



Friction Stir Welding European Qualifications

FSW ŠPECIALISTA A INŽINIER ÚDRŽBA



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



6. Údržba

Rozsah:

6.1 Podmienky pre podkladovú platňu

6.2 Tolerancie pre podkladovú platňu

6.3 Stav nástroja

6.4 Tolerancie pre hrot/nástroj

6.5 Stav upínacích a polohovacích zariadení

6.6 Tolerancie pre upínacie a polohovacie zariadenia

6.1 Podmienky pre podkladovú platňu

- Pri uskutočňovaní správneho procesu FSW je dôležitým faktorom difúzivita materiálu podkladovej platne.
- Materiály s vysokou tepelnou difúziou, ako je čistá meď a zliatina hliníka, majú za následok zvýšenú rýchlosť extrakcie tepla.
- Materiály s nižšou tepelnou difúziou, ako je azbest, keramická dlažba, žula atď., majú za následok nižšiu rýchlosť prenosu tepla.

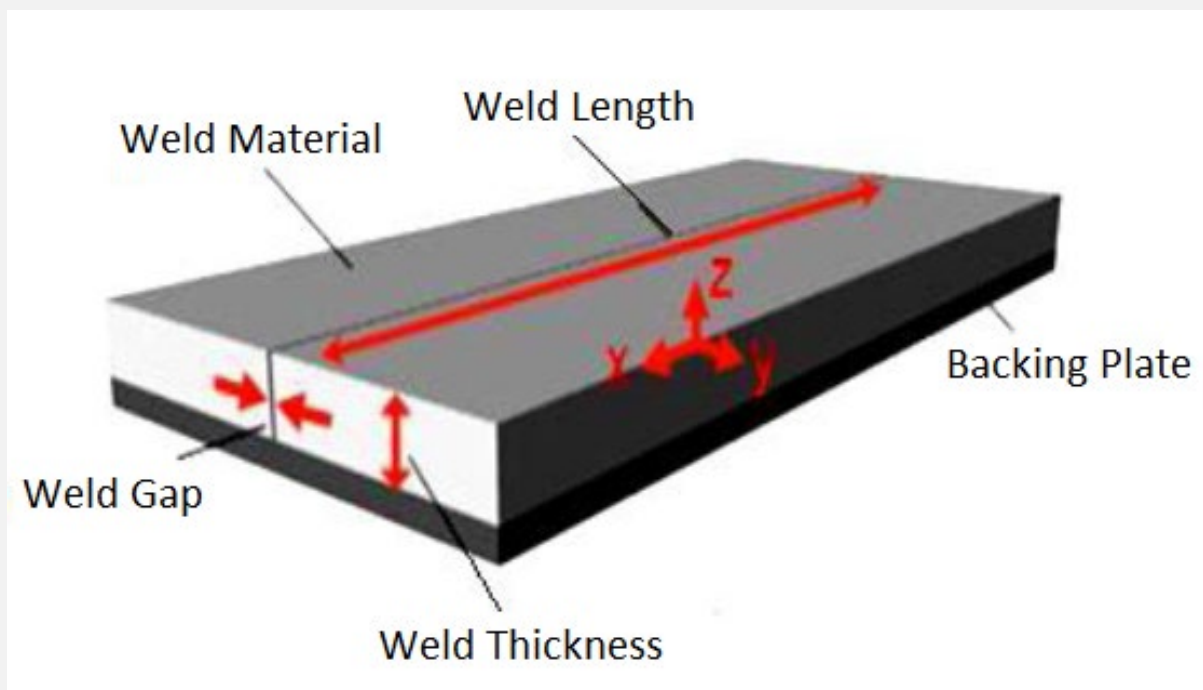
Úroveň tepelných rozptylov pre rôzne podkladové platne pri FSW

Materiál podkladovej platne	Tepelný rozptyl pri izbovej teplote [m ² /s]	Úroveň
meď	$1,1 \times 10^{-4}$	vysoká
hliník	$0,9 \times 10^{-4}$	vysoká
azbest	$4,1 \times 10^{-5}$	stredná
Nelegovaná oceľ	$1,1 \times 10^{-5}$	stredná
Titán – komerčne čistý	7×10^{-6}	nízka
Nehrdzavejúca oceľ (AISI 304)	4×10^{-6}	nízka
mramor	$1,4 \times 10^{-6}$	nízka
žula	$1,1 \times 10^{-6}$	nízka

Niektoré závery týkajúce sa stavu podkladovej platne:

- Materiály s mimoriadne vysokou tepelnou difúziou, ako je meď a hliník, **nie sú vhodné ako podkladové platne**, pretože to vedie k nadmernej rýchlosti prenosu tepla na dne obrobkov.
- Podkladová doska s nízkou tepelnou difúziou **je vhodná na zníženie spotreby energie** a zvýšenie energetickej účinnosti procesu FSW.
- Pri FSW tenších plechov / dosiek **je dôležitejší vhodný výber podložnej dosky**.

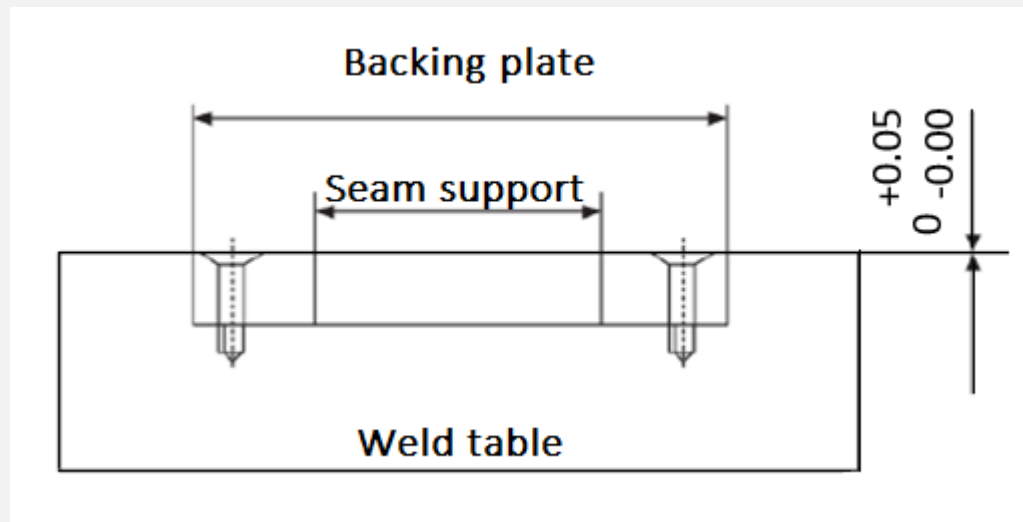
6.2 Tolerancie pre podkladovú platňu



Tolerancie základného materiálu pri FWS

- **Medzera o veľkosti do 10 % hrúbky zvaru je tolerovateľná** bez ovplyvnenia kvality zvaru (vo smere osi y).
- Do podkladovej platne prechádza časť tepla vytváraného vo zvarovej húsenici a preto **sa platňa nesmie pokrútiť alebo zdeformovať** pod vplyvom prenášaného tepla.
- Na zabezpečenie toho, aby nedochádzalo k priehybu alebo tvorbe medzery medzi zvarkom a podkladovou platňou, **zvárací nástroj môže byť vedený spolu s prítlačným valcom, ktorý aplikuje stálu silu** na pritláčanie materiálu na podkladovú platňu.

- Podkladová platňa má byť v presnej rovine. **Tolerancie zvlňenia povrchu podkladovej platne sú limitované na 0,1 mm.**
- Podkladová platňa má byť v **rovnakej úrovni ako je zvárací stôl**, aby nedochádzalo k presadeniu zváraných dielcov.



Tolerancie podkladovej platne vzhľadom k zváraciemu stolu [mm]

6.3 Stav nástroja

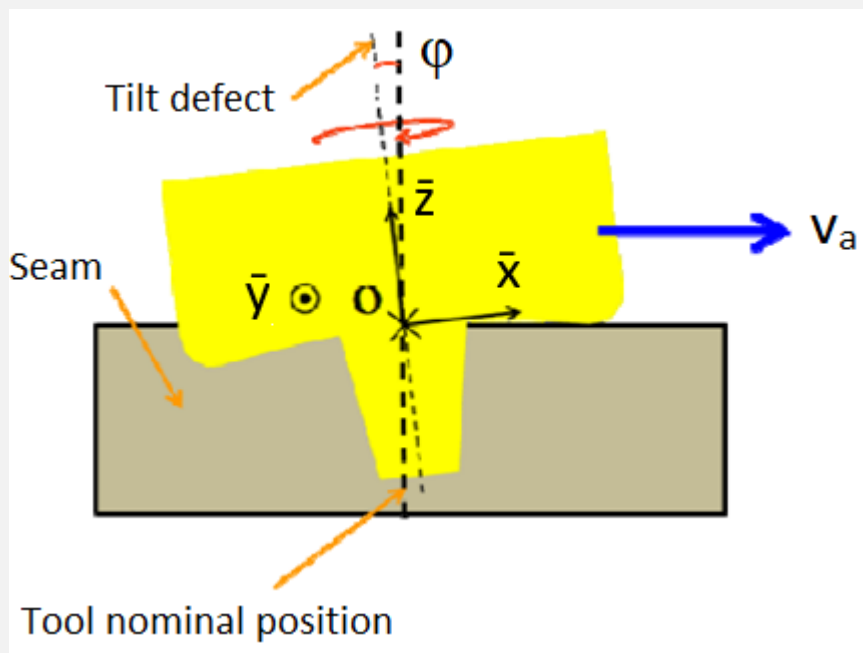
- Voľba materiálu zväracieho nástroja **vyžaduje dôkladné zváženie** pri vývoji úspešného FSW procesu.
- **Rotácia a posuv** nástroja po zváranom dieľci spôsobuje jeho opotrebenie.
- Očakávanými mechanizmami opotrebenia sú **difúzia a abrázia (oter)**.
- Očakáva sa, že k opotrebeniu nástroja prispeje aj **reakcia** materiálu nástroja **s okolím**, vrátane obrobku a okolitých plynov.

- Abrazívne opotrebenie je výraznejšie **za prítomnosti tvrdšej sekundárnej fázy** ako je to v prípade kovových kompozitov s hliníkovou maticou.
- V porovnaní s ramenom nástroja je **hrot vystavený** oveľa výraznejšiemu opotrebeniu a deformáciám a preto **k porušeniu nástroja takmer vždy dochádza na hrote**.
- Nižšia rýchlosť zvarovania, predhrev základného materiálu a použitie dostatočnej ochrany inertným plynom **môže znížiť opotrebenie nástroja**
- Výber materiálov nástrojov je náročnejší pre FSW **vysokoteplotných zliatin** (ocele, zliatiny niklu, zliatiny titánu).
- Pre všetky vysokoteplotné nástroje sú najdôležitejšie opotrebenie a **reaktivita na kyslík**.

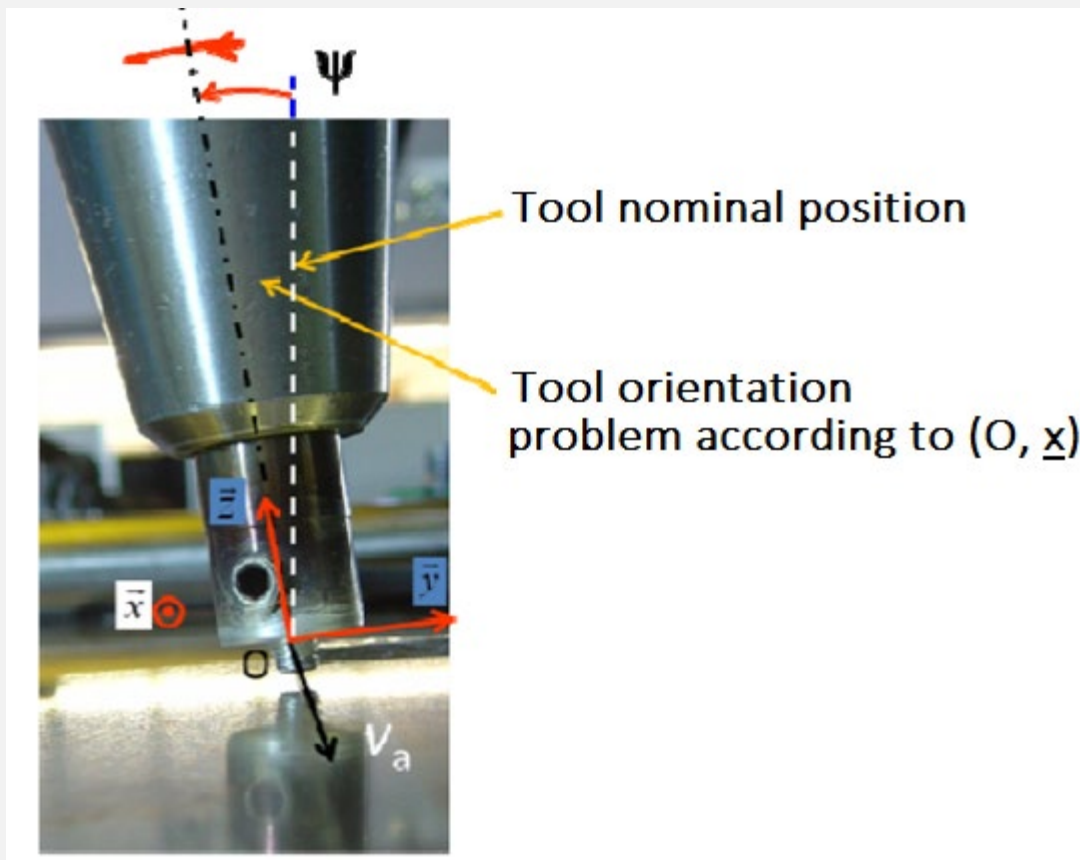
6.4 Tolerancia pre hrot/nástroj

Pre FSW nástroj sú všeobecne možné tri rôzne tolerancie:

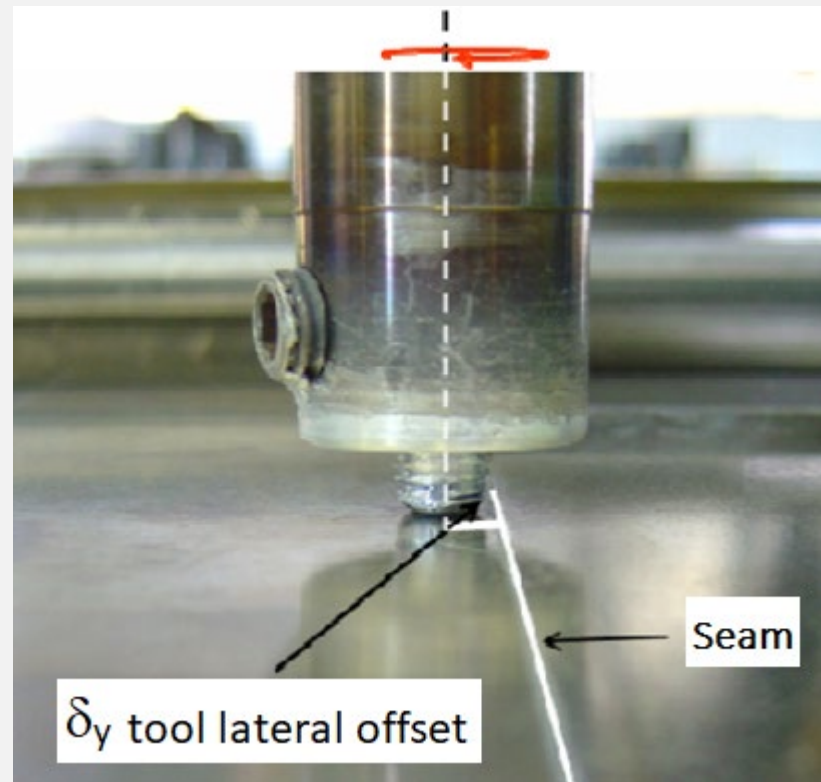
- **Hlavný uhol naklonenia φ** medzi ideálne vertikálnou osou rotácie nástroja z a aktuálnou osou rotácie (tento uhol musí byť nominálne $> 0^\circ$)



- **Uhol bočného naklonenia ψ** medzi ideálne kolmou osou rotácie nástroja z a orientáciou nástroja k osi x (tento uhol musí byť 0°)



- **Bočné odsadenie nástroja δ_y** medzi ideálnym švom zvaru (medzerou) medzi dvomi dielcami a aktuálnou pozdĺžnou dráhou nástroja

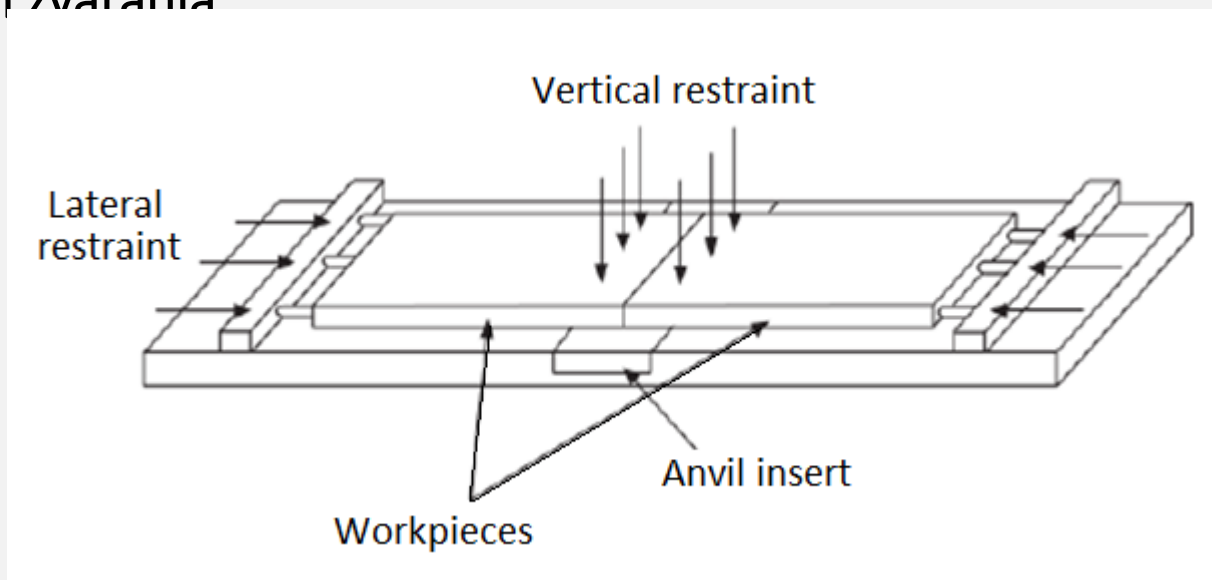


Vplyvy na kvalitu zvaru FSW v dôsledku nesprávnych pozícií nástrojov:

- Príliš veľa nakloneného nástroja v smere hlavného uhla sklonu φ vedie tiež k **neúplnému prenikaniu** zvaru.
- Ak je hlavný uhol sklonu φ takmer 0° (kolmý na rovinu základného materiálu), zanorenie nástroja sa zvýši, čo vedie k **nadmernému vniknutiu**.
- Ak uhol γ bočného sklonu γ nie je rovný 0° , vedie to na jednej strane k **riedeniu** obrobku a na druhej strane k **nadmernému záblesku**.
- V závislosti od parametrov procesu FSW a geometrie nástroja je možné získať **správne zvary toleranciami** hlavného uhla sklonu $\pm 1^\circ$, uhlu bočného sklonu $\pm 2^\circ$ a bočného posunu offset $\pm 2^\circ\text{mm}$.

6.5 Stav upínacích/polohovacích zariadení

- Správne **vertikálne a postranné upínacie sily** závisia na základnom materiáli, hrote nástroja, geometrii dielca, type zvarového spoja a parametroch zvarovania

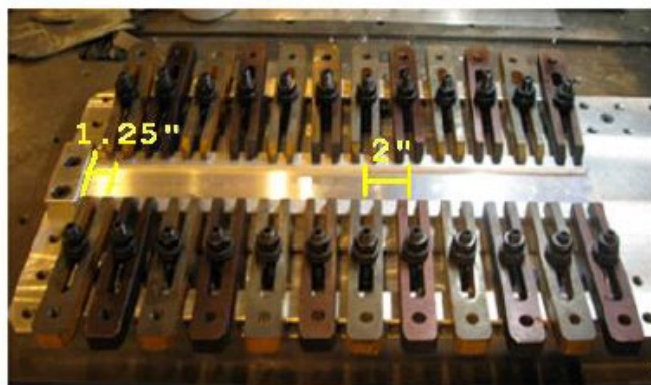


Konvenčné požiadavky na upínanie pri FSW metóde

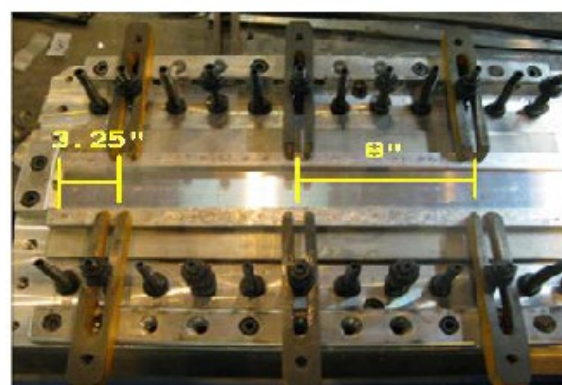
- Požiadavku na udržanie obrobku na podkladovej platni (vertikálny prítlak) je **náročné zabezpečiť pri veľmi veľkých a tenkých dielcoch.**
- Požiadavku na zabránenie postranného oddelenia zvarového spoja (postranný prítlak) je **náročné zabezpečiť pri veľmi hrubých dielcoch.**

6.6 Tolerancie pre upínacie/polohovacie zariadenia

- **Zvyšovanie upínacej sily zamedzuje pokriveniu**, ale nad určitou hranicou už nemá reálny účinok.
- Pokrivenie je v **tesnom vzťahu s toleranciami** obrobku.
- **Tri hlavné parametre** ovplyvňujúce úroveň pokrivenia obrobku:
 - rýchlosť otáčania zvaracieho nástroja
 - rozstup zvierok
 - upínacia sila



malý rozstup zvierok



veľký rozstup zvierok



Hore: najväčšie pokrivenie (veľký rozstup zvierok, malá upínacia sila)

Dole: najmenšie pokrivenie (malý rozstup zvierok, vysoká upínacia sila)



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



Friction Stir Welding European Qualifications

Ďakujem za pozornosť