



Friction Stir Welding European Qualifications

CU03 –Supravegherea procesului de sudare FSW

FSW Operator



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

3. Supravegherea procesului de sudare FSW

- 3.1. Echipamente auxiliare pentru control traiectorie
- 3.2. Probleme ce pot interveni la sudarea FSW
- 3.3. Acțiuni de rezolvare a problemelor

Supravegherea procesului de sudare FSW

- ✓ Îmbinările sudate în faza solidă sunt o astfel de îmbinare care a fost fabricată fără defecte.
- ✓ O posibilitate de a evita apariția imperfecțiunilor de sudare este prin utilizarea **echipamentelor auxiliare**.
- ✓ Echipamentele auxiliare sunt clasificate în două grupe: de **control traiectorie** și de tip **hibrid**

3.1 Echipamente auxiliare pentru controlul traiectoriei

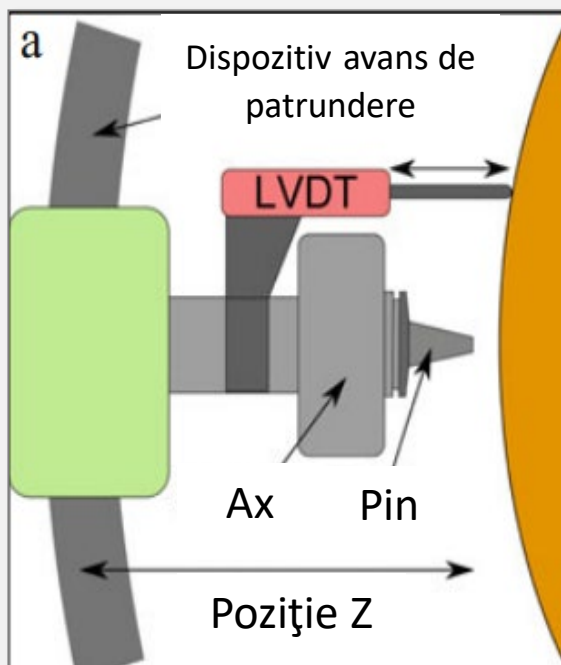
Utilizați în aplicații unde este necesar să se controleze:

- poziția corectă a sculei de sudare în direcția liniei de sudare
- Poziția corectă/**adâncimea de pătrundere** a elementului rotitor
- **Temperatura** pe durata procesului de sudare

3.1.1 Controlul adâncimii de pătrundere a sculei (welding tool plunge)

- **Senzorul de control pătrundere** corelează adâncimea de pătrundere a sculei în material cu **forța axială**
- **Senzorii cu laser** trimit un semnal de **feedback** pentru controlerul ce acționează mișcarea de pătrundere a sculei
- Rezultatele experimentale au dovedit că utilizarea unor dispozitive auxiliare (senzori, palpatori) împreună cu o **setare corectă a adâncimii de pătrundere** a sculei **reduc semnificativ incidența apariției imperfecțiunilor de sudare** de tipul **lipsă de legătură la rădăcină** și **bavură excesivă**.

3.1.1. Controlul adâncimii de pătrundere a sculei



Sistem control adâncime
de pătrundere



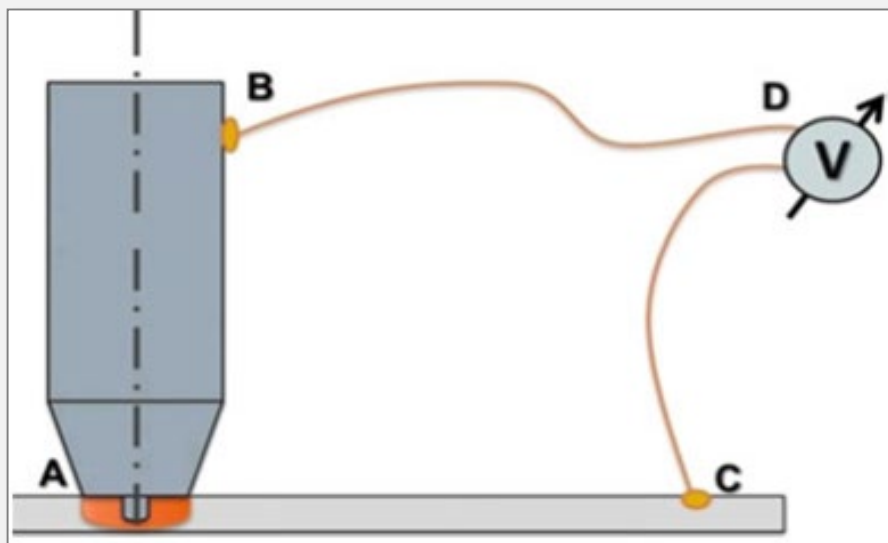
Traductor diferențial de
poziție

3.1.2 Controlul temperaturii la sudarea FSW

- Temperatura este măsurată cu ajutorul unui semnal electric (traductor termo-electric) cât mai aproape de zona de contact dintre sculă și material.
- Compania TWT a dezvoltat un sistem de măsurare a temperaturii, poziționat în corpul elementului rotitor în imediata vecinătate a părții active (pin).

3.1.2 Controlul temperaturii la sudarea FSW

Operația de calibrare pentru măsurarea temperaturii

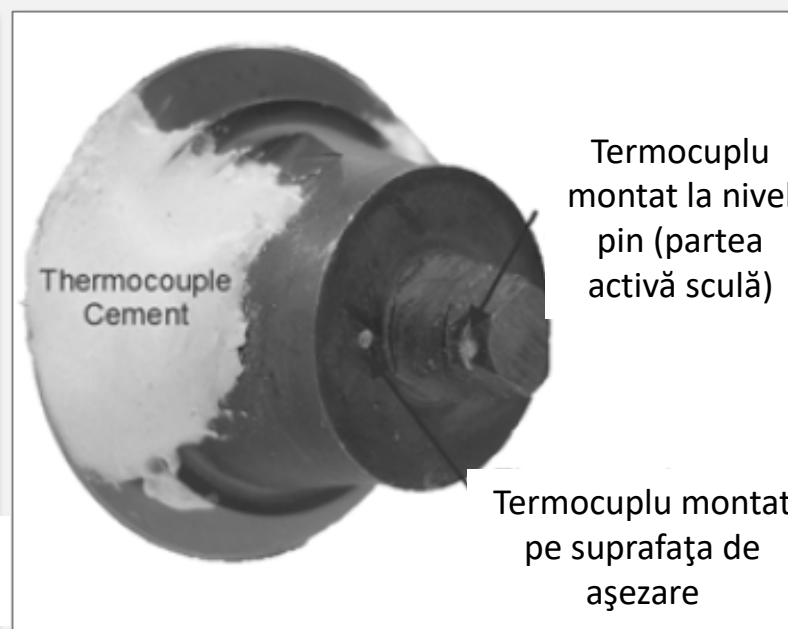
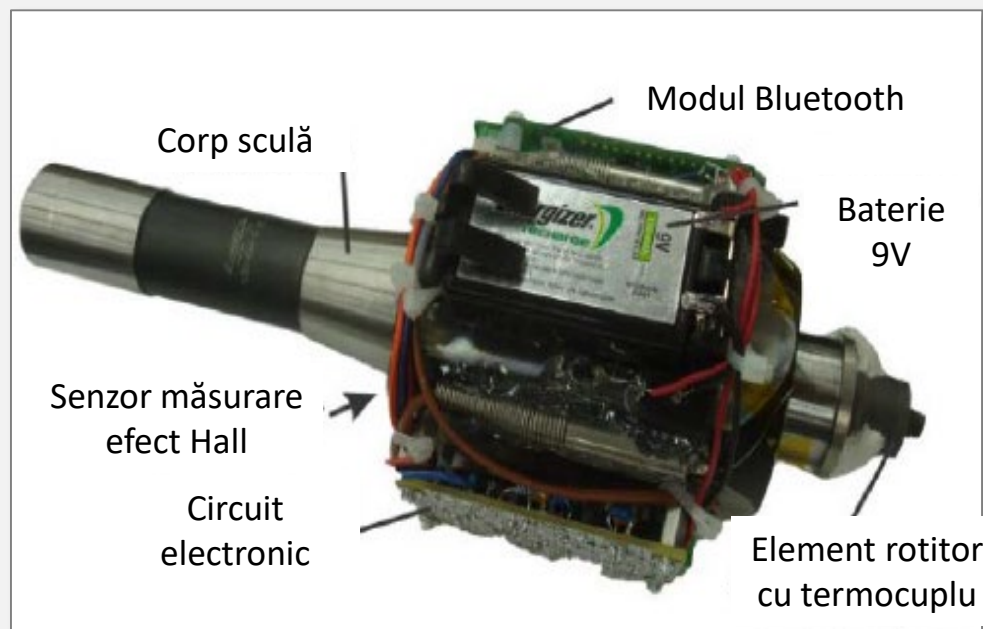


- (A) Limita de separație termică dintre scula din oțel și aliajul de Al (efect termoelectric Seebeck)
- (B, C) Potențialul termoelectric dintre sculă (B) și aliajul de aluminiu (C) piesa sudată
- (D) Măsurarea diferenței de potențial (tensiune termoelectrică)

3.1.2 Controlul temperaturii la sudarea FSW

- O altă variantă avansată de **măsurare a temperaturii** și asigurarea calității îmbinărilor sudate este prin utilizarea **tehnologiei IoT** și **transferul wireless a datelor** :
 - Traductorii sunt montați în corpul sculei împreună cu partea electronică necesară transferului wireless a datelor.
 - Traductorii trebuie situați cât mai aproape posibil de zona de contact dintre sculă și materialul sudat.

3.1.2. Controlul temperaturii la sudarea FSW



Element rotitor pentru sudarea FSW prevăzut cu sistem de măsurare a temperaturilor

Detaliu privind amplasarea termocuplelor

3.1.3 Echipamentele auxiliare de tip hybrid

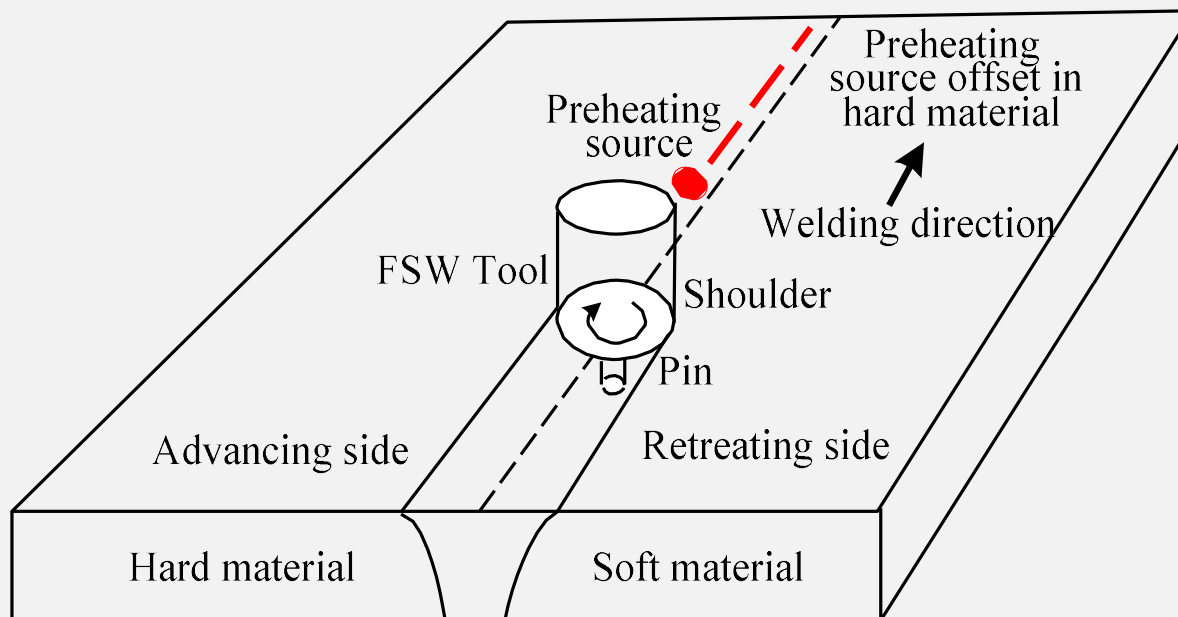
- Aşa-numitul proces de sudare hibrid (HFSW) este tot mai popular în zilele noastre. Sudura prin frecare presupune o mulțime de modificări.
- Sursele cele mai frecvent utilizate sunt: WIG, fascicul laser, fascicul plasmatic, sudare cu frecvență înaltă, sudare prin inducție și ultrasunete.
- Aceste metode prelungesc durata de viață a uneltelor de sudare și permit o mai bună plasticizare a materialului sudat.

3.1.3 Echipament auxiliar Hybrid



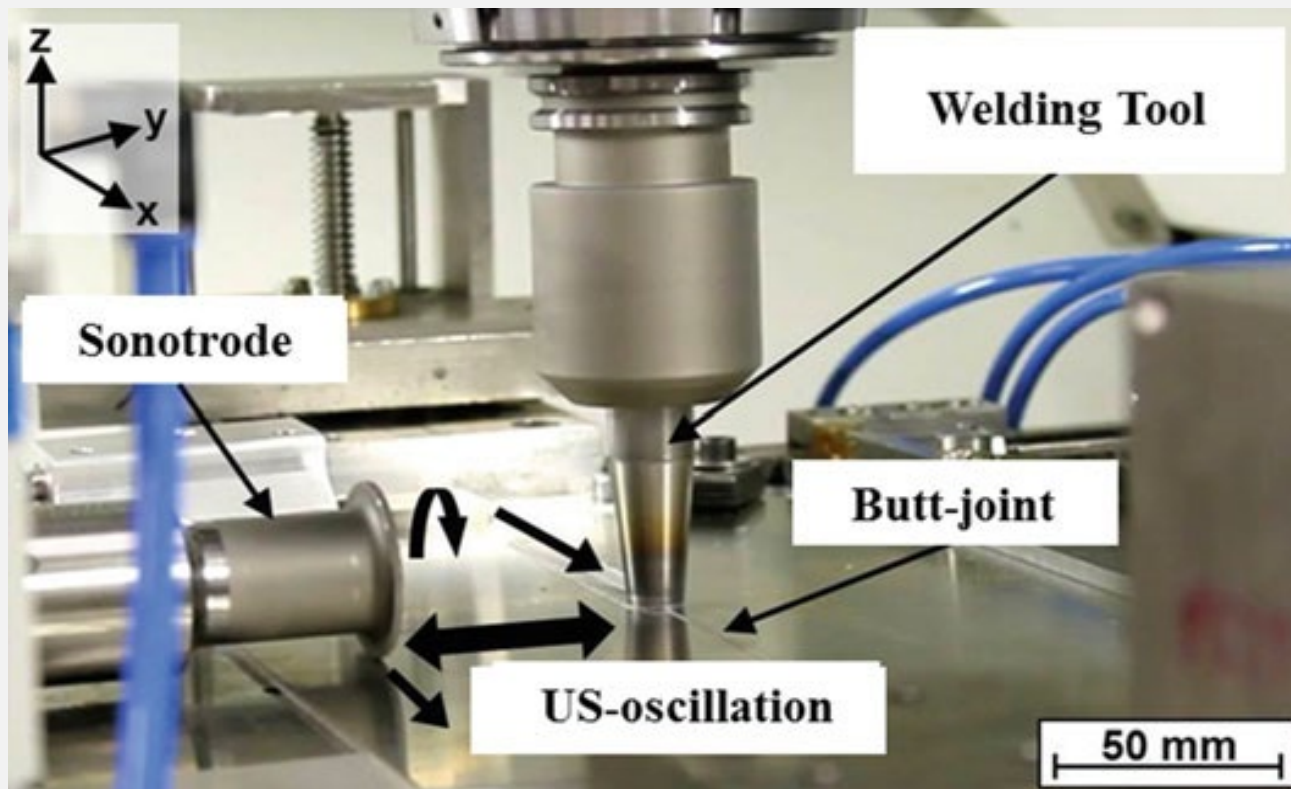
HFSW- echipament combinat cu sursa WIG

3.1.3 Echipament auxiliar Hybrid



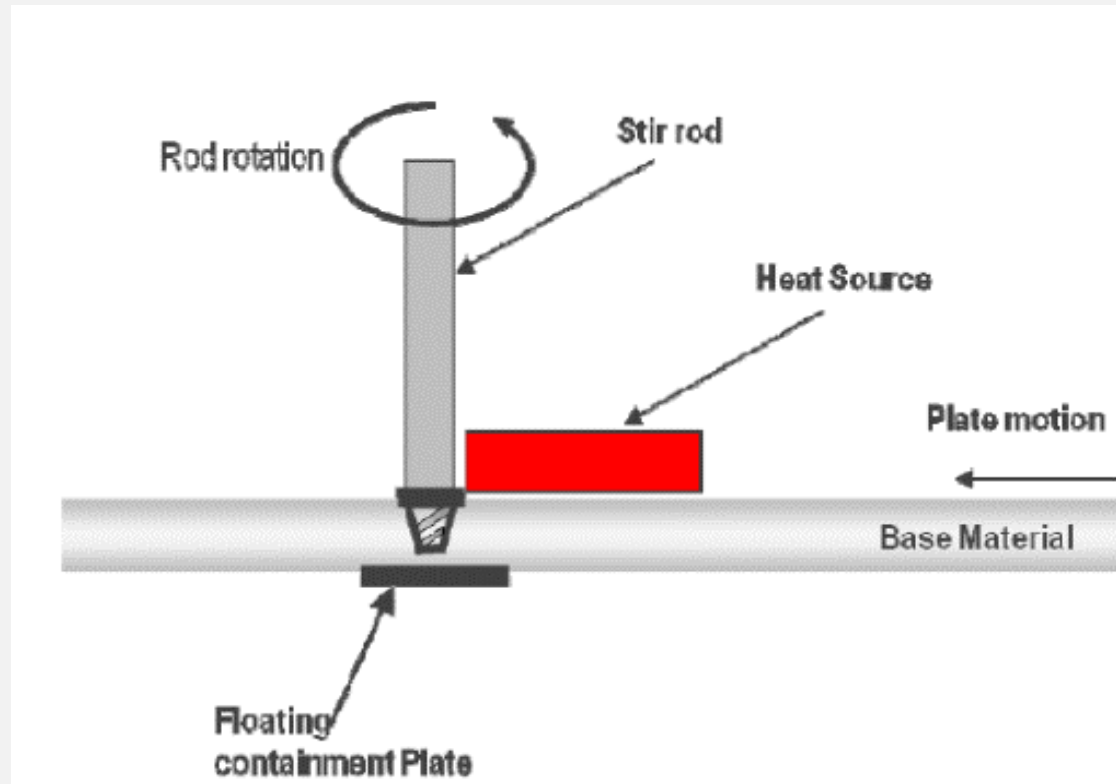
Principiile de bază ale sudarii prin frecare FSW combinata cu plasmă

3.1.3 Echipament auxiliar Hybrid



Sudarea prin utilizarea tehnologiei hibride USE-FSW

3.1.3 Echipament auxiliar Hybrid



Terminologia TSW care arată instrumentul în timpul procesului de sudare

3.1.3 Echipament auxiliar Hybrid

- Se poate afirma cu siguranță că procesele hibride (cu echipament auxiliar) sunt mijloace adecvate pentru realizarea îmbinărilor sudate în faza solidă și prelungirea duratei de viață a sculelor de sudare

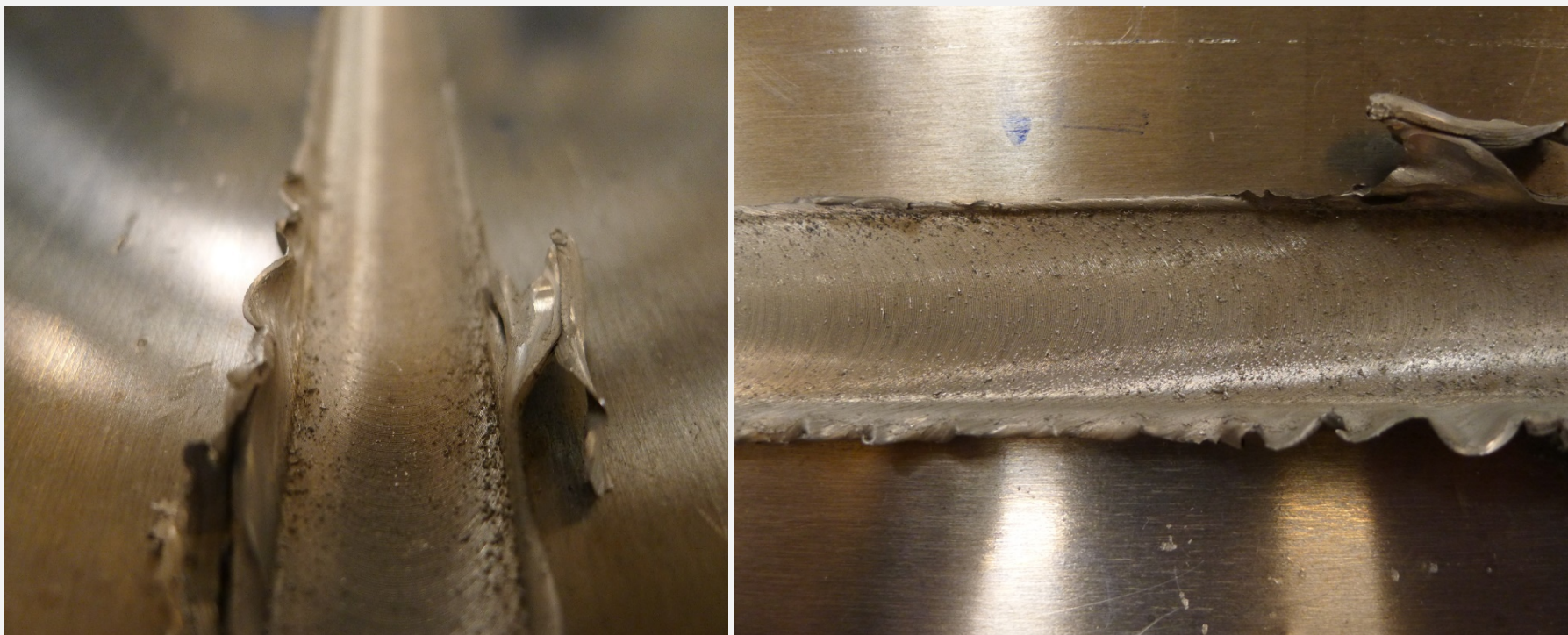
3.2 Probleme în cazul procedurii FSW

- FSW este o modificare a sudării prin frecare, unde de fapt toate defectele apar în procesul de fuziune, inclusiv laserul și alte surse concentrate de energie sunt absente.
- Cele mai frecvente defecte, cum ar fi fisurarea la cald și porii, nu apar în cazul acestui procedeu FSW, deoarece acesta este un procedeu de îmbinare în stare solidă.

3.2.1 Cele mai frecvente probleme

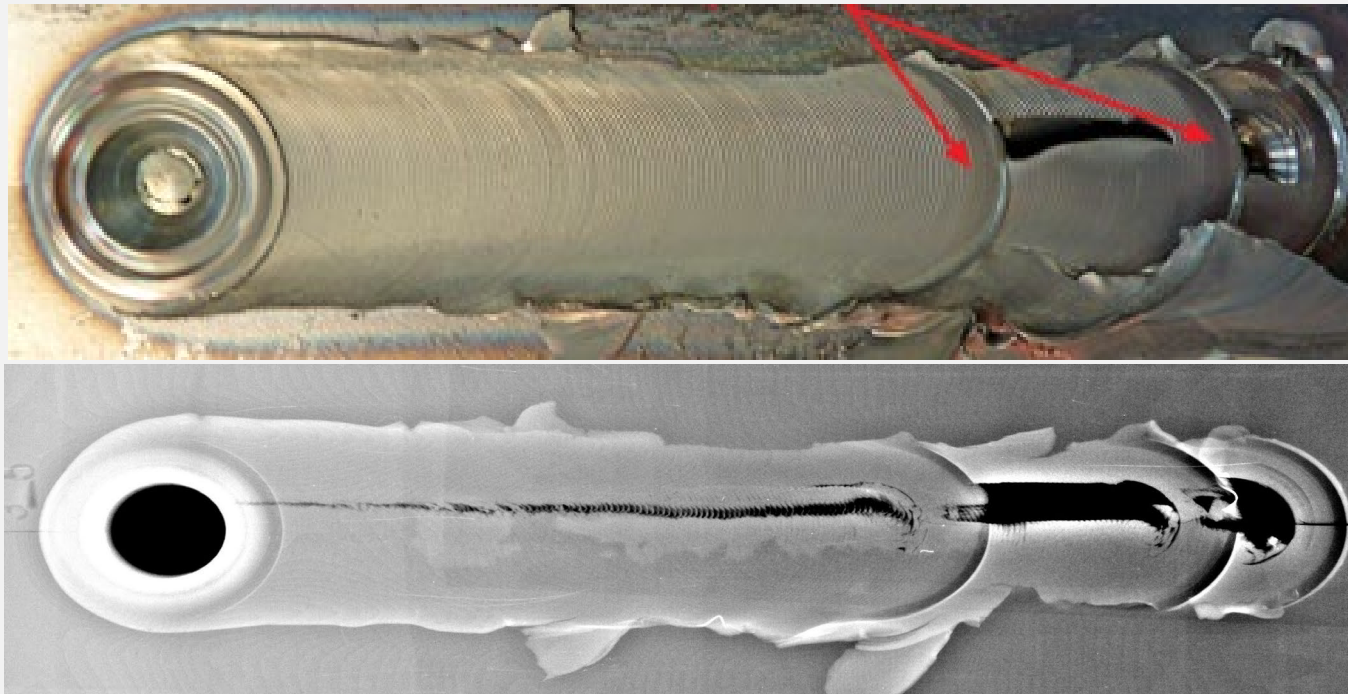
- Fuziunea/amestecarea insuficientă a materialelor sudate, golurile, bavura și crăpături pot fi incluse printre problemele de bază cele mai frecvente în cazul acestui procedeu
- Defectele sunt clasificate în funcție de defectele interne și de suprafață

3.2.1 Cele mai frecvente probleme



Bavura excesiva

3.2.1 Cele mai frecvente probleme



Defect - Gol

3.3 Acțiuni de rezolvare a problemelor

- Materialul excesiv – bavura poate fi inclus printre cele mai frecvente defecte.
- Motivul principal pentru formarea excesivă a bavurii constă în adâncimea de plonjare prea mare a pinului de sudare în direcția de grosimii materialului.
- Acest dezavantaj poate fi corectat printr-o setare adecvată a unghiului de înclinare a sculei de sudare.

3.3 Acțiuni de rezolvare a problemelor

- În cazul în care nu este suficientă căldură, necesară pentru plastifierea materialului sudat, defectele numite goluri se formează în îmbinările sudate.
- S-a dovedit experimental că, odată cu mărirea diametrului umărului uneltei de sudare, un volum mare de căldură intră în procesul de sudare, ceea ce duce la o mai bună plastifiere a materialului sudat și, astfel, la evitarea apariției defectelor la îmbinările sudate.

Concluzii

- Se poate afirma astfel că selecția eficientă a parametrilor de sudare elimină formarea defectelor menționate ceea ce contribuie la îmbunătățirea proprietăților mecanice ale îmbinărilor sudate.