



Friction Stir Welding European Qualifications

CU02 – Definicije spoja

FSW Specialist in inženir



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

2. Definicije

2.1 Definicije spoja

2.2 Metode čiščenja

2.3 Orodja

2,4 Vpenjalne

2.5 podložne plošče

2,6 osnovni materiali

2.7 Oprema za FSW

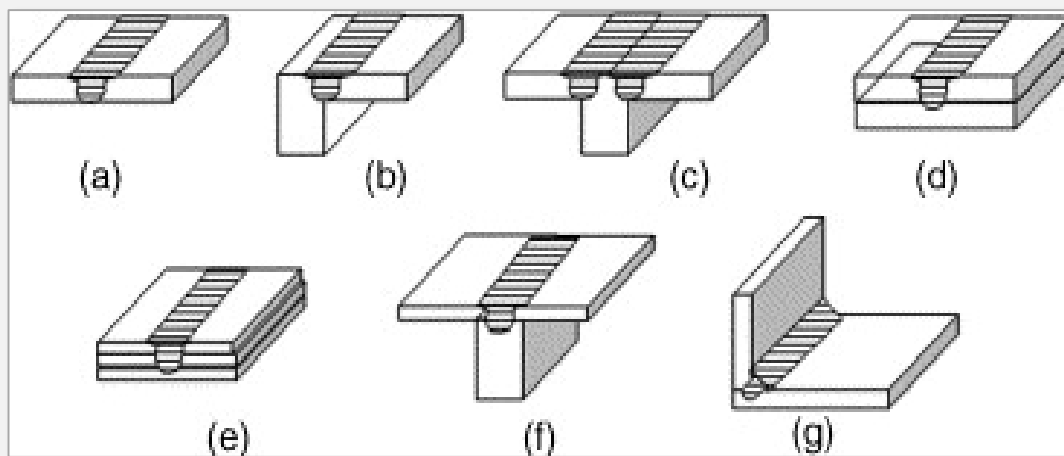
2.8 FSW Parametri

2,9 Programi

2.10 Reference

2.1 - Definicije spoja

2.1.1 Vrste spoja



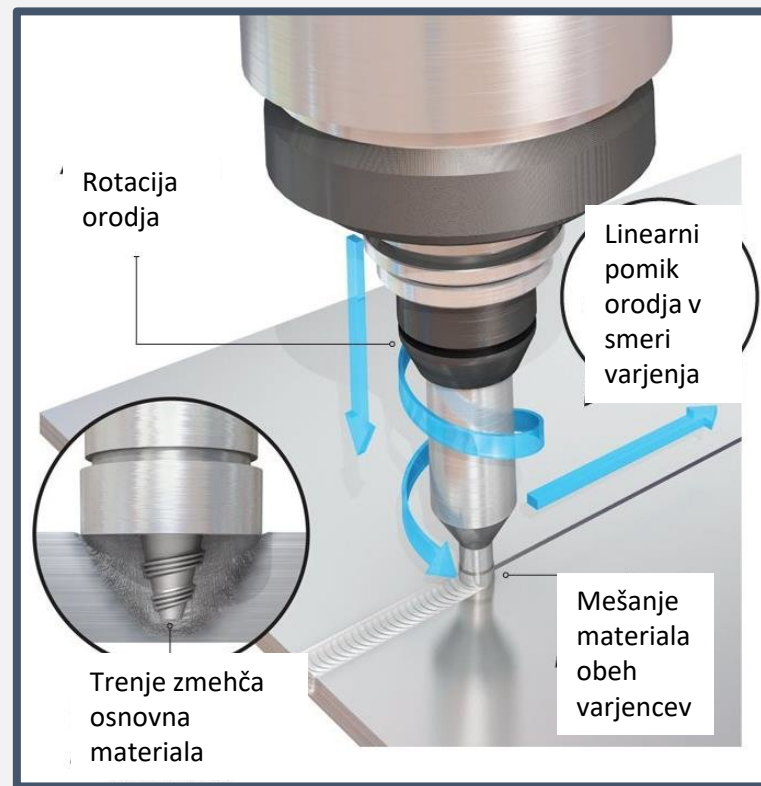
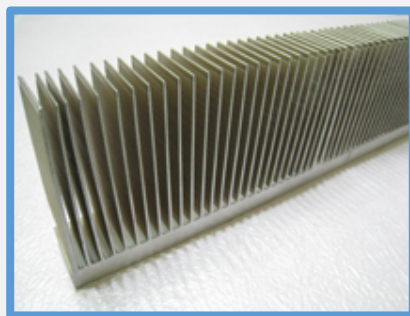
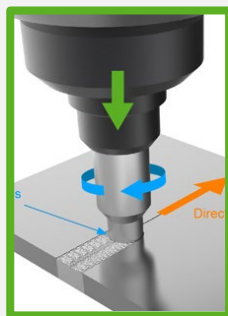
- a. Sočelno
- b. Kotno sočelno
- c. T spoj
- d. Sočelni prekrovn
- e. Sočelni večplastni
- f. T spoj
- g. kotni

2.1 - Definicije spoja

2.1.2 Oblikovanje

Skupno oblikovanje je treba upoštevati:

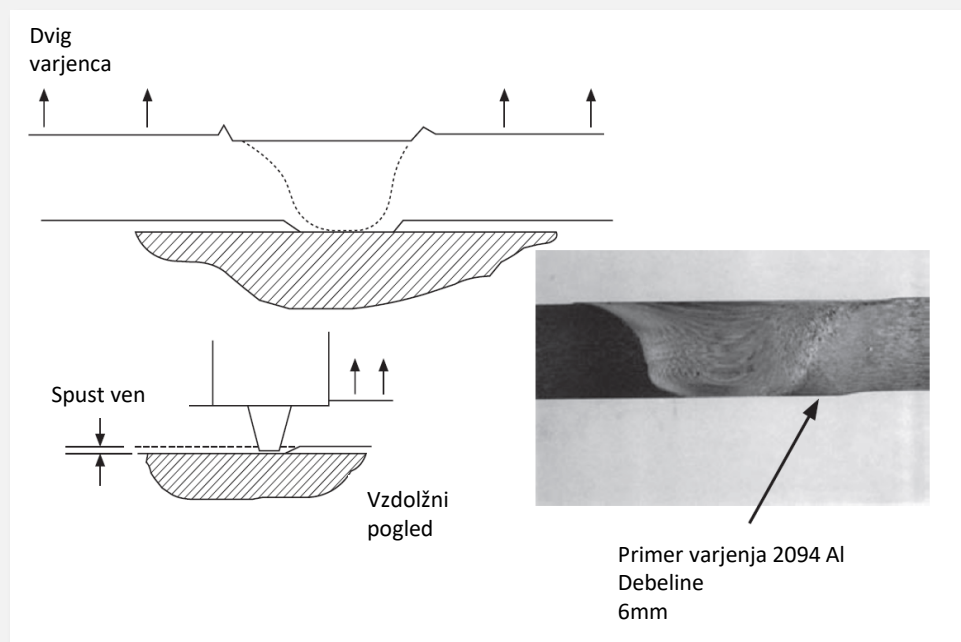
- ✓ Območje za varjenje orodje rame - poti - funkcija debeline in zlitine
- ✓ Zadrževanje zmeščanja vara po celotni dolžini spoja
- ✓ Sila preprečiti gibanje obdelovancev
- ✓ hladilna rebra razpršijo toploto varjenja



2.1 - Definicije spoja

2.1.2 Design - Premisleki

- Neustrezno vpenjalna povzroči "**Osip**" To je posledica pomanjkljive navpične sile v čelnega zvara, ki preprečuje obdelovanca z dviganjem od nakovalu.
- To je pravilno preprečiti z zagotavljanjem dobrega dizajna držala, to je bolje kot poskušati popraviti med postopkom varjenja.



Spuščanje vara zaradi neustreznega navpičnega fiksiranja obdelovanca

2.2 - Metode čiščenja

2.2.1 Pomen čiščenja

- ✓ Nujen korak za uspešen spoj
- ✓ Odstranite prah, maščobo ali vlago
- ✓ Negativni vplivi nepravilnega čiščenja površine:
 - ✓ Slaba utrjenost varkov
 - ✓ Lokalizirana nizka duktilnost
 - ✓ merilne napake

Najbolj pogost način čiščenja:

- ✓ Topilo in brisanje s papirnato brisačo

Drugi načini za čiščenje
(Navadno ne uporabljajo):

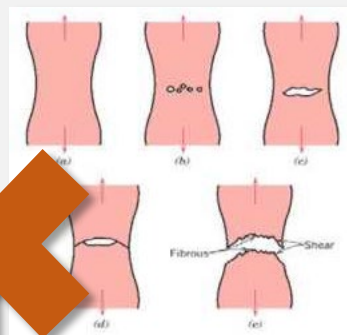
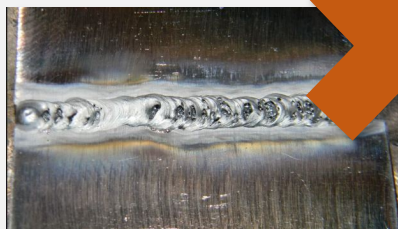
- ✓ brušenje
- ✓ Ščetkanje
- ✓ Odstranjevalci barve

2.2 - Metode čiščenja

prednosti

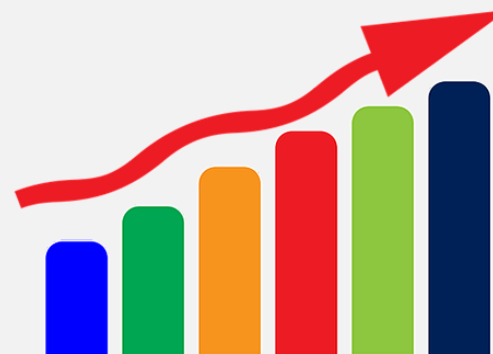
Izogibanje:

- Slaba utrjenost varkov
- Lokaliziranih napake nizki duktilnosti



slabosti

Povečanje cene procesa



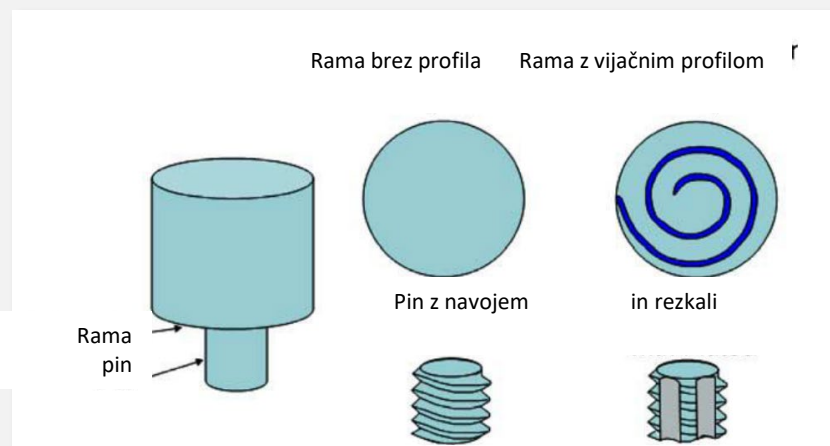
2.3 - Orodja

FSW orodja:

- ✓ Ne-potrošni material
- ✓ Ključna komponenta procesa FSW

orodje **Material** in **geometrija** so odvisni od:

- ✓ Material za varjene
- ✓ dimenzije
- ✓ Skupna konfiguracija
- ✓ Druge zahtevane specifikacije



Osnovna orodja za ramena in pin funkcije

2.3 - Orodja

2.3.1 Vrste orodij in njegove značilnosti

Šest osnovnih značilnosti, da izberete orodje:

- ✓ Jakost pri sobni in procesni temperaturi
- ✓ življenje utrujenost pri temperaturi procesov
- ✓ lomna žilavost
- ✓ Nosite značilnosti
- ✓ Dolgoročno termična stabilnost
- ✓ Kemijska stabilnost (*Nič ali malo reakcije z obdelovancem*)

Kako izbrati
orodje?



2.3 - Orodja

2.3.1 Vrste orodij in njegove značilnosti

Nekateri primeri

- Variti aluminijeve zlitine (najpogostejša uporaba FSW) orodnega jekla materiali
 - Aluminijeve zlitine (od 6 do 12 mm debeline) to je ponavadi zaposlen H13 orodno jeklo
 - Za večje debeline ali če je potrebno povečanje produktivnosti:
 - **pin orodje** se lahko iz **visoke trdnosti materialov** pri temperaturi varjenje
 - Ramena orodja se še vedno lahko iz **H13**
- V nekaterih posebnih primerih - razvoj podrobnejši modelov orodja, zagotavljanje boljše predstave
- Variti druge materiale, kot so titan, jekla ali bakra lahko zahtevajo orodja narejene iz materialov na osnovi volframa, polikristalnem kubični borov nitrid ali drugih materialov visokozmogljivih da prenesti visoke temperature

2.3 - Orodja

2.3.2 Pozicioniranje

Offset position

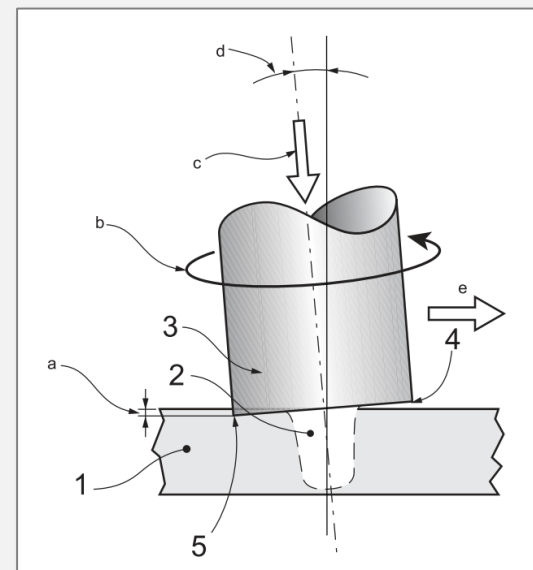
- Odmik položaj ustreza odmik od osi orodja za ravno površino

Z position

- gibanje orodja pod obdelovanca je vnaprej določena vzdolž treh dimenzij (X, y, z).

Potopna globina

- Razdalja pete sega v var in je navedena kot globino potopitve pete
- Programirana in kritični parameter-položaja



Stranski pogled sočelni zvar

1. obdelovanca
2. pin
3. orodje
4. Rame (zgornji rob)
5. Peta (rama zadnji rob)

- a) Globina
- b) Smer vrtenja orodij
- c) osna sila
- d) nagib
- e) Smer varjenja

2,4 - Vpenjalne

2.4.1 - Vpenjalna metode in njegove značilnosti

*Mehanska
pogonska
spona*

- Preprost in gospodarski način objemko listov ali plošč
- Visoka vpenjalne sile
- Klešč za prijemanje nameščena blizu zvara zaradi različnih toplotne prevodnosti
- Visok set-up-krat (za vpenjanje delovnih kosov)

*Pnevmatske in
hidravlične
objemke*

- Za serijsko proizvodnjo, da bi zmanjšali nastavitvenih časov
- Ti elementi so drage in edina razumna v proizvodnih razmerah serije

*Vakuumska
vpenjalna*

- Zelo prilagodljive sisteme enostaven za uporabo
- Pustimo za vpenjanje različnih velikosti delnih
- Nizke set-up čase
- Vpenjalne sile niso vedno dovolj za debele plošče

2,4 - Vpenjalne

2.4.2 - Vpenjalna pomen

Pravilno Vpenjalna je pomemben vidik saj je vedno prisotno med postopkom varjenja.

Vpenjalna mehanizmov:

- ✓ Naj bi omogočilo pinu orodja FSW dostop do zvarne poti
- ✓ Bi smelo preprečiti del drsenje po dolžini, upogibanje ali ločuje zaradi sile navora
- ✓ Vplivi varjenja - kakovost in proizvodni cikel

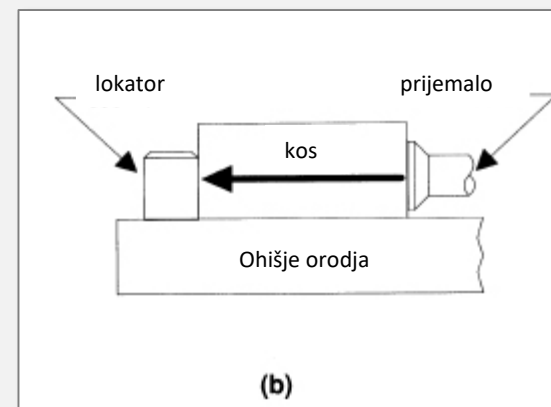
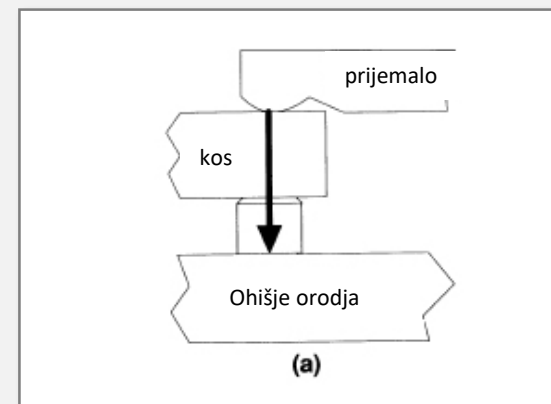
2,4 - Vpenjalne

2.4.3 - Vpenjalna - ureditev

- **lokatorji** –podpora vseh primarnih sil v operaciji
- **spone** - potrebo, da imajo obdelovanec proti upor sekundarnih sil v operaciji

Spone pozicioniranje proizvoda / mesto:

- Na najbolj togih točkah obdelovanca - tako preprečuje poškodbe
- Mora zagotoviti enakomerno porazdelitev sil med celotnim procesom
- Je treba izbrati, da se zagotovi, da ne posega v varilni poti delovanja

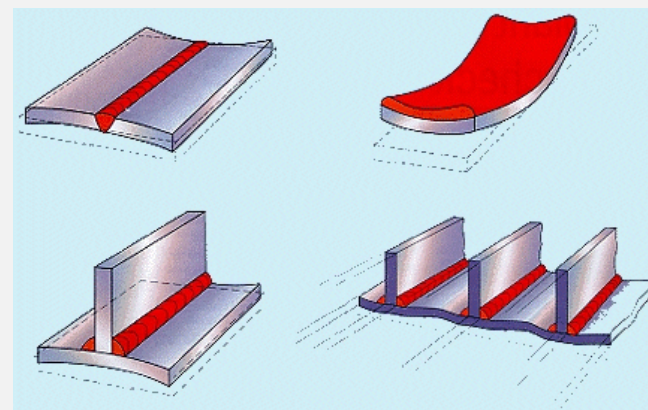


2,4 - Vpenjalne

2.4.4 - Vpliv v procesu varjenja

Dejavniki ki vplivajo na izkrivljanje:

- ✓ lokacija
- ✓ Vpenjalni čas
- ✓ Vpenjalna čas za sprostitev
- ✓ Predgrevanje čeljusti



Predgrevanje čeljusti - homogene deformacije znižata amplituda uklonska

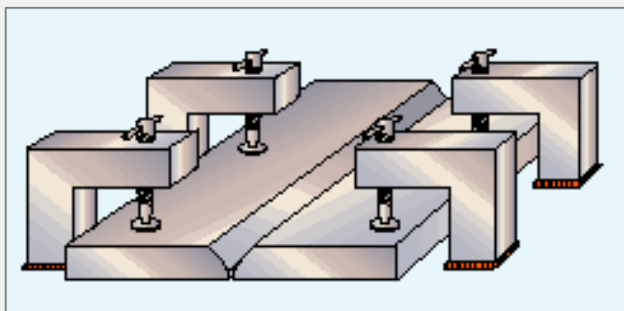
Daljši čas za sprostitev zmanjšanje kotnega popačenja

Daljše vpenjanje zmanjša upogibanje

Bližje sponke ob zvaru - zmanjša končna popačenje

2,4 - Vpenjalne

2.4.5 - šablone in napeljave



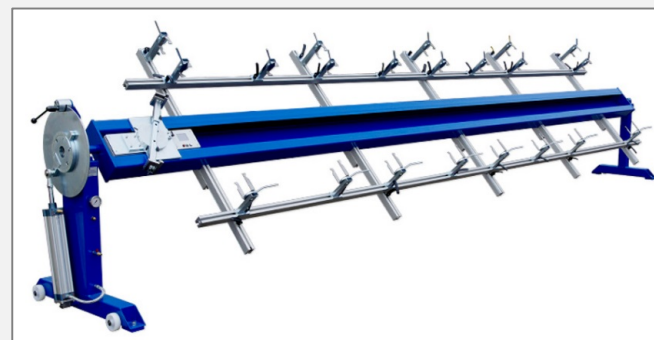
Varilna šablona (Vir: TWI)



Vakuumska vpenjalna



okvir - vpenjalo

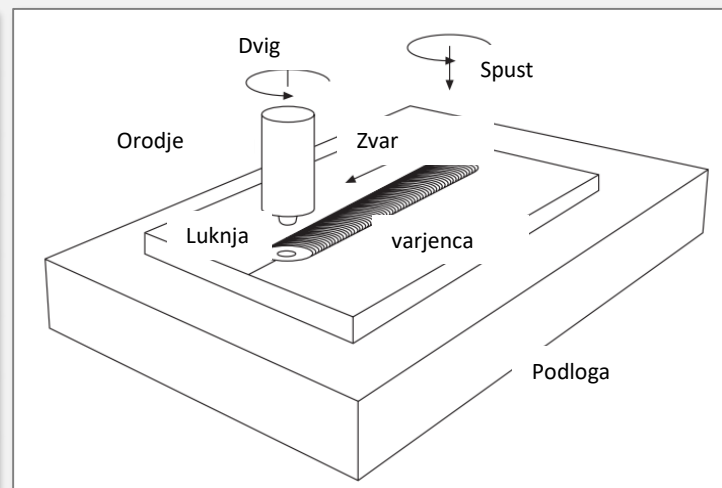


ograja - vpenjalo

2.5 - Podložne plošče

- ✓ Upreti normalnim silam se uporabljajo v FSW
- ✓ Zagotavljanje trd predmet, da vpnejo plošč ali pločevin da se dajo variti
- ✓ materiali nosilne plošče vplivajo na porabo energije in kakovosti zvarov

Material	Toplotna prevodnost [W /mK]
Mehko jeklo	40-60
Nerjaveče jeklo	15-25
X33CrS16 (1,2085)	17
RAMAX	24
Bras	110-150
baker	180-400
aluminijeve zlitine	110-235



2.6 - Osnovni materiali

2.6.1 Ustrezni materiali za FSW

- Visoka temperatura zlitine (npr titan, jeklo, nikelj)
- Nizke temperature zlitine (npr aluminij, magnezij, baker)
- Sestavni deli iz različnih materialov (npr aluminij na jeklo, aluminij in magnezijem)
- termoplastov

2.6 - Osnovni materiali

2.6.2 Varivost materiala za FSW

- ✓ FSW izboljšuje varljivost nekaterih materialov
- ✓ Glavna omejitev pri visokih temperaturah je na voljo primerne za varjenje orodnih materialov, ki se lahko prenašati teh pogojev poslovanja
- ✓ Toplota nastane zaradi trenja, plastičnega dela ali dodatno segrevanje mora biti zadostna, da premagajo izgubo toplote iz varilnega območja s prevajanjem na obdelovancu
- ✓ Nekatero aluminijeve zlitine težko ali nemogoče variti s tradicionalnimi postopki za obločno varjenje zaradi težav s tvorbo krhkih faz in razpok, zato trenja mešamo varjenje je izvedljiva alternativa
- ✓ FSW jekla so pokazale, da lahko nižja temperatura varjenja privede do zelo nizko stopnjo popačenja in edinstvenih skupnih lastnosti
- ✓ Pri uporabi FSW titanovega je potrebno nizko vnašanje toplote modela orodja bodisi z zmanjšanjem premera ali odpravo rotacijo ramenskega skupaj, zaradi nizke toplotne prevodnosti
- ✓ Baker je uporaba FSW na gradnjo posodah za shranjevanje jedrskih odpadkov za več let. Čeprav je bilo pričakovati, da bo visoka toplotna prevodnost težava je bila odpravljena z visoko hitrostjo vretena, ki je pomagal pri zagotavljanju dovolj toplotno intenzivnost visoke kakovosti zvarov.
- ✓ Uporaba FSW omogoča tudi združevanje neenakih zlitine, ki se lahko pritožijo na nekaterih aplikacijah

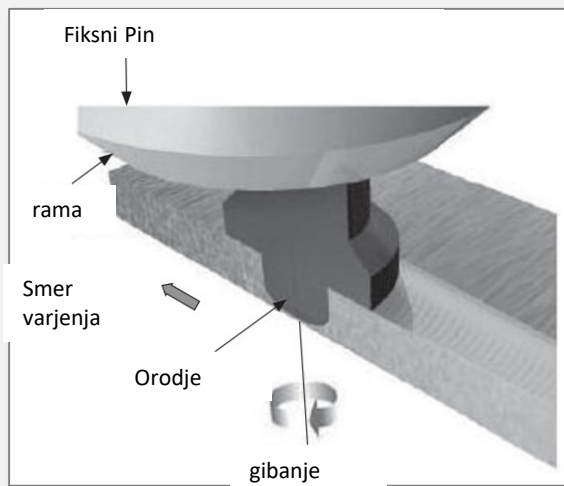
2.7 - Oprema za FSW

2.7.1 - Vrste in značilnosti opreme

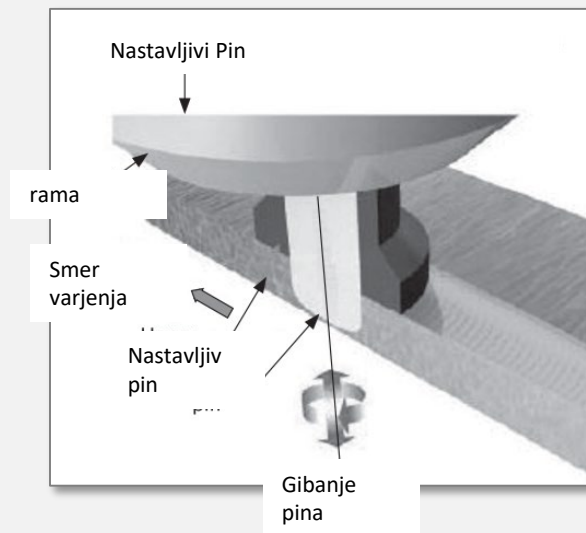
- FSW oprema mora biti zasnovana glede na potrebe, da bi **zagotovila**:
 - Primerno prileganje
 - Pravilno držanje navzdol in vpenjanje (vključno dovolj togosti, da se prepreči premikanje)
 - Odvajanje toplote, ki jo proizvede postopek
- kritičnih parametrov pogojenih z opremo FSW je več:
 - Položaj orodja
 - usmerjenost
 - obremenitve
 - Vrtenje in hitrosti pomika
- FSW stroji so običajno zasnovani za namensko uporabo, čeprav obstaja nekaj splošnih strojev, da se lahko prilagodijo različnim varjencem.

2.7 - Oprema za FSW

2.7.1 - Vrste in značilnosti opreme



Fiksna-pin



Nastavljiv-pin

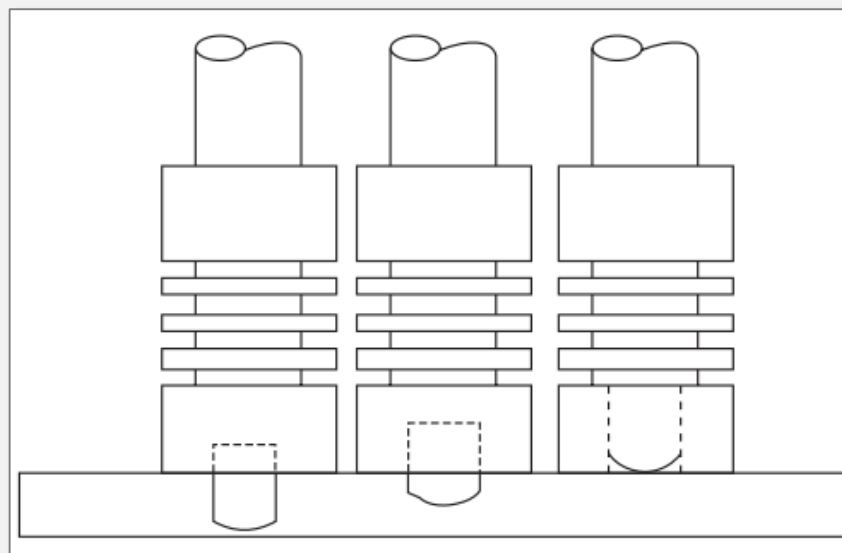
- ✓ Enodelna orodje, ramena in zatič
- ✓ Skupno gibanje vretena varilne glave
- ✓ Najbolj tradicionalna oblika FSW

- ✓ Odklapanje med sornikom in ramo
- ✓ Uporabno bi zvarjenih delov z različno debelino
- ✓ Uporablja se za zapiranje-out luknjno pin

2.7 - Oprema za FSW

2.7.1 - Vrste in značilnosti opreme

Nastavljiv-pin zapiranje pin luknje



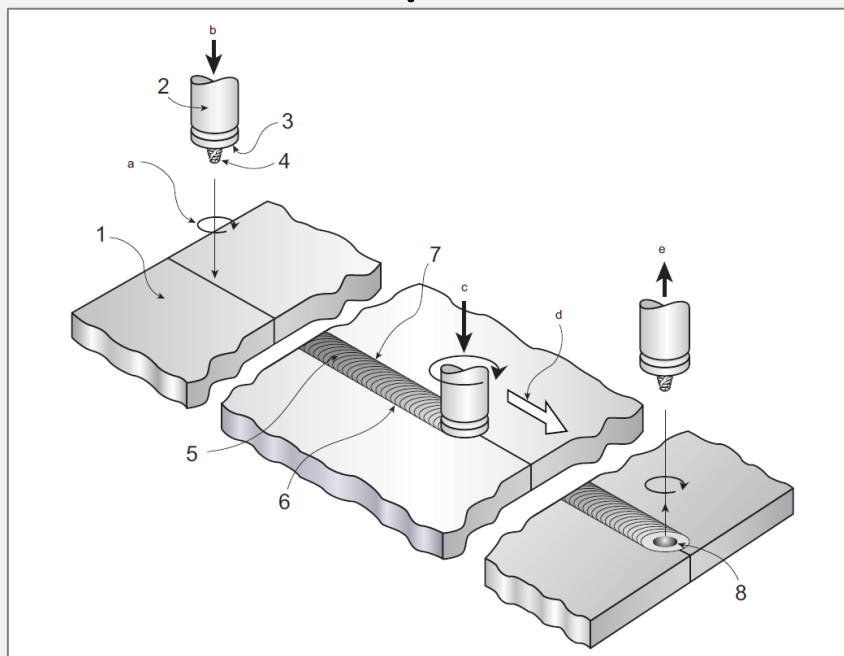
- Pomeni bolj prefinjeno obliko orodja
- Lahko premaknete zatič samostojno

2.7 - Oprema za FSW

2.7.2 - *Produktivnost in učinkovitost opreme*

- Povečanje hitrosti varjenja za izboljšanje produktivnosti, ni idealna rešitev.
- Fiksna avtomatizacija in robotske rešitve se lahko uporabljajo, in njena izbira prihaja do tehničnih in ekonomskih dejavnikov.
 - ✓ Fiksna avtomatizacija - stroj zgrajen za en sam namen in natančne zahteve za določeno aplikacijo.
 - ✓ Robotski rešitve - večja fleksibilnost.
- produktivnost in učinkovitost procesa vplivajo tudi orodja za načrtovanje.

2.8 - FSW parametri



- a) Smer vrtenja orodij
- b) gibanja orodja
- c) osna sila
- d) Smer varjenja
- e) gibanja orodja navzgor

Glavne procesne spremenljivke FSW

Tool design variables	Machine variables	Other variables
Shoulder and pin materials	Welding speed	Anvil material
Shoulder diameter	Spindle speed	Anvil size
Pin diameter	Plunge force or depth	Workpiece size
Pin length	Tool tilt angle	Workpiece properties
Thread pitch		
Feature geometry		

- 1) obdelovanca
- 2) orodje
- 3) Ramenski
- 4) Probe
- 5) Weld obraz
- 6) Umikajo stran vara
- 7) Pospeševanje stran vara
- 8) Izhod iz luknje

2.8 - FSW parametri

- ✓ število vrtljajev [Min]
- ✓ Globina Heel skok [Mm]
- ✓ Axial Force [kN]
- ✓ Kot nagiba [°]
- ✓ Stranski kot nagiba [°]
- ✓ zadrževanja čas [Y]
- ✓ hitrost varjenja [Mm / min]
- ✓ predgrevalna temperatura [° C]
- ✓ Povarjenje
- ✓ Ogrevanje in hlajenje



2.9 - Programi



2.10 - Reference

1. S. Ebnesajjad in HA Landrock "Skupno oblikovanje" *adhes. Technol.Handb.*, Str. 183-205, 2014.
2. RS Mishra in ZY Ma, "trenja premešamo varjenje in obdelavo," *Mater. Sci. Eng. R Poročila*, Vol. 50, št. 1-2, str. 1-78, 2005.
3. D. Lohwasser in Z. Chen, *Trenje Mešajte Varjenje: Od Osnove za aplikacije*. 2010.
4. R. Miller, "SMERNICE ZA trenja mešamo VARJENJE," Detroit 2011.
5. RS Mishra in MW Mahoney, "Friction Stir Varjenje in predelavo," *ASM Int.*, Str. 368 2007.
6. IO za S. (ISO), *Končna Osnutek ISO / FDIS 25239-5*, 1. izd. ISO 2011.
7. ESAB, "Handbook - Skupni Design & Prep." [Online]. Na voljo: https://www.esabna.com/euweb/sa_handbook/585sa2_26.htm. [Pridobljeno: 18-Jul-2018].
8. [N. Mendes, P. Neto, A. Loureiro in AP Moreira, "Stroji in kontrolne sisteme za trenje mešalno varjenje: Pregled" *Mater. Des.*, Vol. 90, str. 256-265, 2016.
9. GK Padhy, CS Wu, in S. Gao, "trenja premešamo varjenje in predelovalne tehnologije, ki temeljijo - procesi, parametri, mikrostrukture in aplikacije: pregled," *J. Mater. Sci. Technol.*, Vol. 34, str. 1-38, 2017.
10. PSDNK Mishra, SR, *Trenja premešamo varjenje in obdelavo*. 2014.
11. FC Liu Y. HovanskiMP Miles, CD Sorensen in TW Nelson, "Pregled trenja mešalno varjenje jekel: orodje, materialnega toka, mikrostrukuro in lastnosti," *J. Mater. Sci. Technol.*, Vol. 34, št. 1, str. 39-57, 2017.
12. IO za S. (ISO), *Končna Osnutek ISO / FDIS 25239-1*, 1. izd. ISO 2011.
13. A. Fehrenbacher, NA Duffie, NJ Ferrier, FE PfefferkornIn MR Zinn, "Proti Avtomatizacija Friction Primešamo Varjenje Z temperature Merjenje in zaprte zanke nadzor," *J. Manuf. Sci. Eng.*, Vol. 133, št. 5, str. 051008 2011.
14. Prihodnost Weld, *Mehanizirano Varjenje - mehanizirana, Orbital in Robot varjenje*. 2014.
15. D. Lohwasser in Z. Chen, *Trenje mešamo varjenje : Od osnov do aplikacij*. Woodhead Publishing 2009.

2.10 - Reference

16. T. Schenk, IM Richardson, M. Kraskaln S. Ohnimus"Študija o vplivu vpenjanje na varjenje popačenje," računalnikov. Mater. Sci., Vol. 45, št. 4, str. 999-1005, 2009.
17. WJ Choi, JD Morrow, FE PfefferkornIn MR Zinn, "Vpliv varilnih parametrov in nosilne plošče difuzivnost o porabi energije v Trenje mešamo Varjenje," Procedia Manuf., Vol. 10, str. 382-391, 2017.
18. "3.1 Material potrdila | Klasične filtri. "[Online]. Na voljo: <https://www.classicfilters.com/blog/materialcertificates/>. [Pridobljeno: 03-jan-2019].
19. "Kako, da si ogledate potrdilo materialno? - 1. del -. AMARINE "[Online]. Na voljo: <https://amarineblog.wordpress.com/2017/09/22/how-to-view-the-material-certificate/>. [Pridobljeno: 03-jan-2019].
20. WM Syafiq, M. AfendiR. Daud, MN Mazleeln NA Jaafar, razlike med orodnih odmikov in njegov vpliv na mehanske lastnosti neenakovrstno trenja mešamo varjenje aluminijzlitina 6061 in S235JR blage jekla z običajnim jermeni rezkalni stroj. 2017.
21. "Kaj je varjenje Jig? - Tulsa varjenje šola "[Online].. Na voljo: <https://www.weldingschool.com/blog/welding/what-is-a-welding-jig/>. [Pridobljeno: 19-Jul-2018].
22. "ENOTA 4 šablone in vpenjalne Struktura 4.1 Uvod."
23. "Varjenje tekme in kako delujejo | Forster America. "[Online]. Na voljo: <https://www.forsteramerica.com/welding-fixtures-and-how-they-work/>. [Pridobljeno: 19-Jul-2018].
24. D. Lohwasser in Z. Chen, Trenje premešamo varjenje Podobni naslovov: 2010.
25. [26] HSE Gov.UK, "Varjenje dima -. Zmanjševanje tveganja" [Online]. Na voljo: <http://www.hse.gov.uk/welding/fume-welding.htm>. [Pridobljeno: 07 avg 2018].
26. ESAB AB Varjenje avtomatizacija in ESAB, "Friction Stir Varjenje -. Tehnični priročnik" [Online]. Na voljo: https://www.esabna.com/euweb/sa_handbook/585sa2_26.htm. [Pridobljeno: 18-Jul-2018].
27. D. Veljić et al., "Prednosti trenja premešamo zavari obločno varjenje v zvezi z zdravjem in varstvom okolja in varnosti pri delu," struct. integr. Življenje, vol. 15, št. 2, str. 111-116, 2015
28. SB; DRD.Muruganandam"NEVARNOSTI ZA ZDRAVJE zaradi različnih tehnike varjenja in njegovih SREDSTVO zaradi trenja mešamo VARJENJE (FSW)," Int. J. Res. Aeronaut. Mech. Eng., Vol. 2, št. 3, str. 96-101, 2014.



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



Friction Stir Welding European Qualifications

Hvala vam