

MAHEG mesterkurzus Korszerű ívhegesztés

VI. rész
TIG-hegesztés

Dunaújváros,
2023. június 15.

9:00 – 9:30 Elektronikus áramforrások a volfrámelektrodás, védőgázos ívhegesztés különleges alkalmazásaihoz

[Kristóf Csaba, MAHEG]

9:30 – 10:00 Teljesítménynövelés módszerei alumínium TIG-hegesztéséhez

[Dr. Gyura László, Linde Magyarország Zrt.]

10:00 – 10:10 Bemutatkozás

Kávészünet

11:00 – 11:30 A TIG-hegesztés csodálatos világa [Nagy Ferenc, REHM Hegesztéstechnika Kft.]

11:30 - 11:50 Légzésvédelem TIG-hegesztésnél [Borbély Csaba, Dr. Kővágó Csaba, Cooptim Kft.]

11:50 – 12:00 Orbitális hegesztőgép-vezérlő alkalmazás (app) [Horváth Tibor, OrbitalChamp]

12:00 Ebéd



13:00 – 16:00

Bemutatók, konzultáció

- Rehm Hegesztéstechnika Kft.**
- Linde Gáz Magyarország Zrt.**
- Cooptim Kft.**

Kiállítók:

Horváth Tibor (orbitális TIG-hegesztés)



ISO 4063:2023

Osztályozás védőgáz és hozaganyag alapján

141 TIG-hegesztés **tömör hozaganyaggal**

143 TIG-hegesztés **portöltetű hozaganyaggal**

145 TIG-hegesztés semleges + redukáló gázzal és **tömör hozaganyaggal**

146 TIG-hegesztés semleges + redukáló gázzal és **portöltetű hozaganyaggal**

147 TAG-hegesztés

Áramnem

- Egyenáram, egyenes polaritás (DCEN)
- **Egyenáram, fordított polaritás (DCEP)**
- Váltakozóáram (AC)

Különleges alkalmazások

- TIG-hegesztés impulzusos árammal (Pulsed TIG welding*)
 - **Kis impulzusfrekvencia (< 3 Hz)**
 - **Nagy impulzusfrekvencia (> 1 kHz)**
- Nagy áramsűrűségű TIG-hegesztés (Focused cathode TIG welding)
 - **Kulcslyuk technika**

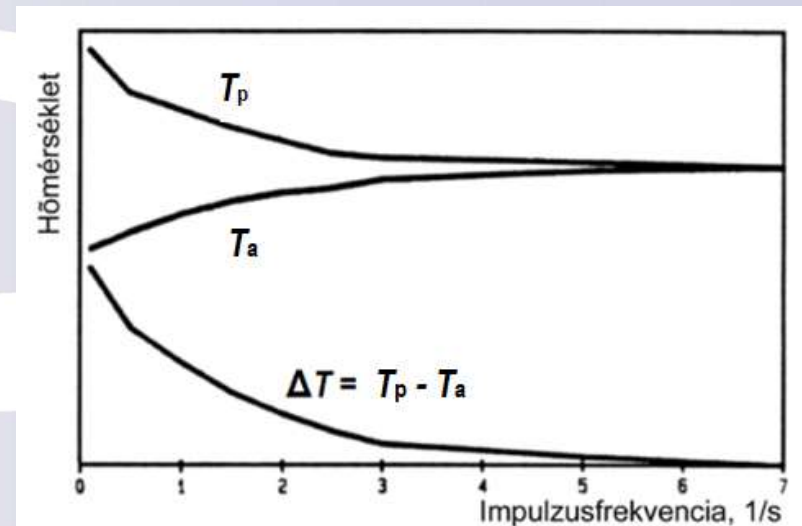
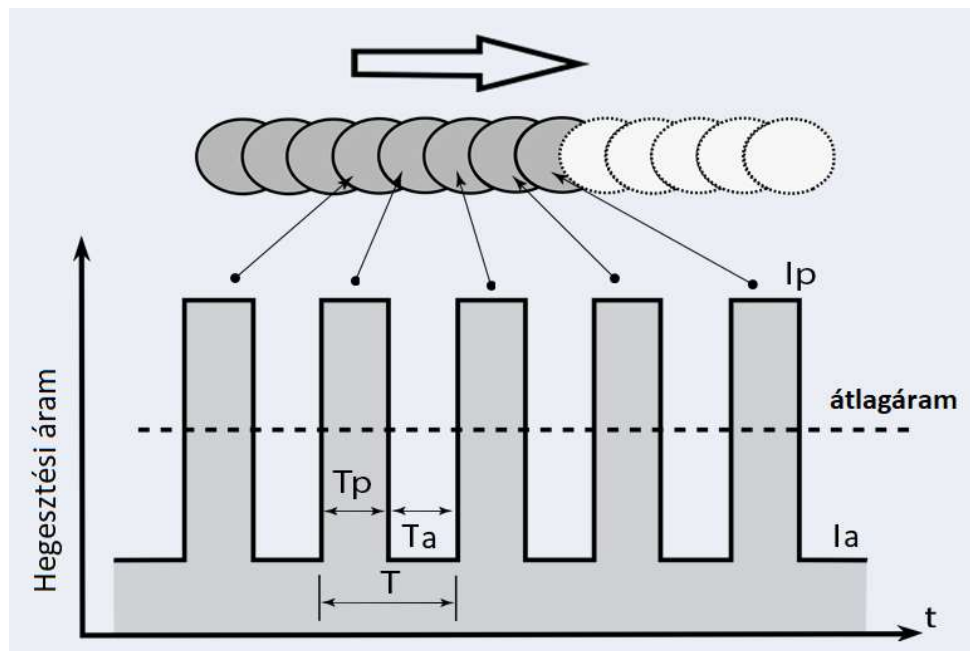
* ISO/TR 25901-4:2016, 2.1.3.

Teljesítménymoduláció

Az impulzusos (modulált) áram előnyei:

- a varratlak-tényező (beolvadási mélység/varratszélesség) javítása,
- kisebb hőhatásövezet,
- jobb ívstabilitás,
- szemcsedurvulás,
- szemcsefinomítás,
- kiválások kézben tartása,
- maradó feszültségek, alakváltozások csökkentése.

TIG-hegesztés **kis frekvenciás** impulzusos árammal „Termikus pulzálás”



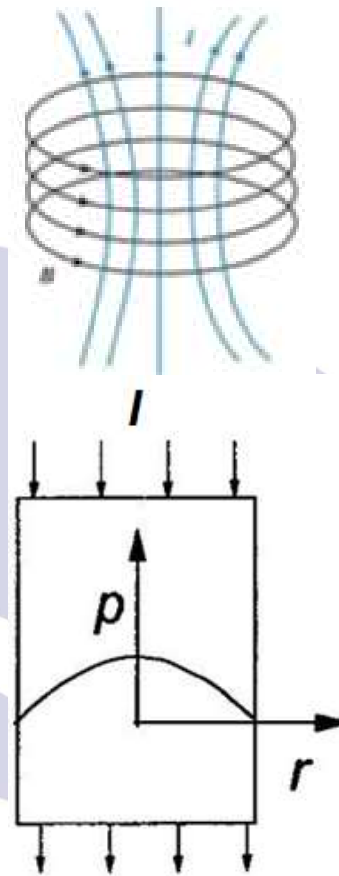
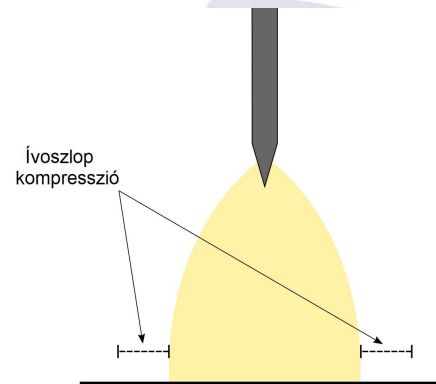
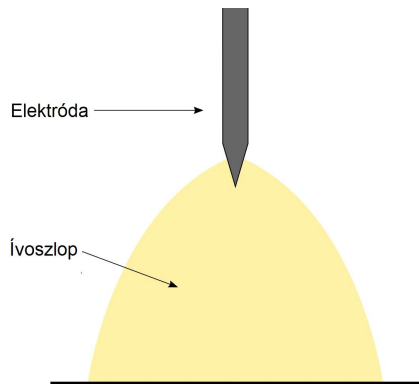
TIG-hegesztés nagy impulzusfrekvenciás árammal

„Ívstabilizálás”

– Az áram (I) négyzetével arányos

- az ívoszlop belső nyomásának csúcsértéke (p_{max}),
- az ívoszlop hőmérséklete, ezzel koncentráltabb energiasűrűség-eloszlás,
- a plazmaáramlás (és vele az ívnyomás) intenzitása.

$$\Delta p_{max} = cJ^2 = c \frac{I^2}{r^2}$$



Forrás: J.Wu et al, Effect of Fast-Frequency Pulsed Current Parameters on FFP-TIG Arc Behavior and Its Implications for Inconel 718Welding. Metals 2023, 13, 848. <https://doi.org/10.3390/Met13050848> Academic Editor: Masahiro

A saját mágneses tér és a plazmaáramlás

$$F_{r1} = p_{max} \exp(-a|r_1|)$$

Ha θ az ívoszlop belső nyomásából eredő erőhatás (F_{r1}) és a hegfüldő felszíne közötti szög,

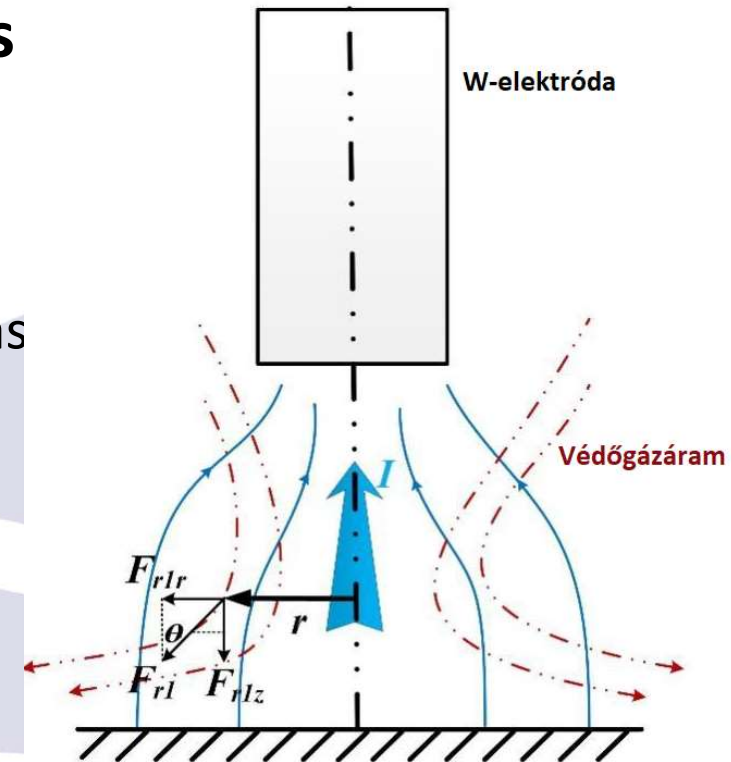
$$F_{r1,z} = F_{r1} \sin\theta$$

$$F_{r1,r} = F_{r1} \cos\theta$$

ahol:

$F_{r1,z}$ → az ívnyomás **beolvadási mélységet**,

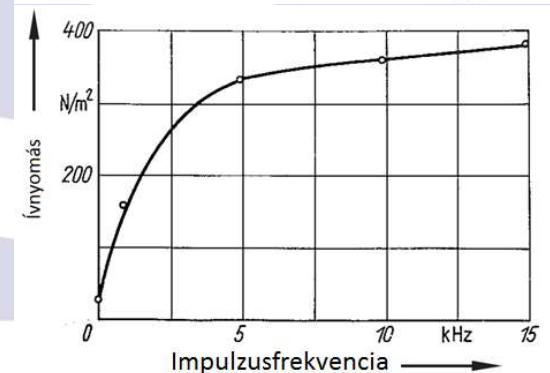
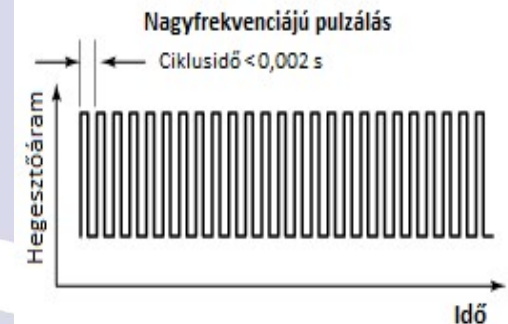
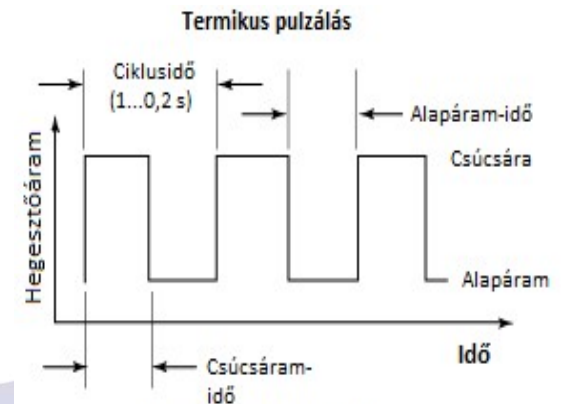
$F_{r1,r}$ → a **varratszélességet** növelő komponense



Az elektromágneses erőhatás és az íverő kapcsolatát ábrázoló modell

Nagy áram / nagy frekvencia

- A gyorsan felépülő áramcsúcs (impulzus) mellett az ívoszlop nyomása lassabban épül fel, majd
- az áram gyors csökkenésre (alapáram) az ívoszlop nyomáscsökkenése is lassabban következik be.
- Ebből ered az ívoszlop ún. kevert állapota („mixed” state), melyben az átlagos (fokozott) belső ívnyomás – adott, elegendően nagy (> 15 kHz) frekvencián – az impulzusáram nagyságától függ.

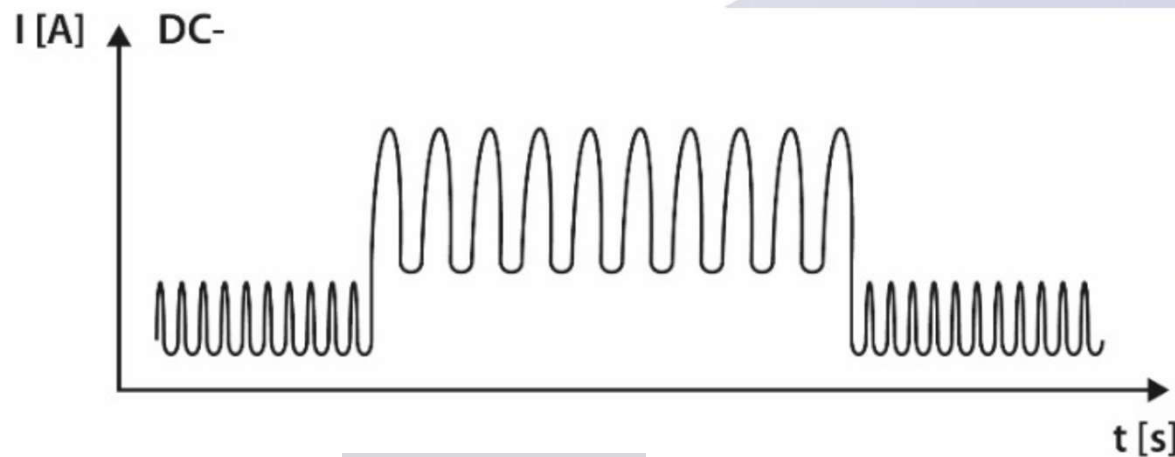


TIG-hegesztés **kettős** impulzusos árammal

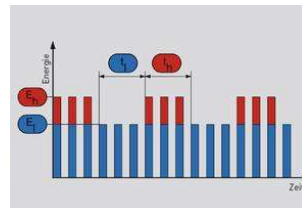
Kemppi (double pulse TIG welding)

Kis frekvencia: 0,5 – 30 Hz

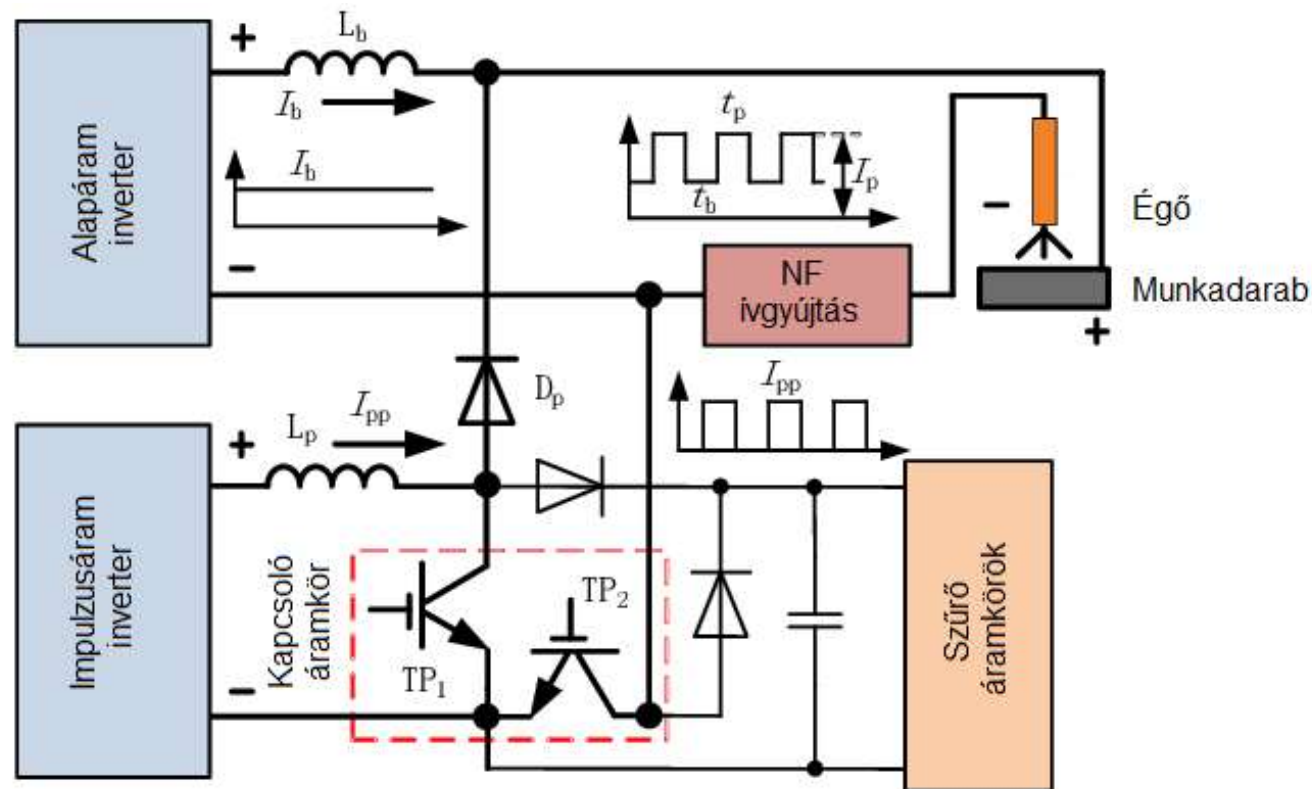
Nagy frekvencia: 100 – 400 Hz



L. még: MERKLE Interpulse®



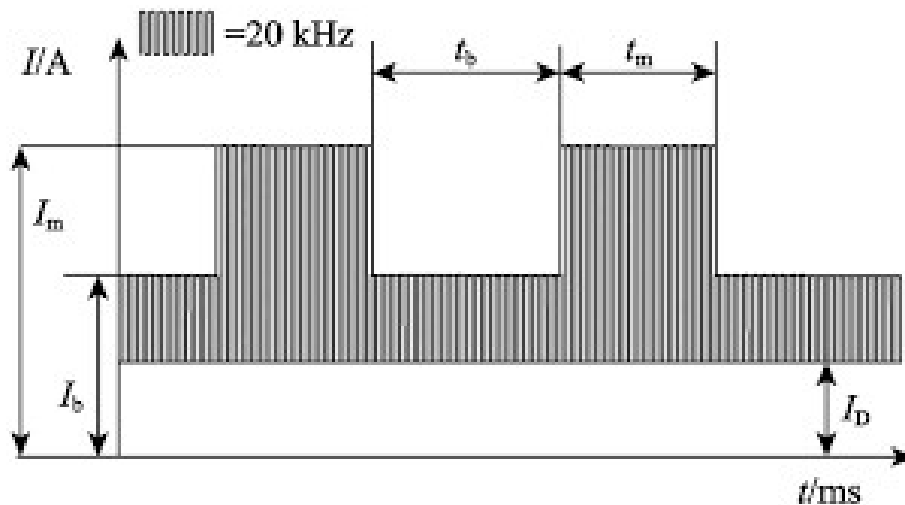
Nagy impulzusfrekvenciára alkalmas berendezés felépítése



Forrás: Y. Kuanga et al: Study on arc shape, weldment microstructure and mechanical properties of Ti-6Al-4V welded by FFDP TIG waveform. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3007422/v1>

FFP-TIG

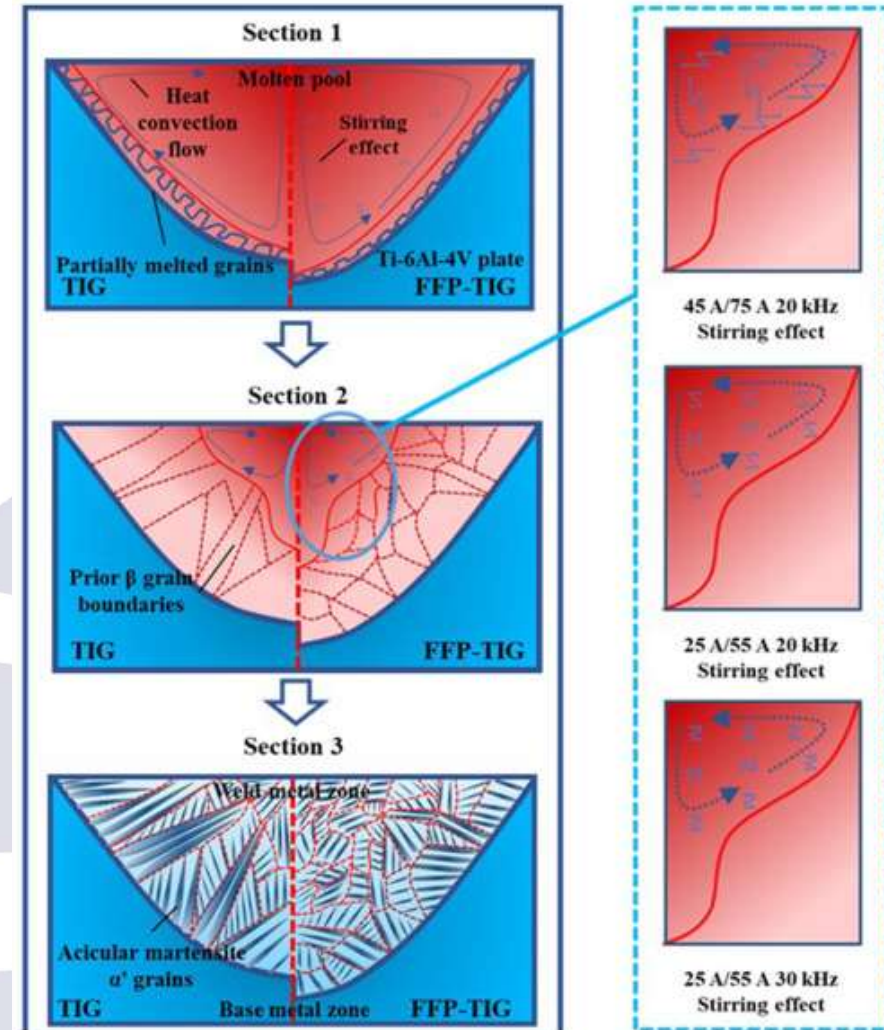
Fast Frequency Pulsed TIG welding



I_m - csúcsáram

I_b - alapáram

I_D - delta („interpulse”) áram

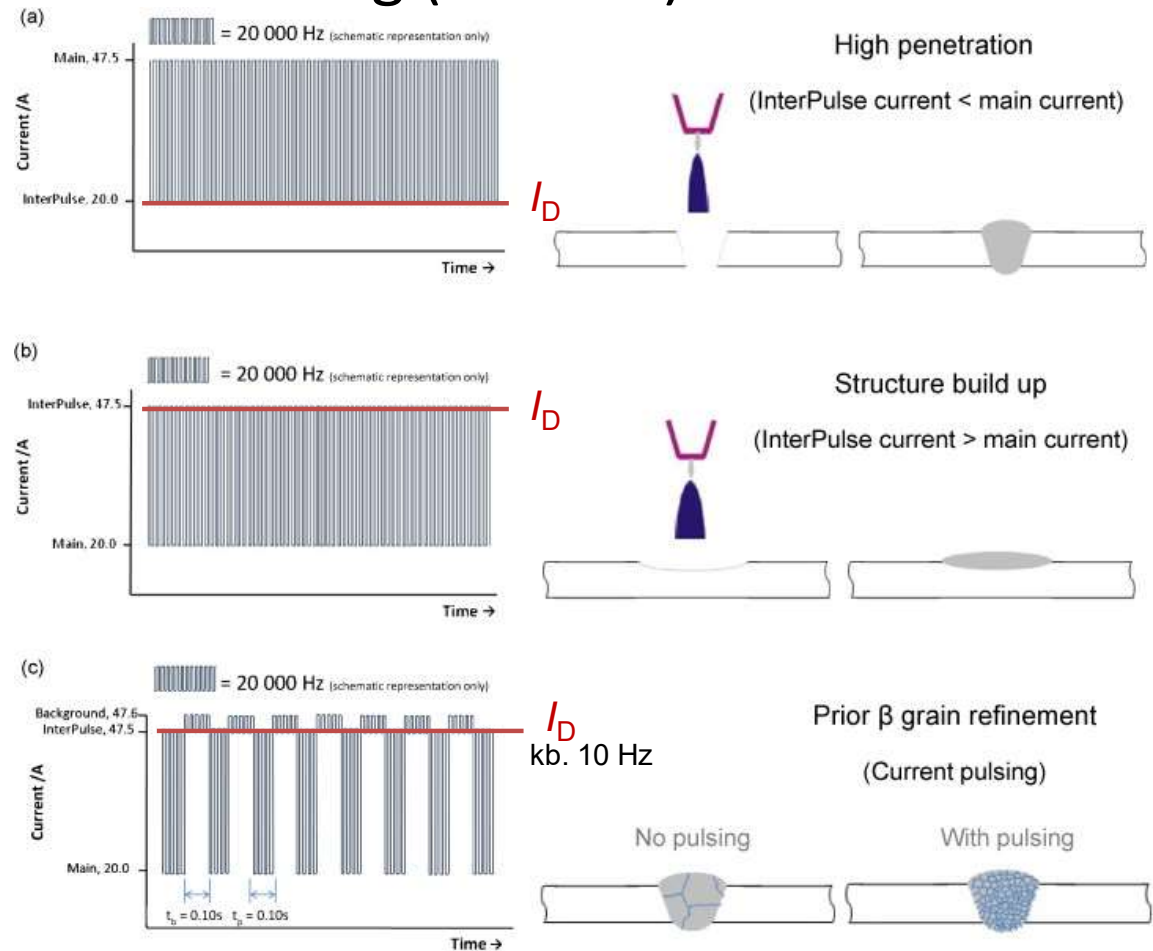


Forrás: J.Wu et al. Effect of fast-frequency pulsed waveforms on the microstructure and mechanical properties of Ti-6Al-4V alloy welded by FFP-TIG. Journal of Materials Research and Technology Volume 20, September–October 2022, Pages 516-531

Gas Tungsten Constricted Arc Welding (GTCAW)

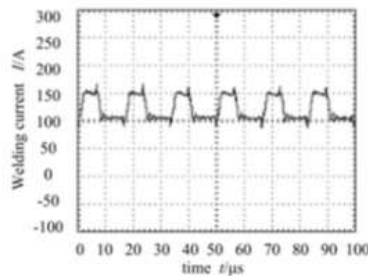
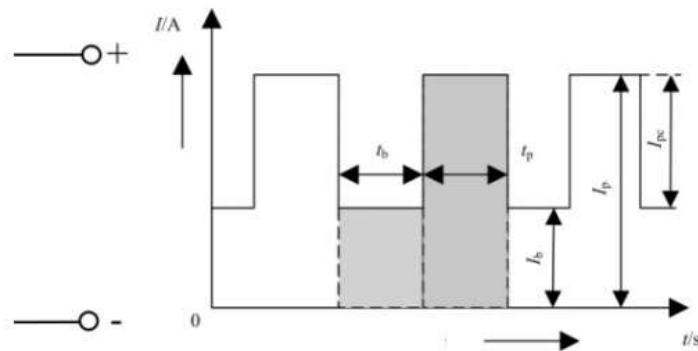
vbc Instrument Engineering

InterPulse

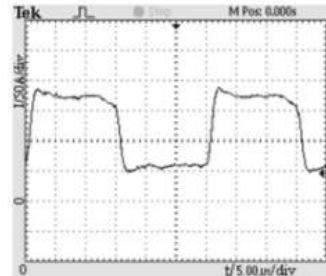


<https://slideplayer.com/slide/5909923/>

TIG-hegesztés **ultra nagy frekvenciájú impulzusos árammal**

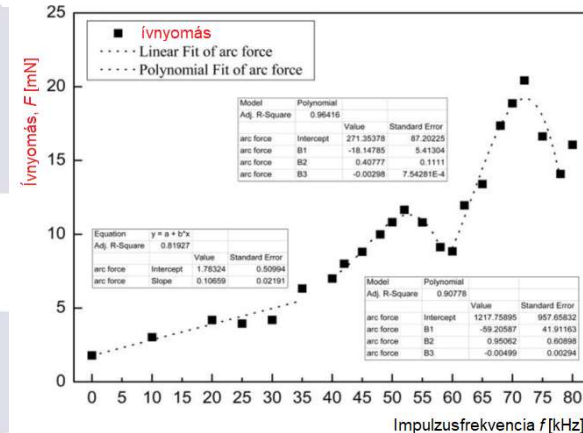
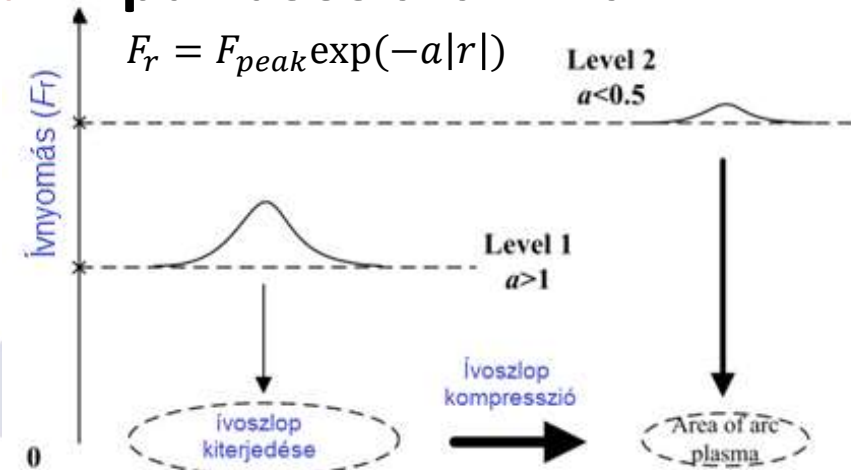


Hegesztési áram
80 kHz



Áram fel-/le-futás
meredeksége
 $di/dt \geq 50 \text{ A}/\mu\text{s}$

Forrás: M. Yang et al The effect of pulsed frequency on the plasma jet force with ultra high frequency pulsed arc welding. IIW-Doc. XII-2186-14

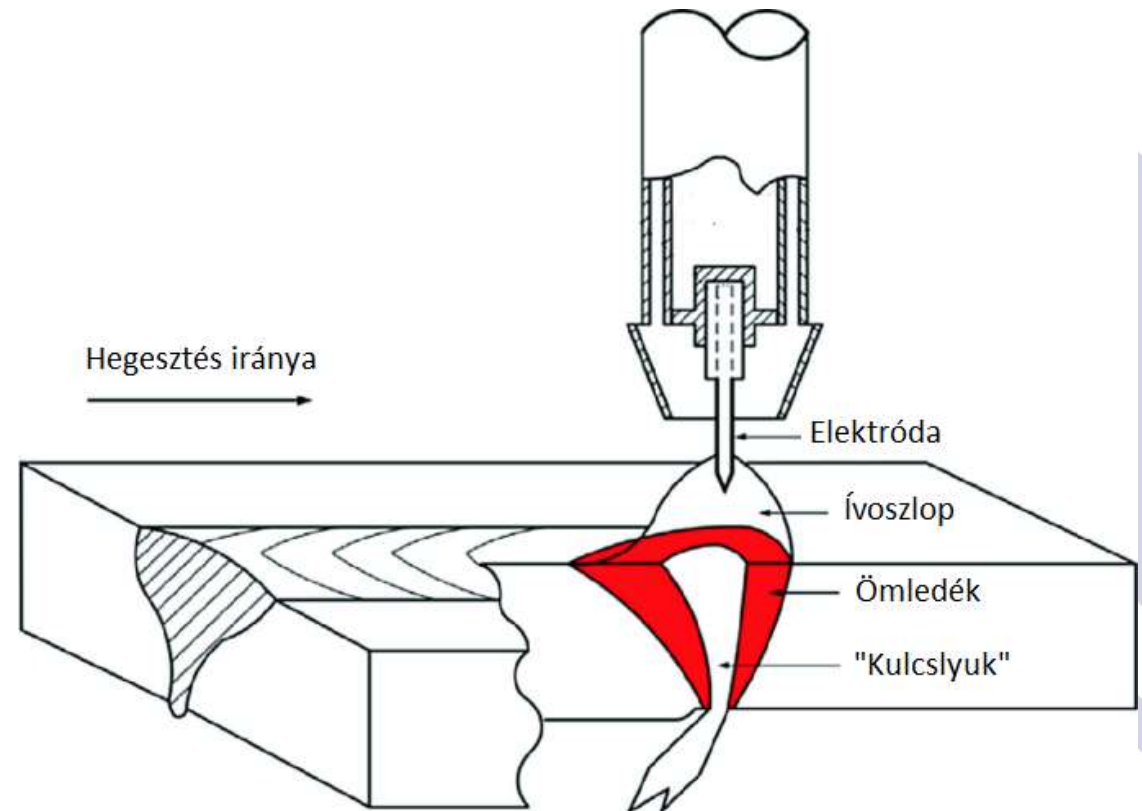


Az ív stabilizálásának fokozása

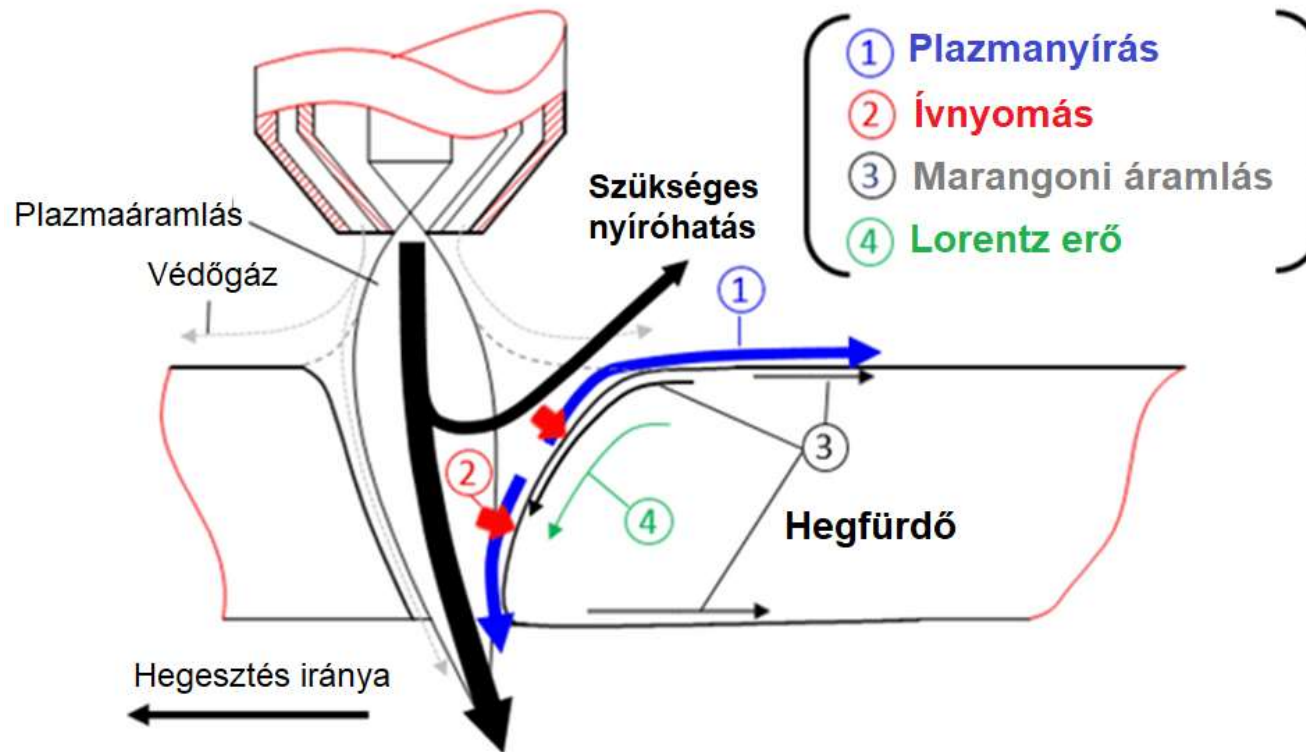
az áramsűrűség növelésével („kulcslyuk-hegesztés”*)

- K-TIG,
- InFocus
- forceTig®,
- ArcTig,
- TIP TIG® focus

Forrás: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.07.011>

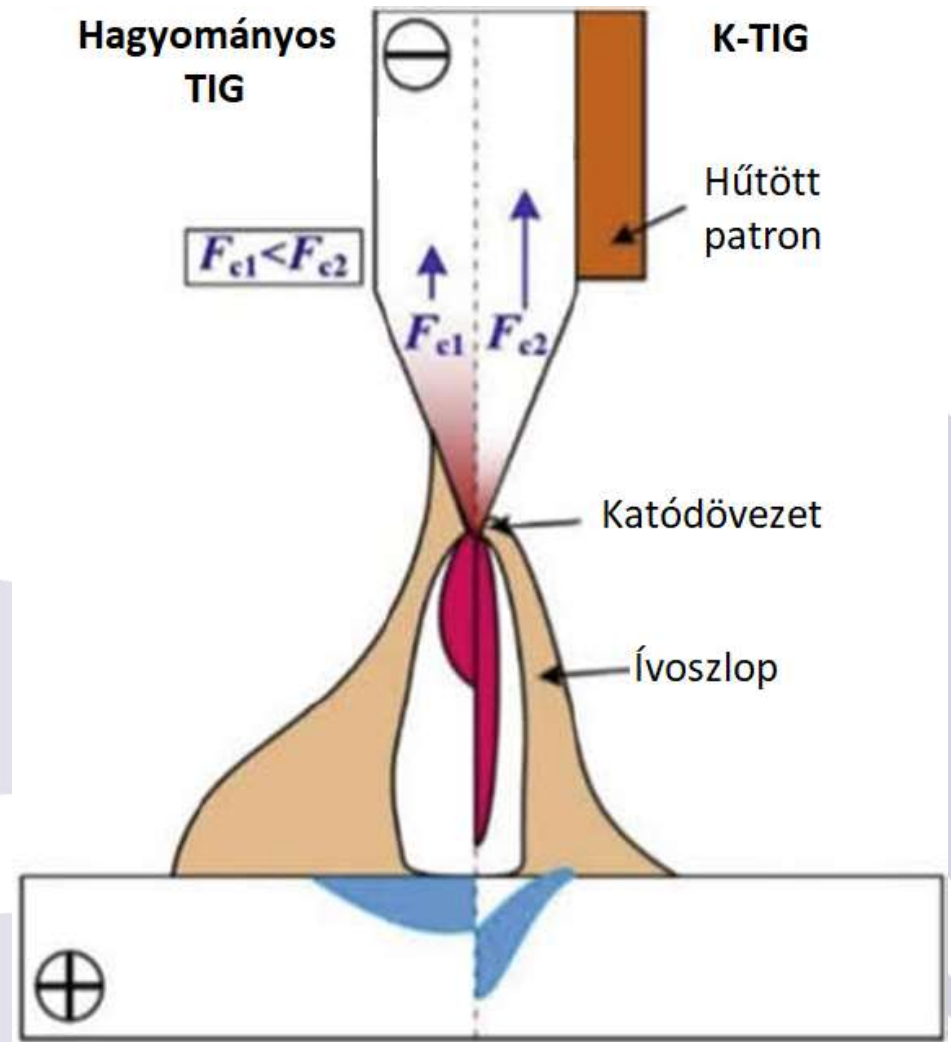


A kulcslyuk hatás (keyhole effect)



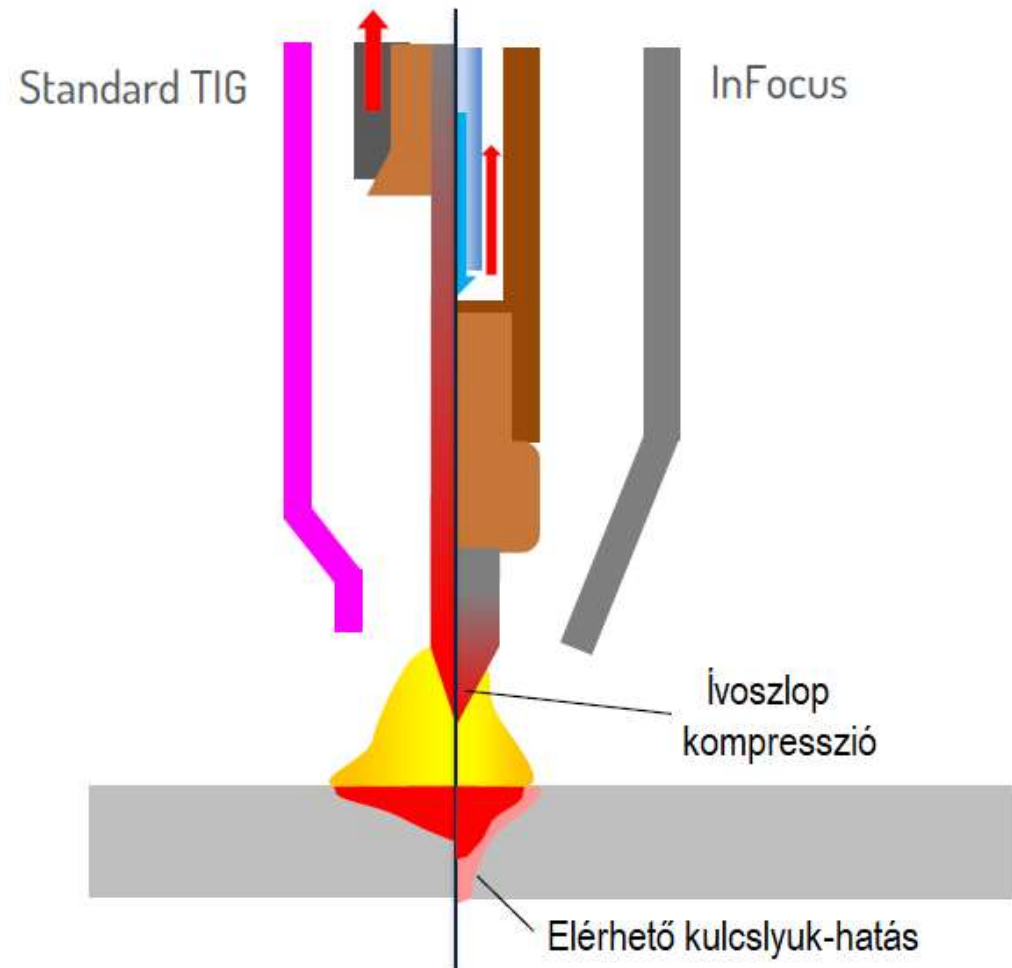
Forrás: https://www.researchgate.net/publication/344638660_Effect_of_the_eddies_formed_inside_a_weld_pool_on_welding_defects_during_plasma_keyhole_arc_welding

Kulcslyuk-hegesztés (K-TIG)



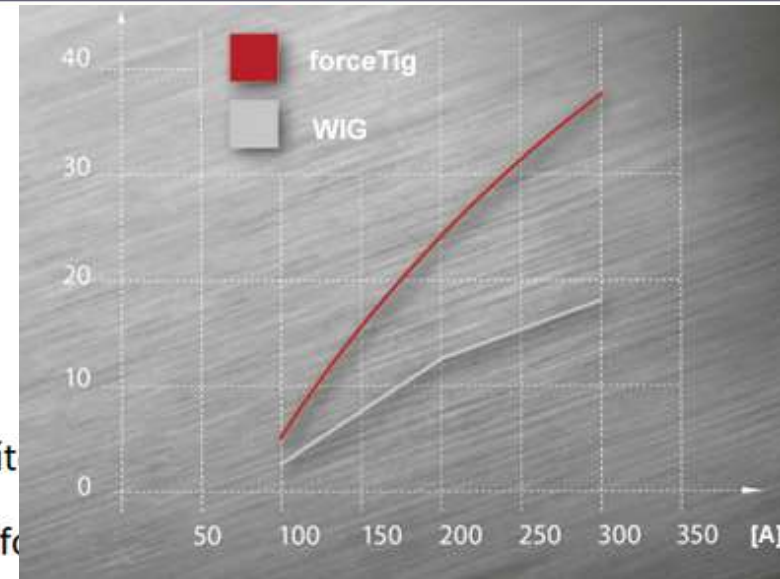
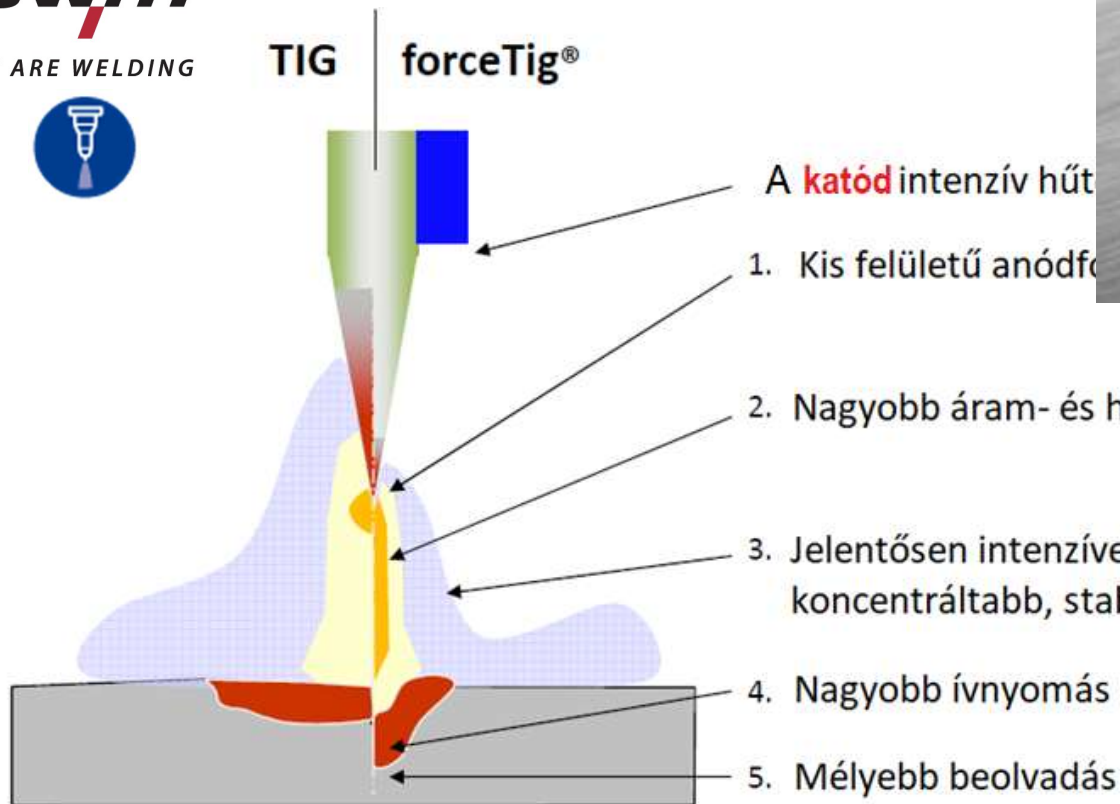
Forrás: J. P. Davim (ed.), *Welding Technology*, Materials Forming, Machining and Tribology, https://doi.org/10.1007/978-3-030-63986-0_10

Kulcslyuk-hegesztés (InFocus)



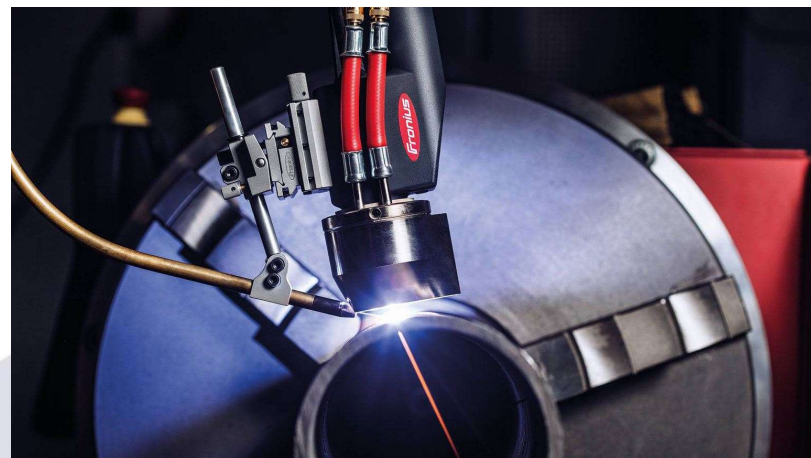
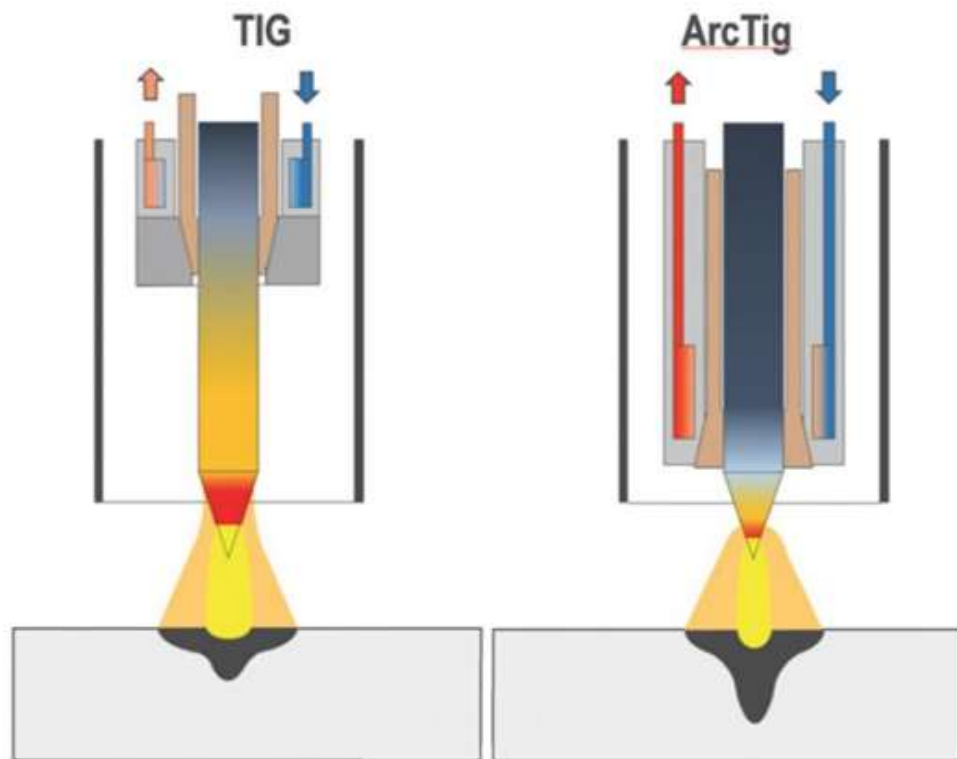
Kulcslyuk-hegesztés (forceTig®)

ewm
WE ARE WELDING



Forrás: <http://ewm-group.com>

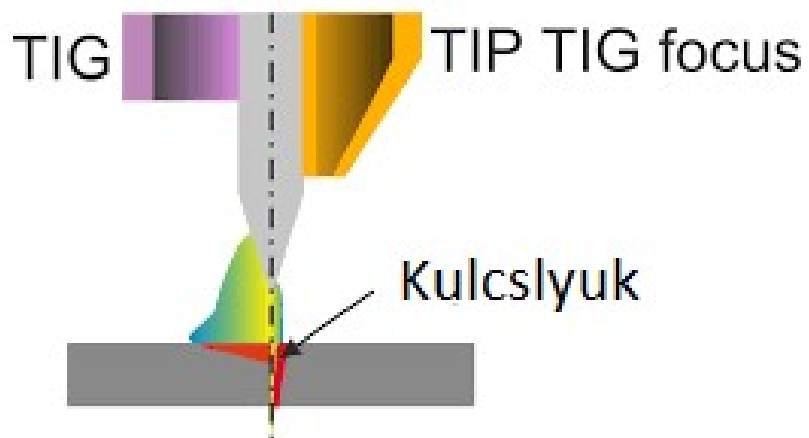
Kulcslyuk-hegesztés (ArcTig)



Forrás: <http://fronius.com>

Kulcslyuk-hegesztés (TIP TIG®)

TIP TiG



Forrás: <https://tiptig.com/keyhole-tig-welding/>

VÉGE

01 – 0.8mm SS Cold Spot Welding

Cold welding is suitable for welding 0.6-3 mm stainless steel.

Using spot welding method, after welding, it will not be deformed or discolored, and the silver-white welding effect can be obtained without secondary treatment.

02 – 0.8mm ss Cold Pulse Welding

It adopts the pull welding method, no need to press the welding torch switch frequently, and the work effect is higher. It does not change after welding, and does not change color, and the effect is silvery white.

03 – 0.8 mm ss Tig Spot Welding

TIG is suitable for welding 0.8-8mm stainless steel.

The spotwelding method needs to press the torch switch frequently, and the welding spot forms a fish-scale effect.

04 – 0.8mm ss Tig Pulse Welding

It adopts the pull welding method, no need to press the welding gun switch frequently, the welding bead is even, and the fish scale effect is more beautiful.

