

Roncsolásmentes vizsgálatok a Nemzetközi Hegesztési Intézet V. bizottságának munkájában

A Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW - International Institute of Welding) augusztus 31-től szeptember 7-ig Budapesten tartotta 49. éves közgyűlését a magyar tagszervezet, a GTE rendezésében. Az V. bizottság munkájában mint az egy évvel korábban kinevezett magyar delegátus vettem részt, ami számomra sok szempontból tanulságos volt. Mielőtt részletesen beszámolnék a hegesztések roncsolásmentes vizsgálatával kapcsolatos munkáról, az IIW-t kellene bemutatni azoknak, akik nem közvetlenül foglalkoznak a hegesztés problémáival, és csak vázlatos ismereteik vannak a szervezetről. Ez a bemutatás azonban, a szerteágazó sokrétű munka miatt sem lehet teljes.

Az IIW felépítése és munkája

A Nemzetközi Hegesztési Intézetet 1948-ban alapították. Tagjai a nemzeti hegesztési egyesületek, Magyarországról a Gépipari Tudományos Egyesület Hegesztési Központi Szakosztálya.

Célja, hogy előmozdítsa a hegesztés fejlődését, és gondoskodik a tudományos és technikai információk cseréjéről a kutatásban és az oktatásban. Ezen kívül aktívan közreműködik a nemzetközi hegesztési szabványok kidolgozásában. Az IIW 1989. óta az egyik nemzetközi szabványosítási testülete az ISO-nak. Az IIW igyekszik elősegíteni a nemzeti hegesztési egyesületek megalapítását is. Jelenleg több mint 40 országnak van tagegyesülete.

Az IIW-t a Kormányzó Tanács irányítja, amiben minden tagország képviseltetve van. Az aprólékos napi munka a Végrehajtó Tanács által irányított két titkárságban folyik. A titkárságok Párizsban és az angliai Abingtonban működnek. A titkárságok működtetésén kívül az IIW-nek nincs pénzügyi lehetősége kutatások, fejlesztések támogatására, ezért ezek a nemzeti intézetekben zajlanak, és csak az eredmények ismertetésére kerül sor a bizottságok ülésein.

Az IIW-ben 16 bizottság működik. Egy ismertető cikkben nincs lehetőség az összes bizottság munkájának ismertetésére, ezért itt csak a bizottságok neveit és a magyar delegátusokat sorolom fel:

- I. Keményforrasztás, forrasztás, termovágás és lángfolyamatok
Magyar delegátus: Visontay István
- II. Ívhegesztés
Magyar delegátus: Fehérvári Attila
- III. Ellenállás hegesztés és rokon hegesztési folyamatok
Magyar delegátus: Szunyogh László
- IV. Nagy energiasűrűségű hegesztések
Magyar delegátus: Udvari Tibor
- V. Hegesztett termékek minőségellenőrzése és minőségbiztosítása
Magyar delegátus: Fücsök Ferenc
- VI. Terminológia
Magyar delegátus: Bánki Tamás
- VII. Meghatalmazás és minősítés
Magyar delegátus: Brenner András
- VIII. Egészség és biztonság
Magyar delegátus: Gremesberger Géza
- IX. Fémek viselkedése hegesztés közben
Magyar delegátus: Rittinger János
- X. A hegesztett kötések tulajdonságai, Törések elkerülése
Magyar delegátus: Brenner András
- XI. Nyomástartó edények, kazánok és csővezetékek
Magyar delegátus: Somogyi Sándor
- XII. Salak- és gázvédelmű elektromos hegesztési folyamatok
Magyar delegátus: Konkoly Tibor
- XIII. Hegesztett elemek és szerkezetek fáradása
Magyar delegátus: Kristóf László

XIV. Képzés és oktatás

Magyar delegátus: Konkoly Tibor

XV. A hegesztési tervezés és gyártás alapjai

Magyar delegátus: Farkas József

XVI. Műanyagok hegesztése

Magyar delegátus: Szabó György

Az igazi szakmai munka a bizottsági üléseken folyik, ahol írásos dokumentumokat dolgoznak ki. E dokumentumok fajtái az ülési jegyzőkönyvektől a kutatási jelentéseken és ajánlásokon át a nemzetközi szabványok kidolgozásáig terjed. A bizottsági üléseket az évenként megrendezett közgyűléseken tartják, de az albizottságok és munkacsoportok közbelső üléseket is rendeznek. A közgyűlések előtt nemzetközi kongresszust rendeznek, most a Budapesti Annual Assembly előtt a hegesztett hídstruktúrákról volt tanulságos konferencia.

Az IIW az évi kb. 400 dokumentumon túl ajánlott gyakorlatot ismertető cikkeket, könyveket és újságot ad ki. A havi újság címe: „Welding in the World”. (A hegesztés a világon)

A következőkben az V. bizottság munkáját ismertetem részletesen.

Az V. bizottság

Az V. bizottság 1948-as megalakulásakor a *Hegesztés vizsgálata, mérése és ellenőrzése* elnevezést viselte. Mára ez a *Hegesztett termékek minőségellenőrzése és minőségbiztosítása* elnevezésre változott.

Az európai országok mindig nagyon aktívak voltak a hegesztések vizsgálatában. Jellemző, hogy a bizottsági elnökök a legutóbbi tisztújításig európai országok képviselői közül kerültek ki. Csak a mostani elnök amerikai: *Thomas A. Siewert*, aki az amerikai National Institute of Standards and Technology-ban (NIST), Boulderban, Colorado államban dolgozik.

Az V. bizottság albizottságai, az egyes albizottságok munkacsoportjai és fontosabb munkái felsorolás jelleggel:

V. A. albizottság: Radiológia-alapú hegesztésvizsgálati témák

Az albizottság munkacsoportjai:

- Filmrendszerek besorolása
- Radioszkópiai rendszerek a hegesztés vizsgálatára
- Radiográfiai technikák jóváhagyása a hegesztés vizsgálatára
- ISO szabványok felülvizsgálata

Az albizottságban jelenleg folyó munkák:

- Filmrendszerek besorolása,
- Radioszkópiai rendszerek témában egy három részből álló szabvány készül a hegesztés vizsgálatára;
- Az albizottság szövegajánlásokkal támogatja a hegesztésvizsgálati szabványok felülvizsgálatában az ISO TC 44 és TC 135 bizottságait;
- A radiográfia megbízhatósági elemzésében egy új statisztikai módszer alkalmaznak a radiográfia megbízhatóságának számszerű meghatározására, a ROC-módszert (Receiver Operation Characteristic = átvételi működési jellemzők);
- A hegesztések minőségi osztályaihoz kapcsolódó roncsolásmentes vizsgálatok elfogadási kritériumainak értékelése;
- A hegesztési varratok új, átdolgozott radiográfiai referencia felvételeinek vizsgálata;
- Radiográfiai felvételek digitalizálása.

Az acél és alumínium radiográfiai referencia felvételeit bemutatták az V. bizottság első napi ülésén. A bizottság ajánlást fogadott el, miszerint a másolt felvételek minősége nem lehet rosszabb a bemutatottnál. Ezért meg kell vizsgálni a filmek digitális sokszorosításának lehetőségeit.

V. B. albizottság: Minőség – menedzsment a hegesztés technológiában

Az albizottságban jelenleg folyó munkák:

- Az ISO TC 176 és ISO TC 44 SC 10 munkájának követése, és külön figyelemmel a CEN/CENELEC technikai bizottságainak munkáira, hogy segíthessék a hegesztés technológiájának és minőségének európai fejlődését.
- A számítógéppel támogatott minőségbiztosítás (CAQ) fejlesztése.
- A hegesztési folyamatok és paraméterek műszeres megfigyelése és regisztrálása a hegesztési hibák korai megelőzésére.
- On-line vizsgálat modern vizuális és méretellenőrző berendezésekkel.
- Az FFP-értékelés áttekintése, különös tekintettel a hegesztések élet-tartamának kiterjesztésére (FFP – Fitness for Purpose = a célnak való megfelelés).
- A Total Quality Management (TQM) új nézőpontja az emberi tényezőről.
- A hegesztések minőségi osztályaihoz kapcsolódó roncsolásmentes vizsgálatok elfogadási kritériumainak értékelése.

A budapesti értekezleten az albizottság munkái közül E. Waschkies (Németország): „A ponthegeztés on-line vezérlése – egy példa a folyamatba integrált roncsolásmentes vizsgálatra (PINT)” című cikkét, valamint Dr. Ing. E. Oster, (Rudersdorf, Németország): „On-line hegesztés ellenőrzés – CAQ a hegesztésben – a technológia állása és gyakorlati példák Németországban” című munkáját mutatták be.

V. C. albizottság: Ultrahang-alapú hegesztésvizsgálati témák

Munkacsoportok:

- Az ausztenites hegesztések ultrahangos vizsgálata.
- Ultrahangos technikák jóváhagyása a hegesztésvizsgálathoz.
- Ultrahangos vizsgálófejek jellemzése a hegesztésvizsgálat szempontjából.
- Hegesztések ultrahangos vizsgálatának automatizálása és megjelölése.

A munkacsoportok az alábbi témák kidolgozását végzik:

- Ultrahangos vizsgálati technikák jóváhagyása hegesztésvizsgálathoz.
- A ferrites hegesztési varratok ultrahangos vizsgálatáról szóló kézi-

könyv felülvizsgálatának előkészítése (az új európai szabvány előkészítésének tapasztalatai alapján).

- A hegesztések vizsgálatához használt ultrahangos vizsgálófejek jellemző tulajdonságainak meghatározása.
- Modern ábrázolási technikák kidolgozása a hegesztések automatikus ultrahangos vizsgálatokhoz.
- Az ultrahangos IIW hitelesítő test használatának tisztázása és felülvizsgálata.
- On-line hegesztésvizsgálat ultrahangos módszerekkel.

V. E. albizottság: Elektromos, mágneses és optikai alapú hegesztésvizsgálati módszerek.

Az albizottság munkacsoportjai:

- Feszültségmérési technikák
- Folyadékpenetrációs vizsgálat és UV-lámpák
- Örvényáramos modellezés
- A nemesfémek kötések vizsgálati technikái

A munkacsoportok fontosabb témái:

- Matematikai modellezések az ausztenites plattírozások hibáinak és hibaméreteinek meghatározásához elektromos, mágneses és elektromágneses roncsolásmentes módszerekkel.
- Körvizsgálatok (round-robin test) szervezése különféle maradó feszültségek mérésére.
- A nemfémek anyagok hegesztésének vizsgálata, és előkészületek egy IIW dokumentum kiadására ebben a témában.
- A hegesztési varratok penetrációs vizsgálata.
- Egy IIW dokumentum előkészítése, amelyben majd összefoglalják az UV-lámpák jellemzőinek szabványosítási állapotát.

A budapesti értekezleten G. Dobmann és szerzőtársai (Fraunhofer Institut – Németország): „A kis- és multifrekvenciás örvényáramos vizsgálati technikák hozzájárulása a plattírozott nukleáris reaktortartály integritásának biztosításához” című cikket mutatták be. Nagy érdeklődést keltett John C. Moulder és szerzőtársai: „Az örvényáramos



Az Industrex AA 400

ipari röntgenfilm a **Kodak** cég új,
a mai kor igényeinek megfelelő terméke.

A T-szemcse emulzió technológiával előállított film orvosi minőségű ipari röntgenképet ad, fizikai tulajdonságai és kontrasztja pedig alkalmassá teszi a legnagyobb igénybevételű helyeken történő felhasználásra.

Az új film ára kedvező, így reméljük elnyeri felhasználóink tetszését.



DISPERSION OF AA400 EMULSION

Megrendelhető az alábbi címen és telefonszámon:

JATEX Kft. 1037 Budapest, Bojtár u. 24.

Telefon: 168-8623, fax: 269-7032.

szondák teljesítményének jóslása" című cikke, annak ellenére, hogy sok elméleti megfontolást tartalmazott.

V. F. albizottság: Hegesztési hibák és jelentőségük.

Az albizottság jelenleg csak a nemrég publikált „Hegesztett szerkezetek célra való alkalmazásának (FFP) becslése” című dokumentum nyomán követő munkájával van elfoglalva. Az albizottságot most „A minőség romlása a hegesztés kezdetén és végén” című cikkel Z. Lukacevic, és I. Samardzic (Horvátország) képviselte.

A 2. munkabizottság: Offshore hegesztett szerkezetek vizsgálata.

A tengeri olajfúró tornyok vizsgálati technikájával foglalkozó munkacsoport témáiból nem sok érdekeset vár egy szárazföldi ország delegátusa. Mégis itt ért a legnagyobb meglepetés. Két, minden vizsgálati érdeklőt témát mutattak be a budapesti értekezleten. Az első a távvezérlésű berendezések jelenlegi helyzetét és fejlődési irányait bemutató tanulmány, a második az „Irányelvek a roncsolásmentes vizsgálati technikák egymással való helyettesítésére” című munka volt. Ez utóbbi tanulmányt bemutató cikkét az Insight című lap 1996. szeptemberi

számában jelentette meg Mr. Olav Førli, aki az V. bizottság előző elnöke volt. A téma érdekessége miatt a szerző és az Insight engedélyével fordításban közöljük a cikket lapunk 105. oldalán.

A 2. munkabizottság jelenlegi munkái:

- távvezérlésű vizsgáló berendezések tengeri fúrótoronyok vizsgálatához,
- vízszint feletti tartószerkezetek és nyomás alatti rendszerek vizsgálata,
- a víz alatti roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatósága.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki Thomas A. Siewert úrnak, az V. bizottság elnökének a rendelkezésre bocsátott dokumentumokért, valamint R. S. Sharpe úrnak és az Insight című lapnak segítő támogatásukért.

Fücsök Ferenc
a magyar delegátus

IIW közgyűlés: Fémek hegeszthetősége

A témával az IIW IX. bizottsága foglalkozik, amelynek teljes neve: Fémek viselkedése hegesztés során. A szakbizottság elnöke: Prof. de Meester, B. (Belgium), elnökhelyettese: Prof. Cerjak, H. (Ausztria).

A bizottság munkája, az albizottságok sorrendjében, a következőkben összegezhető.

IX. A. albizottság: „Ajánlások ferrites acélok hegesztésére és hegeszthetőségére”, vezetője Defourny, J. (Belgium). Az albizottság tevékenysége a következő témakörök köré csoportosul: a TMCP, AC és Q(S)T nagy szilárdságú acélok hegeszthetősége, a metallurgiai tényezők mechanikai tulajdonságokra és a hegeszthetőségre gyakorolt hatásának tanulmányozása, hegesztett kötések keménységmérése és a keménység korrelációja egyéb mechanikai tulajdonságokkal, szennyezőelemek hatása a hegeszthetőségre, metallurgiai tényezők hatása a tűzihorganyzású acélok tulajdonságaira. Az albizottsági vita után publikálásra került Yurioka, N.: A TMCP acélok és hegesztésük. Welding in the World 35 n5 (1995).

Az 1996. évi közgyűlésen három dokumentumot vitattak meg:

„Krómmolibdén ötvöztetésű acélok hegesztési hőhatásövezetének elridegedése a feszültségcsökkentő hőkezelés hőmérséklet-tartományában.” (Doc. IX.-1834-96) Tamaki, K. et al. A dokumentum a 2,25% Cr – 1% Mo és a 1,25% Cr – 0,5% Mo ötvöztetésű acélok hegesztési hőhatásövezetének elridegedését vizsgálja az ütvizsgálattal meghatározott átmeneti hőmérséklet (TTKV₃₀) változása alapján. Öt elridegedési típust állapít meg a hőigénybevételtől függően:

- az első: 750...850 K, 1...100 h hatására másodlagos keményedés a martenzitben, szennyezőelemek kiválása,
- a második: 750... A₁ K, 1...1000 h hatására másodlagos keményedés a bénitben, szennyezőelemek kiválása,
- a harmadik: 750...865 K, 100...10000 h hatására szennyező elemek kiválása, másodlagos keményedés,
- a negyedik: 750...910 K, 100...10000 h hatására karbidkiválások durvulása,
- az ötödik: 925...A₁ K, 5...10000 h hatására a ferrit szemcsék és a karbidkiválások durvulása.

Az átmeneti hőmérséklet változását a Hollomon-paraméter: $P = T (\log t + k)$ függvényében dolgozzák fel, ahol $k = 18,5$.

„Szennyezők kiválása a szemcsehatáron hőkezelési és platírozott réteg alatti repedésképződéssel szembeni ellenállás vizsgálata során” (Doc. IX.-1852-96) Magula, V., Grman, D., Patscheider, J. (SK). A dokumentum a 3% Cr – 0,7% Mo – 0,3% V (15H2MFa) és a 2% Cr – 0,6% Mo – 0,1% V – 1,2 Ni ötvöztetésű acél, hegesztési hőfolyamat modellezésével, $T_{max} = 1300$ °C, $\Delta t = 30$ s hőkezelt próbatestjeit vizsgálja. Az előkísérletek során megállapították, hogy a próbatestek kontrakciójának minimuma, mindkét acél esetén 580°-on végzett szakítás esetén van. A további vizsgálatokat 580 °C hőmérsékleten 100 h időtartamú hőkezelés, illetve 580 °C hőmérsékleten 9,5 mm/min sebességű szakítás után

végezték. A töreket Auger-mikroszkóppal vizsgálták és jelentős karbid-, illetve foszforkiválást állapítottak meg a szemcsehatáron. Az elridegedést ezekkel a kiválásokkal hozták kapcsolatba.

„Metallurgiai közelítés vasötvözetek törési szívósságának becslésére alacsony hőmérsékleten” (Doc. IX.-1839-96) Okabayashi, H. Hiranok, K. (J). A dokumentum 4,3 K és a szívós-rideg átmenet hőmérséklete közötti tartományban 34 ötvözet esetén vizsgálja a repedés-növekedés kritikus alakváltozási energiáját (G_{IC}). A fontosabb megállapításaik:

$$G_{IC} = G_0 \cdot \exp\left(\frac{T}{T_0}\right)$$

ahol T a vizsgálat hőmérséklete, G_0 , T_0 állandók. A G_0 a vasban oldott karbonból és nitrogéntől függ, nem függ a többi ötvözőelemtől és a szemcsemérettől.

$$1/T_0 = (1/T_{0,1}) \left(d/d_{0,1}\right)^{-1/7}$$

ahol d mm a szemcseméret, $d_{0,1} = 0,1$ mm

$$1/T_{0,1} = f(E), \text{ ha } s = 0,1 \text{ mm}$$

$$E = -[C] - 4[N] - 0,2[Si] - 1,2[P] - 1,2[S] + 0,2[Mn] + 0,2[Ni] \%$$

Programon kívül szó volt még: „A hőhatásövezet repedésének tanulmányozása mélyen galvanizált hídacélok esetén” (Doc. IX.-1795-94) Kanazava, K. (J) és a „Hőkezelés hatása korrozív közeget tartalmazó olajat szállító 20 jelű acélból gyártott 100 mm-ig terjedő átmérőjű cső hegesztési varratának működőképességére” (Doc. IX.-1820-95) Korolkov, P. M. (Russia) dokumentumokról is.

IX. B. albizottság: a hegesztés fiziko-metallurgiája. Az albizottság vezetője: Dadian, M. (F). Fontosabb témakörök: hideg repedés, a hőhatásövezet szívóssága, fázisátalakulás a hőhatásövezetben, osztályozása és minősítése a hőhatásövezet mikroszerkezetének, anyag energiájú hegesztés, javító hegesztés, öntöttvas hegeszthetősége, matematikai analízis.

A közgyűlés alkalmával a következő dokumentumok kerültek megvitatásra:

„Javaslat és közbenső eredmények a hőhatásövezet mikroszerkezetére vonatkozó round robin vizsgálatokra” (Doc. IX.-1831-96) Kojima, T. et al (J). A dokumentum 500 MPa TMCP és 800 MPa QT acél hőhatásövezetét vizsgálja 30 és 17 kJ/cm vonalenergiájú hegesztés esetén. A hőhatásövezetről készült etalon mikrofelveleket a keménységmérés eredményével egészítették ki. A program folytatódik.

Prof. Cerjak, H. szóbeli tájékoztatást adott a 3. A hegeszthetőség numerikus modellezése témájú nemzetközi konferenciáról (Graz-Seggau 1995. 09. 25/26.).

„Nagy szilárdságú varratok előmelegítési hőmérsékletének meghatározására szolgáló módszerek összehasonlítása” (Doc. IX.-1829-96) Orning, H. et al (J).