



Skúsenosti so zváraním a kontrolou kvality zvárania betonárskych ocelí na dostavbe JE MO34

Peter Žúbor
Štefan Šimášek

INWELD CONSULTING, s.r.o. Trnava
Inžinierske stavby a.s. Košice

Metódy zvarania v stavebníctve

- ◉ Vývoj oblúkových technológií vo zvaraní a inovácia zvaracích zdrojov sa odrazila aj v stavebníctve
 - najčastejšie používanou metódou zvarania betonárskej výstuže bolo v minulosti dominantné zvaranie elektrickým oblúkom obalenou elektródou, resp. aluminotermické zvaranie,
 - v súčasnosti sa využívajú najmä
 - zvaranie elektrickým oblúkom v ochrannej atmosfére taviacou sa elektródou, plnenou elektródou,
 - elektrické odporové zvaranie (bodové, výstupkové),
 - trecie zvaranie.
- ◉ S rozšírením technológie zvarania elektrickým oblúkom o uvedené metódy sa zvýšili nároky na zabezpečenie kvality a opakovateľnosti kvality výrobného alebo montážneho zvarania.

Výstužová betonárska oceľ na dostavbe JE Mochovce

- Špecifickou črtou dostavby je použitie konštrukčných materiálov, vyhotovených súčasnými hutnými postupmi v metalurgii ocelí v nadväznosti na pôvodné materiály, ktoré sa používali (80 rokov minulého storočia) počas prvej etapy výstavby jadrovej elektrárne v Mochovciach podľa požiadaviek a odporúčaní pri zváraní betonárskej výstuže
 - kvalita výstužových ocelí sa z pôvodne ocelí obvyklých akostí (napr. 10 216, 10 335 a 10 425) zmenila podľa európskych (EN 10080) alebo medzinárodných štandardov – termomechanicky spracované ocele.
- Zvariteľnosť výstužových ocelí je ovplyvňovaná chemickým zložením základného materiálu, spôsobom výroby ocele a vlastnou použitou technológiou zvárania.
- Pri výrazných odchýlkach od použitého teplotného cyklu zvárania sa môžu znížiť pevnostné charakteristiky ocele (medza klzu, tvrdosť) získané termomechanickým spracovaním, preto sa pri dosahovaní výslednej kvality zvarov požaduje limitovaný teplotný príkon zvárania

Zváranie výstužových betonárskych ocelí podľa STN EN ISO 17660

- V projektovej dokumentácii stavby JE MO34 sa požiadavka na kvalitu zvaraných stavebných konštrukcií odvoláva na normu STN EN ISO 17660, ktorá sa týka zvarovania výstužovej ocele
 - zaťažené a nezaťažené zvarové spoje,
- STN EN ISO 17660 bola zavedená do sústavy STN v roku 2007
 - do tohto obdobia sa zváranie výstužových betonárskych ocelí ako aj kvalifikácia zvaračského personálu vykonávalo v súlade s normou STN 05 0710 a STN 05 1130.

Zváranie výstužových betonárskych ocelí podľa STN EN ISO 17660

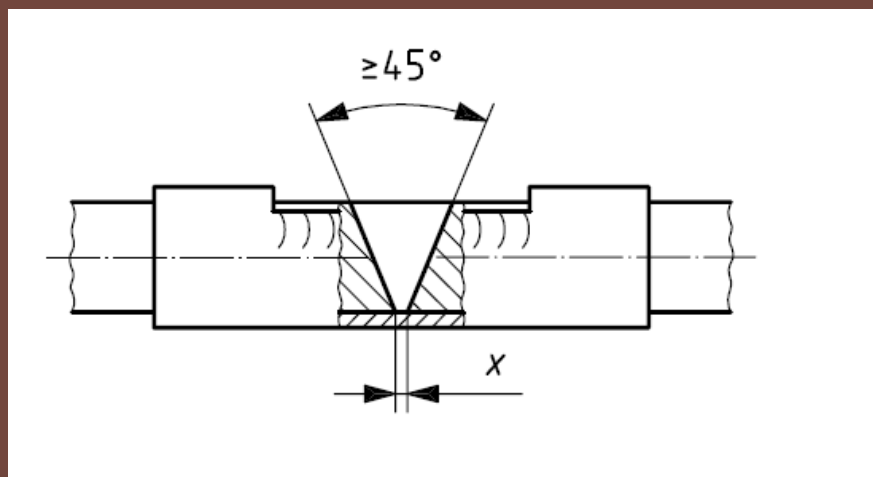
- Norma STN EN ISO 17660 určuje základné požiadavky na
 - materiály,
 - návrh a zhotovenie zvarových spojov,
 - zvaračský personál,
 - požiadavky na kvalitu, kontrolu a skúšanie.
- Zahŕňa aj zvarové spoje medzi oceľovými výstužovými prútmi a ostatnými oceľovými komponentami (dosky, platne, profily, prefabrikované zostavy) s ohľadom na typy spojov a hrúbky základných materiálov

Typy zvarových spojov výstužových ocelí na MO34

- Na dostavbe JE MO34 sa vyhotovujú zvarové spoje betonárskych ocelí podľa technologického postupu montážnym zváraním :
 - krížové spoje,
 - spoje s presahom zvárané vo vodorovnej a zvislej polohe,
 - spoje s príložkami zvárané vo vodorovnej a zvislej polohe,
 - tupý zvarový spoj do ocelej podložky vo vodorovnej a zvislej polohe,
 - spoje medzi výstužnými oceľovými tyčami a ostatnými komponentmi z ocele (bočné preplátované zvarové spoje, priečne koncové spoje na platniach).

Tupé zvarové spoje

- Prevládajúcimi typmi zvarových spojov betonárskych ocelí sú tupé zvarové spoje vyhotovené do ocelejovej podložky.
- Spôsob prípravy zvarových hrán závisí od polohy zvárania
 - v prípade vodorovnej polohy sa vyhotoví s úkosom V,
 - pri zvislej polohe sa spodná časť tyče neupravuje, je zrezaná kolmo na os.
- Styčná medzera medzi spájanými dielmi sa volí v rozmedzí 10 až 30 mm, resp. podľa použitého priemeru tyče výstužovej ocele.



Vyhotovenie zvarového spoja

- V technologickej dokumentácii zvarovania výrobcu (WPS) sú uvedené určujúce parametre zvarovania:
 - zvarací prúd, poloha zvaru, priemeru elektródy.
- Postup prípravy zvarového spoja vyhotoveného montážnym zvaraním metódou 111 a v súlade s výrobnou dokumentáciou pozostáva z požadovanej úpravy zvarových hrán spájaných tyčí (prípravy do ocelevej podložky z ocele skupiny 1.1) a zostehovania s podložkou.

Odber a skúšanie tupých zvarových spojov z montáže

- Tupé zvarové spoje „vaničky“, určené na overenie kvality zvarového spoja vyhotovené metódou 111 v troch polohách v zmysle dokumentácie WPS ISK 1810_111_BW
 - PA, PC a PF
- Prídavný materiál sú bázické elektródy výrobcu Böhler Fox EV 47 priemeru 2,5 a 3,2 mm
- Výsledná kvalita spoja sa hodnotí vizuálne (po očistení povrchu krycej vrstvy), podľa STN EN ISO 5817 v stupni D.

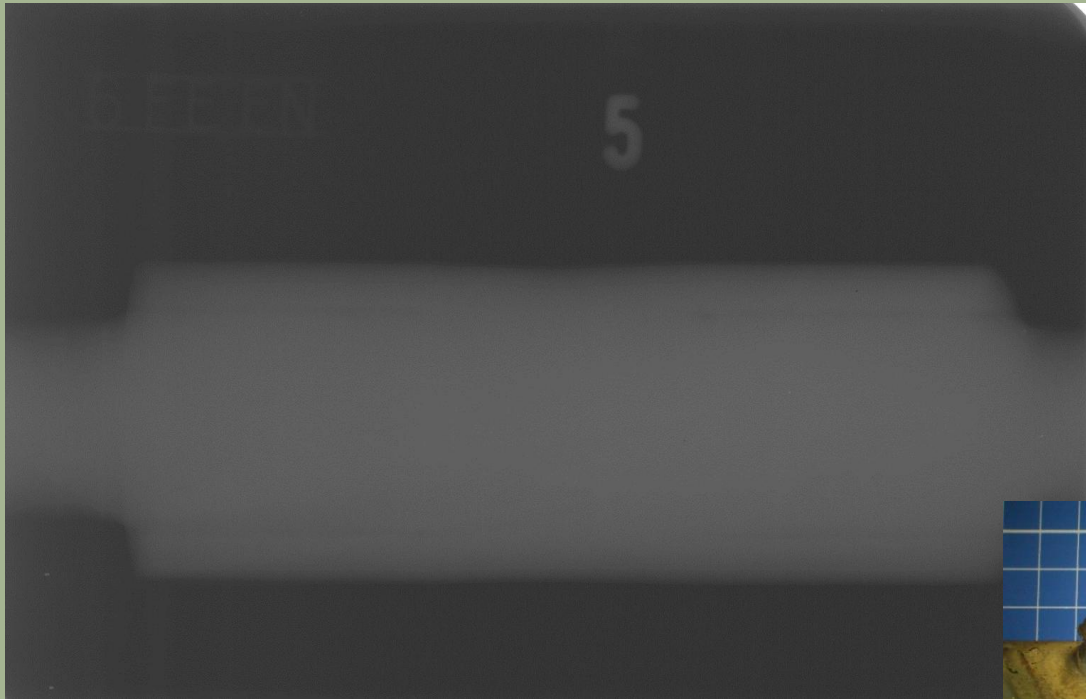
Vzorky určené na skúšky



Skúška prežiaréním tupých zvarov



Skúška prežiaréním tupých zvarov



Skúška prežiaréním tupých zvarov



Vzorky zvarových spojov po skúške ťahom



Hodnotenie kvality zvarovania výstužových ocelí

- Ku každému typu zvarového spoja je vypracovaná dokumentácia zvarovania WPS, podľa ktorej vykonávajú zvaračské práce zvarači kvalifikovaní v súlade s STN EN ISO 17660-1 na požadovaný typ spoja a polohou zvarovania.
- Celkovo sa zvaračských prác výstužových betonárskych ocelí na 3. bloku MO34 v období 2011 až 2012 zúčastnilo 24 zvaračov dodávateľa montáže:
 - montážny otvor A-635/1
 - montážny otvor A-423/1
 - montážne otvory č. 1 / 246/1
 - postament 3. bloku + 11,50; + 14,70

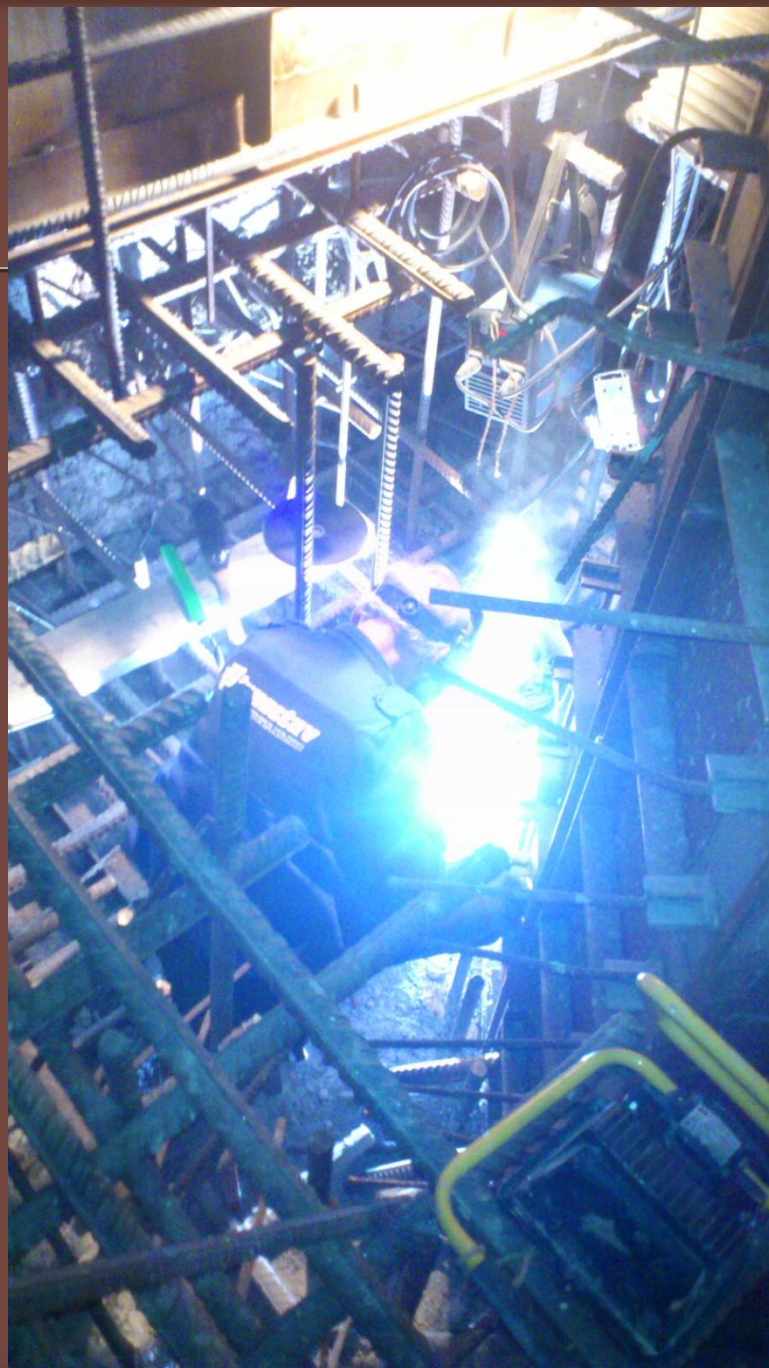


Hodnotenie kvality zvarovania výstužových ocelí

- Kvalita montážnych zvaračských prác sa na blokoch dostavby kontroluje pracovníkmi technickej kontroly (OTK) dodávateľom prác, pri vyhovujúcich kontrolách zhotoviteľa sa podľa požiadaviek plánu kontrol a skúšok prizývajú pracovníci OTK investora.
- V zmysle technologického postupu zvarovania výstužových ocelí montážnym spôsobom zvarovania sa vykonávajú kontroly v nasledovnom rozsahu:
 - vstupná kontrola materiálu – oceľová výstuž, oceľová podložka,
 - 100 % vizuálna kontrola,
 - 3 % z tupých zvarových spojov zhotovených do oceľovej podložky na skúšky pevnosti v ťahu,
 - 2 % z tupých zvarových spojov zhotovených do oceľovej podložky na kontrolu prežiaréním,
 - kontrola značenia zvarov do mapy zvarov

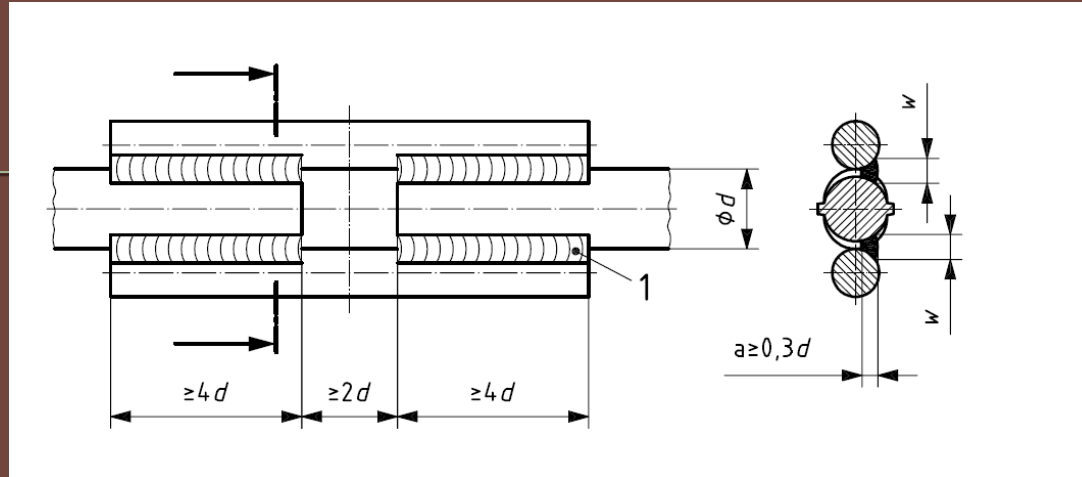
Príklad kontroly na montáži





Príložkový spoj

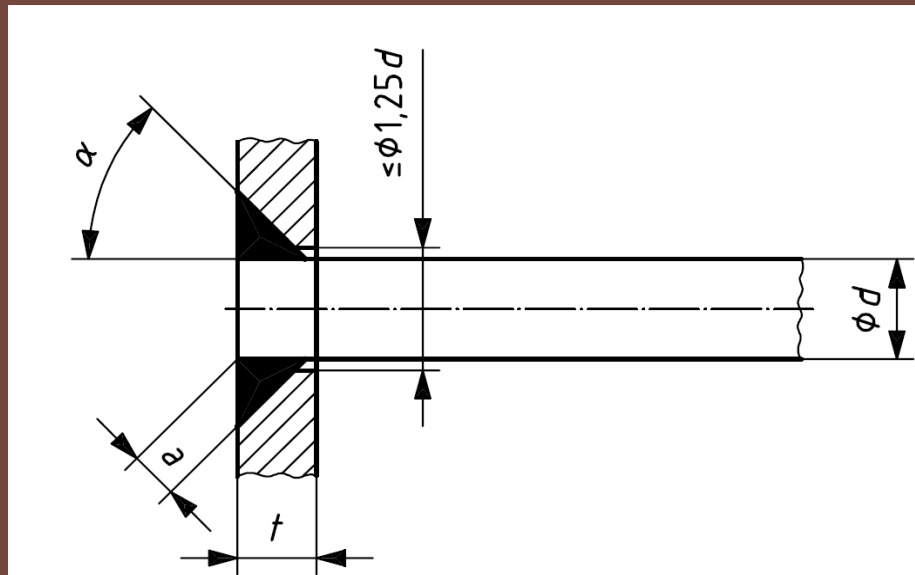
- Tento typ spoja je alternatívou na prepojenie nosnej výstuže pri zváraní obalenou elektródou, najmä v takých miestach, kde je veľmi obtiažne zrealizovať tupý zvarový spoj do podložky z dôvodu nedostatočnej vzdialenosti koncov spojovaných tyčí.
- Tyče (príložky) sa priložia k sebe na dotyk a zvárajú sa v príslušnej dĺžke dotyku zvaru, vytvorením jednou alebo niekoľkými zvarovými húsenicami tak, aby sa zaplnil celý priestor medzi bočnými povrchmi spojovaných tyčí, od miesta ich dotyku až do úrovne ich horného povrchu.
- Prierezová plocha príložiek musí byť najmenej o 60 % väčšia, ako je prierez spojovaných tyčí.





Koncové spoje na platniach

- Tento typ spoja je najrozšírenejším typom spájaných komponentov oceľových prvkov s výstužou
 - rôzne druhy kotiev do podláh, alebo systémy kotvenia platní na zvislých stenách



Príklad z pracovnej skúšky zvárača „vsadená tyč“



Záver

- Všetkým montážnym zvaračským prácam výstužových ocelí predchádzajú pracovné skúšky zvaračov, ktorí vyhotovujú skúšobné vzorky prevládajúcich spojov tyčí výstuže v stanovenom počte podľa príslušnej WPS.
- Výsledky zo skúšok sú dokladané spolu so sprievodnou technickou dokumentáciou investorovi pri prebierkach
 - kópie denníka zvarania,
 - zoznam zvaračov, ktorí vykonali zvaračské práce s vyznačením čísla certifikátu, kvalifikácie a doby platnosti oprávnenia,
 - zoznam pracovníkov kontroly spolu s kópiami kvalifikačných dokladov podľa STN EN ISO 9712,
 - kópie hutných osvedčení použitých základných a prídavných materiálov,
 - plán kontrol a skúšok,
 - protokoly vstupnej kontroly, protokoly z vizuálnej kontroly,
 - dokumentácia skúšania podložená protokolmi a snímkami zo skúšky prežiarení, protokoly z deštruktívnej skúšky – ťahom spolu s fotodokumentáciou vzoriek).

