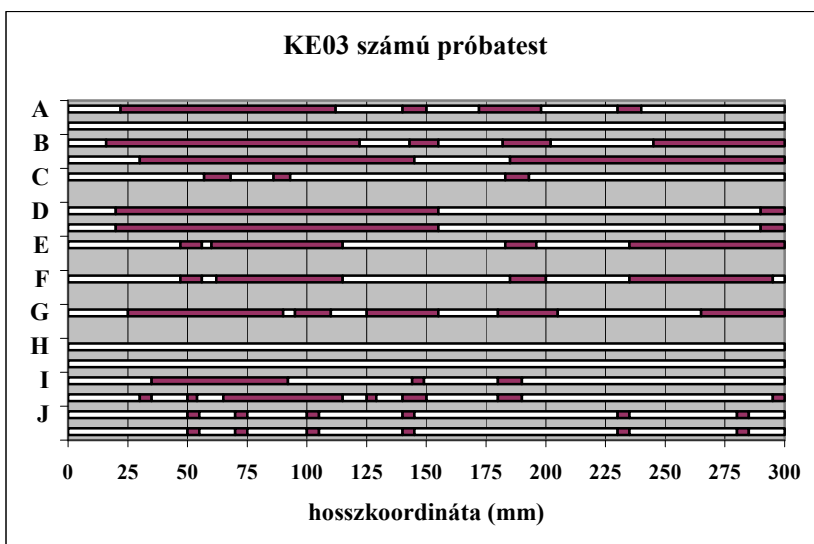
Megjegyzések:

- A táblázat kitöltése során az értékelők nem foglalkoztak azzal, hogy a vizsgálati paraméterek helyesek-e.
- A valamely mezőben látható „r” azt jelenti, hogy az adott laboratórium az adott paramétert csak részben – nem minden általa regisztrált indikációra – adta meg.
- A „fejpozíció” rovatban már akkor is „x” szerepel, ha a besugárzás iránya egyértelmű (ez csak részben megfelelő).
- *Minden varratnál csak egy besugárzási szöget használtak, hibásan (az I laboratórium esetében ez jogos volt, eltekintve az MSZ EN 1712 szabvány 4. pontjától).
- **A jelnagyságot E, G és I laboratórium a regisztrálási határhoz viszonyítva adta meg, hibásan, F és J pedig nem adott meg viszonyítási alapot.
- ***A folytonossági hiányok jellemzése csak a beküldött alapidokumentációban található meg, a jegyzőkönyvben nem.

Ezeket a tapasztalatokat azért érdemes előrebocsátani, mert a hiányzó vagy nem egyértelmű adatok miatt többször is felvetődik a kérdés, hogy összevethetők-e a különböző jegyzőkönyvekben megadott eredmények (a bizonytalanságot tovább növelik a vizsgálati dokumentációk egyéb, már korábban említett hiátusai).

Az anyagban megadott indikációk elemzése, összehasonlítása

Összehasonlítás hely és hossz szerint



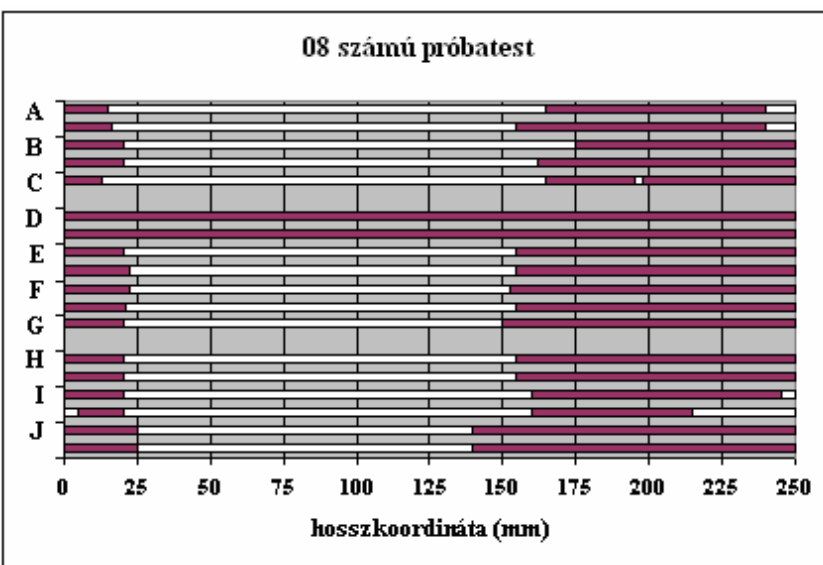
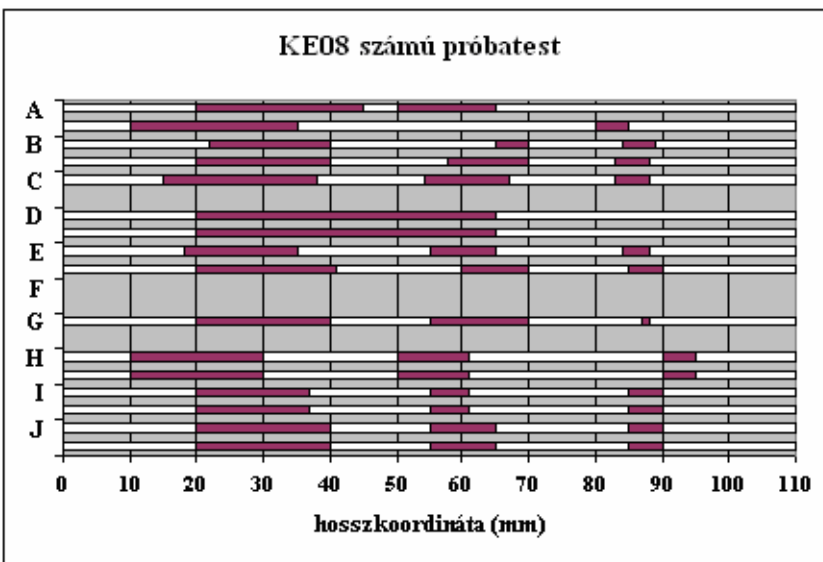
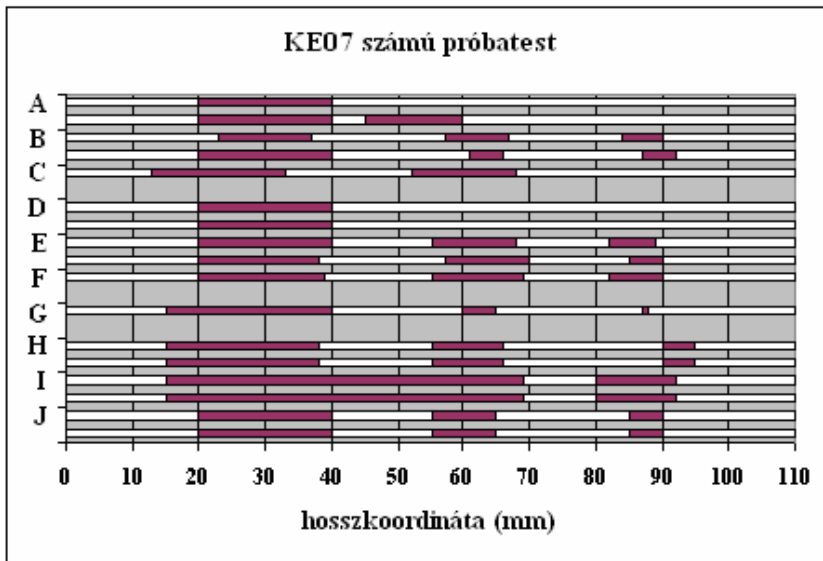
A hely szerinti összehasonlítás a hossz menti pozíciókra (az x koordinátákra) terjedt ki. Mivel ezek a paraméterek és a hosszak túlzottan szórtak, a mélységi pozíciók (azaz a z koordináták) hasonló elemzése értelmetlennek tűnt. Ugyanez mondható el az y koordinátákról is, amelyek ráadásul a jegyzőkönyvek több mint a feléből hiányoztak

Jelmagyarázat a KE03, a KE07, a KE08 és a 08 számú próbatestek vizsgálatának értékeléséhez:

- A bordó sávok mutatják a regisztrált indikációknak megfelelő varratszakaszokat
- A hiányzó (fehér vagy fehér +bordó) sávok azt jelzik, hogy nin-

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing



csenek olyan jegyzőkönyvi adatok, amelyeket az adott besugárzási irányhoz hozzárendelhetnénk.

Megjegyzések:

- a) A tényleges besugárzási irányok nem minden dokumentációból azonosíthatók, így a következő diagramokban az adott próbatestről készített jegyzőkönyvekben felsorolt indikációk együttesen láthatók.
- b) Ha egy laboratórium a jegyzőkönyvezett indikációknál mindkét besugárzási irányt feltüntette, akkor az indikációk a diagramokon – értelemszerűen azonos koordinátákkal – duplán szerepelnek (két azonos fehér-bordó sáv).

A hossz menti pozíciók bizonytalansága

A felmérésben, az indikációk helymeghatározásának a megbízhatóságát, a különböző laboratóriumok által meghatározott kezdeti x_0 koordináták és l_x hosszak tapasztalati szórásaival számszerűsítettük. Csak a laboratóriumok által megadott x koordináták és hosszak alapján többé-kevésbé jól azonosítható folytonossági hiányokat vettük figyelembe, és pedíg, a két besugárzási irányból kapott indikációkat együttesen.

| A próbatest száma: KE07 | | | | | | |
|------------------------------|--------|----|---------|----|---------|----|
| Indikáció sorszáma | 1. | | 2. | | 3. | |
| Varratszaksz, (mm) | 13- 40 | | 45 - 70 | | 80 - 95 | |
| x_0 és l_x szórása, (mm) | ±3 | ±2 | ±4 | ±3 | ±3 | ±3 |

Megjegyzés:

Az I laboratórium által megadott első indikációnak csak az x_0 kezdőpontjával számoltunk.

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing

| Próbatest száma: KE 08 | | | | | | |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Indikáció sorszáma | 1. | | 2. | | 3. | |
| Varratszakas (mm) | 10 - 45 | | 50 - 70 | | 80 - 95 | |
| x_0 és l_x szórása (mm) | ± 4 | ± 3 | ± 4 | ± 3 | ± 3 | ± 1 |

Megjegyzés:

A D laboratórium eredményei közül csak az általuk egyetlenként megadott indikáció kezdőpontjának x_0 koordinátájával számoltunk.

| Próbatest száma: 08 | | | | |
|-----------------------------|--------|---------|-----------|----------|
| Indikáció sorszáma | 1. | | 2. | |
| Varratszakas (mm) | 0 - 25 | | 140 - 250 | |
| x_0 és l_x szórása (mm) | - | ± 3 | ± 8 | ± 13 |

Megjegyzések:

- Az 1. indikáció kezdőpontja – egy adat kivételével – egységesen 0 mm, azaz a varrat egyik végpontja, így ez esetben értelmetlen szórást számolni.
- A C laboratórium által megadott 2. és 3. indikációt egyként kezeltük.
- A D laboratórium eredményét figyelmen kívül hagytuk.

Bár egyik-másik – ugyanazon varratról készült – jegyzőkönyvben találkozhatunk azonos vagy közel azonos kezdőpontokkal, illetve hosszadatokkal, általában túl nagy a kezdeti és végső x koordináták szóródása. A statisztikai szórás – ami persze kisebb, mint az előforduló legnagyobb és legkisebb érték különbsége – jellemzően, ± 3 mm, de akad ± 8 mm (!) is.

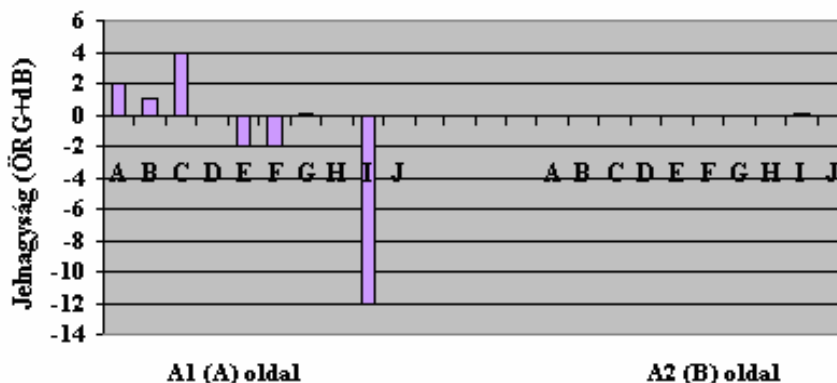
A „túl nagy” a lemeztvastagsághoz képest értendő, hiszen minél nagyobb az indikáció-hosszak szórása a lemeztvastagsághoz viszonyítva, annál nagyobb az esélye annak, hogy adott folytonossági hiányt – az MSZ EN 1712 szabvány alapján – homlokegyenest ellenkezően értékel két laboratórium – még ha egyébként azonos maximális visszhangmagasságot detektálnak is.

A hossz menti pozíciók ilyen mértékű szóródása felkeltette a gyanút, hogy nem minden vizsgáló alkalmazta (vagy alkalmazta helyesen) az előbb említett szabvány B mellékletében előírtakat. Az utólagos konzultációk során kiderült, hogy valóban voltak olyanok, akik megszokásból a „6 dB-es szabály” szerint jártak el (a felmérés első felében már foglalkoztunk a problémával).

A KE 03 számú varratról dokumentált eredmények szinte kaotikus képet mutatnak. Ennek hátterében – a már elmondottakon túl – alighanem egyes, itt detektált indikációk félreértelmezése is áll. Az okokat legfeljebb a vizsgálat során készített feljegyzésekből lehetne kideríteni – ha egyáltalán (a felmérés első felében jeleztük, hogy csak egyetlen kiegészítő anyagot kaptunk).

Ehhez a kérdéshez tartozik még a közeli és soros indikációk csoportosítása is. A beküldött jegyzőkönyvekből úgy látszik, hogy az MSZ EN 1712 szabvány erre vonatkozó 4.5 pontját csak a D laboratórium vizsgálója vette figyelembe következetesen, bár a KE 03 számú próbatestnél ő sem. Ez, illetve a szabály fontossága különösen a 08 számú próbatest esetében szembeűnő. Ezzel kapcsolatban hangsúlyozandó az is, hogy a csoportosítás szabályát csak az alkalmazhatta korrekten, aki meg tudta állapítani a közeli indikációk soros voltát, azaz meghatározta azok z és z koordinátáját is.

KE03 számú próbatest, indikáció $x = 170$ mm és 205 mm között



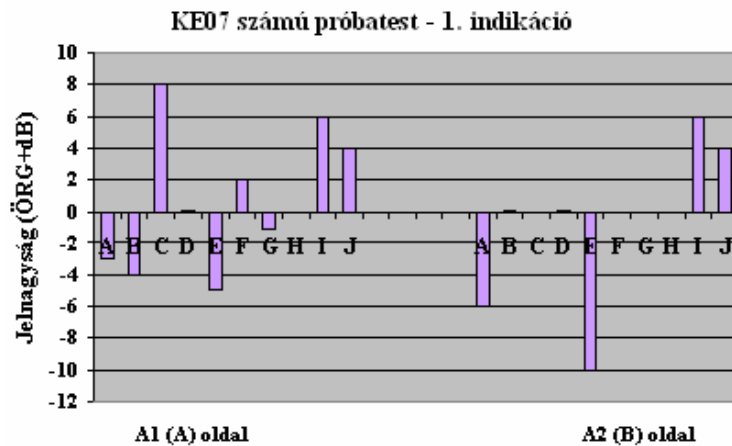
Összehasonlítás jel nagyság szerint

Próbatestenként csak egy – a laboratóriumok által megadott x koordináták és hosszak alapján a legjobban azonosítható – folytonossági hiányra vonatkozó diagramot közlünk. Az összevetést a többi indikációra is elvégeztük, és az itt közöltekhez hasonló mértékű eltéréseket kaptunk.

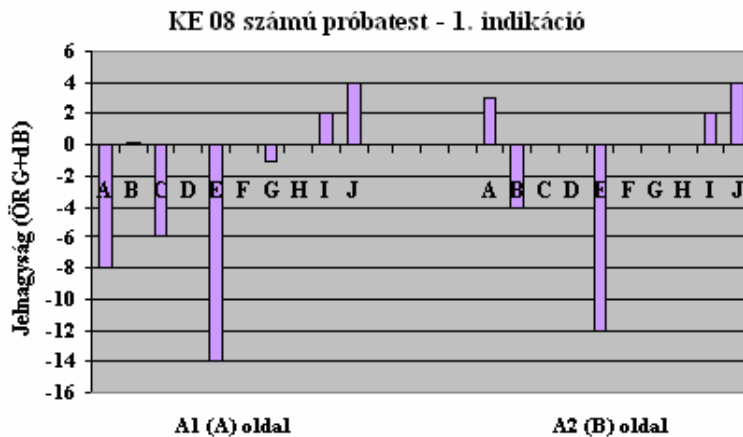
A jól észrevehető ábrázolás érdekében a 0 dB-es értékeket minden esetben 0,1 dB-lel helyettesítettük. A jel nagyságot szimbolizáló oszlop hiánya azt jelenti, hogy nem állt rendelkezésre ábrázolható jegyzőkönyvi adat. A besugárzási irányokra vonatkozó, a pozíciók

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

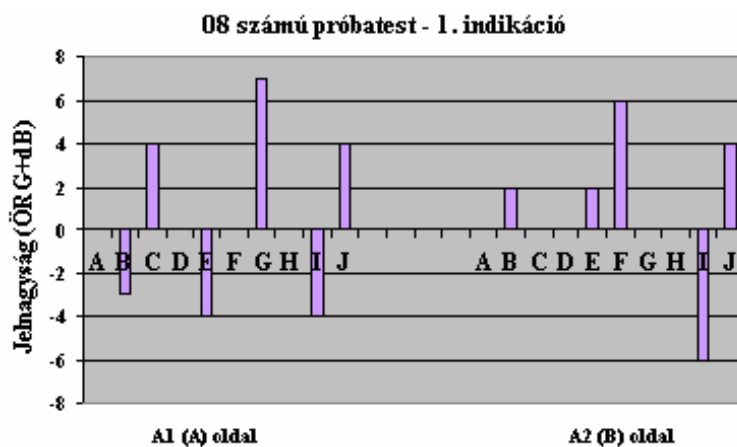
Non-destructive material testing



Megjegyzés: Az I laboratórium által csoportosított két indikációt (15-40 mm, ill. 57-69 mm között) – a többi laboratórium eredményeivel való összehasonlítás érdekében – itt különállóként vettük.



Megjegyzés: A D laboratórium által a 20 mm-től 65 mm-ig terjedő szakaszra jelzett indikáció 0 dB-es maximális visszhang-magassága egyértelműen sem az 1., sem a 2. indikációhoz nem rendelhető hozzá, ezért a D helyen nem tüntettünk fel értéket.



Megjegyzés: Mivel a D laboratórium által a teljes varrathosszra jelzett indikáció 8 dB-es maximális visszhang-magassága egyértelműen sem az 1., sem a 2. indikációhoz nem rendelhető hozzá, a D helyen nem tüntettünk fel értéket.

összehasonlítása kapcsán tett megjegyzések e helyütt is érvényesek.

A jelnyagyságok bizonytalansága

Ami a jelnyagyságokat – azaz a maximális visszhangmagasságokat – illeti, elképesztő különbségeket láthatunk az itt felsorakoztatott diagramokon. A legnagyobb eltérés egy-egy folytonossági hiánynál meghaladja a vonatkoztatási és a regisztrálási szint közti 6 dB-t, sőt több esetben, a vonatkoztatási és az értékelési szint közti 10 dB-t is. Nem véletlen tehát, hogy vannak olyan folytonossági hiányok, amelyeket az egyik laboratórium nem regisztrált (talán nem is értékelt), miközben egy másik már feljegyzett és elfogadott, egy harmadik pedig nem megengedhetőnek ítélt (ld. alábbi táblázatot az indikációk elfogadásáról).

Le kell szögeznünk, hogy ezek az eltérések nem magyarázhatók azzal, hogy a jegyzőkönyvekből megállapítható besugárzási irányok és a besugárzási szögek bizonytalanok:

Egyrészt, hiába rendeljük hozzá bármelyik indikációnál az egyik vagy másik laboratórium által regisztrált jelnyagyságokat az ellenkező besugárzási irányhoz, a drasztikus különbségek megmaradnak.

Másrészt, detektáltak azonos jelnyagyságot 45°-os, illetve 70°-os vizsgálófejjel és detektáltak számottevően eltérőeket egyaránt 70°-os (és/vagy 60°-os) fejjel, ugyanazon a helyeken.

Értékelésünk összefoglaló eredményeihez színeket rendelve foglaltuk össze táblázatosan.

Megjegyzés a táblázathoz: A 3-3 indikáció azonos a hosszmenti pozíciók szórásával kapcsolatos táblázatokban feltüntetett indikációkkal

A táblázat mellett a színek értelmezése olvasható.

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing

| | KE07 számú próbatest | | | KE08 számú próbatest | | |
|---|----------------------|----|----|----------------------|----|----|
| | 1. | 2. | 3. | 1. | 2. | 3. |
| A | N | I | | N | N | I |
| B | N | I | I | N | N | N |
| C | N | N | | N | N | I |
| D | N | | | N | | |
| E | N | N | I | I | I | I |
| F | - | - | - | - | - | - |
| G | N | N | N | N | N | N |
| H | N | N | I | N | N | I |
| I | N | | N | N | N | N |
| J | N | N | N | N | N | N |

| |
|---|
| Helyes az értékelés. |
| Önmagában megfelel, de csoportosítandó, így mégis helyes az értékelés.* |
| Önmagában megfelel, de csoportosítandó, így nem helyes az értékelés. |
| Sík jellegű és csoportosítandó, ezért nem helyes az értékelés. |
| Hiányzik az értékelés. |

*E külön kategóriát azért kellett felállítani, mert az illető laboratóriumok egyébként nem ügyeltek a közeli indikációk – szabványban előírt - csoportosítására.

Epilógus

A bizottság, a körvizsgálati dokumentáció felmérése során, egyrészt, a beküldött anyagot értékelte, ütköztette a vonatkozó szabványokkal, másrészt, a közölt eredményeket összehasonlította egymással.

Az eredmények ismertetésénél – értelemszerűen – tartózkodtunk minden olyan megállapítástól, amely túlmenne a „tükör” szemléleten. Mégis, úgy gondoltuk, hogy felteszünk – néhány -, a felmérési tapasztalatainkat összefoglaló kérdést:

Lehet az, hogy nem tudták (vagy nem akarták figyelembe venni) azt a jogi helyzetet, amely a szabványhasználatot szabályozza? Miszerint, amikor egy adott szabvány szerint vizsgálunk, az egyben azt jelenti, hogy annak minden szakaszát betartjuk?

Talán, figyelmen kívül lehet hagyni, vagy átértelmezni a hivatkozott szabvány egyetlen követelményét is?

Természetesen, lehet szabványoktól eltérő módon [és megfelelő eredménnyel] vizsgálni, de ezt a tevékenységet nem szabad szabványosnak tekinteni. Az olyan módszereknek, amelyek nem szabványok – nemzetközileg elfogadott – követelményeit elégítik ki, minden részletét egyértelműen, pontosan dokumentálni, illetve – alkalmasságát – igazolni kell!

Mivel a vizsgálati módszer megbízhatóságában nincs okunk kételkedni, sajnos, ezért vagy a résztvevő vizsgáló személyzet szakmai és mentális felkészültségét vagyunk kénytelenek megkérdőjelezni, vagy a vizsgáló tevékenységet „körülvevő” környezet igénytelenségének a hatását érzékeltük. Elsősorban a körültekintés, a türelem, a precizításra való törekvés hiánya sejtik föl a regisztrált eredmények mögött. Elszomorító az, hogy e körvizsgálatban a magyarorszá-

gi vizsgáló laboratóriumok színe-java állított ki önmagáról bizonyítványt. Nehéz bármi biztatót mondani a hazai roncsolásmentes vizsgálatok közeljövőjéről, ha nem figyelünk fel a felmérés által kapott figyelmeztető jelekre!

Szükségesnek látszik megismételni, hogy a körvizsgálat megszervezésénél „csak” a hazai RM laboratóriumok szabványalkalmazói fegyelmét szerettük volna felmérni. Azonban a körvizsgálati dokumentációk kiértékelése meghökkentő tapasztalatokat szolgáltatott, ezért kikerülhetetlen, hogy feltegyük a legfontosabb kérdést:

El lehet-e fogadni azt a helyzetet, miszerint a hazai képzésből kikerült, és – legalább – 2. szintű minősítéssel rendelkező, akkreditált laboratóriumban dolgozó szakemberek, mintegy fél méter hegesztett kötés vizsgálatánál, dokumentálásánál ilyen furcsa eredményt produkáljanak?

1. sz. melléklet.

Ultrahangos körvizsgálati feladatok

1. A vizsgálati darabok jele:

KE 03, KE 07, KE 08 és 08

2. Az ultrahangos vizsgálatot – alapvetően – a következő jelű szabványok előírásai szerint végezze el: MSZ EN 12062, MSZ EN 1714, MSZ EN 1712 és MSZ EN 1713.

3. Előírások az MSZ EN 12062 jelű szabvány alkalmazásához:

- A vizsgálat terjedelme: 100%.
- Minden dokumentációra vonatkozó követelménynél a laboratóriumi előírások szerint kell eljárni.

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

- A hegesztett kötéshez nincs előzetes adat-szolgáltatás.
- Az A6. táblázat: első sor (B [MSZ EN 1714], 2. szint [MSZ EN 1712]).

4. Előírások az MSZ EN 1714 jelű szabvány alkalmazásához:

- A referenciaszint beállításának a módszere: a vizsgálati darabban található, Ø 3 mm-es keresztirányú hengeres furat.
- Nincs a vizsgálat kiterjesztve a keresztirányú indikációkra.
- Minden dokumentációra vonatkozó követelménynél a laboratóriumi előírások szerint kell eljárni.
- Írásos vizsgálati technológia: a laboratórium előírásai szerint kell eljárni.
- B vizsgálati osztály.

5. Előírások az MSZ EN 1712 jelű szabvány alkalmazásához:

- Az érzékenység beállítása: a vizsgálati darabban található, Ø 3 mm-es keresztirányú hengeres furat.
- Vonatkoztatási szint: a vizsgálati darabban található, Ø 3 mm-es keresztirányú hengeres furatról felvett ÖRG.
- Minden dokumentációra vonatkozó követelménynél a laboratóriumi előírások szerint kell eljárni.

6. Előírások az MSZ EN 1713 jelű szabvány alkalmazásához:

- A folytonossági hiányok jellemzésének a folyamatát olyan részletességgel kell bemutatni az alapidokumentációban, hogy az - minden részletében – követhető, megismételhető legyen.
- Szükség esetén, az egyes döntések legyenek ellátva az alapidokumentációban, magyarázó megjegyzésekkel.

Non-destructive material testing

7. Írásbeli választ kérünk a következő kérdésekre:

- a. Sorolja fel azoknak a szabványoknak a jelét, amelyeknek az alkalmazását fontosnak tartja a hegesztett kötések vizsgálatánál.
- b. A felsorolást egészítse ki 1-1 mondat indoklással.
- c. A napi munkájában, milyen gyakori igény a folytonossági hiányok MSZ EN 1713 jelű szabvány szerinti jellemzése?
 - Minden megrendelésben előírás.
 - Gyakori előírás.
 - Ritkán fordul elő.
 - Eddig még nem igényelték ennek a módszernek az alkalmazását.
- d. Mennyi ideig tartott az ultrahangos körvizsgálati feladatok teljesítése?
- e. Megjegyzések (megköszönjük, ha gondolataival segíti a következő körvizsgálatok megszervezését).

8. A körvizsgálat dokumentációja:

- a. Jegyzőkönyvek (4 db).
- b. Alapidokumentációk (4 db).
- c. Írásbeli válaszok.
- d. A laboratórium
 - Megnevezése
 - Címe
- e. A körvizsgálatban résztvevő anyagvizsgáló
 - Neve:
 - Minősítési adatai (Eljárás/szint/szakterület/érvényesség):
 - Aláírása: