



MAXX CC
W E W E L D



E-BOOK

7 najčastejších chýb pri ručnom tig zváraní potrubí z nehrdzavejúcej a uhlíkovej ocele a ako sa im vyhnúť

Marián Pavlík EWT, Roman Kovács IWT / MAXX CC

APRÍL 2025

KAPITOLA 1: TITULNÁ STRANA A ÚVODNÉ INFORMÁCIE

1.1 Titulná strana

7 najčastejších chýb pri ručnom TIG zvaraní potrubí z nehrdzavejúcej (nerezovej) a uhlíkovej ocele a ako sa im vyhnúť.

Sprievodca pre každého, kto chce zvládnuť precízne zváranie potrubných systémov metódou TIG

Autori: Marián Pavlík EWT, Roman Kovács IWT / MAXX CC

Dátum vydania: Apríl 2025

1.2 Autorské práva a upozornenie

Tento e-book je duševným vlastníctvom autorov a spoločnosti MAXX CC s.r.o. Akékoľvek kopírovanie, šírenie alebo upravovanie textu bez predchádzajúceho písomného súhlasu je zakázané. Uvedené informácie slúžia ako všeobecné odporúčania. Pri každom zvaracom projekte je dôležité brať do úvahy špecifické podmienky, bezpečnostné predpisy a príslušné normy.

KAPITOLA 2: OBSAH

1. Titulná strana a úvodné informácie
2. Obsah
3. Prečo sa zamerať práve na TIG zváranie potrubí
4. Základy TIG zvárania potrubí
 - 4.1 Princíp TIG (GTAW)
 - 4.2 Nehrdzavejúca vs. uhlíková ocel: Základné rozdiely
 - 4.3 Výber wolfrámových elektród a prídavného materiálu
5. 7 najčastejších chýb pri TIG zváraní potrubí a ako sa im vyhnúť
 - 5.1 Chyba č. 1 – Nedostatočná príprava zvarových hrán (čistota a presnosť)
 - 5.2 Chyba č. 2 – Nesprávne parametre a zváranie bez WPS
 - 5.3 Chyba č. 3 – Podcenenie koreňovej ochrany plynom (purge)
 - 5.4 Chyba č. 4 – Problémy s polohou, ustavením a obmedzeným priestorom
 - 5.5 Chyba č. 5 – Nedbalé stehovanie a následné deformácie
 - 5.6 Chyba č. 6 – Podcenenie predohrevu a PWHT
 - 5.7 Chyba č. 7 – Ignorovanie kontroly zvaru a NDT metód
6. BOZP a bezpečnosť pri TIG zváraní potrubí
7. Príbeh z praxe: Jeden projekt, jedna šanca
8. Zhrnutie a ďalšie kroky
9. O autoroch a spoločnosti MAXX CC
10. Pozvánka na 8-dňový kurz – Špecializácia na ručné TIG zváranie potrubí
11. Prílohy a zdroje

KAPITOLA 3: PREČO SA ZAMERAŤ PRÁVE NA TIG ZVÁRANIE POTRUBÍ

TIG (Tungsten Inert Gas) zváranie, známe aj ako GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), je považované za vrcholnú metódu v rámci ručného oblúkového zvárania. Pri potrubných systémoch (najmä z nehrdzavejúcej (nerezovej) a uhlíkovej ocele) ponúka:

- **Vysokú kvalitu a estetiku zvaru**
Ideálne pre oceľ, kde je potrebné zachovať koróziu odolnosť a je požadovaná vysoká kvalita či už koreňovej vrstvy zvaru ale aj výplňových a krycích vrstiev
- **Presnosť a kontrolu**
Zvárač presne dávkuje prídavný materiál a reguluje tavný kúpeľ, čím sa dajú dosiahnuť aj najprísnejšie požiadavky kladené technickými normami pre NDT kontrolu zvarov
- **Všestranné využitie**
Od farmaceutického a potravinárskeho priemyslu až po energetické prevádzky, ktoré vyžadujú aby nerozoberateľné spájanie komponentov (zváranie) bolo vytvorené vo vynikajúcej kvalite .

Zároveň však patrí ručné zváranie potrubí metódou TIG k tým najnáročnejším disciplínam – vyžaduje si prax, tréning neštandardných polôh a zvládanie zvárania v často obmedzených priestoroch. Práve to môže byť kameňom úrazu pre menej skúsených zváračov.

KAPITOLA 4: ZÁKLADY TIG ZVÁRANIA POTRUBÍ

4.1 Princíp TIG (GTAW)

- Elektrický oblúk: Vzniká medzi netaviacou sa wolfrámovou elektródou a základným materiálom.
- Ochranný plyn: Argón (prípadne zmesi Ar + He) chráni zvarovú oblasť pred vníkaním nežiadúcich plynov z atmosféry do roztaveného kúpeľa .
- Prídavný materiál: Dodáva sa ručne, čím zvárač lepšie kontroluje tvorbu zvarového kúpeľa, a správna technika pridávania prídavného materiálu do roztaveného kúpeľa má veľký vplyv na finálnu kvalitu zvarového spoja

4.2 Nehrdzavejúca (Nerezová) vs. uhlíková oceľ: Základné rozdiely

- Nehrdzavejúca oceľ (nazývaná tiež nerezová oceľ)
- Vyšší obsah chrómu a často aj niklu. Nevyhnutná dôkladná ochrana koreňa, inak hrozí „chrastavosť“ (hrubé „spálenie“ kovu) v dôsledku miešania sa nežiadúcich plynov z atmosféry s roztaveným kovom a strata koróznej odolnosti.
- Uhlíková oceľ
- Riziko trhlin pri hrubších stenách materiálu, nutnosť predohrevu a správneho PWHT (Post-Weld Heat Treatment) pri žiaruvzdorných a žiarupevných materiáloch .

4.3 Výber wolfrámových elektród a prídavného materiálu

- Wolfrámové elektródy (napr. modré, zlaté, červené...) sú vhodné pre DC zváranie (jednosmerný prúd) všetkých druhov ocele ale aj iných kovov.
 - Prídavný materiál:
 - Pre nehrdzavejúce ocele: ER308LSi, ER316LSi,
 - Pre uhlíkovú ocel: ER70S-6 (podľa projektu a normy)
-

KAPITOLA 5: 7 NAJČASTEJŠÍCH CHÝB PRI TIG ZVÁRANÍ POTRUBÍ A AKO SA IM VYHNÚŤ

5.1 Chyba č. 1 – Nedostatočná príprava zvarových hrán (čistota a presnosť)

Dôvod: Zvyšky mastnoty, hrdze či nesprávna geometria zvarových hrán .

Ako spoznať: Pórovitosť, slabý priedvar do koreňovej vrstvy, nepravidelný koreň

Riešenie: Mechanické a chemické čistenie , precízne meranie a kontrola geometrie zvarových hrán .

5.2 Chyba č. 2 – Nesprávne parametre a zváranie bez WPS

Dôvod:

- Nedostatočné skúsenosti so stanovením zvaracieho prúdu a ostatných zvaracích parametrov ovplyvňujúcich výslednú kvalitu zvaru a tiež prietoku ochranného plynu na konkrétnu hrúbku steny materiálu či polohu zvaru.
- V praxi sa stáva, že chýba formálna WPS (Welding Procedure Specification), takže zvarač „improvizuje“.

Ako spoznať:

- Prehorený koreň, príliš tmavé sfarbenie zvaru, chrastavosť.
- Zvarač „hľadá“ parametre počas zvárania (mení prúd, postupovú rýchlosť, prietok plynu bez akýchkoľvek odporúčaní).

Riešenie:

- Použiť odporúčané tabuľky, testovacie vzorky, prietok plynu okolo 8–12 l/min a čistý argón.
- Požadovať WPS: Ak nie je k dispozícii, treba o ňu požiadať nadriadených alebo vypracovať so zvaracím technologom.
- Dodržať základné normy (EN, ASME, STN...) a mať písomný záznam, ak WPS nebola na stavbe poskytnutá.

5.3 Chyba č. 3 – Podcenenie koreňovej ochrany (purge)

Dôvod: Snahy ušetriť na čase alebo ochrannom plyne, nevhodné utesnenie potrubia, nesprávne upchávacie prvky

Ako spoznať: Hrubá, krehká vrstva oxidu (tzv. chrastavosť v koreňovej časti.)

Riešenie: Používať správne a technicky vyhovujúce upchávacie uzávery, priebežne merať koncentráciu O₂ v potrubí, najmä pri nehrdzavejúcej oceli.

5.4 Chyba č. 4 – Problémy s polohou, ustavením a obmedzeným priestorom

Dôvod:

- Mnohí zvárači sú zvyknutí na "ideálne" podmienky, no na stavbách spravidla narazia na polohy 5G, 6G, 2G čiže polohy PH, PH-L045 a PC a to dokonca aj v kombinácii so stiesnenými priestormi .

Ako spoznať:

- Nejednotný zvar, nepravidelná šírka a výška, chýbajúci prievar v koreni, stečený povrch a iné vážne neripustné chyby.
- Zvárač sa musí neustále "krútiť" a hľadať si pre neho komfortnú polohu , stráca stabilnú kontrolu nad tavným kúpeľom.

Riešenie:

- Tréning rôznych polôh (5G, 6G, "krkolomné" pozície), simulácie stiesnených priestorov.
- Využívať polohovadlá, prípravky a dbať na ergonomické rozmiestnenie.

5.5 Chyba č. 5 – Nedbalé stehovanie a následné deformácie

Dôvod: Krátke alebo nerovnomerne umiestnené stehy, zanedbaná symetria.

Ako spoznať: Ovalita potrubia, lineárne presadenie vo zvarovom spoji , príruby nie sú vystredené.

Riešenie: Symetrické stehovanie v malých krokoch, striedavé prechody okolo obvodu, znalosť princípov deformačných síl vo zvarových spojoch

5.6 Chyba č. 6 – Podcenenie predohrevu a PWHT

Dôvod: Ignorovanie chemického zloženia ocele a hrúbky steny.

Ako spoznať: Trhliny v zvarovom kove, netesnosť pri tlakovej skúške, problémy pri samotnom zvaraní.

Riešenie: Správny tepelný režim podľa druhu materiálu a príslušnej normy, dlhšie postupné a kontolované chladnutie.

5.7 Chyba č. 7 – Ignorovanie kontroly zvaru a NDT metód

Dôvod: Spoliehanie sa na „vizuálne pekný zvar“ namiesto profesionálnej kontroly.

Ako spoznať: Netesnosti, mikrotrhliny a jednoznačné nedokonalosti ktoré sa neskôr prejavujú v prevádzke.

Riešenie: Využitie VT (vizuálna kontrola), doplniť o RT (rádiografiu), UT (ultrazvuk) alebo PT (kapilárne skúšky) a MT (magnetická skúška) vykonané preškoleným a certifikovaným pracovníkom.

KAPITOLA 6: BOZP A BEZPEČNOSŤ PRI TIG ZVÁRANÍ POTRUBÍ

- Ochrana pred UV žiarením: TIG oblúk je silným zdrojom UV, nutné je kompletne zvaračské oblečenie, kukla a rukavice.
 - HF štart (vysokofrekvenčné zapalovanie): Pozor na kvalitnú izoláciu a uzemnenie, aby nedošlo k úrazu elektrickým prúdom.
 - Požiarny dozor: V stiesnených priestoroch môže vzniknúť požiar alebo hroziť nedostatok kyslíka.
 - Manipulácia s plynmi: Argón, He – uskladňovať vo zvislej polohe, chrániť hadice pred poškodením, fľaše sú pod vysokým tlakom.
-

KAPITOLA 7: PRÍBEH Z PRAXE – JEDEN PROJEKT, JEDNA ŠANCA

Predstavte si, že ste práve nastúpili na stavbu do veľkého farmaceutického závodu, kde sa modernizuje linka na produkciu sterilného roztoku. Projekt je pod časovým tlakom, pretože každý deň prestoja stojí investora tisíce eur. Všade okolo sa pohybujú dodávatelia rôznych profesií – elektrikári, stavbári, vzducho-technikári. Vchádzate do strojovne. Vládne tam chaos a nad Vami sa krížia potrubia rôznych priemerov. Vašou úlohou je vymeniť kľúčovú časť nerezového vedenia DN50. Neustály hluk a úzky priestor nad hlavou obmedzujú váš pohyb. Presne tak. Jednoducho na Vás čaká zvar vo výške nad hlavou, v úzkom kúte, kam sa ledva zmestíte. Len čo zapálite oblúk, je jasné, že pred vami stojí poriadna výzva.

Čo sa skomplikovalo?

1. Obmedzený priestor a 6G poloha (poloha PH-L045 čiže spoj naklonený od vodorovnej roviny o 45°)
Ruky vysoko nad hlavou, minimálny priestor na manipuláciu horákom.
2. Zanedbaná príprava
Hrany potrubia nie sú vybrúsené, nikto neoveril správne vytvorenú vnútornú ochrana koreňa ochranným plynom. Pri nerezovej oceli kritické.
3. Vyšší tlak a krátky termín
Vedenie stavby tlačí na rýchlosť, hrozí výmena zvarača, ak to "nevládnete".

Čo hrozilo?

- Možná výmena zvarača: Už mali pripravený kontakt na iného špecialistu.
- Strata reputácie: V farmaceutike sa zlyhanie neodpúšťa.
- Oneskorenie projektu a nekvalita: Opravy by znamenali zvyšovanie nákladov a stratu dôvery.

Ako ste uspeli?

1. Expresná príprava – Minimálne čistenie a príprava zvarových hrán, vyhovujúco vytvorená ochrana koreňa zvaru ochranným plynom.
2. Prispôsobenie parametrov – Znížený prúd, vyšší prietok plynu na zabezpečenie ochrany koreňa.
3. Technika malých krokov – Rozdelenie zvaru na viac úsekov, priebežná kontrola koreňa zvaru.
4. Rýchla kontrola – Endoskop či zrkadlo vo vnútri potrubia.

Výsledok?

Žiadny únik média, tlakové skúšky dopadli výborne. Namiesto predčasného odchodu ste si vyslúžili odporúčanie na ďalšie projekty a rešpekt od skúsenejších kolegov.

KAPITOLA 8: ZHRNUTIE A ĎALŠIE KROKY

V tomto e-booku ste zistili, že pri TIG zváraní potrubných systémov (e nehrdzavejúcej aj uhlíkovej ocele) často rozhodujú tie najmenšie detaily – príprava, parametre, ochrana koreňa zvaru, ako aj schopnosť pracovať v nepriaznivých polohách a stiesnených priestoroch.

V praxi neexistuje lepší spôsob, ako sa to naučiť, než intenzívny tréning a dôsledné prekonávanie limitov. Ak chcete vyniknúť na stavbách, kde sa požaduje rýchlosť, kvalita a sebaistota pri rôznych polohách, mali by ste zvážiť náš odborný kurz zameraný na tieto aspekty.

KAPITOLA 9: O AUTOROCH A SPOLOČNOSTI MAXX CC

Roman Kovács EWT a NDT technik – hlavný inštruktor a špecialista na zváranie potrubných systémov
- Prax vo zváraní, výučbe zvárania a site manažmente viac ako 20 rokov, od energetiky až po farmáciu.

Marián Pavlík EWT a NDT technik – projektový manažment a site manažment s vyše 20-ročnou praxou v odvetviach ako farmácia, energetika, pulp & paper.

V spoločnosti MAXX CC s.r.o. sme vytvorili moderné školiace programy, ktoré „dostanú“ zváračov presne tam, kde prax vyžaduje. Venujeme sa individuálnym kurzom s reálnymi simuláciami práce na stavbe a veríme, že prax a autentické podmienky sú najlepšou cestou k excelentným výsledkom.

Nie sme len „obyčajná“ zváracia škola – dlhodobo pôsobíme ako firma, ktorá reálne inštaluje potrubné systémy v rôznych odvetviach a naprieč celou EÚ. V našich kurzoch tak spájame najnovšie technologické metódy so skúsenosťami zo stavieb a priemyselných projektov, a vďaka tomu môžu účastníci čerpať z dlhoročných poznatkov priamo z praxe.

KAPITOLA 10: POZVÁNKA NA 8-DŇOVÝ KURZ – ŠPECIALIZÁCIA NA RUČNÉ TIG ZVÁRANIE POTRUBÍ

Pre každého, kto sa chce vyhnúť chybám (nielen týmto siedmim) a zvládať aj neštandardné polohy a obmedzené priestory, ponúkame 8-dňový intenzívny kurz, v ktorom:

- Simulujeme reálne projekty a polohy zvárania s modelovaním podmienok na stavbe.
 - Detailne rozoberáme správne parametre, purge (ochrana koreňa) a typické chyby pri nerezových aj uhlíkových oceliach.
 - One-to-one mentoring – na každom kroku sa vám venuje skúsený technolog.
 - Výstupné testovanie a NDT, aby ste mali reálny dôkaz, že vaše zvary spĺňajú priemyselné normy.
-

Výsledok?

- Naberiete sebaistotu v obmedzených priestoroch a náročných polohách.
- Budete pripravení na prísne nároky zahraničných či špeciálnych projektov.
- Stanete sa vyhľadávanými odborníkmi, pretože dokážete spojiť teóriu s reálnou praxou.

Ako sa prihlásiť?

- Navštívte náš web (www.zvaracskykurz.sk) alebo napíšte na zvaracskykurz@maxxcc.com
 - Kurz má obmedzenú kapacitu, aby sme zaručili individuálny prístup.
-

KAPITOLA 11: PRÍLOHY A ZDROJE**11.1 Odporúčané parametre a tabuľky**

- Odporúčané zvaracie prúdy, prietoky plynu a polohy horáka pri rôznych situáciách (5G, 6G).
- Krátke rady, ako postupovať pri obmedzenom priestore (znižovanie prietoku plynu, kolízne tabuľky).

11.2 Slovník pojmov a skratiek

- TIG/GTAW – Gas Tungsten Arc Welding
- 5G, 6G – Polohy zvarania potrubia (horizontálne pevné, resp. potrubie pod uhlom 45°)
- Purge – Vnútoraná ochrana potrubia inertným plynom
- HF štart – Vysokofrekvenčné zapalovanie oblúka

11.3 Normy a literatúra

- EN 9606-1 až 4 – Kvalifikačné skúšky zvaračov
- EN 13480 -1 až 7– Kovové priemyselné potrubia (európska norma)
- ASME B31.3 – Process Piping (americký norma pre potrubné systémy)
- Výrobné katalógy: ESAB, Böhler (prídavné materiály pre nerez a uhlíkovú ocel)

ZÁVEREČNÉ SLOVO

Veríme, že vám tento E-book ukázal nielen najčastejšie technické chyby pri TIG zvaraní potrubí, ale aj význam dôsledného tréningu v neštandardných polohách a schopnosť poradiť si v podmienkach reálnych projektov. Práve vďaka týmto faktorom dokážete zabezpečiť kvalitné zvary, vyhnúť sa zbytočným opravám a presvedčiť zákazníka o vašej profesionálnej úrovni. Presvedčte budúcich zamestnávateľov, že vy ste pilier, na ktorom sa dá stavať – a ak sa niekto bude posilať z projektu domov, vy to určite nebudete.

Ak chcete svoje zručnosti posunúť na novú úroveň, náš 8-dňový kurz je tu pre vás. Prajeme vám veľa úspechov a tešíme sa na prípadnú spoluprácu!

MAXX CC s.r.o.



MAXX CC
W E W E L D

www.maxxcc.com

APRÍL 2025