

## **Technologie zdvihového zážehu ( elektrického oblouku)**

- ✓ 1. Technologie zdvihového zážehu vychází ze svařování elektrickým obloukem. Na rozdíl od technologie hrotového zážehu jsou základní parametry svaru odlišné. Svařovací proud je nižší, 100 – 2600 A, svařovací čas je vyšší, 5 msec – 1 sec, resp. 3 sec. Velikosti svařovacího proudu odpovídá velikost transformátoru.
- ✓ Kombinace materiálu svorníků a základního materiálu je ocel, nerez a žáruvzdorná ocel. Mimo tyto základní materiály je možno po odzkoušení přivařovat hliníkové svorníky na hliník, příp. jiné materiálové kombinace. Základním předpokladem je však zhotovení vzorků, provedení pevnostních zkoušek, event. provedení makro a mikro výbrusu, apod.

### **Svorníky a přivařované díly**

- ✓ Svorníky určené pro přivařování by měly odpovídat ČSN EN ISO 14555 a ČSN EN ISO 13918 pro přivařování zdvihovým zážehem. Dle způsobu přivařování ( viz. následující bod) na čelní straně s kuzelem pro přivařování s krátkým časem ( 3 – 5<sup>o</sup> ), s kuzelem pro přivařování pod ochrannou atmosférou ( cca 13 – 15<sup>o</sup>) nebo s hliníkovou kuličkou přivařování s keramickými kroužky. Materiál svorníků musí být jakosti S235, nebo St37-3k. Tento materiál je často srovnáván s materiálem 11373, který je dle normy svařitelný, a vzniká tedy mylná představa možnosti přivařovat svorníky vyrobené z tohoto materiálu. V normě již není napsáno, že 11373 je svařitelný klasickými metodami MIG/ MAG, atd., ale materiál svařovacího drátu nebo elektrody je jiného chemického složení, tedy ne 11373. Základní požadavek na materiál svorníků je minimální obsah uhlíku, síry a fosforu. Jsou- li tyto prvky součástí chemického složení materiálu svorníků, stane se to, že svar ve většině případů vizuálně působí dobře, pevnostně ale žalostně. Prostor nad svarem zkréhne vlivem vysoké teploty, mnohdy pění svar.
- ✓ I přes tuto složitost se často pro uchytování izolace na kotle užívá jako trnů nasekaného drátu. Ten se pak přivaří bez ochrany krátkým časem a do průměru cca 5 mm se zaručenou pevností. Jediným požadavkem je, aby jejich délka byla shodná. Při použití svařovací pistole PHM – 12 ( [www.proweld.cz](http://www.proweld.cz)) možná tolerance trnů zhotovených z drátu +- 2 mm.

### **Způsoby přivařování**

- ✓ Přivařování svorníků je možno provádět třemi způsoby:



*\* bez ochranné atmosféry s režimem krátkého času – varianta, kterou je možno zaměnit kondenzátorové přivařování. Tato je aplikovatelná do průměru max. 6 ( 8 ) mm. Často se tento způsob používá pro navařování drátů průměru 3 – 5 mm na kotle a podobné konstrukce pro uchytávání izolace ( nebo svorníků na tenké plechy).*

*\* s ochrannou atmosférou – varianta použitelná na středně silné plechy pro průměrový rozsah 3 – 12 mm ( středně silné plechy) . Ve speciálních případech je možno aplikovat i pro větší průměry. Jako ochranné atmosféry se používá směs CO<sub>2</sub> a argonu. Odzkoušené jsou také tři i čtyřkompozitní plyny s obsahem kyslíku a helia. Konkrétní aplikace, kdy je přivařován průměr 12 mm na kulatinu průměru 12 mm a průměr 16 mm na kulatinu průměr 16 mm. Samozřejmě při těchto aplikacích je komplikované zformovat taveninu a základní úlohou technologie přivařování svorníků je zajištění kolmosti, souososti a cca 80 % konečné pevnosti. Následně se provádí úprava WIG svařovací metodou z důvodu vizuálního vzhledu a zbylých 20 % pevnosti.*

*\* s ochrannými kroužky – určeno pro průměrový rozsah 5 – 25 mm. Keramický kroužek zajišťuje mimo ochranu svaru také kolmou polohu svařovací pistole vůči podkladovému materiálu. Keramický kroužek mimo ochrany svaru formuje rovněž rozstříkující se taveninu ( pevnostní spoje na těžké konstrukce).*

- ✓ *Funkce ochranného plynu i keramického kroužku je obdobná.  
\* ochranná atmosféra je přiváděna do nátrubku a vytěsňuje z prostoru atmosféru. Ta obsahuje mimo kyslík i vodík a tyto dva prvky, stejně jako i jiné pro svařování závadné prvky, které by jinak byly absorbovány do svaru.  
Tlak ochranné atmosféry v nátrubku pak formuje taveninu, optimální je plynulý přechod základního materiálu do přivařeného svorníku bez hran.  
\* ochranné keramické kroužky mají podobnou funkci jako ochranná atmosféra, fungují však na jiném fyzikálním principu.  
Hořící elektrický oblouk vytváří žár a tlak, který vytěsňuje atmosféru mimo prostor keramického kroužku. Mimo to kroužek vyformuje taveninu v optimálním případě tak, že vytvoří pravidelný stupeň mezi základním materiálem a přivařeným svorníkem.  
Doporučujeme skladovat keramické kroužky v suchu a v případě zvlhnutí i jejich přesušení.*

### **Jištění a přepětí v síti**

- ✓ *Při svařování je zdroj závislý na příkonu , znamená to tedy, že tato technologie klade poměrně vysoké nároky na elektrickou síť. U*



svařovacích zdrojů je na výrobním štítku deklarováno minimální jištění. V mnohých provozech jsou jističe s odpovídající hodnotou, důležitá je však jejich vypínací charakteristika ( B ( rychlejší) D ( pomalejší)). Tato skutečnost mnohdy zapříčiňuje, že stroj je zapnut, a při nastavení hodnot výkonu nad cca 50 % vyhazuje jističe.

Doporučujeme před zapojením svařovacího stroje zkontrolovat vypínací charakteristiku jističů, a je-li tato B, pak výměnu za C, lépe D, nebo volbu jističe o třídu vyššího. I v tomto případě však může docházet ke shora uvedenému jevu- vyhazování jističe.

- ✓ V případě provádění prací v blízkosti trafostanic, elektráren, mobilních trafostanic – generátorů a všude tam, kde se vyskytuje přepětí v síti dochází k nadměrnému zatěžování transformátoru stroje. Jedná- li se o přepětí cca do 5 %, nedojde při průměrném zatěžování stroje k výrazným projevům.

Při vyšším přepětí však dojde k přehřívání transformátoru, mnohdy se řeší trvalým zapojením ventilátoru stroje. Toto řešení odstraní problémy s přehříváním, má za následek výraznější znečištění vnitřních prostor stroje a tedy rovněž elektronických dílů, což může způsobit poruchy.

Jsou- li přepětivé špičky výrazné, může stroj fungovat ( např. s trvale zapojeným ventilátorem), ale dále může dojít opakovaně k špatně přivařeným svorníkům. Toto je způsobeno tím, že trafo není schopno dále při dané špičce pracovat.

Zjištění tohoto stavu je možné změřením napětí v síti, jedná- li se o trvalé přepětí. Ve většině případů se však jedná o časově omezené přepětí projevující se např. při různých směnách s nižší stupněm výroby ( odtížení sítě), apod.

Toto se dá zjistit kontrolním zařízením parametrů svařování, např. POWER CONTROL z naší nabídky, který ukazuje základní parametry svařování. Je- li svařovací trafo velikosti např. 400 A a deklarovaný svařovací proud na POWER CONTROL 760 A, nebo trafo 700 a deklarovaný POWER CONTROL 890 A, pak se stoprocentně jedná o přepětí.

- ✓ Trvalé řešení bez zásahu do zapojení stroje je následující:
  - \* zapojení vyrovnávacího transformátoru – řešení pouze pro jednotlivé případy, neboť transformátor je navinut pouze pro danou přepětivou špičku, navíc relativně drahé
  - \* Zvýšení odporu prodloužením síťové kabelace ( 20 -30 m)
  - \* Zvýšení odporu prodloužením kabelace svařovací pistole a zemnicí kabelace.

Konkrétní případy jsou z pracoviště v areálu elektrárny ( uváděný skutečný příklad – LBH 400 - 400 A trafo, 760 A POWER CONTROL, řešeno prodloužením i zemnicí síťové kabelace, výsledek snížení



svařovacího proudu na 460 A) a v blízkosti trafostanice ( LBH 700 – 700 A trafo POWER CONTROL 890 A ).

Není vhodná tzv. tvrdá síť, neumožňující poklesy pouze špičky.

- ✓ Parametry svaru jsou svařovací proud 100 – 2600 A, svařovací čas 5 msec – 1 sec, resp. 3 sec.

### **Svařovací pistole, kleština, držák keramických kroužků a zemnicí kabelace**

- ✓ Součástí funkčního kompletu je mimo svařovací zdroj rovněž svařovací pistole. Tato slouží spolu se zemnicí kabelací k přenesení svařovacího proudu od zdroje a zpět k němu.  
V případě problémů s nedostatečným průtokem svařovacího proudu projevující se nedostatečným svarem, je nutné kontrolovat kabelaci svařovací pistole i zemnicí kabelace. Toto je potřebné provést i v případě, že svařovací stroj signalizuje pomocí LED diod kontakt mezi svorníkem a zemnicí kabelací. Kabelace může být na jednom či více místech porušena a přenos proudu je nedostatečný.  
Přibližná životnost dílů uvnitř svařovací pistole je dle zacházení a počtu přivařených svorníků cca 50.000 – 100.000 svarů. Tuto informaci není možno brát jako závaznou, pouze jako informativní.

Součástí svařovací pistole je výměnná kleština ( dle průměru přivařovaného svorníku). Tato umožňuje přenos svařovacího proudu do svorníku.

Vzhledem k tomu je velmi důležité udržovat kleštinu v dobré kondici, neboť vzhledem ke krátkému svařovacímu času v případě ztrát při přenosu svařovacího proudu se toto projeví ve výsledné pevnosti přivařovaného svorníku.

Orientační životnost je 2000 – 5000 ks svarů.

Životnost kleština u přivařování je závislá u přivařování zdvihovým zážehem také nastavenými parametry. Velké proudy a dlouhé svařovací časy zapřičiňují zahřívání kleštiny vedoucí k jejich poškození.

- ✓ V případě používání keramických kroužků se užívají pro jejich uchycení v okolí svorníku držáky. Tyto jsou vystavovány daleko vyššímu zatěžování než kleštiny, neboť jsou vystavovány při svařování trvalému ohřevu od keramických kroužků. Navíc při nevhodných parametrech, okuje nebo pozinkování na základním materiálu, vlhkém keramickém kroužku, apod. může dojít k nadměrnému rozstříku taveniny mimo keramický kroužek na jeho držák.  
Proto je stanovení životnosti tohoto náhradního dílu prakticky



nemožné.

Doporučujeme kontrolovat držák keramických kroužků z důvodu zachování kolmosti přivařených svorníků, správné funkčnosti svařovací pistle, atd.

- ✓ Po navaření svorníku je nutno vytahovat svařovací pistoli kolmo. Provádí-li se tato činnost jinak, kleština zvětší svůj průměr a ztrácí schopnost držet svorník, což má za následek v první fázi opalování závitů přivařovaných svorníků a v další fázi chybné svary. Mimotechnicky vyjádřeno: pokud při zasouvání svorníků do kleština neklade tato odpor, jde volně, je potřeba provést renovaci kleštiny nebo tuto vyměnit.  
Zasouvá-li se svorník do kleštiny ztuha, je vše v pořádku.
- ✓ Opomíjenou součástí je rovněž zemnicí kabelace, která se pomocí bajonetového uzávěru připojuje ke svařovacímu stroji, a kleštěmi na základní materiál. Bajonetová koncovka i v případě poškození opálením nezpůsobuje výrazné ztráty a mimo snížení funkčnosti (nelze odpojit od svařovacího stroje) není výrazným problémem. Pouze v případě bajonetových koncovek 25 mm<sup>2</sup> dojde brzy k téměř úplnému shoření nebo takovým škodám, že dále nelze bajonet upevnit do svařovacího stroje. Zemnicí kleště, kterými se kabelace připojuje k obrobku mají podstatný vliv na funkčnost kompletu. V případě jejich nadměrného poškození opálením, nedochází k dobrému přenosu proudu mezi základním materiálem a kabelací a vznikají ztáty, které mohou způsobit nekvalitní provedení svarů. Často, z důvodu usnadnění práce, jsou originální zemnicí kleště vyměněny za svorky užívané pro svařování metodami MIG, MAG, apod.

To může fungovat do svařovacího proudu cca 700 A ( max. Svařovací proud odpovídá jednotlivým svorkám), ale doporučujeme užívat originální zemnicí kleště.

### **Umístění zemnicí kabelace a problémy s foukáním oblouku**

- ✓ Umístění zemnicích kleští doporučujeme uhlopříčně na výrobku, resp. do kříže. Důvodem je vytvoření rovnoměrného elektromagnetického pole, zamezující foukání oblouku směrem od zemnění. U této technologie se jedná o jev projevující se více než u hrotového zážehu. Důvodem je delší svařovací čas.



*Velmi často má vliv na shora uvedený jev i tvarová rozmanitost výrobku na který se svorník přivařuje.*

*Často se tato technologie používá k přivařování svorníků na konstrukce různých strojů po obvodu kruhových nebo jiných otvorů.*

*Na sadu přivařených svorníků se nasadí kryt, který se přitáhne.*

*V mnoha případech při této aplikaci se stává, že tavenina formovaná keramickým kroužkem je vyšší směrem do otvoru. V takových případech doporučujeme vyplnění otvoru a vytvoření stavu, jako by tam otvor nebyl. Výhodné je při užití šablony centrovat tuto právě na otvor a tím vyřešení dvou problémů: 1. centrování šablony*

*2. srovnání elektromagnetického toku*

*S tím souvisí další vyskytující se problém. Svorníky se většinou přivařují až po smontování konstrukce, stroje nebo bloku. Proto je technologicky nevyhnutelné přivařování na svislý povrch.*

*Mimo omezení, které popisuje norma ČSN EN ISO 14555, průměrem 16 mm se ve většině případů setkáváme ještě jiným problémem. Tím je stékání taveniny zapříčiněné gravitací.*

*V takovém případě se využívá nepříznivého efektu uvedného v předešlém bodě, foukání oblouku do prostoru s menší hustotou materiálu, nebo od zemnicích kleští. Doporučujeme umístit zemnicí kleště pod místem kde se přivařují svorníky. Proti tavenině, v daném případě se řídící gravitačním zákonem, působí zákon šíření elektromagnetického pole ve směru od zemnicích kleští. Díky tomu se reguluje nadměrné stékání taveniny, které mimo vizuální problém způsobuje také snížení pevnosti přivařených svorníků.*

*Doporučujeme také vyšší svařovací proud a kratší svařovací čas.*

- ✓ *Následující poznámka vyplývá z předešlého. Často je potřebné svařovat blízko hraně ( I nebo jiný profil, atd. ). Opět se setkáme s problémem foukání oblouku směrem do prostoru s nižší hustotou, tedy směrem chybějícího materiálu.*

*Toto se dá eliminovat přiložením nejlépe stejně silné desky na hranu materiálu a tím navodit situaci svařování uvnitř plochy.*

### **Parametry nastavování a seřízení svařovací pistole**

- ✓ *Důležité! Po zvolení odpovídajícího svorníku a keramického kroužku musíme provést seřízení svařovací pistole.*

*Před započítím dalšího nastavování je nutné nastavit souosost keramického kroužku a svorníku v pistoli!*

*Jedná se o to, že svorník je nadzdvihnut pro natažení elektrického oblouku a po natsaveném svařovacím čase se vrací do tavné lázně( při svařování s ochrannou atmosférou se tento čas krátí o předfuk plynu).*



*V případě nesouosoti svorníku a keramického kroužku, drhne při vratném pohybu svorník o keramický kroužek. Zpomalením nebo zastavením tohoto pohybu se nezabrání hoření elektrického oblouku, ale bez materiálu svorníku, který je zpožděn se svorník podpálí, v horším případě může způsobit vypálení díry do základního materiálu.*

- ✓ *Předsazení svorníku před keramickým kroužkem je důležitý faktor nastavování, neboť určuje množství materiálu, který se při svaru taví. Tím definuje velikost taveniny formované v keramickém kroužku. Při velkém předsazení je množství taveniny velké, ale pouze tehdy jsou- li dostatečné parametry nastavení ( proud a čas), které se tím zvyšují. Způsobí hlubší závar, ale také větší rozstřík. Při malém předsazení dojde k tomu, že svorník je nedotatečně přivařen, při velmi malém předsazení může dojít k podpálení svoorníku. Tento stav se projevuje chybějící taveninou nejen v okolí svorníku, ale také pod jeho průměrem.*
- ✓ *Zdvih svařovací pistole-*
  - \* *pro průměr do 10 mm cca 1,5 mm*
  - \* *pro průměr 12 mm cca 1,8 mm*
  - \* *pro větší průměr je nastavování individuální, průměry 16 – 22 mm v rozsahu zdvihu 3,5 – 5 mm.**Při nastavování zdvihu od průměru 16 mm je nutné také nastavování olejového tlumení, z důvodu zpomalení pohybu svorníku proti tavné lázni, snížení rozstříku. Nastavování olejového tlumení je nutno snížit nebo úplně vypnout pro případy svařování na svislou plochu ( dle normy doporučeno max. průměr 16 mm). Funkčně odzkoušen na svislou plochu i spráhovací trn pr. 16 mm s vypnutým olejovým tlumením a zemnicí kabelací pod svařovaným trnem.*
- ✓ *Pro nastavování svařovacího proudu se využívá vzorce*  
$$I = 80 \times \text{průměr svorníku} \dots I_{16} = 80 \times 16 = 1280 \text{ A}$$
*Tato hodnota je však přibližná a její nastavení odpovídá nasazení v stížených podmínkách. Při nastavování běžně se snižuje hodnota cca o 10 % s následným odzkoušením a příp. Korekcí.*
- ✓ *Nastavování svařovacího času se provádí na základě znalosti svařovacího proudu a přibližně je to 50 % proudu v msec.*  
$$T = I / 2 \dots T_{16} = 1280 / 2 = 600 \text{ msec}$$
*Opět v tomto případě je hodnota orientační a je ji nutno ověřit a odzkoušet hotový svar.*

