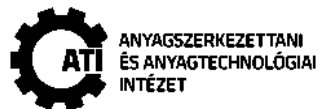


Modern dörzshegesztési technológiák az ipari alkalmazásokban

Korszerű Anyagok Hegeszthetősége Ankét
Miskolc, 2025. március 20.



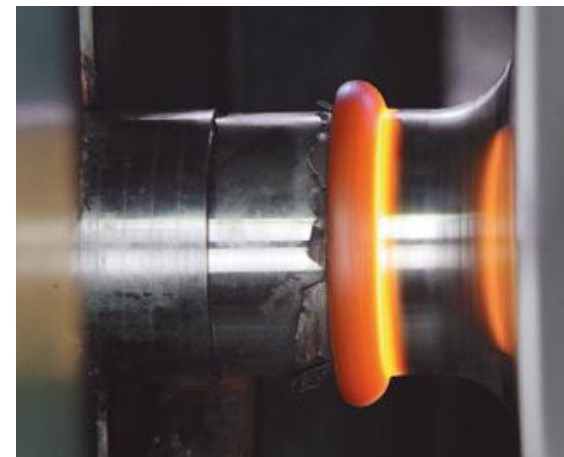
Szász Gábor
/ ügyvezető
/ Gépészmérnök
/ EWE / IWE / Hegesztőmérnök

A dörzshegesztés előnyei:

- Jól kézben tartható technológiai paraméterek { v [m/s]; $v_{elő}$ [mm/min]; n [1/min]; p [MPa]; F [N]; t [s]; α [°] }
- Reprodukálhatóság
- Fém párosítások is magas minőségben hegeszthetők
- Finomszemcsés szerkezet, nincs porozitás
- Az alkatrész nagy deformációja elkerülhető (egyenletes, szabályozható hőbevitel), alacsony keményedési hajlam
- Nincs szükség fogyóanyagokra (védőgáz, hozaganyagra)
- Egyszerű alapanyag előkészítés
- Nincs hegesztési füst, szikra, fröcskölés vagy ívfény

hátrányai:

- Helyhez kötött, telepített berendezést igénylő eljárásváltozat
- Magas berendezés költség
- Korlátozott hegesztési tartomány
- FSW esetében szerszám szükséges
- Munkadarab befogók / támaszok szükségesek



MSZ EN ISO 4063: 42-Dörzshegesztés



MSZ EN ISO 4063: 43- Kavaró dörzshegesztés

Dörzshegesztés Hegeszthető anyagkombinációk

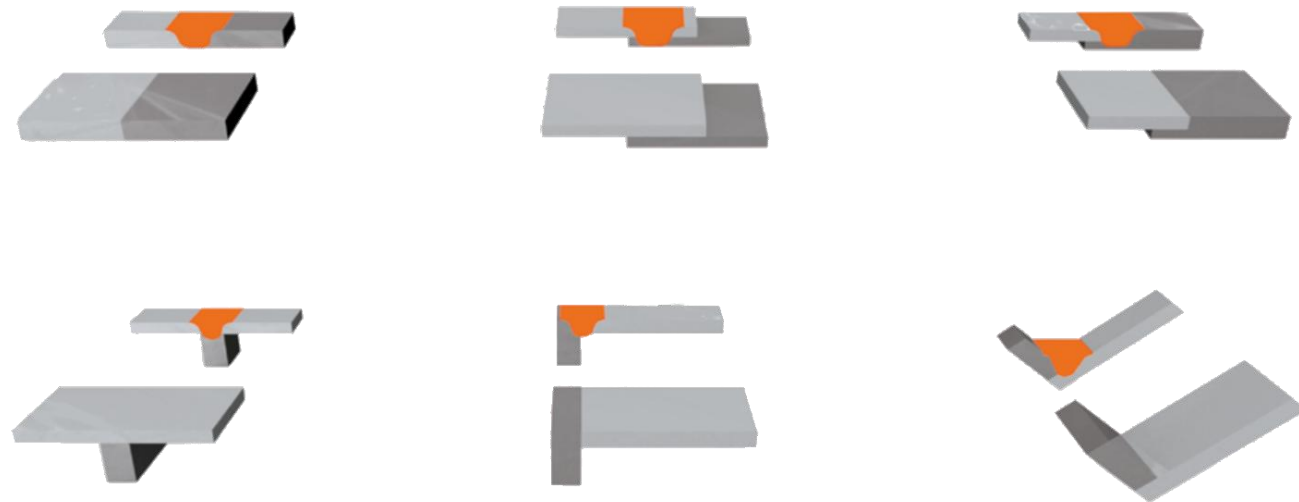
	Tungsten-copper PM	Tungsten PM	Titanium aluminide	Titanium and titanium alloys	Free-cutting steel	Steel PM	Cast steel	High-alloy steel	Low-alloy steel	Unalloyed steel	Niobium	Nickel alloys PM	Nickel and nickel alloys	Molybdenum	Magnesium and magnesium alloys	Copper and copper alloys	Chromium	Carbide metal	Cast iron (GJS, GJM)	Aluminium PM	Aluminium and aluminium alloys
Aluminium and aluminium alloys	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙					⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙
Aluminium PM								⊙	⊙	⊙										⊙	
Cast iron (GJS, GJM)						⊙	⊙	⊙	⊙	⊙									⊙		
High-speed steel (HSS)								⊙	⊙	⊙								⊙			
Chromium																					
Copper and copper alloys	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙			⊙	⊙					
Magnesium and magnesium alloys										⊙				⊙							
Molybdenum								⊙													
Nickel and nickel alloys			⊙	⊙				⊙	⊙	⊙		⊙	⊙								
Nickel alloys PM			⊙					⊙	⊙	⊙											
Niobium			⊙					⊙			⊙										
Unalloyed steel		⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙											
Low-alloy steel		⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙											
High-alloy steel		⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙											
Cast steel					⊙	⊙	⊙														
Steel PM					⊙	⊙															
Free-cutting steel					⊙																
Titanium and titanium alloys				⊙																	
Titanium aluminide																					
Tungsten PM	⊙	⊙																			
Tungsten-copper PM	⊙																				

Kavaró dörzshegesztés Hegeszthető anyagkombinációk

	Steel, stainless steel and steel alloys	Titanium, titanium alloys	Magnesium alloys	Copper, copper alloys	EN AW-8000 (Al; other)	EN AW-7000 (Al; Zn; Mg; Cu)	EN AW-6000 (Al; Mg; Si)	EN AW/AC-5000 (Al; Mg)	EN AW/AC-4000 (Al; Si)	EN AW-3000 (Al; Mn)	EN AW-2000 (Al; Cu)	EN AW-1000 (Al, unalloyed)
EN AW-1000 (Al, unalloyed)	⊙	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
EN AW-2000 (Al; Cu)	⊙	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
EN AW-3000 (Al; Mn)	⊙	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
EN AW/AC-4000 (Al; Si)	⊙	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
EN AW/AC-5000 (Al; Mg)	⊙	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
EN AW-6000 (Al; Mg; Si)	⊙	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
EN AW-7000 (Al; Zn; Mg; Cu)	⊙	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
EN AW-8000 (Al; other)	⊙	✓	✓	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Copper, copper alloys	✓		✓	⊙								
Magnesium alloys		⊙										
Titanium, titanium alloys	✓											
Steel, stainless steel and steel alloys	✓											

*

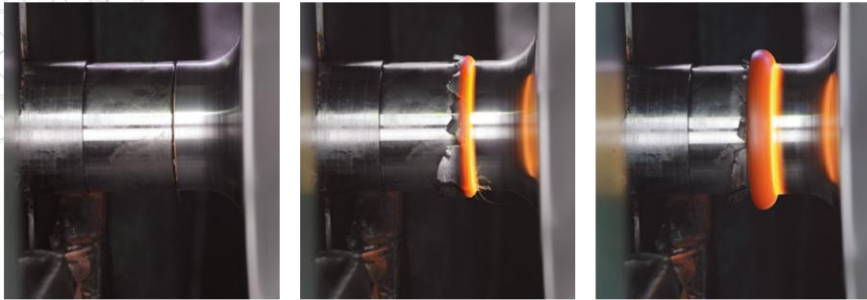
„Forgó” dörzshegesztéssel és Kavaró dörzshegesztéssel megvalósítható kötésfajták



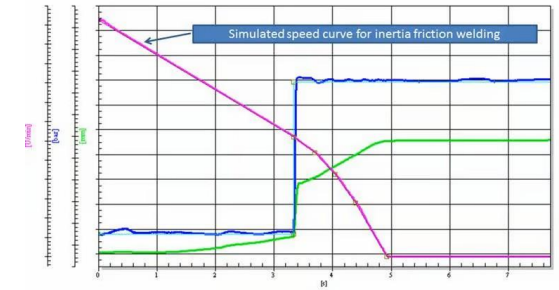
Dörzshegesztés



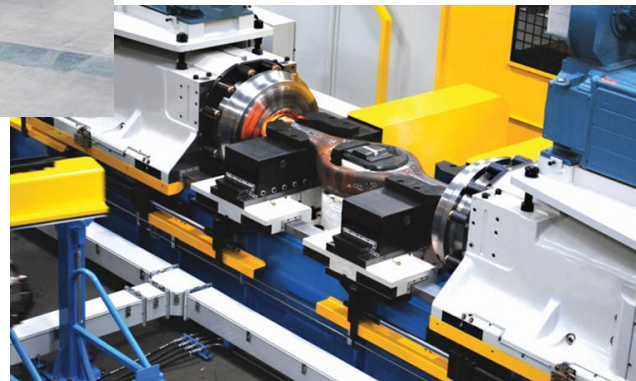
Kavaró dörzshegesztés



Dörzshegesztés folyamata



KUKA RS 300



Jellemző paraméterek:

- Kivitel
 - Egy fejes
 - Két fejes
- Fordulatszám
 - n: 3000 [1/min] –ig
- Préserő
 - F: 1-1500 [kN]
- Elforduló átmérő
 - D: 320 [mm]-ig
- Hegeszthető keresztmetszet (Al)
 - A: 30 000 [mm²] -ig



Mazak FJV-60/80 FSW



AEE-FSW50x40/1



KUKA Robot-based FSW

Jellemző paraméterek:

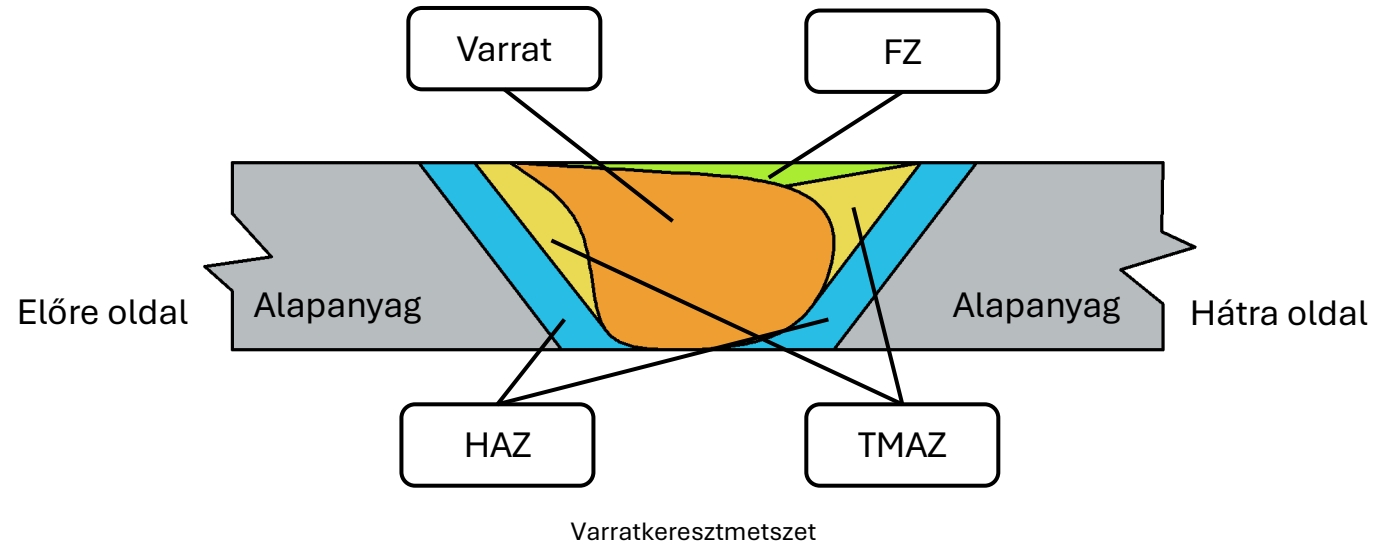
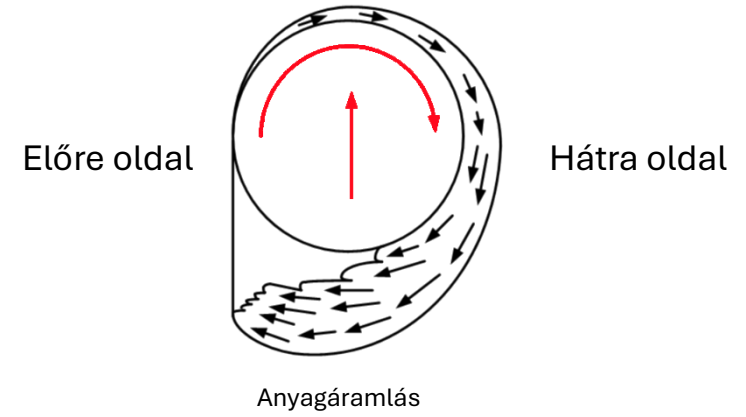
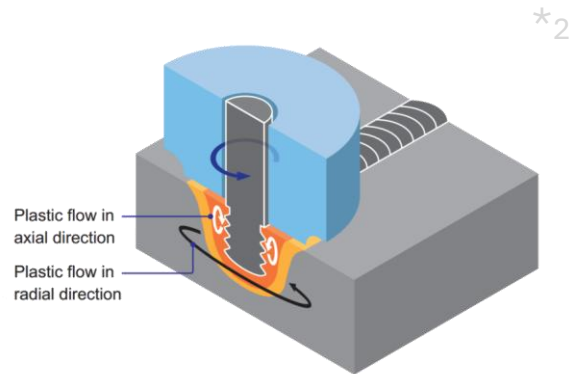
- Kivitel
 - Egy vagy több fejes
- Plusz funkció:
 - Komplex megmunkálás
- Fordulatszám
 - n:1500-10000 [1/min]
- Előtoló sebesség
 - v: 2000 [mm/min] -ig
- Préselő
 - F: 1-25 [kN]
- Tartomány
 - 2000 x 1400 x 700 [mm]
- Hegeszthető vastagság (Al)
 - t: 50 [mm] –ig

Jellemző paraméterek:

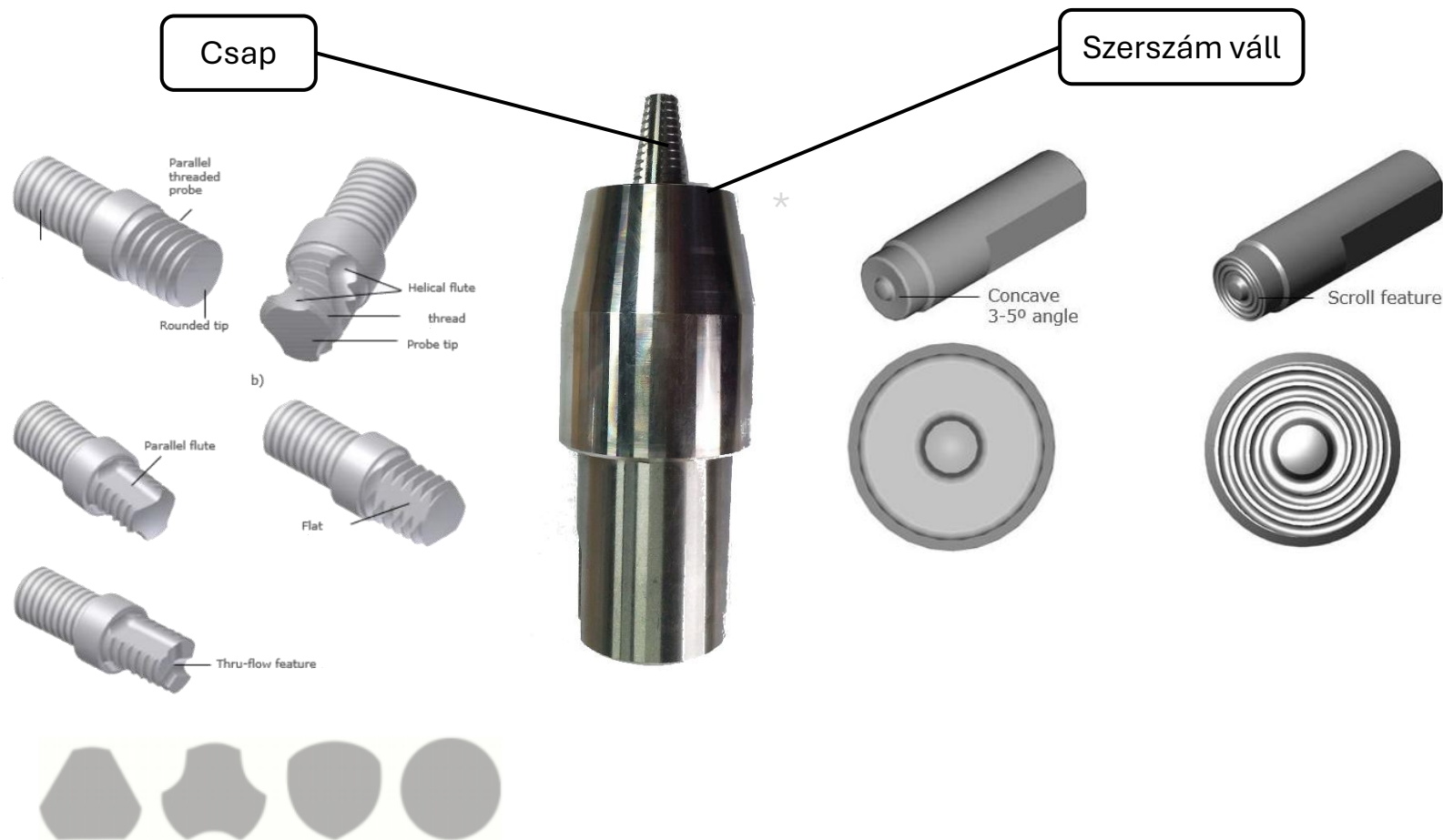
- Fordulatszám
 - n:10000 [1/min]
- Előtoló sebesség
 - v: 1000 [mm/min]
- Préselő
 - F: 10 (20) [kN]
- Tartomány
 - R2830 [mm]
- Hegeszthető vastagság (Al)
 - t: 8 [mm] –ig



Kavaró dörzshegesztés folyamata



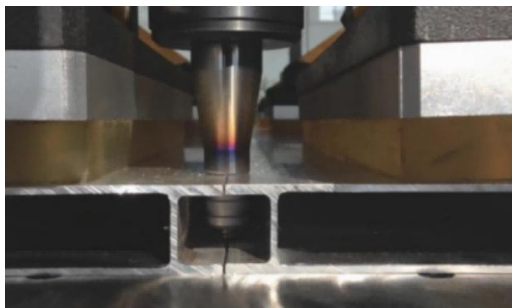
Hagyományos szerszám



Álló vállas szerszám

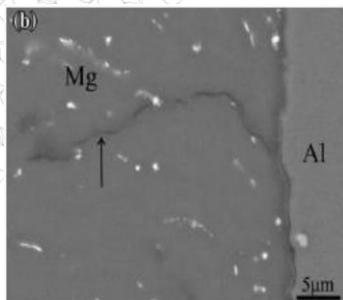


Dupla vállú
szerszám

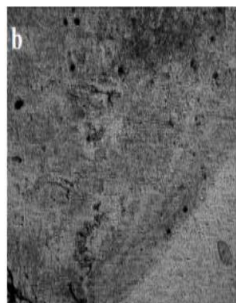


Visszahúzódó csapú szerszám

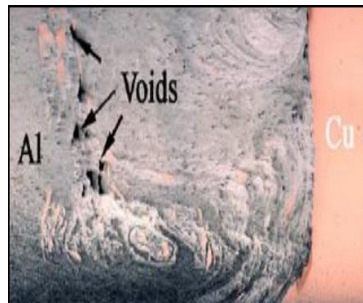




Mikro és makro
repedések



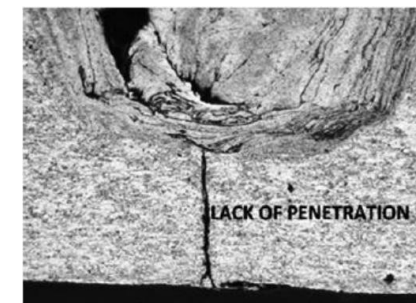
Porozitás



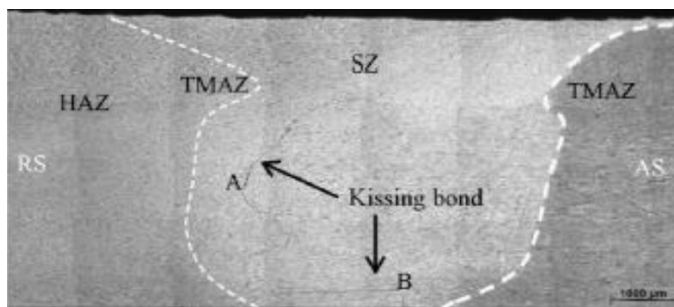
Üregek



Csatorna



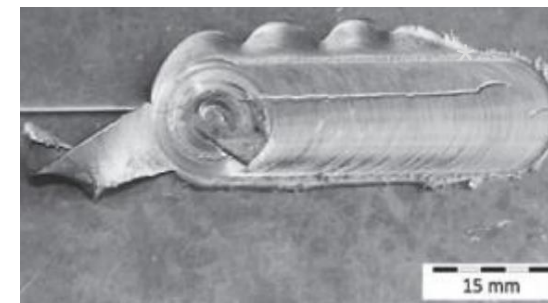
Beolvadási hiány



Hideg hegedés

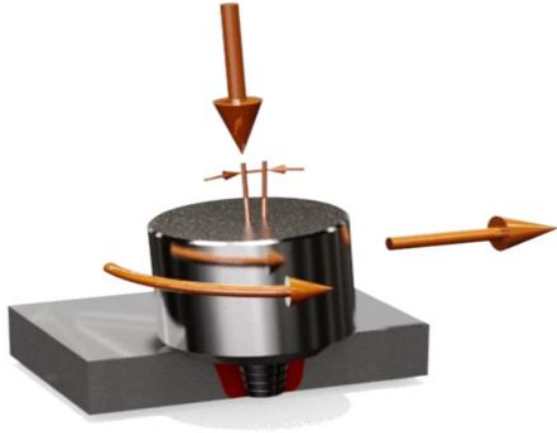


Horogszerű beolvadási hiba



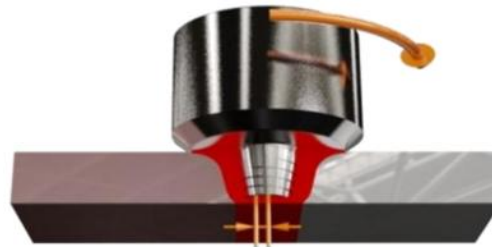
Sorja

- Egyéb felületi hibák
 - Elégtelen varratkitöltés
 - Durva felületi textúra, hornyok, felületi repedések
- Kimeneti lyuk hiba



Folyamat paraméterek:

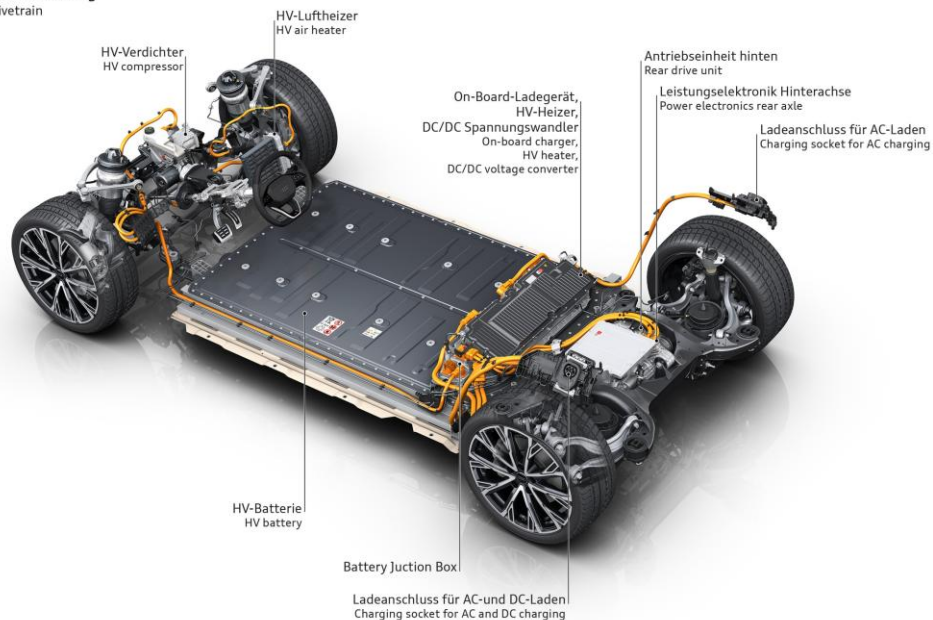
- Szerszám fordulatszám: n [1/min]
- Előtolási sebesség: $v_{el\ddot{o}}$ [mm/min]
- Szerszám tengelyirányú erő: F [N]
- Szerszám dőlés az előtolás irányban: α [°]
- Szerszámél besülyyedés: t [mm]
- Szerszámpálya eltolás: e [mm]
- Szerszámdőlés az előtolás irányára merőlegesen: β [°]



Példa:

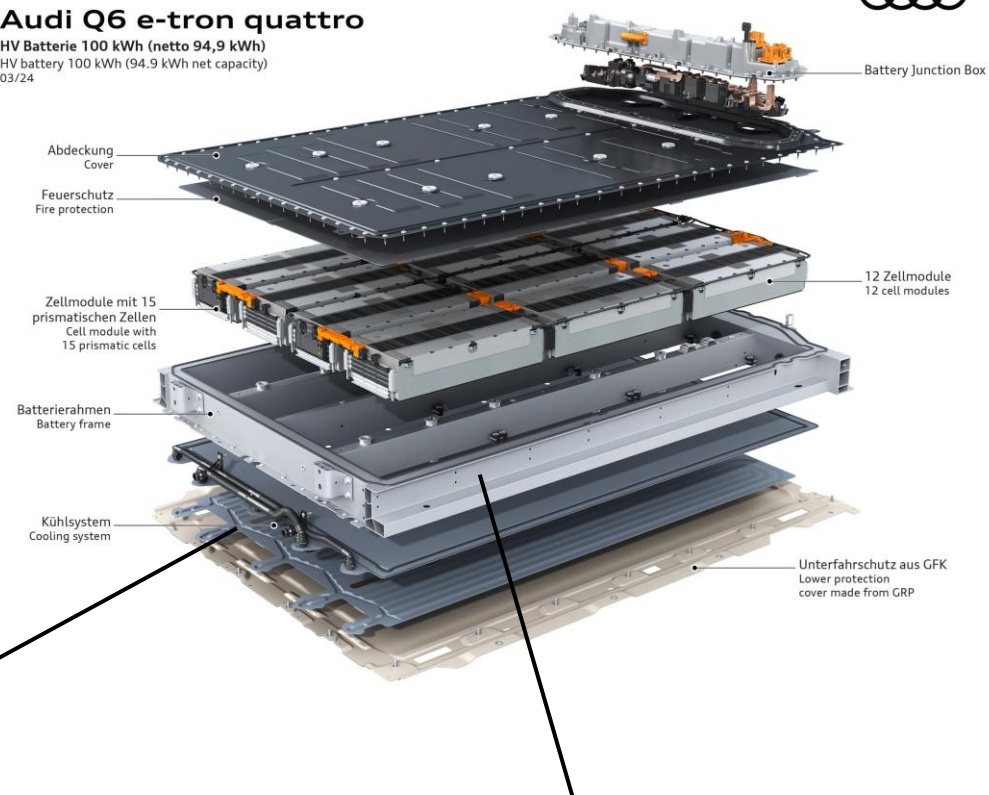
Audi A6 e-tron performance

800 Volt-Antriebsstrang
800 volt drivetrain
07/24



Audi Q6 e-tron quattro

HV Batterie 100 kWh (netto 94,9 kWh)
HV battery 100 kWh (94.9 kWh net capacity)
03/24

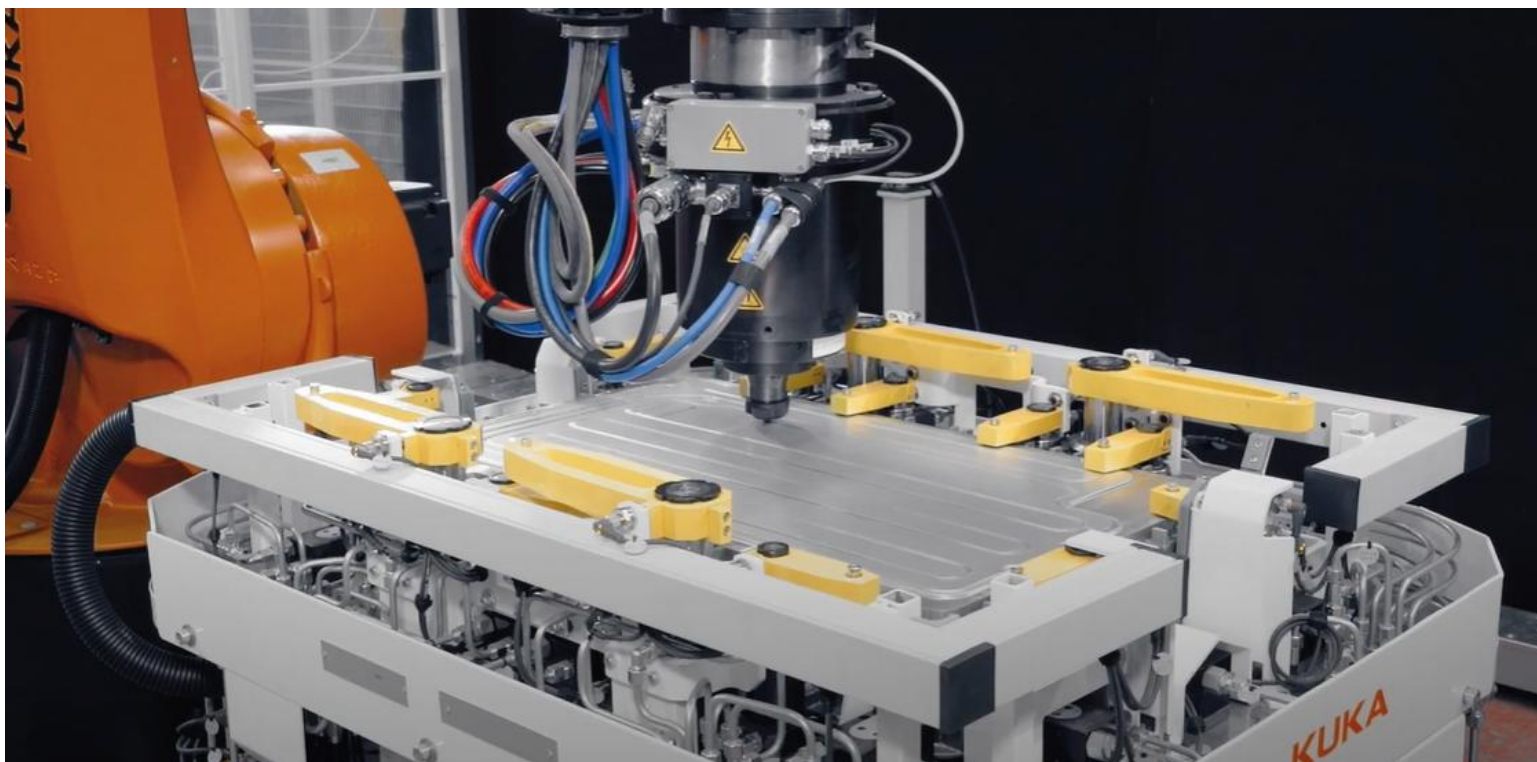


*

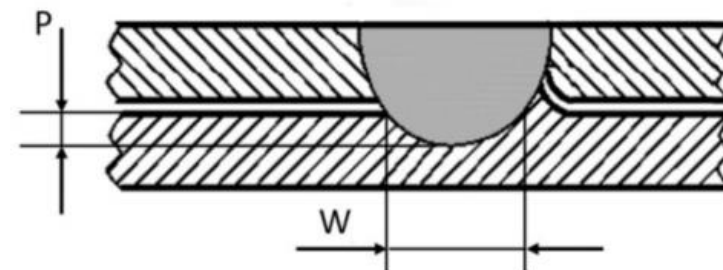
Padlótálca és hűtőcsatornákkal:
EN AW 5182 H21 (AlMg4.5Mn0.4)

Keret:

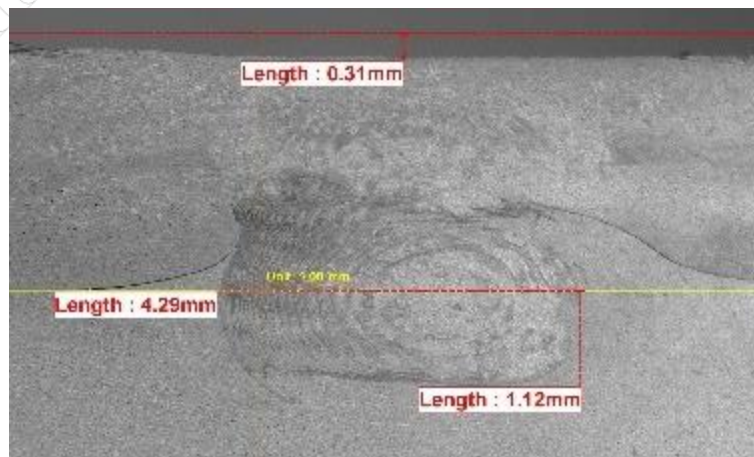
- Öntvény EN AB 43500 (AlSi10MnMg)
- Extrudált profil EN AW 6082 T6 (AlSi1MgMn)



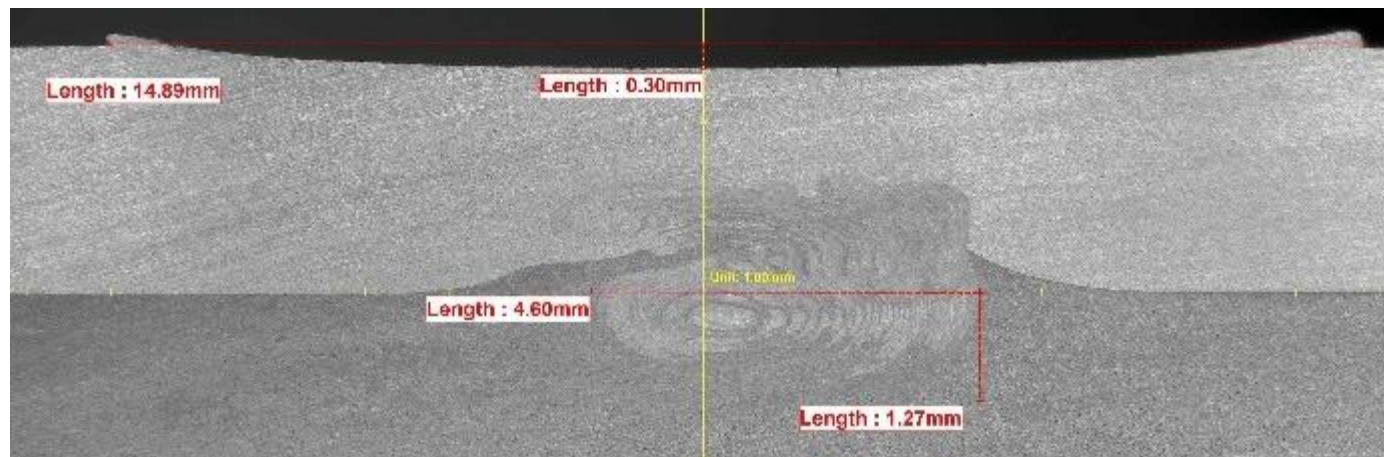
- ★ ISO 25239-5
Friction stir welding — Aluminium —
Quality and inspection requirements



W No.	W min [mm]	P min [mm]	Length [mm]
1	5	1	7200



EN AW 5182 H21 + EN AW 6082 T6



EN AW 6082 T6 + EN AB 43500



Sorja



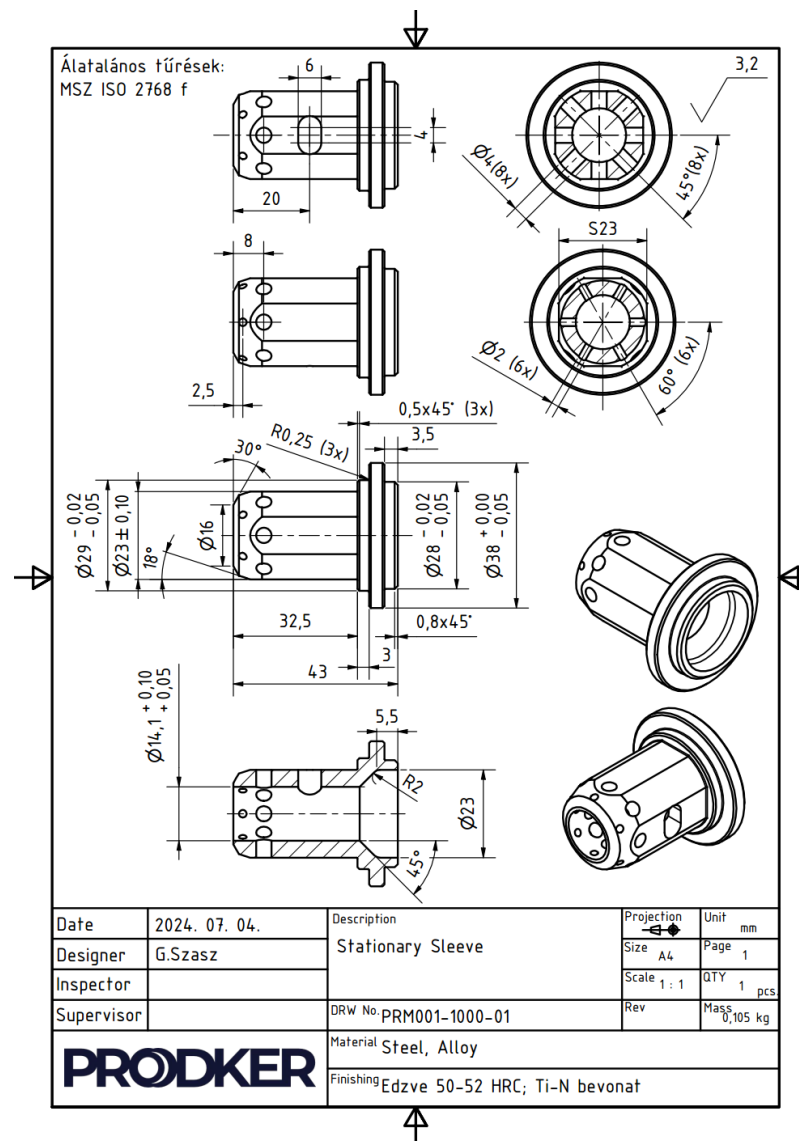
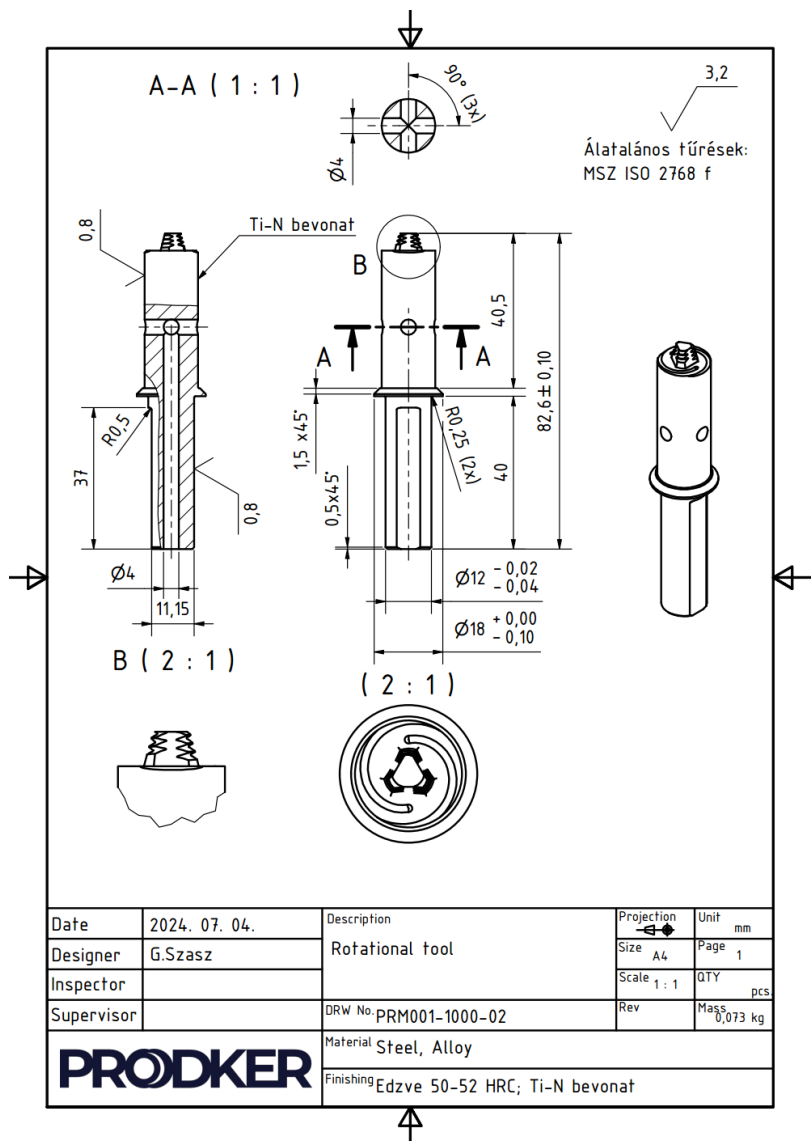
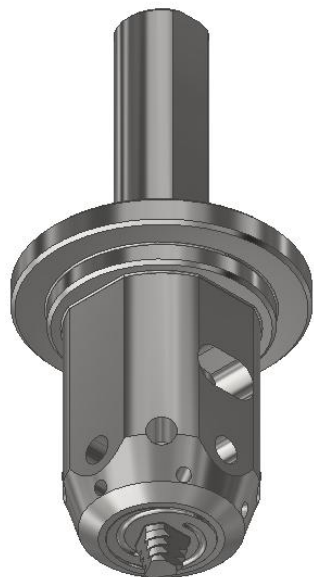
Horzsolt felületi textúra



Kimeneti lyuk

Kavaró dörzshegesztés – EV Akkumulátor pakk

Szerszám

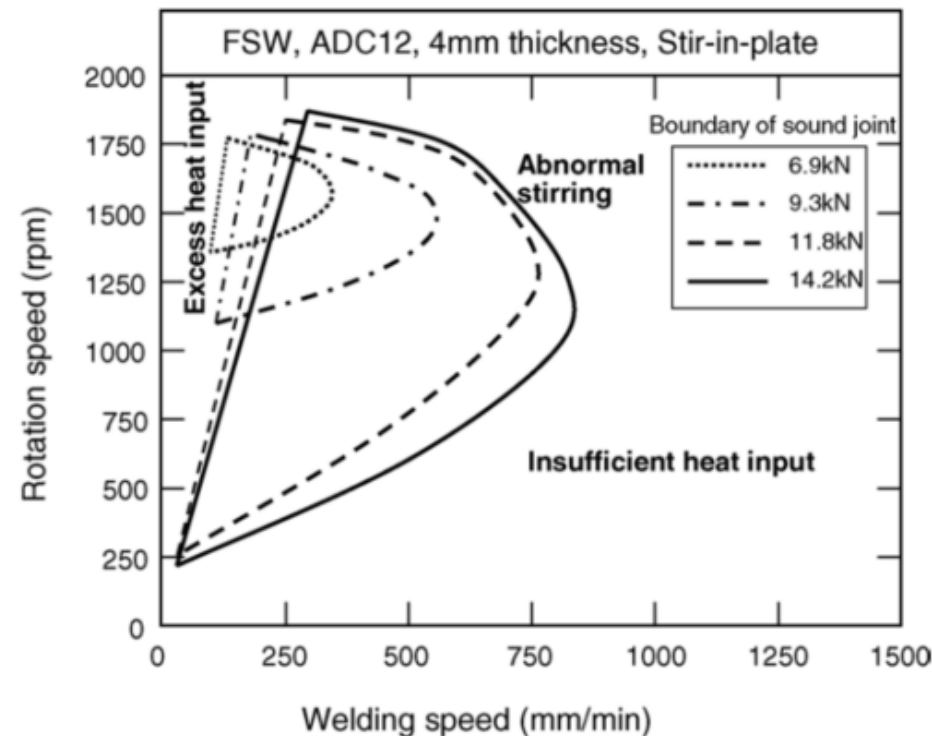


Kavaró dörzshegesztés – EV Akkumulátor pakk

Hibák kiküszöbölése és Folyamat paraméterek összefüggése

No	Weld Parameters	Rotational Speed	Travel Speed	Tilt Angle	Offset Location toward soft material	Fixing Soft Base Metal on (AS)	Main Cause
	Defect Types						
1	Micro Cracks	L	H	L	L	H	Insufficient heat & formation of IMC's [115, 116]
2	Pores	H	H	L	L	H	Insufficient heat [33, 66, 117]
3	Voids & Tunnel	L	H	L	L	H	Improper mixing & pressure [12, 33, 70, 76]
4	Fragmental	L	H	L	L	H	Uneven materials flow [33]
5	Lack of Penetration	L	H	L	H	H	Short pin length [12, 33]
6	Kissing bond	L	H	L	L	H	Insufficient material flow & oxide layer [12, 86]
7	Hooking	H	L	L	L	L	Insufficient setup Lap joint [12, 94, 118]
8	Surface Defects	H	H	L	L	H	Low heat & improper pressure [54]
9	Flash	H	L	H	L	H	Excess heat & improper pressure [66]

*2



*1

- Szerszám
 - D15 / d5 x 3.9

*1 Ábra forrása: Y.G. Kim, H. Fujii, T. Tsumura, T. Komazaki, K. Nakata
Three defect types in friction stir welding of aluminum die casting alloy
Materials Science and Engineering A 415 (2006) 250–254

* 2 Fotó forrása: Review The Common Defects In Friction Stir Welding
Abdulaziz I. Albannai

- ✓ Ipari tapasztalat
- ✓ Profi csapat



- ✓ Nemzetközi projektek
- ✓ Rövid határidők



Megbízott hegesztési felelős



Hegesztéstechnológiai vizsgálatok



Hegesztők minősítése



Hegesztőüzemek tanúsítása



Tervezés



Bérgyártás

Köszönöm a figyelmet!

Szász Gábor

/ ügyvezető

/ Gépészmérnök

/ EWE / IWE / Hegesztőmérnök

e-mail: info@prodker.com

Mobil: +36-20-9879-688