



Friction Stir Welding European Qualifications

CU2 – Príprava a definícia spoja FSW operátor



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

2. Príprava spoja

- 2.1 – Metódy čistenia
- 2.2 – Postupy merania a prístroje
- 2.3 – Polohovadlá
- 2.4 – FSW programy
- 2.5 – FSW parametre a limity
- 2.6 – Špecifikácia zvaracieho postupu (WPS)
- 2.7 – Typy nástrojov

2.1 – Metódy čistenia

Čistenie spojov:

- Nutný krok pre úspešný spoj
- Odstráň prach, masť alebo vlhkosť
- Negatívne dopady nedostatočného očistenia povrchu:
 - Nízka odolnosť proti únavovému namáhaniu
 - Lokálne nízka ťažnosť
 - Vnútorné chyby

Najbežnejšie metódy čistenia:

- ✓ Nanesenie rozpúšťadla a jeho zotretie papierovou utierkou

Ostatné metódy čistenia (nie bežne používané):

- ✓ Obrúsenie
- ✓ Drôtená kefa
- ✓ Odstraňovače laku
- ✓ Morenie

2.2 – Postupy merania a prístroje

2.2.1 – Meracie postupy

- Hrúbka dielcov, ktoré sa budú zvärať
- Rozdiely v hrúbke plechu
- Geometrické chyby môžu vznikáť v dôsledku nedôsledného merania hrúbky a následne nesprávne nastavených parametrov na kompenzáciu nerovnomernej hrúbky
- Najbežnejšie používané vo výrobní dielni:
 - Mechanické prístroje: využívajú priamejší prístup pri porovnávaní vzdialenosti medzi hranami súčastí a meradlom

2.2 – Meracie postupy a prístroje

2.2.2 – Meracie prístroje



Hrúbkomer

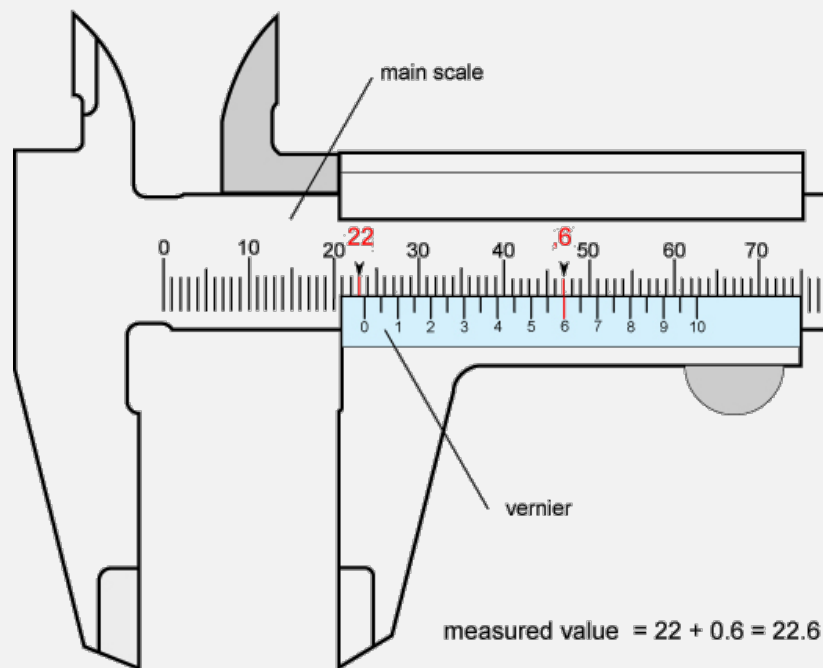


Posuvné merítko

2.2 – Meracie postupy a prístroje

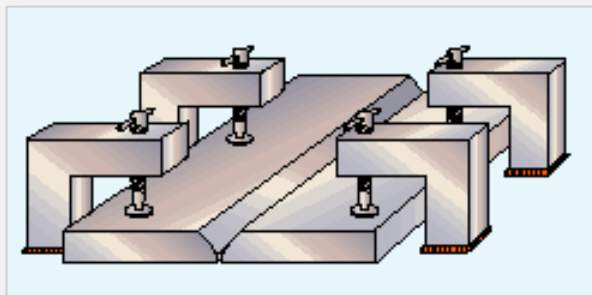
2.2.2 – Meracie prístroje

Ako používať posuvne merítko?

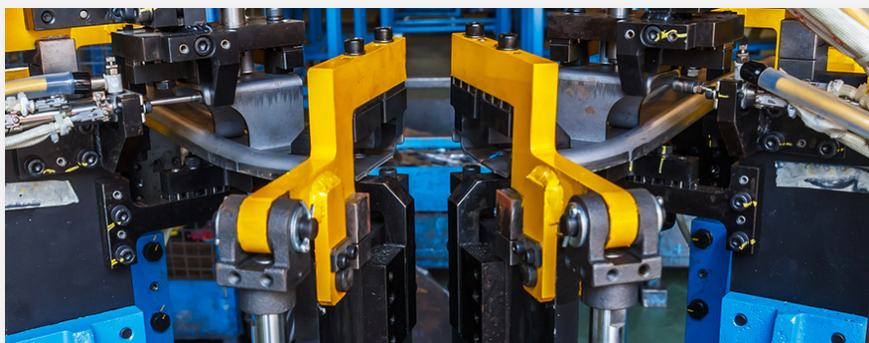


2.3 – Polohovadlá

2.3.1 – Typy prípravkov



Zvárací prípravok (so súhlasom TWI)



Zvárací prípravok (so súhlasom Tulsa Welding School)



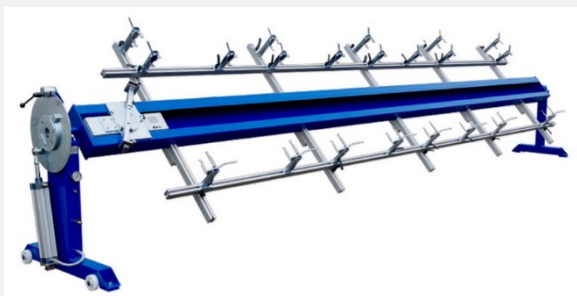
Vrtací prípravok (so súhlasom Kreg Jig)

2.3 – Polohovadlá

2.3.2 – Typy upínacích prípravkov



Rámový držiak



Zváranie na ráme



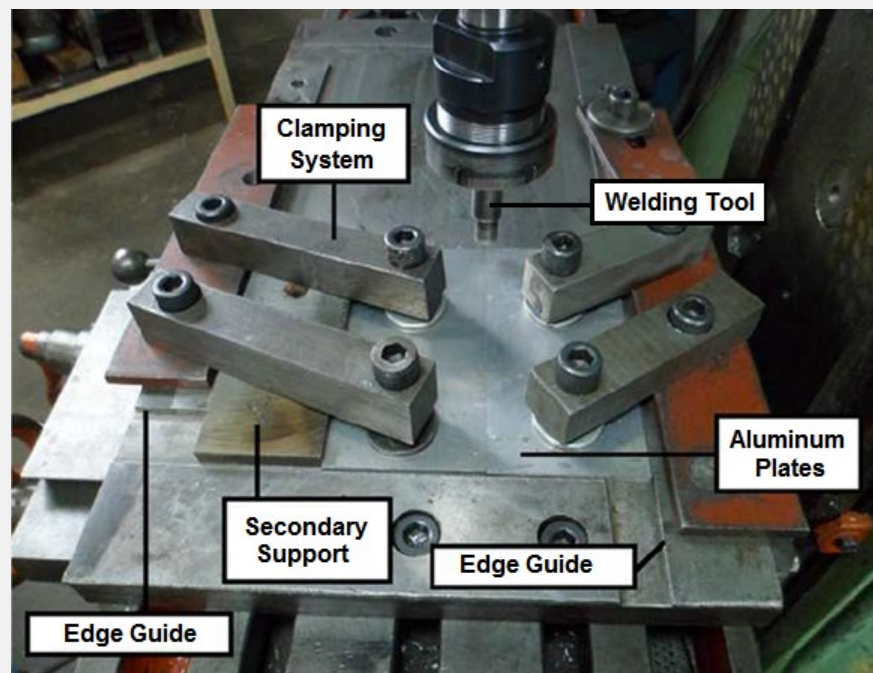
Vákuové upínanie

2.3 – Polohovadlá

2.3.3 – Upínacie systémy

Typy upínania:

- ✓ Mechanické zvierky
- ✓ Pneumatické a hydraulické zvierky
- ✓ Magnetické upínanie
- ✓ Elektrostatické upínanie



2.3 – Polohovadlá

2.3.4 – Princípy upínania

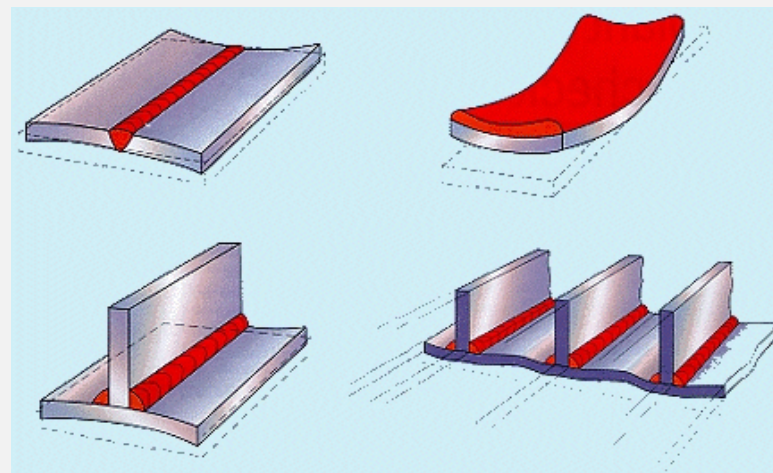
- ✓ **Poloha** – upínaciu silu nasmerujte na masívnu a podopretú časť obrobku
- ✓ **Sila** – má byť dostatočná na bezpečné pridržanie bez poškodenia obrobku
- ✓ **Produktivita** – upínací čas je nutné skrátiť pomocou otočných madiel a pák, aby sa tým dosiahla vyššia produktivita
- ✓ **Ergonómia** – celý proces upínania má byť nenáročný na obsluhu, aby sa tak znížila jej únava
- ✓ Zvierky majú byť opatrené **tkanivovými podložkami**, aby sa predišlo poškodeniu krehkých obrobkov

2.3 – Polohovadlá

2.3.5 – Vplyvy upínacieho systému na zvar

Faktory ovplyvňujúce pokrivenie:

- ✓ Umiestnenie zvierky
- ✓ Časové trvanie upínania
- ✓ Doba uvoľnenia upnutia
- ✓ Predhrev zvierok.



Bežné formy pokrivenia zvarok
(so súhlasom TWI)

2.4 – FSW programy

2.4.1 – Typy FSW programov



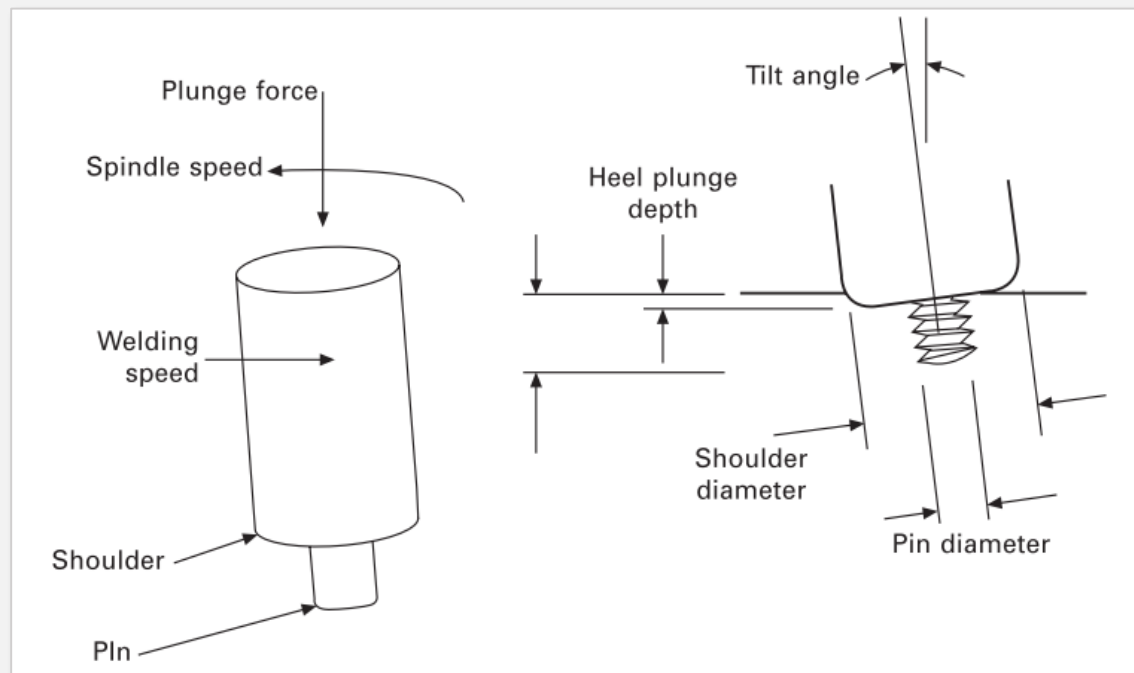
Príklad stroja a riadiaceho panela
(so súhlasom fy Grenzebach)



Riadiaci systém vyvinutý pre FSW
(so súhlasom fy ESAB)

2.5 – Parametre a limity

2.5.1 – Riadiaci systém



- ✓ Rýchlosť zvarovania alebo rýchlosť posuvu
- ✓ Otáčky nástroja
- ✓ Hĺbka ponorenia
- ✓ Osová sila alebo sila ponárania nástroja
- ✓ Uhol naklonenia nástroja

2.6 – Špecifikácia zvaracieho postupu (WPS)

Preliminary welding procedure specification

Manufacturer's pWPS No.: _____
 Manufacturer's WPQR No.: _____
 Friction stir welding operator's name: _____
 Parent material type, temper, and reference standard(s): _____
 Parent material thickness (mm): _____
 Outside diameter of tube (mm): _____
 Equipment identification (model, serial number, and manufacturer): _____
 Tool identification (sketch)¹⁾: _____
 Clamping arrangement (sketch)¹⁾: _____
 Tack welding: _____
 Joint preparation and cleaning methods: _____

Joint design

Joint design and joint configuration	Welding sequences
(Sketch) ¹⁾	

Welding details

Run	Tool motion, rotation speed r/min	Heel plunge depth mm or axial force kN	Tilt angle °	Side tilt angle °	Dwell time s	Welding speed mm/min others

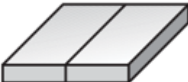

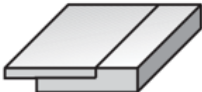
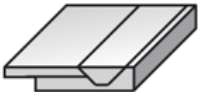

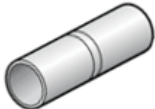
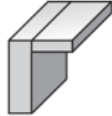
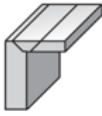
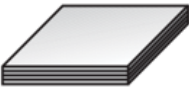
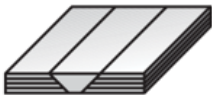
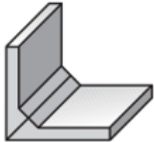
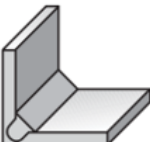
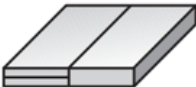

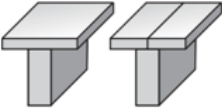
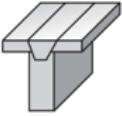
Welding position: _____
 Pre-weld heat treatment: _____
 Preheating temperature (°C): _____ Preheat maintenance temperature (°C): _____
 Interpass temperature (°C): _____
 Shielding gas: _____ Designation: _____ Gas flow rate (l/min): _____
 Postweld processing: _____
 Postweld heat treatment: _____
 Time, temperature, method: _____
 Heating and cooling rates: _____
 Other information¹⁾ _____

Manufacturer
 Name, date and signature

1) If required.

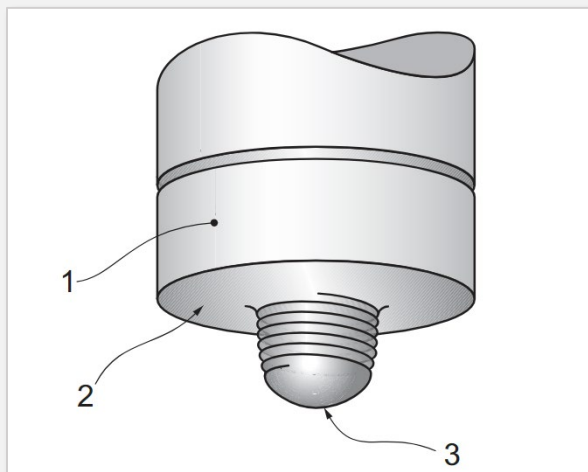
2.6 – WPS

2.6.1 – Návrh spoja

Joint Design	Before Welding	After Welding	Joint Design	Before Welding	After Welding
Butt joint			Lap + Butt joint		
Butt joint			Corner joint		
Lap joint			Corner joint		
Lap + Butt joint			T-joint		

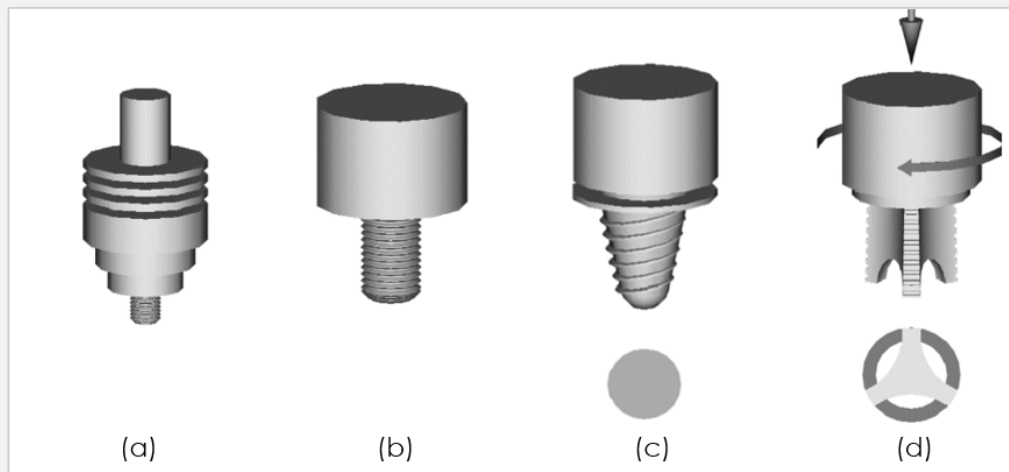
2.7 – Typy FSW nástrojov

FSW nástroj



- 1 – Telo nástroja
- 2 – Rameno
- 3 – Hrot

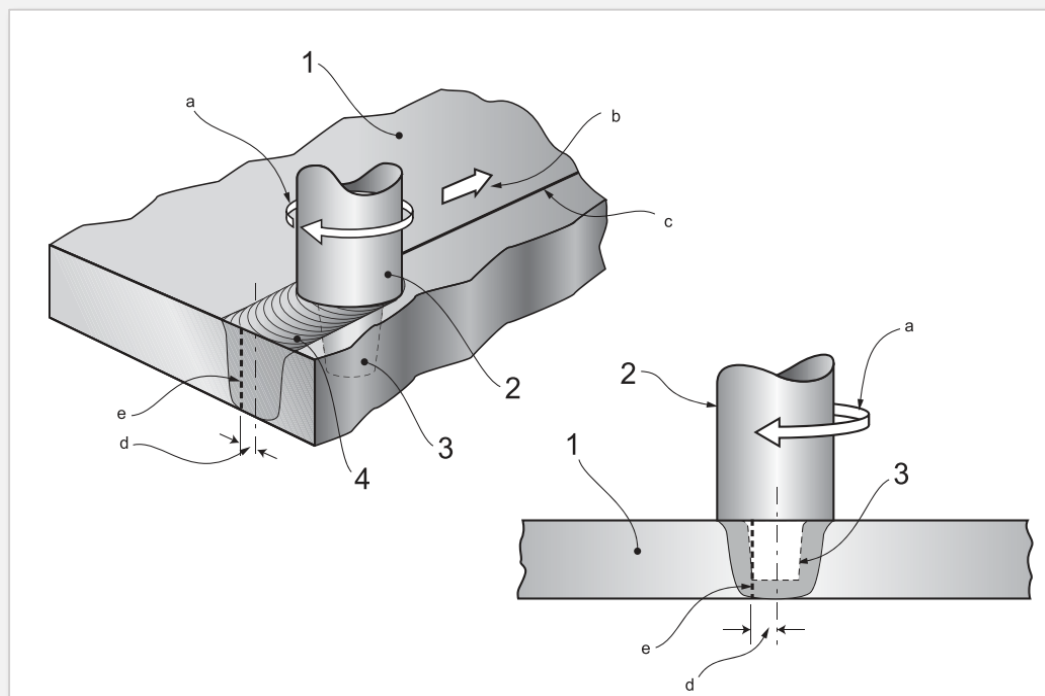
Tvary nástroja pre FSW



- (a) Odsadené rameno s valcovitým závitovým hrotom
- (b) Ploché rameno s valcovitým závitovým hrotom
- (c) Ploché rameno s kužeľovitým hrotom
- (d) Rozširujúci sa trojdrážkový hrot

2.7 – Typy FSW nástrojov

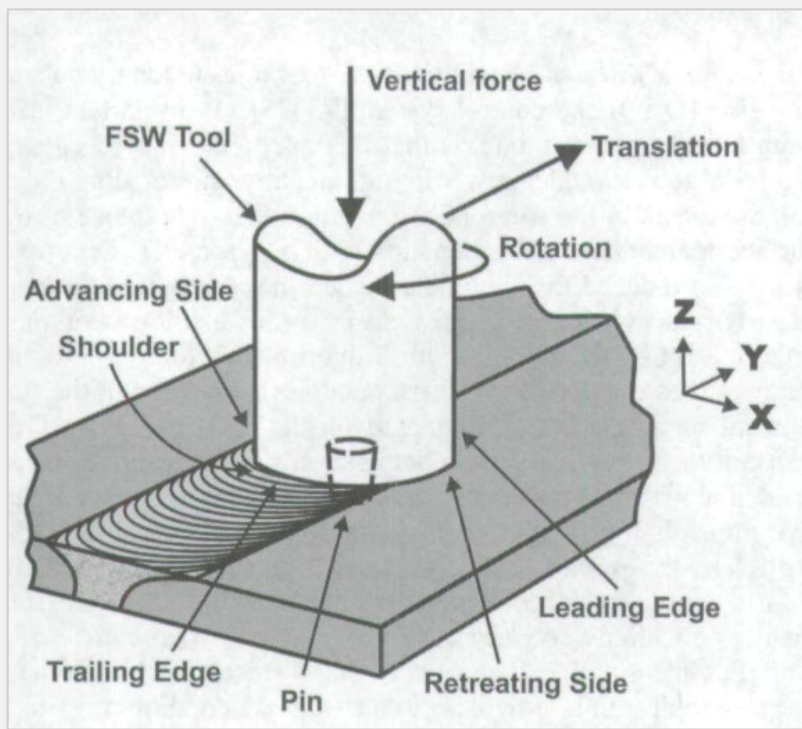
2.7.1 – Poloha osadenia



1. Obrobok
 2. Nástroj
 3. Hrot
 4. Čelo zvaru
-
- a. Smer otáčania nástroja
 - b. Smer zvárania
 - c. Spoj (styčná plocha)
 - d. Postranné odsadenie
 - e. Miesto dotyku pred zváraním

2.7 – Typy FSW nástrojov

2.7.2 – Pozícia v smere osi Z

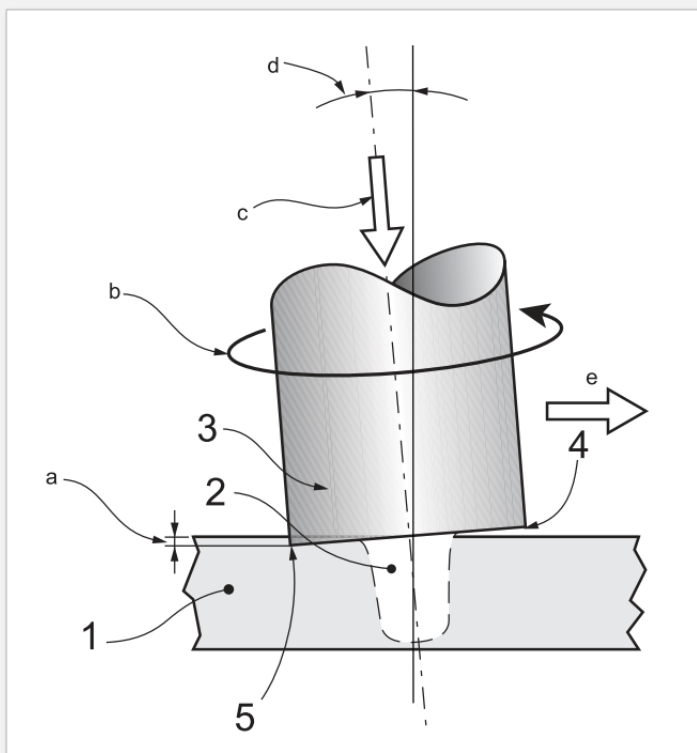


z pozícia – priestorové umiestnenie nástroja počas procesu, ktoré je obvykle na hornom povrchu obrobku nulové

Sila aplikovaná pozdĺž osi Z sa nazýva osová sila

2.7 – Typy hrotov/nástrojov

2.7.3 – Hĺbka ponorenia



vzdialenosť ktorou hrot preniká do zvarového kovu

1. Obrobok
 2. Hrot
 3. Nástroj
 4. Rameno (nábehová hrana)
 5. Päta (výbehová hrana ramena)
-
- a. Hĺbka ponorenia päty
 - b. Smer otáčania nástroja
 - c. Osová sila
 - d. Uhol naklonenia
 - e. Smer zvarovania

2.8 – Literatúra

- [2-1] Future Weld, *Mechanized Welding - Mechanized, Orbital and Robot Welding*. 2014.
- [2-2] D. Lohwasser and Z. Chen, *Friction Stir Welding: From Basics to Applications*. 2010.
- [2-3] R. S. Mishra and M. W. Mahoney, “Friction Stir Welding and Processing,” *ASM Int.*, p. 368, 2007.
- [2-4] I. O. for S. (ISO), *Final Draft ISO/FDIS 25239-5*, 1st ed. ISO, 2011.
- [2-5] ESAB, “Handbook - Joint Design & Prep.” [Online]. Available: https://www.esabna.com/euweb/sa_handbook/585sa2_26.htm. [Accessed: 18-Jul-2018].
- [2-6] J. N. Pires, A. Loureiro, and G. Böhlmsjö, *Welding robots: Technology, system issues and applications*, no. August 2015. 2006.
- [2-7] “What Is a Welding Jig? - Tulsa Welding School.” [Online]. Available: <https://www.weldingschool.com/blog/welding/what-is-a-welding-jig/>. [Accessed: 19-Jul-2018].
- [2-8] “UNIT 4 JIGS AND FIXTURES Structure 4.1 Introduction.”
- [2-9] “Welding Fixtures and How They Work | Forster America.” [Online]. Available: <https://www.forsteramerica.com/welding-fixtures-and-how-they-work/>. [Accessed: 19-Jul-2018].
- [2-10] T. Jagadeesha, “CLAMPING DEVICES.” National Institute of Technology Calicut, p. 20.
- [2-11] T. Schenk, I. M. Richardson, M. Kraska, and S. Ohnimus, “A study on the influence of clamping on welding distortion,” *Comput. Mater. Sci.*, vol. 45, no. 4, pp. 999–1005, 2009.
- [2-12] D. Lohwasser and Z. Chen, *Friction stir welding Related titles* : 2010.
- [2-13] I. O. for S. (ISO), *Final Draft ISO/FDIS 25239-1*, 1st ed. ISO, 2011.

2.8– Literatúra

- [2-14] P. S. D. N. K. Mishra, S. R., Friction stir welding and processing. 2014.
- [2-15] I. O. for S. (ISO), “ISO 15607,” 2003.
- [2-16] I. O. for S. (ISO), “Final Draft ISO/FDIS 25239-4,” no. 4, 2011.
- [2-17] R. R. Of et al., “Draft International Standard Iso / Fdis,” vol. 2006, 2006.
- [2-18] V. K. M, M. Arivarsu, M. Manikandan, and N. Arivazhagan, “Review on friction stir welding of steels,” Mater. Today Proc., vol. 5, no. 5, pp. 13227–13235, 2018.
- [2-19] A. Pradeep, “A Review on Friction Stir Welding of Steel,” Int. J. Eng. Res. Dev., vol. 3, no. 11, pp. 2278–67, 2012.
- [2-20] R. Miller, “GUIDELINES FOR FRICTION STIR WELDING,” Detroit, 2011.
- [2-21] A. Fehrenbacher, N. A. Duffie, N. J. Ferrier, F. E. Pfefferkorn, and M. R. Zinn, “Toward Automation of Friction Stir Welding Through Temperature Measurement and Closed-Loop Control,” J. Manuf. Sci. Eng., vol. 133, no. 5, p. 051008, 2011.
- [2-22] HSE Gov.UK, “Welding fume - Reducing the risk.” [Online]. Available: <http://www.hse.gov.uk/welding/fume-welding.htm>. [Accessed: 07-Aug-2018].
- [2-23] ESAB AB Welding Automation and ESAB, “Friction Stir Welding - Technical Handbook.” [Online]. Available: https://www.esabna.com/euweb/sa_handbook/585sa2_26.htm. [Accessed: 18-Jul-2018].
- [2-24] D. Veljić et al., “Advantages of friction stir welding over arc welding with respect to health and environmental protection and work safety,” Struct. Integr. Life, vol. 15, no. 2, pp. 111–116, 2015.
- [2-25] S. B. ; D. R. D. Muruganandam, “HEALTH HAZARDS DUE TO VARIOUS WELDING TECHNIQUES AND ITS REMEDY BY FRICTION STIR WELDING (FSW),” Int. J. Res. Aeronaut. Mech. Eng., vol. 2, no. 3, pp. 96–101, 2014



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Friction Stir Welding European Qualifications

Ďakujem za Vašu
pozornosť