

A CMT PIN HEGESZTÉS VILLAMOS ÉS HEGESZTÉSTECHNOLÓGIAI PARAMÉTEREINEK KAPCSOLATA, HATÁSUK

RELATION AND IMPACT OF ELECTRICAL AND WELDING PARAMETERS OF CMT PIN PROCESS

Somoskői Gábor¹, Dr. Török Imre²

ABSTRACT

The industrial demand drives to develop high-performance welding process, like CMT PIN. The requirement in the automotive industry for safe joining between metallic and non metallic parts, mainly in the light-gauge area, requires welding processes with maximum process stability and adjustable, reduced heat input. The spatter and the heat impact of the ground material should be decreased; the economical figures of the whole process have to be increased. The CMT, this new welding approach which incorporates the wire feeding into process control satisfies these different demands. The strength of joint between metallic and non metallic parts is based on the welded PIN shape. In the second part contains the responsible parameters to define the geometry of the welded CMT pin. Finally, the future outlook and further investigation is covered.

1. BEVEZETÉS

Az autópárban alkalmazott új technológiák és anyagok szükségessé teszik a kötést fémek (alumínium, horganyzott acéllemez), valamint nemfémek (gumi, műanyag) között [1]. Igaz, ívhegesztéssel csak fémek hegeszthetők, mégis, a CMT PIN technológia segítségével a fémek felületén olyan háromdimenziós struktúrák hozhatók létre, amelyek javítják, és jobban lehetővé teszik a fémek és szerves anyagok kötését, erre mutat példát az 1. ábra. Az eljárással a fémek felületén szögek, csapok felhegesztésével egyszerű geometriát hozunk létre, amelyek a ragasztás során megtízszerezik a kötés hosszirányú szilárdságát.

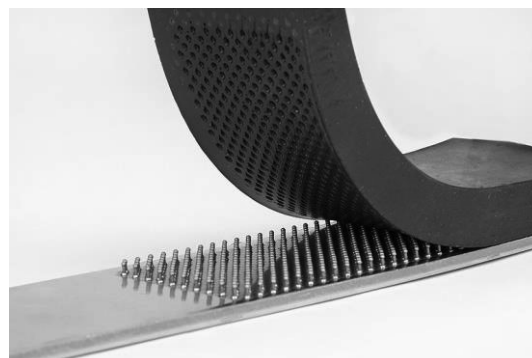
2. AZ ELJÁRÁS ELVE ÉS FOLYAMATA

A CMT hegesztő berendezés két huzal előtolóval rendelkezik. Az első feladata a folyamatos és stabil, pontos huzal előtolási

sebesség létrehozása. A második a hegesztő pisztolyba épített és alkalmas a huzal előtolás irányát megváltoztatni több tucatszor másodperc alatt. Ezáltal egy két lépés előre, egy lépés hátra mozgást kapunk. Speciális puffer szükséges a két előtoló között.

Amikor a huzal megérinti a munkadarabot, rövidzár keletkezik. A digitális szabályzás ezt érzékelve a hegesztő áramot lecsökkenti, és az ívet megszakítja. A huzal visszahúzását követően a hegfürdő felületi feszültsége a felelős a cseppelválásért. Rögtön a cseppelválás után a huzal újra előre halad, az áramerősség megnő és a folyamat újra indul [2].

A felhegesztett szögek jellemzően 3 mm hosszúak és az alkalmazott hegesztőhuzalnak megfelelően 0.8 – 1.2 mm átmérőjűek. A szög geometriai kialakítása választhatóan hengeres, hegyes, vagy gömb alakú lehet. A gömb alak esetén a ragasztott kötés a cipzár effektus miatt nagyobb szilárdsággal rendelkezik.



1. ábra. Kötés létrehozása fémek és nemfémek szerkezeti elemek között

A hegesztő eljárás az alábbi lépésekből áll:

- *Előmelegítés.* A huzal megérinti a lemezt, rövidzár keletkezik és 60 A áramerősséggel 3 ms hosszan az érintkezés talppontját, valamint a huzalt előmelegíti.
- *Hevítés.* 58 A áramerősséggel a villamos ív ég 40 ms hosszan. A huzal a munkadarab felé halad, azt megérintve az ív kialszik, a huzal és az alaplemez között hegesztett kötés jön létre.

¹ ügyvezető, Froweld Kft, PhD hallgató,

² egyetemi docens, témavezető Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék

- *Visszahúzás, egyengetés.* A huzalt 6 ms ideig visszahúzzuk. Ezáltal a huzal kiegyenesedik.
- *Lehülés.* 300 ms szünet teszi lehetővé a kötés lehülését.
- *Geometria kialakítása.* A huzalra 78 A erősségű áramot adva, visszahúzzuk 30 ms ideig. Ezen áram és a huzal visszahúzás egymáshoz viszonyított időbeli lefolyása meghatározza a keletkezett szög geometriai alakját.

Irodalmi adatok szerint a kötés hő folyamatainak leírására alkalmas a háromdimenziós Goldak hőforrás [3]:

$$q = q_0 e^{-3\left(\frac{x}{x_0}\right)^2} e^{-3\left(\frac{y}{y_0}\right)^2} \quad (1)$$

$$q_0 = \eta \frac{6\sqrt{3UI}}{x_0^2 y_0 \sqrt{\pi\pi}} f \quad (2)$$

A keletkezett kötés tengelyszimmetrikus, így elegendő $x - y$ irányban modellezni a hő folyamatot, ahol az y tengely a forgástengely.

A hőforrás két részre osztották, egyik az alaplemeze, a másik a szögre hat. A (2) képletben szereplő f viszonyszám leírja, mennyi hő kerül az alaplemezbe, illetve a szögre.

$$f = f_{szög} + f_{alaplemez} \quad (3)$$

3. AZ ÁRAMÁTADÁS ÉS A SZABAD HUZALHOSSZ FONTOSSÁGA

Az irodalomban felmerül, hogy az áramátadó – huzal közötti áramátadás helye, voltaképpen a szabad huzalhossz meghatározó a keletkezett szög geometriai formájára és hosszára. Ezért egy speciális áramátadót, a Contec-et használják a kísérlet folyamán (ld. 2. ábra).



2. ábra. Contec áramátadó szerkezeti felépítése

Ez az áramátadó két részből áll, amelyet rugók nyomnak össze, illetve a köztük levő hegesztő huzalra. Ezáltal az áramátadó kopásától, a hegesztő huzal átmérő tűrésétől, a

tekercsben levő huzal keménységétől és hidegalakítási mértékétől függetlenül mindig azonos az áram átadás helye, vagyis a szabad huzalhossz.

További előnye a fent leírt áramátadó rendszernek, hogy az élettartama hosszabb, mint a hagyományos, így a mellékidőket csökkenteni és ez által a termelékenységet és a hatékonyságot növelni lehet [4].

4. KÍSÉRLET A SZÖG GEOMETRIÁJÁNAK MEGHATÁROZÁSÁRA

A hegesztett szög geometriai formája lehet hengeres, hegyes és gömbszerű. Mivel a későbbi - fém és nem fém anyag közötti - ragasztott kötés szilárdságára a forma a meghatározó, így nagyon fontos ennek egzakt meghatározása, valamint kézbentartása a hegesztési paraméterekkel.

Feltételezések szerint a geometriát egyértelműen a következő paraméterek határozzák meg:

- A szabad huzalhossz,
- Az ötödik fázisban (geometria kialakítása) az áramerősség és huzalvisszahúzás időbeli lefolyása

A hegesztési kísérletek során a szabad huzalhosszt három lépcsőben változtattuk, tolmérővel 0.1 mm pontossággal beállítva.

A huzalvisszahúzás időbeli lefolyására a hegesztőgép szinergikus görbéje által adott értékhez képest százalékos eltérési lehetőség volt. Ezt öt fokozatban változtattuk, -1, 0, 1, 2, 3 értékek között.

Az 1. táblázat mutatja a kísérleti mátrixot. Az itt szereplő számok az egyes kísérletekhez rendelt áram – feszültség diagram számát jelenti.

	-1	0	1	2	3
7.9 mm	11	12	13	14	15
9.6 mm	21	22	23	24	25
13.6 mm	31	32	33	34	35

1. táblázat A kísérleti mátrix

A kísérlethez használt eszközök, anyagok:

- Fronius 3200 CMT hegesztő berendezés,
- ABB IRB 1200 hegesztő robot,
- G3Si hegesztő huzal, 1.2 mm átmérő,
- S355J2 alapanyag,
- M21 védőgáz,
- Metrix OX 6062-C 2 csatornás digitális oszcilloszkóp,
- Fronius Contec áramátadó.

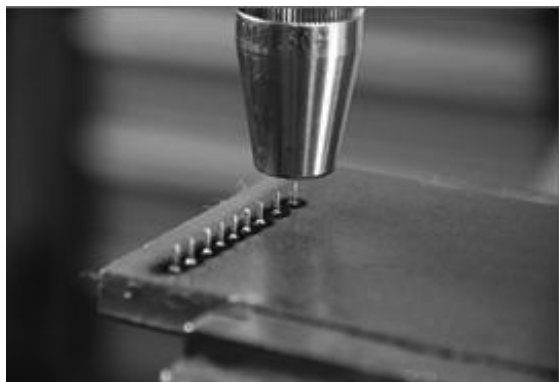
A hegesztési pozíció vízszintes, PA volt. Minden egyes hegesztésnél rögzítettük a digitális oszcilloszkóp segítségével a feszültség és az áramerősség időbeli lefolyását. A

mintavételezési idő 0.008 másodperc volt. A jellemző adatok egy részét mutatja a 2. táblázat.

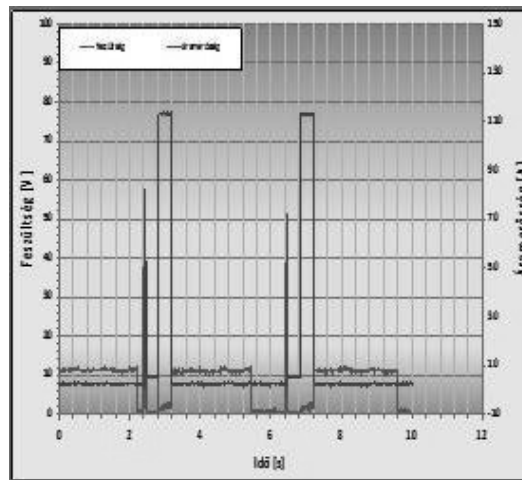
Waveform		Waveform	
m ₁		m ₂	
t (s)	Ampers	t (s)	Volts
0.000	2.285	0.000	11.541
0.008	2.285	0.008	11.541
0.016	2.773	0.016	11.053
0.024	2.285	0.024	11.053
0.032	3.261	0.032	11.541
0.040	2.285	0.040	11.053
0.048	2.285	0.048	10.564
0.056	1.797	0.056	12.029
0.064	2.773	0.064	11.541
0.072	2.285	0.072	11.541
0.080	3.261	0.080	11.541
0.088	2.285	0.088	10.564
0.096	2.773	0.096	11.541
0.104	2.773	0.104	11.541
0.112	2.285	0.112	10.564

2. táblázat Jellemző feszültség és áramerősség lefutások

A keletkezett hengeres kialakítású kötés képét a 3. ábra, az áram és feszültség lefutását a 4. ábra mutatja.



3. ábra Hengeres kialakítású hegesztett szög. Szabad huzalhossz: 7.9 mm, korrekció -1

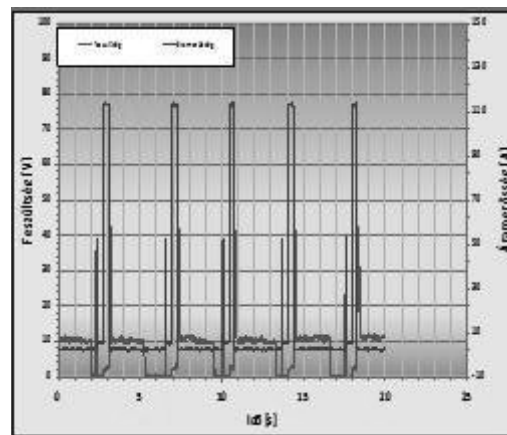


4. ábra A 3. ábrán látható kötés jellemző áramerősség feszültség diagramja

A kísérleti mátrix másik oldalán – 13.6 mm szabad huzalhosszt és 3-as korrekciót alkalmazva – a geometria gömb alakú lett. Ennek oka, hogy az utolsó fázisban a huzalra adott áramerősségnek kellő idő áll rendelkezésére a huzal visszahúzása előtt, hogy a keletkezett ellenállás hő a huzalt megolvassza, így keletkezik a gömbszerű vég. Ezt ábrázolja az 5., illetve a 6. ábra.



5. ábra Gömb kialakítású hegesztett szög. Szabad huzalhossz: 13.6 mm korrekció 3.



6. ábra A 3. ábrán látható kötés jellemző áramerősség feszültség diagramja

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A feltételezés az, hogy a keletkezett hegesztett szög geometriáját a szabad huzalhossz és a korrekció változtatásával kézben lehet tartani. A kísérlet bebizonyította, hogy a szabad huzalhossz változásnak nincs hatása az alakra. Ennek oka, hogy a villamos folyamatok pontosan vezéreltek, a geometriai kialakítás rövidzárbán történik a Joule-hő hatására, így a szabad huzalhossz az eljárásnál nem technológiai paraméter. Ez ellentétes a fogyóelektródás hegesztésnél megszokott felfogással, ahol a huzal kinyúlásnak fontos szerepe van. A huzal elszakadása során végbemenő folyamatok hagyományos értelemben nem tekinthetők fogyóelektródás hegesztési eljárás részének [5].

Az is kiderült, hogy a geometriai forma kialakításáért egyedül az utolsó fázisban a huzal visszahúzás és a hevítő áram egymáshoz viszonyított időbeli lefutása számít. Ha a hevítő áram megkezdése után szinte azonnal elkezdjük a huzalt visszahúzni, a Joule-hőnek nincs ideje az olvadási hőmérséklet közelébe hevíteni a huzalt. Így a huzal alacsony hőmérsékleten szakad el és hengeres alakú lesz.

Amennyiben a visszahúzást később kezdjük el, és az ellenálláshő már szinte az olvadáspontig hevítette a huzal anyagát, a szakadáskor gömbforma fog kialakulni. Érdekes megjegyezni, hogy ebben az esetben villamos ív keletkezik a szakadt huzal két vége között, ami valószínűleg a nagy hőmérséklet miatti könnyebb emisszió eredménye. Ez is segít létrehozni a leolvadt huzalvégeket.

További kísérletet és vizsgálatot igényel a gömbforma alakú kötés hő technikai és mechanikai folyamatának végeselemes modellezése, a geometria kézben tartásának jobb megértése céljából.

6. IRODALOM

- [1] **W.S. Miller, L. Zhuang, J. Bottema, A.J. Wittebrood, P. De Smet, A. Haszler, A. Vieregge:** Recent development in aluminium alloys for the automotive industry, *Materials Science and Engineering A280* (2000) p. 37–49
- [2] **Somoskői G.:** A CMT eljárás elméleti alapjai és gyakorlati alkalmazási lehetőségei, 25. Jubileumi Hegesztési Konferencia, p. 271-281., 2010
- [3] **Lukas Wittwer and Norbert Enzinger:** Simulating the welding process of pin structures, *Sysweld Forum* 2011, 25.-26. October 2011, p. 45-54
- [4] **Tobias Rosado, Pedro Almeida, Inês Pires, Rosa Miranda and Luísa Quintino:** Innovations in Arc Welding, 5^o Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, Maputo, 2-4 Setembro 2008, p. 1.-18.
- [5] **Tetsuo Era, Tomoyuki Ueyama, Matthew Brooks:** Welding Steel Sheet with a Modified Short Circuiting Process, *AWS Detroit Section's Sheet Metal Welding Conference XIII*, Livonia, Mich., May 14–16, 2008. p. 28.-33.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben ismertetett kutatómunka a TAMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.