

# KAROSSZÉRIALAKATOS MUNKÁK SORÁN ALKALMAZOTT HEGESZTÉSI ELJÁRÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Zsótér Brigitta – Benkő Máté – Molnár Tamás Géza

**Absztrakt:** A karosszerialakatos munkák során a legismertebb eljárásokat vizsgáltuk mind statikai-, gazdaságossági- és korrózióvédelmi szempontokat figyelembe véve. Ezen eljárások kiválasztása az alkalmazásuk gyakoriságát tekintve történt. A próbatestek legyártása során a szabványos mintát használtuk, illetve a karosszerialakatosok által is használt hegesztési módszerrel és fogásokkal lettek elkészítve. A szakítóvizsgálat elvégzése után az eredményekből kiderült, hogy lényeges különbség statikailag nincs a vizsgált 4 hasonló eljárás között, a lánghegesztés egymásnak illesztett lemezek esetében, a MIG hegesztés egymásnak illesztett lemezek esetében, a MIG hegesztés lapolt lemezek esetében, és a MIG hegesztés lapolt peremezett lemezek esetében. A MIG eljárással végzett ponthegesztés bizonyult a leggyengébbnek. Viszont gazdasági szempontból az a legolcsóbb eljárás, utána a MIG hegesztővel legyártottak, végül pedig a lánghegesztés.

**Abstract:** During the locksmith works, we examined the most well-known procedures, taking into account both static, economic and corrosion protection aspects. These procedures were selected based on the frequency of their application. During the production of the test specimens, we used the standard pattern, and they were made using the welding method and grips used by body builders. After carrying out the tensile test, the results showed that there is no significant static difference between the 4 similar processes tested, flame welding in the case of joined plates, MIG welding in the case of joined plates, MIG welding in the case of lapped plates, and MIG welding in the case of lapped flanged plates. Spot welding using the MIG process proved to be the weakest. However, from an economic point of view, it is the cheapest process, followed by MIG welding, and finally flame welding.

*Kulcsszavak:* lakatos munkák, MIG hegesztés, próbatestek legyártása

*Keywords:* locksmith works, MIG welding, production of test specimens

## 1. Bevezetés

Egy gyakorlati problémára szeretnénk választ találni: melyik lehet a legtartósabb, legkorrózióállóbb, és nem utolsó sorban a legolcsóbb hegesztési és az ehhez tartozó aládolgozási eljárás karosszéria lakatos munkák esetében.

Első lépésként a témához kapcsolódó szakirodalmi munkákat áttekintve, és feldolgozva ki kellett alakítanunk szükséges vizsgálati szempontokat (Staudt, 1988) (Surányi, 1968), (Ternai, 1965), úgymint a vizsgálni kívánt hegesztési eljárásokat (Bernus, 2014), módokat (Bagyinszky–Czinege, 2006), illetve a használni kívánt korróziógátló anyagokat is. Ezt követően összetudtuk állítani a kísérlet menetét, hogy hány próbahegesztésre lesz szükség, és azokon milyen fajta méréseket vizsgálatokat kell elvégezni. A pontos eredményhez több mérésre lesz szükség. Mivel bele kell kalkulálni az emberi tényezőt is, tehát hogy hiba történhet a továbbiakban használni kívánt próbatest legyártása során, a hegesztés során vagy akár a szilárdság mérése közben is. Ezek miatt szükséges a többszörös mérés elvégzése, jelen esetben szám szerint öt darab, azonos körülmények között. Mivel nem csak egyféle hegesztési eljárás, és aládolgozási módszer létezik, ezért sorra kell

venni a leggyakrabban használtakat. Ezek után, elsősorban különféle, a hegesztés stabilitását vizsgáló szakítóvizsgálatok alá kell vetni a munkadarabokat, majd ki kell értékelni a több szakítás eredményét. Az is fontos, hogy különböző savas környezetnek kitéve mennyire ellenállóan viselkednek a különböző eljárásokkal, és anyagokkal kezelt munkadarabok. Ezután pedig a gazdaságossági számítást kell elvégezni. Jelen esetben azt számoljuk csupán, hogy egy egységnyi méretű lekezelt varrat elkészítése mennyibe fog kerülni. Legvégül a különböző adatok táblázatba foglalása után levonhatjuk a következtetéseket a kapott eredményekből, hogy melyik a legtartósabb, legkorrózióállóbb, és legolcsóbb hegesztési módszer.

## 2. Anyag és módszer

### 2.1. Próbatetek legyártása

A legelterjedtebb karosszerialakatos hegesztési eljárásokat, és illesztések kombinációit vizsgáljuk keménység, szakítószilárdság, valamint gazdaságossági szempontok alapján. Szám szerint 4 eljárást hasonlítunk össze, melyek a következők:

- lánghesztés (Heinemann–Kalányos, 2014), folyamatos varrat,
- MIG hegesztés, folyamatos varrat,
- MIG hegesztés, átfedéssel, pontozott varrat,
- MIG hegesztés, peremezve, pontozott varrat,
- MIG hegesztés, peremezve, lyukasztva.

Ezek legyártása egy Iweld Gorilla Polketmig hegesztőgép, és egy lánghesztő aparát segítségével történt. A pontos mérési eredmények érdekében több próbatet készült, pontosan 5-5 db a különböző eljárásokból, hogy össze lehessen hasonlítani a kapott eredményeket, és ezek átlagából le tudjuk vonni következtetéseinket.

### 2.2. Szakítás

A szakítás, egy QUASAR 100 típusú szabványos szakítógép segítségével történt meg. A szakítóvizsgálat hiteles elvégzéséhez szükséges a méretpontos munkadarab kialakítása, megfelelő száliránnyal vágva. A szakítógép, egy új gyártmányú szerkezet, a maximálisan megengedett húzóerővel terheli a próbatetet, és ennek segítségével kirajzolja számítógépen a terhelés által adott függvényt, amiből lehet következtetni a hegesztés jellemzőire.

### 2.3. Gazdasági számítások

Erre azért van szükség, hiszen nem csak a stabilitást, hanem az anyagi tényezőket is figyelembe kell, hogy vegyünk egy ilyen munka tökéletes, és legolcsóbb elvégzése érdekében. Az alap koncepció, az adott eljárással egy egységnyi, 1 m-es darab elkészítéséhez szükséges anyagok, felhasznált hegesztőhuzal, gáz árának a kiszámítása, majd összehasonlítása.

Jelen esetben lánghesztőt használunk, ahol költségként merülhet fel az oxigén, illetve acetilén gázok, valamint az alkalmazott hozaganyag, a lág drót. Ezek fényében a feladat első lépése a szükséges gázmennyiség, mind acetilén, mind oxigén esetében, illetve a varrat elkészítéséhez szükséges drótmennyiség meghatározása.

A másik eljárásnál a MIG hegesztést használtuk, ahol költségként merülhet fel a szén-dioxid, illetve a hegesztőhuzal, és az áram költsége. Ezek fényében a feladat első lépése a szükséges mennyiségek meghatározása.

### 3. Eredmények és értékelésük

#### 3.1. Folyamatos varrat lánghegesztéssel

A 3. és 4. szakítást kivéve a sorból, az eredményekből egyértelműen kitűnik, hogy a próbatestek által felvett legmagasabb értékek átlaga a 6542,33 N (1. táblázat). A szakítópróbák során kiderült, hogy a lánghegesztéses eljárást használva két egymáshoz illesztett felület hegesztése során a varrat elég erősnek bizonyult ahhoz, hogy az sértetlen maradjon és a lemez megnyúlás után szakadjon el távol a hegesztett felülettől. Ötből két szakítás során keletkezett értékelhetetlen eredmény a varrathibáknak köszönhetően. De ezek leszámítása után egyértelmű eredmény olvasható ki.

1. táblázat: Lánghegesztés próbatestek értékei

Próbatest kód	Vizsgálati dátum	Vastagság [mm]	Szélesség [mm]	Ft [N]	Fm [N]	Rm [N/mm <sup>2</sup> ]
131/1/1	2021. 10. 26.	1	20	96,5	6473,5	323,67
131/1/2	2021. 10. 26.	1	20	90,5	6703,5	335,17
131/1/3	2021. 10. 26.	1	20	96	3922,5	196,13
131/1/4	2021. 10. 26.	1	20	90	3966,5	198,32
131/1/5	2021. 10. 26.	1	20	81	6450	322,5

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

Összegezve, következtetésként az vonható le a szakítóvizsgálat eredményeiből, hogy a megfelelő, hibátlanul elvégzett hegesztési eljárás megfelelt az elvárásoknak, tehát elég erősnek bizonyult ahhoz, hogy erősebb legyen, mint a két egymáshoz hegesztett lemez. Statikailag megfelelő eljárás a karosszériázás során.

#### 3.2. Folyamatos varrat MIG eljárással

Az 5. szakítást kivéve a sorból a maximálisan a próbatestek által felvett nyomaték értékek átlaga az 5862.75 N (2. táblázat). A szakítópróbák során kiderült, hogy a MIG eljárással, folyamatos varratot használva két egymás melletti lemezen alkalmazva, a hegesztési eljárás megfelelt a követelményeknek, a próbatestek a selejteket kivételével a hegesztett felülettől távol szakadtak el megnyúlást követően.

A selejtek a hegesztési hibákból eredendően keletkeztek, mint például a kevés áramerősség, vagy a hézag hiánya a hegesztett felületek között.

2. táblázat: MIG hegesztés próbatetek értékei

Próbatetest kód	Vizsgálati dátum	Vastagság [mm]	Szélesség [mm]	Ft [N]	Fm [N]	Rm [N/mm <sup>2</sup> ]
131/2/1	2021. 10. 26	1	20	85,5	5705	285,25
131/2/2	2021. 10. 26	1	20	45,5	5990	299,5
131/2/3	2021. 10. 26	1	20	35	6260	313
131/2/4	2021. 10. 26	1	20	63	5496	274,8
131/2/5	2021. 10. 26	1	20	83	4544,5	227,23

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

Összegezve, következtetésként az vonható le a szakítóvizsgálat eredményeiből, hogy a megfelelő, hibátlanul elvégzett hegesztési eljárás megfelelt az elvárásoknak, tehát elég erősnek bizonyult ahhoz, hogy erősebb legyen, mint a két egymáshoz hegesztett lemez. Statikailag megfelelő eljárás a karosszériázás során.

### 3.3. Lappolt hegesztés MIG eljárással

Az eredményekből tisztán látszik az 1. próbatetest eredményeinek kivétele után, hogy a próbatetek által legmagasabb terhelési értékek átlaga a 6276.875 N (3. táblázat). A MIG eljárással hegesztett, lapolással illesztett próbatetek szakításakor kiderült, hogy az eljárás megfelel a követelményeknek.

3. táblázat: Lappolt MIG hegesztés próbatetek értékei

Próbatetest kód	Vizsgálati dátum	Vastagság [mm]	Szélesség [mm]	Ft [N]	Fm [N]	Rm [N/mm <sup>2</sup> ]
131/3/1	2021. 10. 26.	1	20	98	4265,5	213,27
131/3/2	2021. 10. 26.	1	20	69,5	5875,5	293,77
131/3/3	2021. 10. 26.	1	20	34,5	6007	300,35
131/3/4	2021. 10. 26.	1	20	53	6516	325,8
131/3/5	2021. 10. 26.	1	20	-6,5	6709,5	335,48

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

A megfelelően összehegesztett próbatetek nem a hegesztés közelében szakadtak el, hanem távol attól, nyúlás következtében. A terhelés ráadása után a próbatetek összeillesztett része szétnyílt, de nem ott szakadt el. Tehát ezeknek

tudatában kijelenthető, hogy a hegesztési eljárás megfelelő a karosszériázások során, jól elvégzett hegesztés után erősebb lesz, mint maga az összehegesztett lemezek.

### 3.4. Peremezett, lappolt hegesztés MIG eljárással

A 2. és 5. eredmény kivételével az eredmények mind egybevágóak (4. táblázat). A próbatestek által legmagasabban felvehető terhelés értékek átlaga a 6431,33 N. Ezekből kiderül, hogy MIG eljárást használva, megperemezve az egymáshoz hegesztendő lemezeket, a varrat megfelelő lesz.

4. táblázat: Peremezett, lappolt hegesztés MIG eljárással

Próbatest kód	Vizsgálati dátum	Vastagság [mm]	Szélesség [mm]	Ft [N]	Fm [N]	Rm [N/mm <sup>2</sup> ]
131/4/1	2021.10.26.	1	20	40,5	6492	324,6
131/4/2	2021.10.26.	1	20	93	4224,5	211,23
131/4/3	2021.10.26.	1	20	91,5	6491,5	324,58
131/4/4	2021.10.26.	1	20	76,5	6310,5	315,52
131/4/5	2021.10.26.	1	20	58	4190,5	209,52

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

Az eredményekből kiderül, hogy a hegesztéstől távol meggyulás következtében szakadtak el a próbatestek. A terhelőerő ráadása következtében nem nyílt fel a két lemez találkozására. Karosszériás munkák esetében megfelelő eljárás. Megfelelő varrat elkészítése után a hegesztés erősebb lesz, mint az egymáshoz hegesztett felületek.

### 3.5. Ponthegesztés MIG eljárással

Ennél az eljárásnál az tapasztaltuk, hogy egy kivételével mindegyik próbatest a hegesztésnél vált el a terhelés ráadását követően (5. táblázat). A maximálisan felvett terhelés ez esetben 4842,5 N. Ebből az a következtetés vonható le, hogy nagyon nagy selejt arány miatt ez az eljárás kerülendő a hegesztések közül. Megfelelő hegesztést követően a próbatest alacsonyabb értékkel rendelkezett, mint bármelyik másik eljárás. De mivel ezeket 2 cm-re egymástól hegesztik, a terhelés megoszlik köztük.

5. táblázat: Pontozás MIG hegesztéssel, próbatestek értékei

Próbatest kód	Vizsgálati dátum	Vastagság [mm]	Szélesség [mm]	Ft [N]	Fm [N]	Rm [N/mm <sup>2</sup> ]
131/5/1	2021.10.26.	1	20	74,5	1281	64,05
131/5/2	2021.10.26.	1	20	95	4842,5	242,13
131/5/3	2021.10.26.	1	20	88,5	3622,5	181,13
131/5/4	2021.10.26.	1	20	68,5	2360	118
131/5/5	2021.10.26.	1	20	94,5	1995	97,75

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

Összegezve a szakító próba eredményeit azt tapasztaltuk, hogy egyedül alkalmazva egy pontvarratot kevés, viszont sorozatban elég lehet. Ezen felül nem szerencsés módszer tekintve azt, hogy egy régóta működő karosszerialakatos műhelyben készültek a munkadarabok az ott rendszeresen használt beállításokkal, és így is több selejt készült a hegesztések közül, mint jó varrat.

Tehát konklúzióként levonható, hogy ahol megtehetjük, alkalmazzunk másik eljárást a MIG hegesztővel végzett ponthegesztés helyett, egyéb stabilitási okok miatt. Természetesen lesznek olyan helyek is, ahol ez nem kihagyható, ez esetben alkalmazzuk az eljárást, 2-3 cm-re téve egymástól az egyes pontokat, a megfelelő stabilitás megalapozása érdekében.

#### 4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

A különálló eredmények kiértékeléséből kiderül (6. táblázat), hogy az öt eljárás közül – ami a 1. Folyamatos varrat lánghegesztéssel 2. Folyamatos varrat MIG eljárással 3. Lapolt hegesztés MIG eljárással 4. Peremezett, lapolt hegesztés MIG eljárással 5. Ponthegesztés MIG eljárással – az első négy eljárás alkalmazása során statikailag megfelelő eredményt nyújtottak a tapasztaltak. Gazdasági megfontolás tekintetében az 5. eljárás a legjobb, míg a 2., 3., és 4. az utána következő, legvégül az első. Korrózióállóság szempontjából a nagy hőbevitel miatt az első eljárás a legrosszabb, míg utána következik a lapolás miatt a 3., 4., 5., eljárás, és végül a legjobb a 2. eljárás. A gazdaságossági vizsgálat során számításokat végeztünk a villamos energiafelhasználás tekintetében, és arra a megállapításra jutottunk, hogy releváns különbségek nem adódtak.

6. táblázat: Pontozás MIG hegesztéssel, próbatestek értékei

Eljárás/Értékelési szempontok	Statikai	Gazdasági	Korrózióállósági
1. Lánghegesztés, egymásnak illesztett lemezek	5	3	3
2. MIG hegesztés egymásnak illesztett lemezek	5	4	5
3. MIG hegesztés lapolt lemezek	4	4	4
4. MIG hegesztés lapolt peremezett lemezek	3	4	4
5. MIG eljárás ponthegesztés	2	5	4

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

Napjainkban a vállalkozások a termelésben használható műszaki megoldások értékelése során magánál – jelen esetben a választott oldhatatlan kötés kiválasztásakor – nagyon körültekintően járnak el, a technológiai folyamaton túlmenően annak dinamikus gazdasági vizsgálatát is rendszeresen elvégzik, a tervezett értékekkel összehasonlítva értékelik (Gál–Kmoskó, 2008). A gyártás során a logisztikai láncban betöltött szerepét is figyelembe kell venni, mert a kapcsolódó – néha nem is szükséges – szolgáltatások jelentős többletköltséget okozhatnak (Gál, 2008). Gazdasági szempontból egyértelműen kitűnik, hogy a lánghegesztés a legrágább, utána következik a MIG folyamatos varrat, végül a MIG pontvarrat. A fenti eredményeket összegezve a három szempont összehasonlításának következtében elmondható, hogy a leginkább alkalmazandó eljárás a 2. MIG hegesztőgéppel egymásnak illesztett lemezek hegesztése. Ez után következik a 4. eljárás, ami csupán csak egy fokkal jobb a 3. MIG hegesztés lapolt lemezek esetén eljárástól. A különbség, hogy terhelés során ott nem nyílt fel a hegesztés, holott a szakítószilárdsága ugyanannyi mindkettőnek. Az 5. ponthegesztéses eljárást nem lehet sok helyen kikerülni, de ezek tanulságából levonható az a következtetés, hogy kerülni kell a használatát, és inkább a fentiek valamelyikét kell alkalmazni a legjobb, és legtökéletesebb munka elérésének érdekében. Az eredményekből kitűnik, hogy a lánghegesztés idejémmúlt, mind gazdasági, mind pedig korrózióállósági szempontból rosszul teljesített, ezáltal kerülendő a használata. Egyedüli előnye a társaival szemben, hogy a használatához nem kell megtakarítani a felületeket fémtisztára, amivel a többi eljáráshoz képest időt takaríthatunk meg.

## Irodalomjegyzék

- Bagyinszky Gy., Czinege I. (2006): *Fémek gyártási eljárásai*. Széchenyi István Egyetem, Győr.
- Bernus F. (2014): *Hegesztő mestervizsgára felkészítő jegyzet*. Magyar Kereskedelmi és Iparkamara, Budapest.
- Gál J. (2008): *A logisztika alapjai*. IM Informatikai Magániskola Kft. Hódmezővásárhely.

- Gál J., Kmoskó É. (2008): *Connecting Points of Logistics, Product Management and Controlling at Manufacturing Companies*. Analecta Technica Szegedinensia. Szeged, vol. 2 No 1. pp. 31-37.
- Heinemann G., Kalányos F. (2014): *Karosszerialakatos vizsgára felkészítő jegyzet*. Magyar Kereskedelmi és Iparkamara, Budapest.
- Staudt, W. (1988): *Gépjárműtechnika*. Omár Bt., Székesfehérvár.
- Surányi E. (1968): *Az autó*. Táncsics könyvkiadó, Budapest.
- Ternai Z. (1965): *A gépkocsi*. Műszaki könyvkiadó, Budapest.