



Friction Stir Welding European Qualifications

## CU3 - Postopek varjenja

FSW operater



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

# 3. Postopek varjenja

3.1. pomožna oprema

3.2. Težave v FSW

3.3. Ukrepi za reševanje težav

### 3. Varjenje - Postopek

- Dobri zvarni spoji so tisti ki so izdelani brez napak.
- Ena od možnosti, kako se izogniti napakam je sestavljen z uporabe dodatne opreme
- Pomožna oprema, ki jih lahko razdelimo v dve osnovni skupini: navigacijo in hibrid

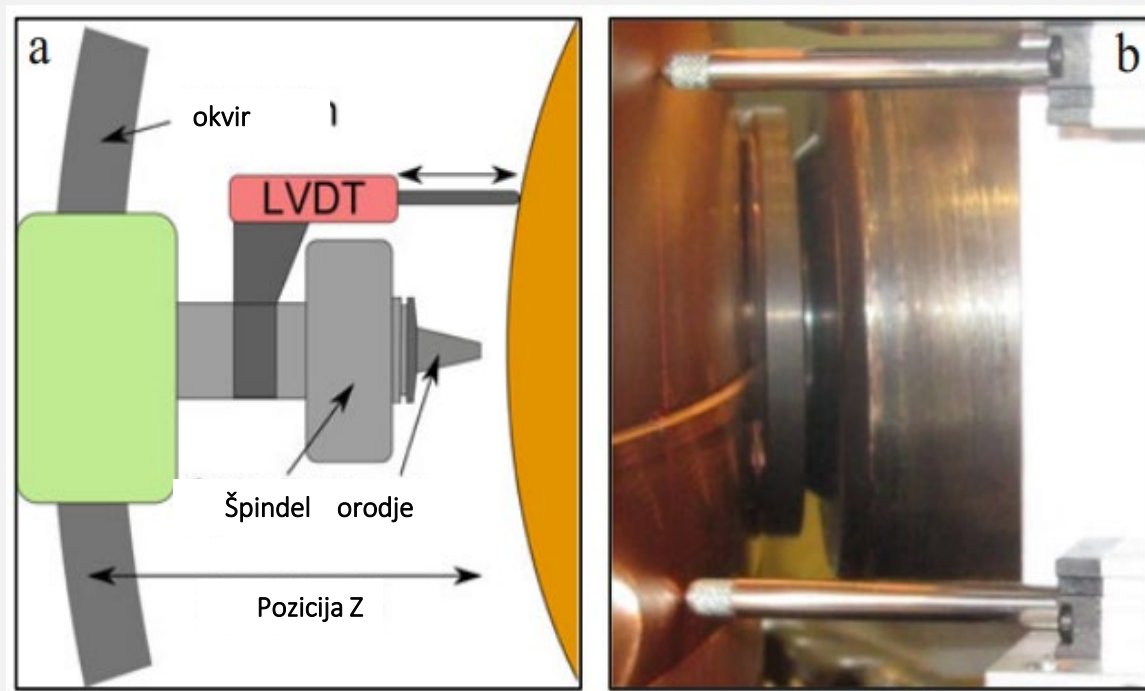
## 3.1 Navigacija - dodatna oprema

- Uporaba v aplikacijah, kjer je to potrebno za nadzor:
- avtomatski nadzor položaja varilnega orodja za varjenje v smeri linije zvara
- potopitev - globina varilnega orodja
- temperatura

## 3.1.1 Kontrola globine

- Senzor globine uporablja osno silo za manipulacijo z globino varilnega orodja potapljanjem.
- Laserski senzorji se uporabljajo kot povratni signali za kontrolorje.
- Eksperimentalni rezultati so pokazali, da pri uporabi pomožnih naprav (senzorji, sonde) pride do pojava napak, kot so pomanjkanje korenske fuzije in prekomerno bliskanje vendar se drastično zmanjšajo.

### 3.1.1. Kontrola globine

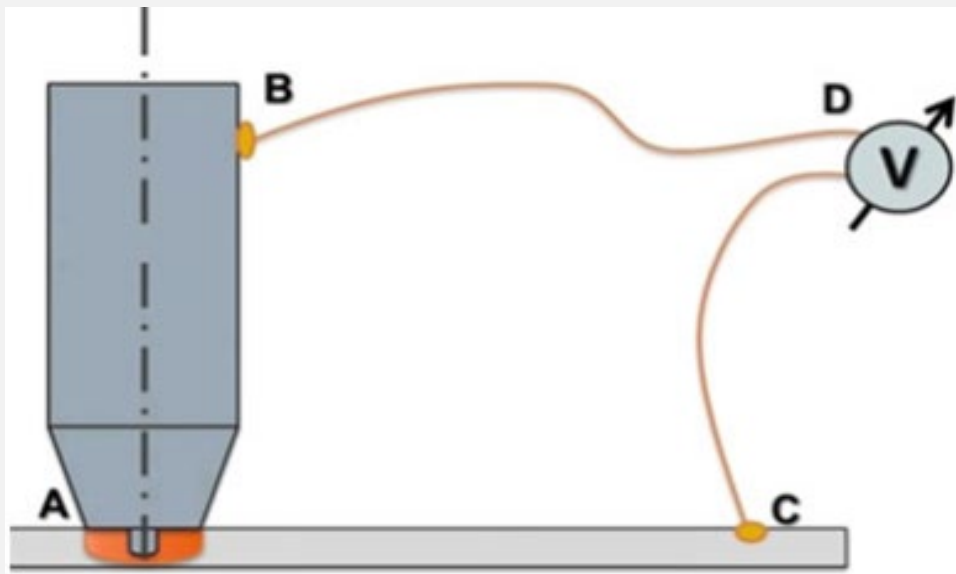


Slika 3-1 a) Konfiguracija globine senzorja; b) linearni diferenčni pretvorniki

## 3.1.2 Regulacija temperature pri varjenju ga FSW procesa

- Temperatura se meri z uporabo termo-električnega signala med orodjem in materialom varjene.
- Postopek TWT nudi natančno merjenje tudi temperature pod ramo orodja in v bližini orodja robu.

## 3.1.2 Regulacija temperature pri varjenju ga FSW procesa



Nastavitev za umerjanje merjenje temperature

Toplotna Meja med varilnim orodjem iz jekla in varjenih materialov iz Al zlitine (A).

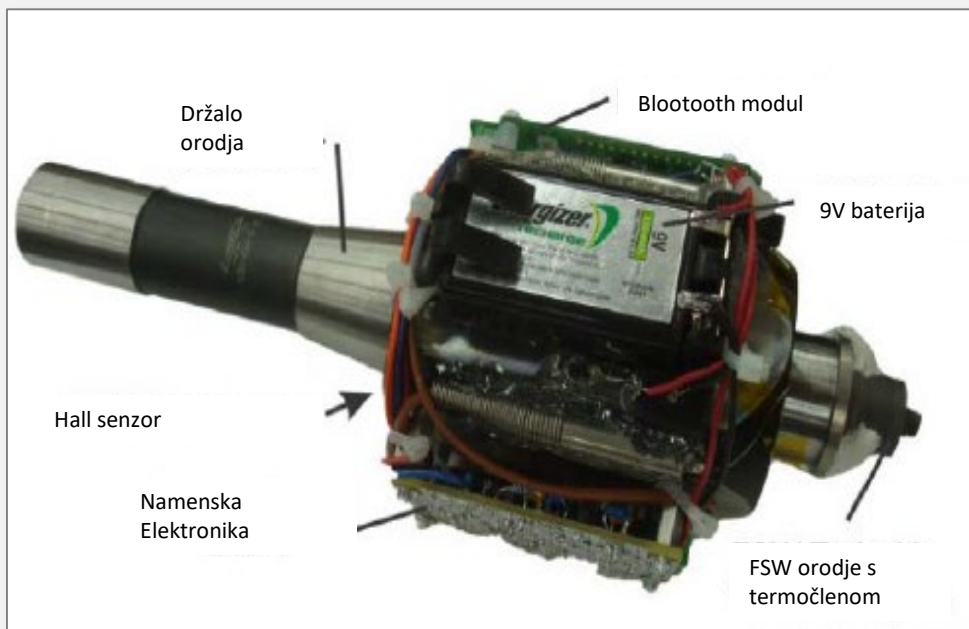
Termo-električni potencial med orodjem in zvarjenega materiala (BC).

Posneti razliko v napetosti (R).

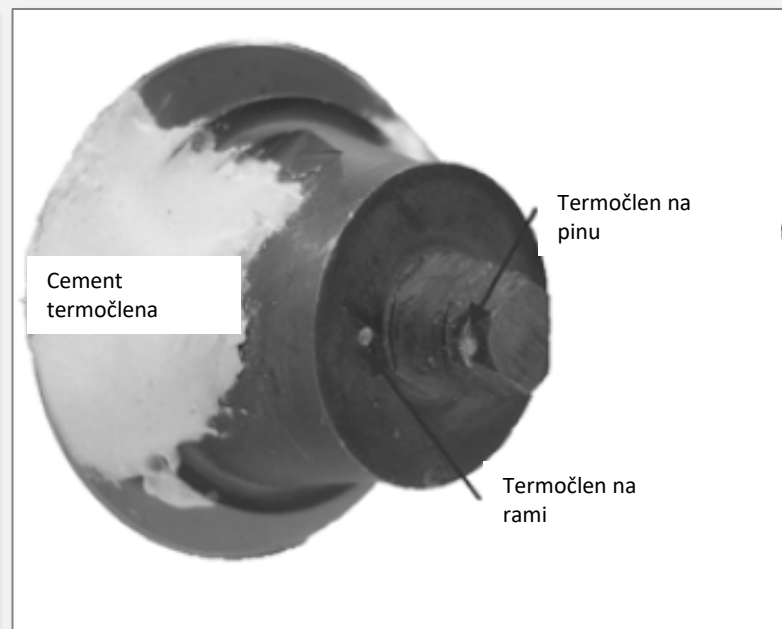
## 3.1.2 Regulacija temperature pri varjenju ga FSW procesa

- Drug način krepitve izdelavo kakovostnih zvarov sestoji iz meritev temperature s pomočjo brezžičnega prenosa podatkov.
- Termoelementi se vstavi v orodje za varjenje, skupaj s brezžični sistem za prenos podatkov.
- Termoelementi treba nahaja na tak način, da bi bili čim bližje meji med varjenega materiala in varjenje orodje.

## 3.1.2. Regulacija temperature pri varjenju z FSW procesa



Držalo orodja za FSW proces in distribucija termoelementov



Podrobna razdelitev termoelementov

### 3.1.3 Hibridna dodatna oprema

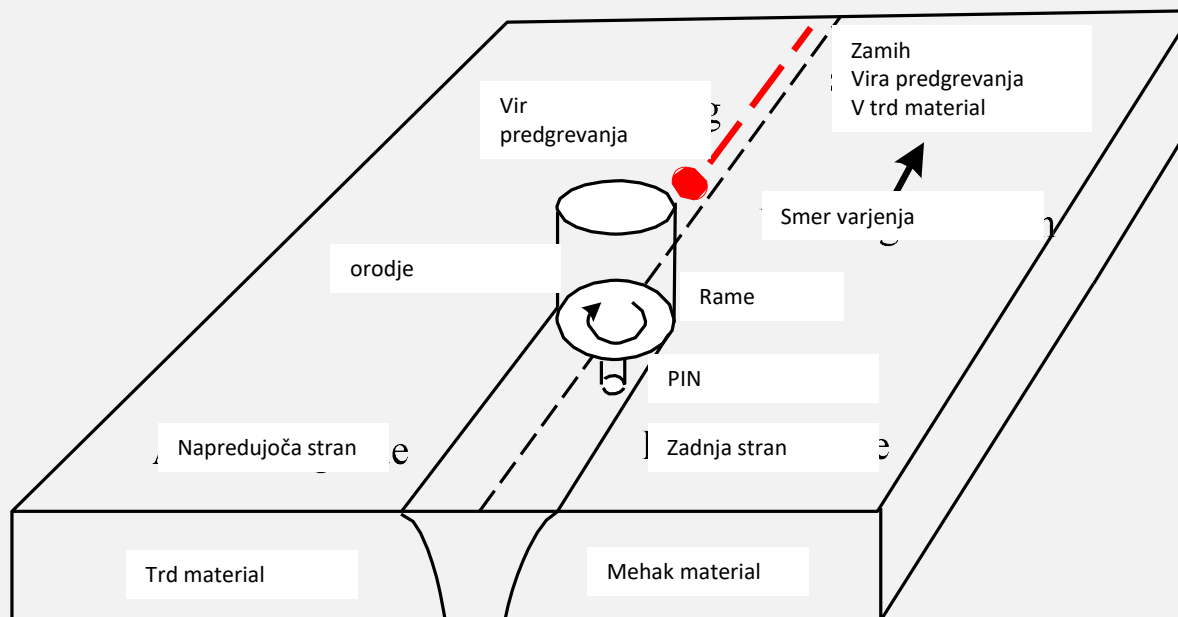
- Tako imenovano hibridno varjenje ti. (HFSW) je še vedno priljubljeno. FSW, ima veliko dodanih sprememb.
- Najpogostejše viri dodatne toplote so: MIG, laserski žarek, plazemski žarek, visokofrekvenčno ogrevanje, indukcijske grelnice in ultrazvok.
- Te metode podaljšajo življenjsko dobo varilnih orodij in omogočajo boljšo plastifikacijo materiala varjenca.

## 3.1.3 Hibridna dodatna oprema



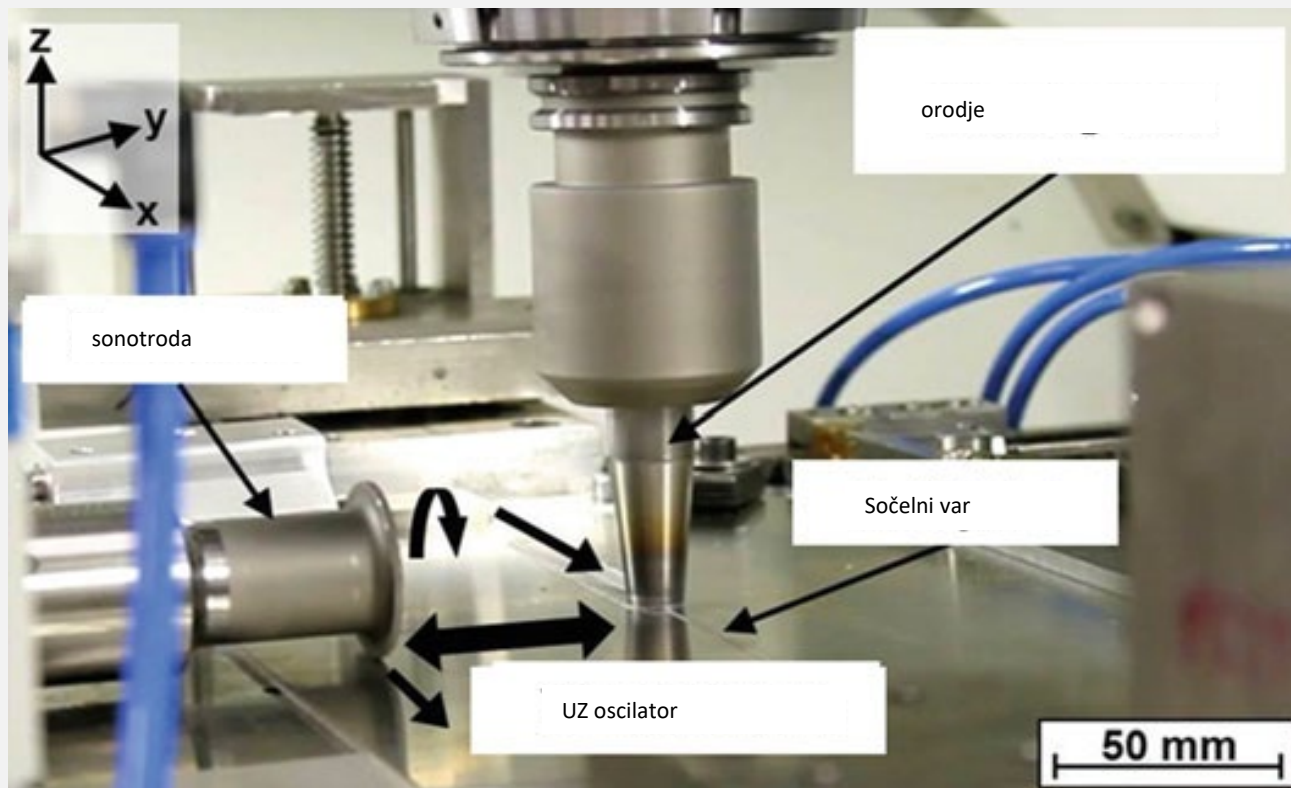
HFSW oprema z dodatnim TIG virom toplote

### 3.1.3 Hibridna dodatna oprema



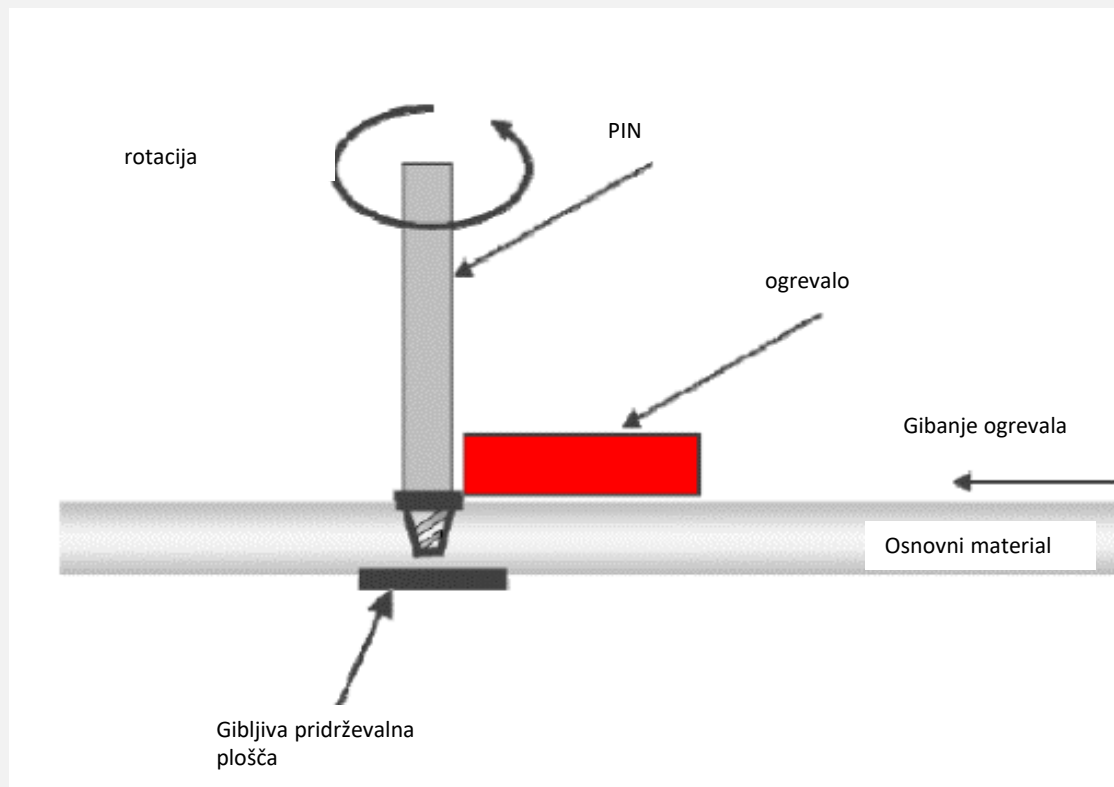
#### Temeljna načela FSW varjenja z dodatnim virom toplote

### 3.1.3 Hibridni dodatna oprema



Varjenje z uporabo USE-FSW hibridne tehnologije

## 3.1.3 Hibridni dodatna oprema



*TSW terminologija prikazuje funkcije med vara*

## 3.1.3 Hibridni dodatna oprema

- To je mogoče zagotovo ugotoviti, da so hibridni procesi (z dodatno opremo), primerno sredstvo za doseganje dobrih varjenih spojev in podaljšuje življenjsko dobo varilnih orodij

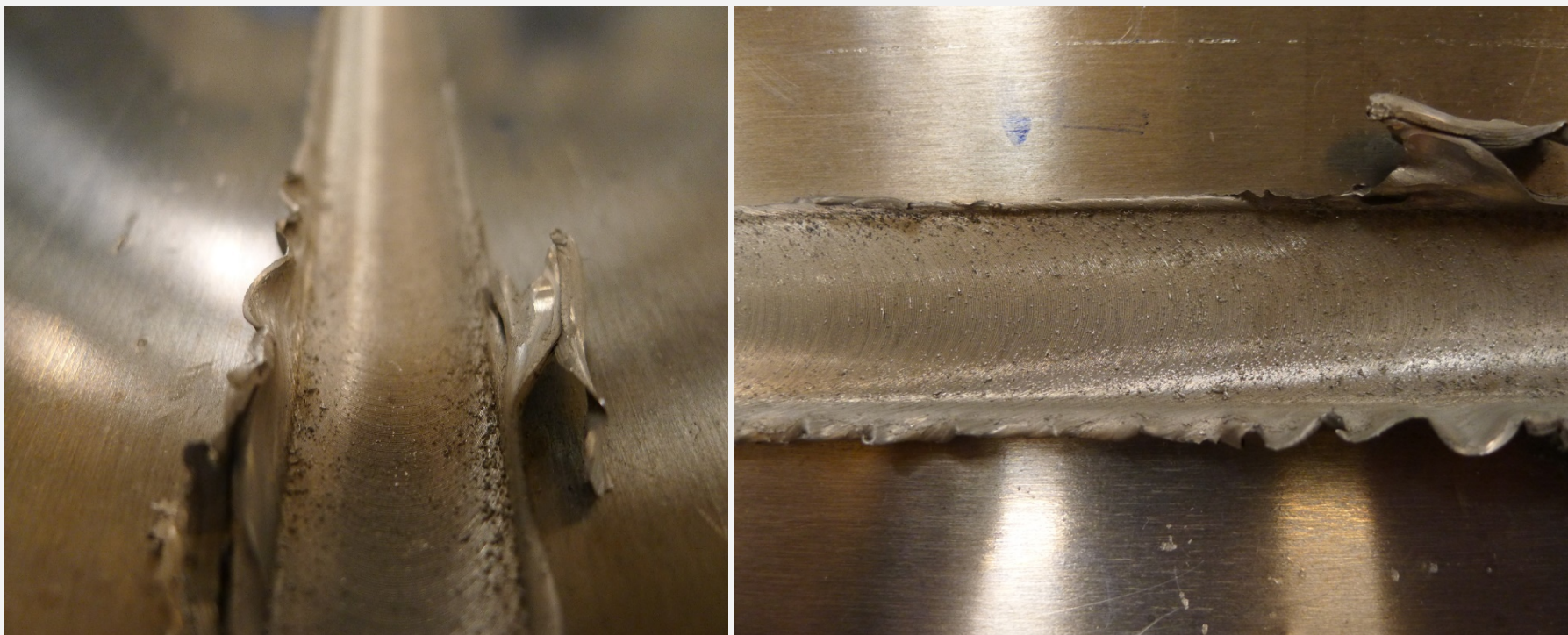
## 3.2 Težave v FSW

- FSW je varjenje, kjer dejansko vse okvare direktno opazimo v procesih fuzije, vključno z laserjem in drugimi zgoščenimi viri energije, ki so odsotni.
- Najpogostejše varilne napake so vroče razpoke in poroznosti so v FSW procesu redke, saj je to proces spajanja v trdnem stanju.

## 3.2.1 Najpogostejši osnovni problemi

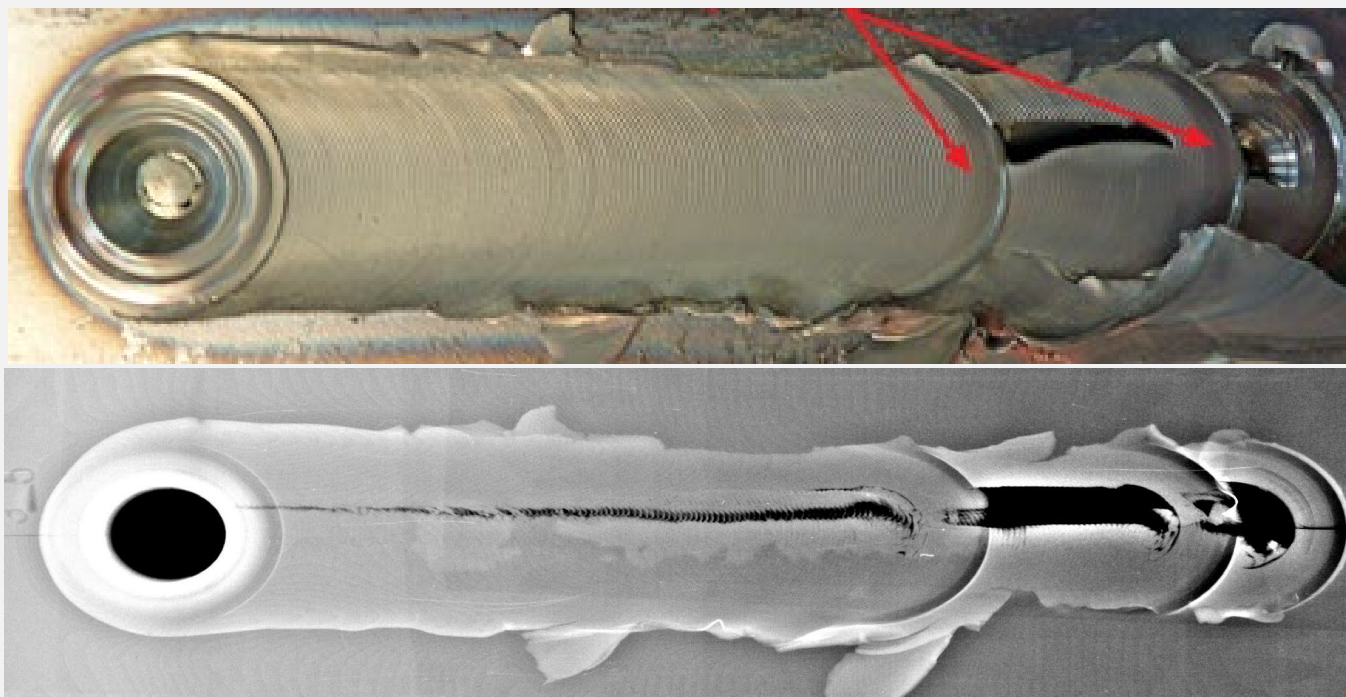
- Nezdostno mešanje varjenih materialov, praznin, prekomerno bliskavico in razpoke se lahko vključi med najpogostejšimi temeljnih problemov
- Napake so razvrščena v notranjih in površinskih napak

## 3.2.1 Najpogostejši osnovni problemi



Varjenje z bliskavico

## 3.2.1 Najpogostejši osnovni problemi



Defekti - Praznine

## 3.3 Ukrepi za reševanje problemov

- Izmet materiala- bliskavica se lahko pojavi pogosto.
- Glavni razlog za prekomerno tvorbo bliskov sestoji iz čezmerne globine varilnega orodja v smeri debeline.
- To pomanjkljivost je mogoče popraviti z ustrezno nastavitvijo naklona varilnega orodja.

## 3.3 Ukrepi za reševanje problemov

- V primeru, da ni dovolj toplote, potrebne za plastificiranje materiala zvarjeni dovaja varilnega področja, poškodbe, poškodbe so imenovane praznine v varjenih spojih.
- Ugotovljeno je in eksperimentalno dokazano, da s povečanjem premera varjenje orodje rame velika količina toplote preide na varjenja, kakšna posledico boljšo plastificiranje varjene materiala in s tem napak.

## Zaključek

- Za učinkovito izbor varilnih parametrov, ki odpravlja nastanek omenjenih napak, kar prispeva k izboljšanju mehanskih lastnosti zvarnih spojev.