

A RAPID WELD TECHNOLÓGIA KÖLTSÉGHATÉKONY KONFIGURÁCIÓJÁNAK KUTATÁSA

A COST EFFECTIVE RAPID WELD TECHNOLOGY CONFIGURATION

Laki Márk¹, Kuti János²

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, Magyarország

¹ laki.mark.lm@gmail.com

² kuti.janos@bgtk.uni-obuda.hu

Abstract

The research focuses on determining the application parameters of a new process developed by Cloos. With the use of Cloos Rapid Weld technology (metal active gas welding), the authors carried out welding experiments on S235JR steel sheets (6 mm and 8 mm thick). The results of the welding experiments were verified by hardness measurement [1-3]. The goal is to establish one side one row suitable welded joint by the used technology.

Keywords: *Rapid weld, Cloos, hardness.*

Összefoglalás

A kutatás egy Cloos által fejlesztett új eljárásváltozat alkalmazási paramétereinek meghatározására koncentráll. Az alkalmazott Cloos Rapid Weld technológiával (huzalelektrodás védőgázos ívhegesztés) S235JR-acéllemezeken (6mm és 8mm vastag) hegesztési kísérleteit végezték a szerzők. A hegesztési kísérletek eredményeit keménységméréssel ellenőrizték [1–3]. A cél az alkalmazott technológiával az adott lemezeken egy oldalról egy sorban varratot létrehozni, mely eleget tesz a követelményeknek.

Kulcsszavak: *rapid weld, Cloos, keménység.*

1. Bevezetés

A hegesztéstechnológia, beleértve az eljárásokat és az áramforrásokat, az elmúlt évtizedekben rohamosan fejlődni kezdett. Az ipar nagy teljesítményt, reprodukálhatóságot és jó minőséget követel meg a hegesztett szerkezetek gyártása során. A különböző cégek az új eljárásokat saját márkanévvel jelölik, mely inkább csak utal a technológia sajátosságaira. Számos új megnevezéssel találkozhatunk ennek következtében. Az egyes eljárások alkalmazható paramétereit azonban nem minden esetben közli a gyártó. Mérésekkel meghatározhatók az egyes áramforrások, eljárások, sőt paraméter-együttesek korlátai.

2. Rapid Weld és a T.I.M.E. technológia

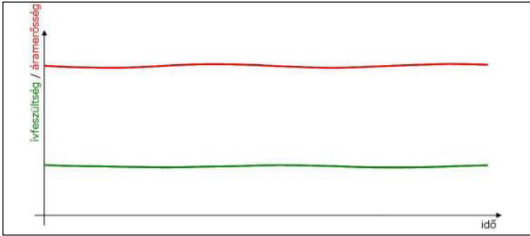
A Cloos Rapid Weld technológiája a T.I.M.E. (Transferd Ionoized Molten Energy) eljárások közé tartozik [4]. Jellemzően az ívhegesztés teljesítményének növelésével emelik a gyártás volumenét, illetve a huzalelőtolási sebesség növelésével csökkenthető az anyagátvitel zavar okozta hibák száma.

A Rapid Weld technológia a szabad huzalhossz függvényében szabályozza az áramerősséget. Az így létrejött varrat teljes hosszában egyenletes beolvadást mutat, még megnövelt szabad huzalhossz esetén is. Ezt az eljárásváltozatot jellemzi a nagy teljesítmény, a huzalelőtolási sebesség,

amely 14 m/perc és 34 m/perc közötti értéket is felvehet, miközben az áramerősség jellemzően 400-tól 550 A-os tartományban mozog.

Főként acélemezek hegesztésére használják ma az iparban, főként daruelemek és nyomástartó edények gyártása során [5].

Az **1. ábra** a Rapid Weld technológia során az áramerősség és az ívfeszültség alakulását mutatja be.



1. ábra. Rapid Weld-áramerősség/-ívfeszültség alakulása

3. Felhasználási lehetőségek kutatása

A kutatásban arra kerestük a választ, lehetséges-e a technológiát közepesen vastag lemez hegesztésére alkalmazni azzal a céllal, hogy csökkentjük a gyártáshoz szükséges időt, az ívhegesztési eljárások során alkalmazható paraméter beállítások alkalmazásával [6–8].

A vizsgálatokat 6 mm és 8 mm vastag S235 JR-acélemezekeken végeztük. Azzal a szándékkal végeztük a kísérleteket, hogy egy oldalról, egy sorból hozzunk létre elfogadható minőségű varratot. A vizsgálathoz M21-es védőgázkeveréket használtunk. A Linde által gyártott Corgon-összetétel 18% CO₂-t és 82% Ar-t tartalmaz, a szabvány megnevezése „ISO 14175 –M21 – Arc – 18”.

3.1. Kísérletek

A próbák során S235 JR általános rendeltetésű acélt használtunk, a lemezvastagság (8 mm). A kitűzött cél az elfogadható minőségű varrat létrehozása egy oldalról egy sor alkalmazásával [9–11]. A 2018-as tapasztalatainkból kiindulva a megszokottnál rövidebb, 100x150 (mm)-es lemezt alkalmaztunk, mivel a termikus terhelés miatt hosszabb jó minőségű varratok stabil készítése nagyon nehéznek bizonyult, illetve a próbadarabok korlátozott száma miatt próbáltuk a lehető legtöbb próbát kialakítani a meglévő anyagmennyiségből.

A próbák során a fő változó a lemezek leélezése volt. 0°-tól 45°-os leélezésig vizsgáltuk a lehetőségeket. 0°-os, 15°-os, 30°-os és 45°-os darabokból

5-5 db készült előkészítésre. A leélezéseket gyalu segítségével hoztuk létre, valamint a felső oxidréteget eltávolítottuk a fém felszínéről, közvetlenül a hegesztés előtt pedig megtisztítottuk a próbadarabokat, hogy szennyeződés ne befolyásolja a végeredményt.

Három próbahegesztést végeztünk a hegesztőberendezés kalibrálásához, mielőtt megkezdtük a munkát a próbadarabokon. Az elvégzett teszt alapján áramerősség tekintetében a 345-365 A közötti zónában dolgoztunk, feszültség tekintetében 40-43 V-os értékkel dolgoztunk.

Minden esetben az azonos leélezésű szöggel rendelkező darabok közül 2 db-ot hézag nélkül hegesztettünk, 2 db-ot 1mm-es hézaggal, míg 1 db-ot 2mm-es hézaggal. Ezzel az volt a célunk, hogy legyen tapasztalatunk, hogy az eljárás mennyire érzékeny a pontos beállításra. A **2. ábra** egy nem megfelelő koronaoldalú kísérleti mintát mutat be.

Az **1. táblázatban** összefoglaltuk, hogy milyen különböző beállításokkal készítettük el a hegesztési próbákat, illetve hogy szemrevételezés alapján melyeket tartottuk megfelelőeknek.

1. táblázat. Kísérleti paraméterek összefoglalása

Leélezés szöge (°)	Hézag mérete (mm)	Élszalag (i/n)	Megfelelőség (i/n)
0	0		nem felelt meg
15	0		megfelelt
15	0	x	megfelelt
30	0		megfelelt
30	0	x	megfelelt
45	0		nem felelt meg
45	0	x	nem felelt meg
0	1		nem felelt meg
15	1		megfelelt
15	1	x	megfelelt
30	1		nem felelt meg
30	1	x	nem felelt meg
45	1		nem felelt meg
45	1	x	nem felelt meg
0	2		nem felelt meg
15	2		nem felelt meg
30	2		nem felelt meg
45	2		nem felelt meg



2. ábra. Nem megfelelő koronaoldal



3. ábra. Sikeres 15°-os varrat

Az élszalag esetünkben egy vékony, 1 mm-es, 45°-os letörést jelent, melyet sarokcsiszoló segítségével, kézzel készítettünk a leélezett darabokra.

Szemrevételezés eredményeképpen azt állapítottuk meg, hogy a 15°-os leélezés és 1 mm hézag beállításával alakíthatunk ki legjobb varratot (3. ábra).

A 2 mm hézag olyan nagy volt, hogy egyszerűen átfújta rajta a nagy áramerősség hatására a hozaganyagot a védőgáz. 0 mm hézag alkalmazása mellett a 15°-os és a 30°-os leélezéssel is megfelelő varratot tudtunk létrehozni (3. ábra). A kísérletekből az kitűnt, hogy amit eredetileg célul tűztünk ki, hogy leélezés nélkül valósítsuk meg a hegesztést, az nem valósult meg.

4. Darabolás, csiszolás, polírozás

A darabok beolvadását és a varrat megfelelőségét keménységméréssel és a metallográfiai vizsgálatokkal ellenőriztük. Ezekhez a vizsgálatokhoz az alábbi módon készítettük elő a darabokat.

A daraboláshoz egy Bomar STG 230 G-fűrész használunk, amelynek a segítségével folyamatosan hűtés mellett tudtuk elvégezni a vágást, így nem befolyásoltuk a kialakult szövetszerkezetet.

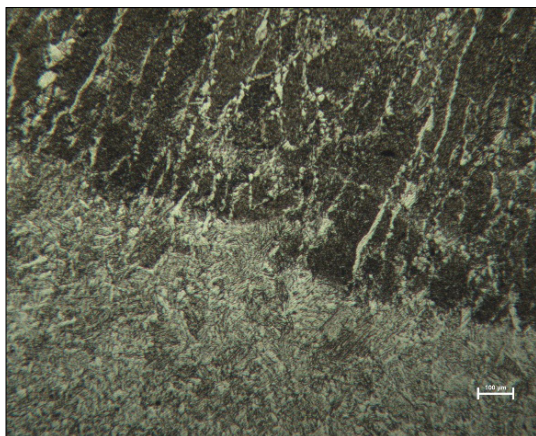
A csiszolást és polírozást egy Struers LaboForce-50-es berendezésen végeztük el. Struers Waterproof SiC-csiszolópapír használatával fokozatosan növelve a csiszolás finomságát 60; 120; 250; 500; 800; 1200-as papírt használva készítettük elő a darabokat. A csiszolás végeztével elsőként 3 µm-es érdességen majd 1 µm-es érdességen végeztük el a polírozást. Nital 3-típusú, savas kémhatású anyaggal marattuk a minták felszínét. Az így előkészített darabokat vizsgáltuk meg fénymikroszkóp segítségével [12–14].

Az elkészült kötések nem mutatták a martenzit megjelenését. A várt ferrit-perlites szövet látható az elkészült képeken. A hőhatásövezet kiterjedése jól mutatja, hogy megfelelő sebességű hegesztés során a közepesen vastag lemez sincs kitéve túl magas termikus terhelésnek.

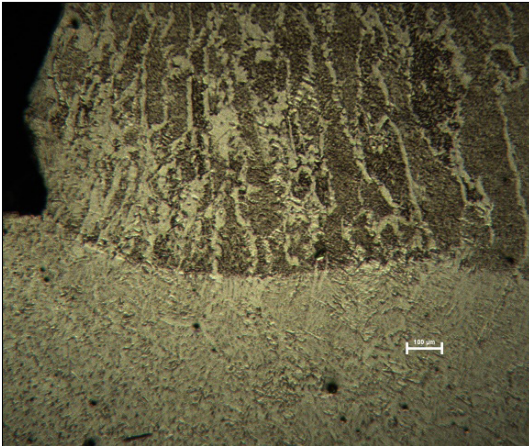
A 2 mm hézag olyan nagy volt, hogy egyszerűen átfújta rajta a nagy áramerősség hatására a hozaganyagot a védőgáz. 0 mm hézag alkalmazása mellett a 15°-os és a 30°-os leélezéssel is megfelelő varratot tudtunk létrehozni. A kísérletekből az kitűnt, hogy amit eredetileg célul tűztünk ki, hogy leélezés nélkül valósítsuk meg a hegesztést, az nem valósult meg.

A csiszolatokról készült képen jól látható, hogy megfelelő beolvadási mélységgel sikerült létrehozni a varratokat. Mind a 15°-os, mind a 30°-os leélezésnél megfelelőek lettek a hegesztési kötések.

A mintáim szövetszerkezetét miután megvizsgáltam mikroszkóppal, microVickers-kemény-



4. ábra. 15°-os, leélezés, 1 mm hézag 4x20-as nagyítás a varrat és a hőhatásövezet



5. ábra. 30°-os leélezés, 0 hézag 4x20-as nagyítás

ségmérést hajtottam végre. Vickers-eljárás esetén egy 136°-os csúcshézaggal rendelkező gyémántgúla a szűrőszerszámunk, microVickers-eljárás esetén a darab felületén egy apró, csak mikroszkóppal látható lenyomatot készítünk. A lenyomat felülete arányos a keménységgel, a két átló átlagából ezért következtethetünk az anyag keménységére.

A két minta ömledékszónájában, a hőhatásövezetben és az alapanyagban mértem 200 g terheléssel a keménységet, azzal a céllal, hogy igazoljam a mikroszkópon látott szövetszerkezetet [15–18]. Az egyes zónákban 3-3 mérést hajtottam végre, majd ezek eredményét értékeltem ki.

Az egyes minta ömledékszónájában HV 130, hőhatásövezetében HV 103, alapanyagában HV 116 keménységet mértem. A második minta ömledékszónájában HV 105, hőhatásövezetében HV 125, alapanyagában HV 121 értéket kaptam. A kapott eredmények igazolják a várakozásainkat.

5. Konklúzió

A vizsgálatok összefoglalásaként a kitűzött célt sikerült elérni. Közepesen vastag lemezt (8 mm) sikerült a Rapid Weld technológiával egy oldalról egy sorból hegeszteni, és elfogadható minőségű varratot létrehozni. Az eredmények értékelése alapján egyértelműen a 15°-os leélezés és 1 mm-es hézag hozta a legjobb eredményt (4. ábra). A 15°-os és 30°-os (5. ábra) leélezéssel hézag használata nélkül készült darabokon látható hogy a sarokvarrat vízszintes lemezébe kisebb a beolvadás mértéke, de még így is elfogadható minőségű varratok hozhatók létre. Ugyanakkor az is megállapítható, hogy a leélezés nélküli darabok ebben az anyagvastagságban nem lettek megfelelőek.

Az eljárásra jellemző nagy sugár- és hőterhelés miatt javallott az automatizálás, amellyel tovább javítható a varrat minősége, így a hézag nélkül történő hegesztés bizonyulhat a legjobb megoldásnak jobb költséghatékonysága miatt.

Végül a varrat minőségének javítására alkalmazhatunk három- vagy négykomponensű gázkeveréket, ezek az ívstabilitás javításával jobb szélbeolvadást biztosíthatnak.

A kísérletet lehet folytatni még olyan irányba, hogy a hegesztés automatizált, illetve ha az élelőkészítéseket lángvágással vagy plazmavágással végezzük el.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet kívánnak mondani a magyar államnak és az Európai Uniónak az EFOP-3.6.1-16-2016-00010. számú projekt keretében nyújtott támogatásért.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Balogh A.: *Hegesztő szakmérnöki jegyzet*. Miskolci Egyetem
- [2] Szunyogh L., Artinger I., Romvári P.: *Hegesztés és rokkontológiák*. Gépipari Tudományos Egyesület
- [3] Béres L., Gáti J., Gremesberger G., Komócsin M., Kovács M.: *Hegesztési Zsebkönyv*. 2003
- [4] Cloos: *Rapid Weld - That's what efficiency looks like!* (2019.11.05)
<https://www.cloos.de/de-en/processes/details/rapid-weld/>
- [5] Biszku G.: *Vastaglemezek hegesztése*. Miskolci Egyetem.
- [6] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Hegesztéstechnika I. Eljárások és gépesítés*. Műszaki Tudományos Füzetek 9., EME, Kolozsvár, 2010.
<https://doi.org/10.36242/mtf-09>
- [7] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Hegesztéstechnika II. Berendezések mérések*. Műszaki Tudományos Füzetek 10., EME, Kolozsvár, 2010.
<https://doi.org/10.36242/mtf-10>
- [8] Bitay E., Bagyinszki Gy.: *Ívhegesztési eljárásváltozatok fejlesztései*. XXII. FMTÜ. Műszaki Tudományos Közlemények 7., EME, Kolozsvár, 2017. 99-102.
<https://doi.org/10.33895/mtk-2017.07.17>
- [9] Kuti J.: *Vastaglemez X varratos kötéseinek kiváltása szűkített V varrattal*. Szakdolgozat, Óbudai Egyetem, Budapest 2017.
- [10] Gyura L., Fehérvári G., Balogh D.: *Szabályozott anyagátviteli fogyóelektródás védőgázos hegesztések vizsgálata*. In: 25. Jubileumi Hegesztési Konferencia, Budapest, 2010. május 19–21.
http://hegkonf2010.uni-obuda.hu/17_Gyura_Fehervari_Balogh_Hegkonf2010.pdf

- [11] Kristóf Cs.: *Korszerű MIG/MAG eljárásváltozatok minőségirányítási értékelése*. Messer Hungarogáz Kft.
https://www.messer.hu/documents/20598/464486/Cikk_KCS_MIG-MAG-eljarasok-ertekelese_Hegesztetechnika-2015_4_szam.pdf/10cc0d0d-bb94-46eb-a984-7f17a9435d45 2019.11.05.
- [12] Réger M., Füredi E., Tóth L.: *Relationship between the conditions of solidification and the primary microstructure in the case of steels* In: Conference on Heat Treating, 1992, 70–73.
- [13] Réger M., Tóth L.: *A primer dendrittávolság meghatározási lehetőségei*. Kohászati Lapok 127/6. (1994) 237-240.
- [14] Tóth L.: *Examination of the Properties and Structure of Tool Steel En 1.2379 Due to Different Heat Treatments*. European Journal Of Materials Science And Engineering 3/3. (2018) 165–170.
- [15] Dima A., Tóth L., Minea A: *Some aspects of computer-aided planning of the heating process during heat treatment and hot forming*. In: Euromat '94. Topical Conference, 1994. 1286–1290.
- [16] Tóth L., Erdélyi Á.: *Programming of Computerized System for In Situ Investigations of transformations in Metal and Alloys*. Bulletin of the Polytechnic Institute of Jassy XLII/3-4. (1996) 591–592.
- [17] Réti T., Felde I., Tóth L.: *Computer Simulation of Steel Quenching*, In: Druga L., Kolozsváry Z., Vermesan G., Kocsis Baán M., Bolos V. (szerk.) 12-th National Heat Treating Conference Marosvásárhely, Románia, 1997. 89–95.
- [18] Dima A., Tóth L., Badarau Gh., Minea A. A., Vizureanu P.: *Experimental Determination of Optimum Size of the Austenitic Grain by Means of the Heat Treatment Cycles in Laboratory Conditions*. Institutul Politehnic Iasi, Buletinul Secția Știința și Ingineria Materialelor 44/1-4. (1998) 125–133.