

Gyakorlati tapasztalatok hegesztett kötések eljárás vizsgálatában Practical Experience in Study of Welded Joints

LEHOCZKY JUDIT, FODOR OLIVÉR

Kulcsszavak: hegesztett kötések, makró felvételek, metallográfiai vizsgálatok, jellegzetes hegesztési hibák
Keywords: welded joints, macrograph images, metallographic test, characteristic welding defects

A hegesztéssel foglalkozó iparvállalatok, egy új hegesztett kötésfajta gyakorlatban történő bevezetése előtt, a tapasztalatokra, az irodalomra, illetve a kereskedői ajánlásokra támaszkodva meg kell, hogy tervezzék az alkalmazott technológiát. Az így megtervezett technológia ipari körülmények között végzett próbahegesztését elvégezve és azt valamilyen roncsolásmentes, roncsolásos vizsgálattal ellenőrizve kerül igazolására az elgondolt hegesztett kötés megfelelősége. Röviden ezt nevezzük eljárásvizsgálatnak.

A piac számos területén (pl. nyomástartó edények gyártása, átalakítása) az eljárás vizsgálati próbadarab hegesztésének körülményei, az elvégzendő vizsgálatok mennyisége és körülményei szabályozva vannak, szabványokban leírva. A mi gyakorlatunkban az EN szabványok közül a 15614-es sorozat a TÜVIS HP előírásai mértékadóak a leggyakrabban.

Ezek jól körülhatároltan, néha túlzottan is megkövetelik a technológia leírását WPS (Welding Procedure Specification) lapon.

A WPS lapokon szereplő adatok alapján a kötésnek reprodukálhatónak kell lennie. Az itt szereplő adatok közül a vizsgálatok szempontjából a kötés kialakításáról, felépítéséről készült vázlat és az eljárás-vizsgálati szabvány megnevezés a legfontosabb. ez utóbbi határozza meg az elvégzendő vizsgálatok mennyiségét köztük a metallográfiai vizsgálatokat is.

Az előírások és bonyolultabb esetekben a gyártó és/vagy a tanúsító szakemberek a következő roncsolásmentes és roncsolásos vizsgálatok közül válogatnak:

- vizuális vizsgálat
- felületi repedésmentesség ellenőrzés (folyadékbehatolásos, mágnesezhető poros),
- radiográfiai és/vagy ultrahangos vizsgálat,

Az 5. AGY konferencián 2010-ben elhangzott előadás írott változata
AEF Laboratórium Kft.

- szakítóvizsgálat (kötésszakító, ömledék szakító),
- hajlító vizsgálat (normál, oldalhajlító),
- ütővizsgálat (ömledékből, hőhatásövezetből esetleg alapanyagból, néha a lemez síkja merőleges bemetszéssel, gyakorlatilag csak ISO Charpy V bemetszéssel),
- keménységvizsgálat (néha mikro keménységmérés),
- makroszkópos, egyes anyagminőségek-nél mikroszkópos vizsgálatok,
- összetétel vizsgálat ömledékből,
- δ ferrittartalom mérés,
- egyes kötésfajtáknál speciálisnak tekinthető mechanikai vizsgálatok (ponthegeztetés „kigomboló” vizsgálata, csővég behegeztés, „kihúzó” vizsgálata, plattírozott lemezek nyíró vizsgálata),
- korróziós vizsgálatok

A mi gyakorlatunkban fárasztó, kúszási törésmechanikai vagy bemetszés érzékenységi vizsgálatok nem fordulnak elő.

Egyes vizsgálatok áttekintése alapján, azok eredményeiről a következőket mondhatjuk:

A próbadarabok vizuális vizsgálatát a tanúsító általában elvégzi, így azokon nem megengedhető eltérés csak elvétve fordul elő. A próbadarabok végleges elkészítése előtt a gyártó és annak hegesztési felelőse a technológiát a hegesztőkkel alaposan begyakorolhatja, így felületi hiba előfordulásának a valószínűsége nagyon kicsi.

Kicsit más a helyzet a belső hibákkal, itt leggyakrabban térfogati hibák, gázzárványok, ritkábban salakzárványok fordulnak elő, illetve a nem megfelelés leggyakoribb oka a kötésihibák jelenléte.

A mechanikai vizsgálatok során a szakítóvizsgálatok eredményei a legritkábban előforduló probléma. A hajlító vizsgálatok eredményei alapján kell a legtöbbször újra hegesztetni a darabokat.

Az ütőmunka vizsgálatok során nagyon kevés alkalommal válik nem megfelelővé egy-egy he-

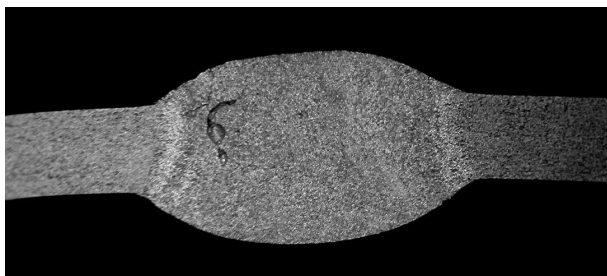
gesztési kötés, az ütő próbatestek feltűnő nagy szórást mutatnak, ennek természetes oka a varrat és környezetének inhomogén állapota. A hőhatás övezetből kivett próbatestek bemetszési környezete az esetek jelentős részében változó mértékben tartalmazza a hőhatásövezetet.

A kötések keménységvizsgálata nagyon ritkán ad kedvezőtlen eredményt, elenyésző számban fordult elő, hogy a mai szabványok által pl. ötvözetlen acélok esetében a kötésre előírt 380 HV10 értéknél nagyobb adódjon.

A felsorolásban még szerepelt δ ferrittartalom mérés, kémiai összetétel meghatározás, illetve korróziós vizsgálatok viszonylag kis előfordulási gyakorisága miatt általános tapasztalatokról nem tudunk beszámolni, de azt elmondhatjuk, hogy ezek a vizsgálati módszerek a bonyolultabb és nehezebben kivitelezhető hegesztett kötéseknel fordulnak elő, és ezért nem mindig jók a kapott eredmények.

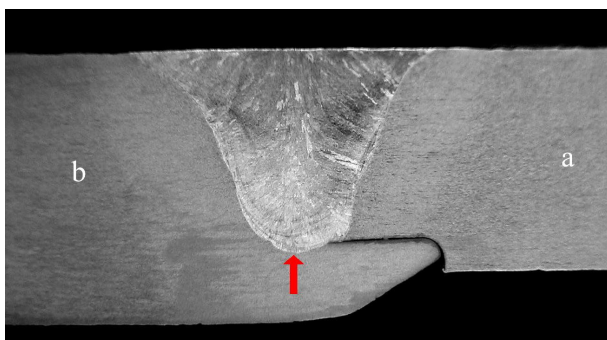
A makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatok során számos érdekes varrattal, hibás szövet-szerkezettel találkozunk, szeretnénk ezek közül néhányat bemutatni.

Az 1. ábrán, amely egy 2 mm-es ötvözött alumínium lemez tompakötését mutatja, megfigyelhető az ömledékben egy folytonossági hiány.



1. ábra

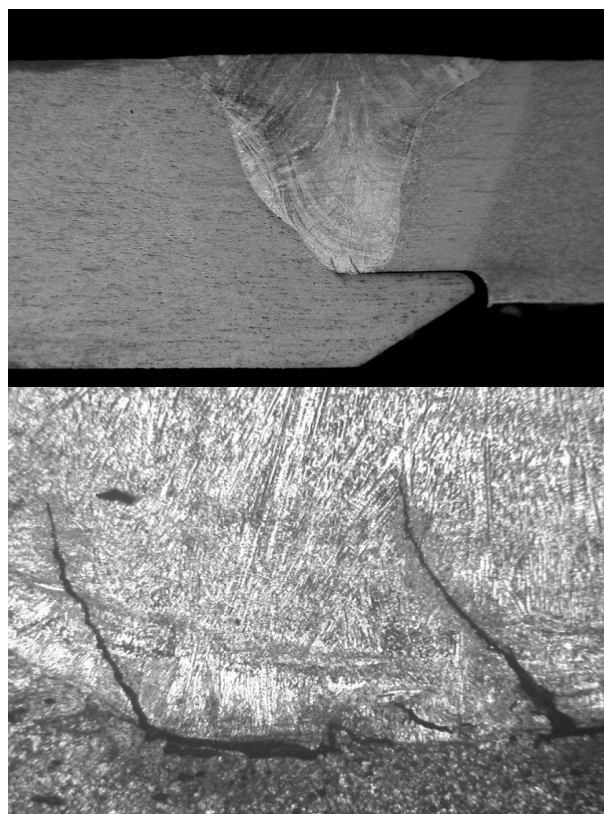
Tompa kötések illesztési nehézségeinek elkerülése érdekében, nyomástartó edények fenékpálást körvarratnál szívesen alkalmazzák 2. ábrán látható megoldást.



2. ábra

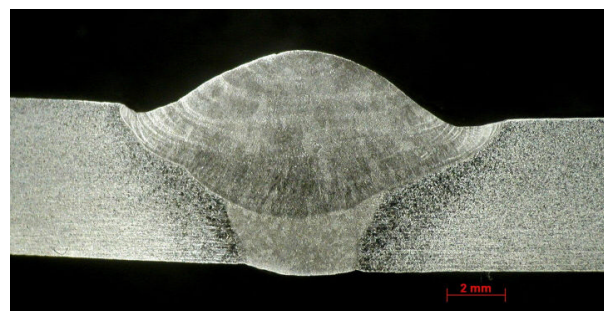
Ha a két összehegesztendő alkatrész (a és b jelű) megfelelő kimunkálásával elkerülhetők a kötés illesztési hibái, azonban a nyíllal jelzett helyen a megfelelő beolvadás kialakítása gondos kivitelezést igényel, a beolvadási mélység itt is éppen csak elegendő.

Az előző varrat egy másik metszetében (3. ábra), már rosszabb a helyzet, a gyökérszélről repedések indulnak ki, ez különösen jól megfigyelhető a kritikus rész nagyításában (alacsony karbon tartalmú szénacél).



3. ábra

A 4. ábra egy 1.4541-es ausztenites korrózióálló acélon a meg nem engedhető szélkiolvadásra mutat példát. Az 5. ábrán pedig egy P235TR1 szénacél gyökoldali beszívódása figyelhető meg.

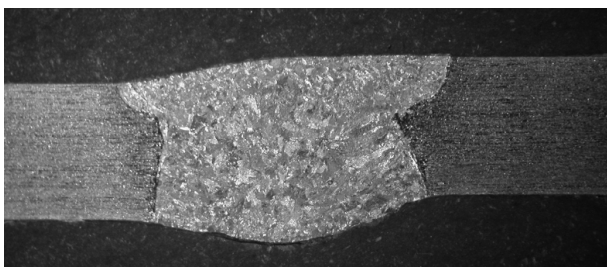


4. ábra



5. ábra

A 6. ábrán 3,5 mm vastag 1.4301 ausztenites acél él eltolódása látható.



6. ábra

Jellemzően, a 2 mm-es szelvényméretű ötvözött alumínium hegesztésénél a 7. ábra szerinti elégtelen átolvadás következtében, repedés alakult ki.



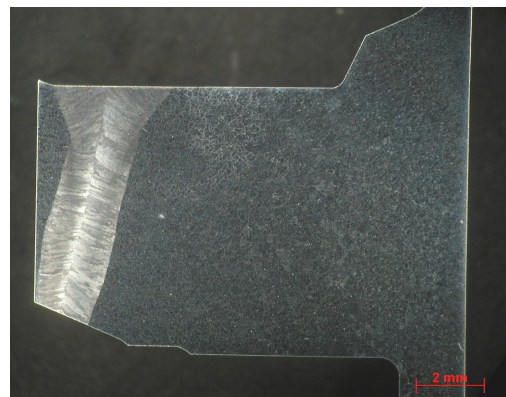
7. ábra

A 8. ábrán 8 mm-es lemezvastagságú ötvöztelen acéllemezen, összefüggésben a nem szokásos leélezéssel nagyméretű kötészhiba alakult ki.

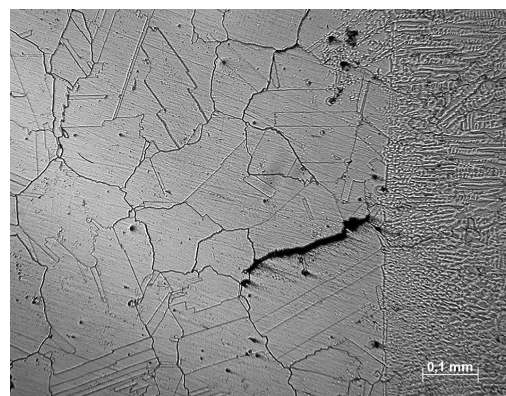


8. ábra

A 9. ábrán egy nikkelbázisú szuperötvözet lézerhegesztett varrata látható, de csak az első pillantásra tűnik minden rendben lévőnek, mert a hőhatásövezetben (10. ábra) mikrorepedés fejezhető fel.

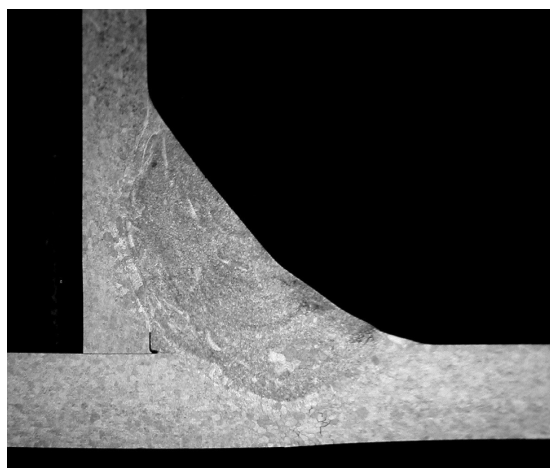


9. ábra



10. ábra

A sarokvarratoknál többször fordul elő hiba, mint a tompavarratoknál, itt is a jellemző hiba az esetek 90 %-ban beolvadás, átolvadás hiánya.



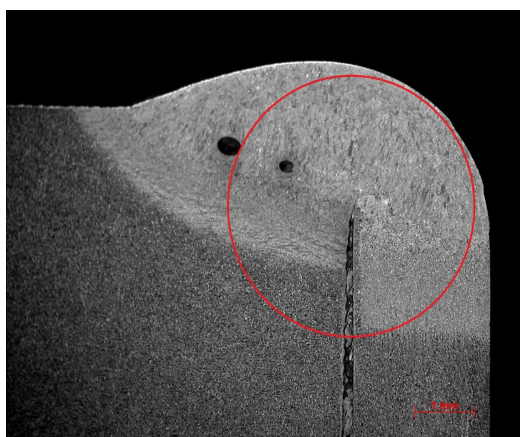
11. ábra

A 11. ábrán ötvözött alumínium (2/1,6 mm) tompavarratának beolvadási hiányos kötése látható. Ausztenites acél (1.4301) rossz sarokkötése látható a 12. ábrán, illetve egy hasonlóan

sikertelen kötés szénacélnál 13. ábra (Lv 4/2 mm).



12. ábra

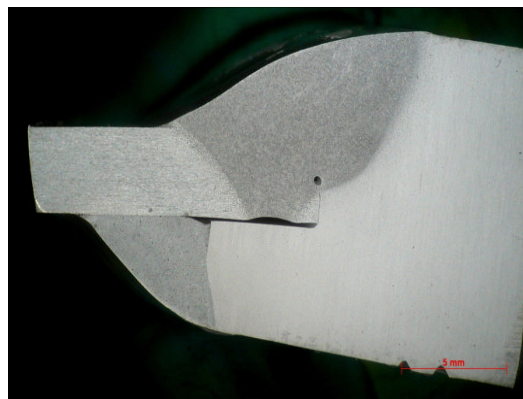


13. ábra

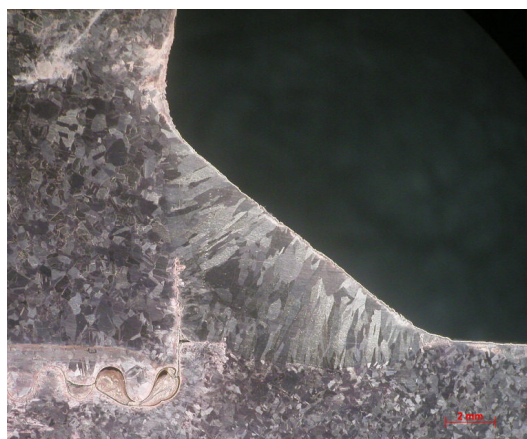
Egyes előírásoknál a csővégehegesztésnél, az elvárt varrat keresztmetszet a cső falvastagságának legkevesebb 90 % kell, hogy legyen.

Ez a követelményt a 13. ábrán bemutatott ötvöztlen acélkötés teljesíti, és a gázpórusok is a megengedhető méret alatt maradtak, de a gyökben mikro repedések láthatók.

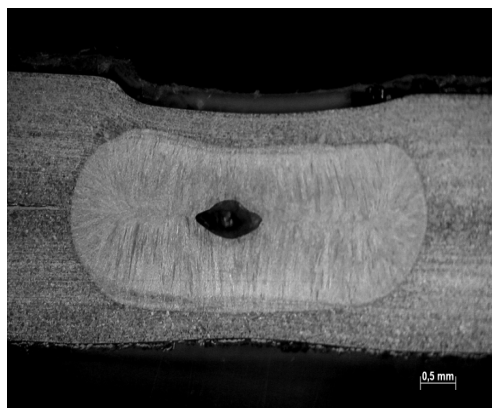
Néhány különleges esettel folytatva: ötvöztött alumínium érdekes varratkialakítása látható a 14. ábrán, sárgaréz hegesztési varrata a 15. ábrán. 16. ábrán ausztenites acél ponthegeesztése, nagy hibával az ömledékben.



14. ábra



15. ábra



16. ábra