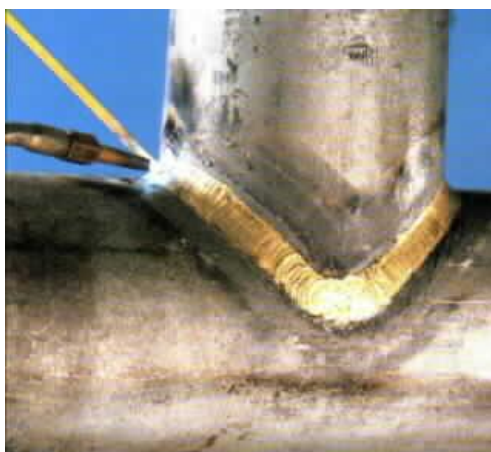




## PÁJENÍ POZINKOVANÉ OCELI A LITINY NA TVRDO



Materiál pro zaškolení pájení pozinkované oceli pájkou Castolin 18

Tento materiál je majetkem :

**Eutectic Castolin spol. s r.o.**

**Za trati 235, Prague West Business Center**

**252 19 Chraš'any, Praha-Zapad**

**obchod@castolin.com**

**+420 283 090 077**

# PÁJENÍ POZINKOVANÉ OCELI A LITINY NA TVRDO

- Cenově výhodné spojování postřikovacím a hasicího zařízení
- Sprinklery, vedení CO<sub>2</sub>, lodní nástavby
- Vysoká pevnost, vysoká odolnost vůči trhlinám
- Certifikace GL, certifikace VDS

## Předmluva

Pájení nelze provádět bez odborného zaškolení jak praktického, tak i teoretického. Ve zvýšené míře to platí pro pájení pozinkovaných ocelových trubek na tvrdo.

CASTOLIN+EUTETIC nabízí dvoudenní speciální kurs s názvem :

"Pájení pozinkované oceli a litiny na tvrdo"

Absolventi tohoto kursu obdrží certifikát pro odborné zacházení se speciální pájkou "Castolin 18 F".

Speciální kurs se koná v Dokumentačním a školicím středisku firmy Castolin GmbH, Kriftel; kurs lze organizovat i externě, v místě žadatele.

Zájemci se mohou obracet na Dokumentační a školicí středisko.

## 1. Úvod

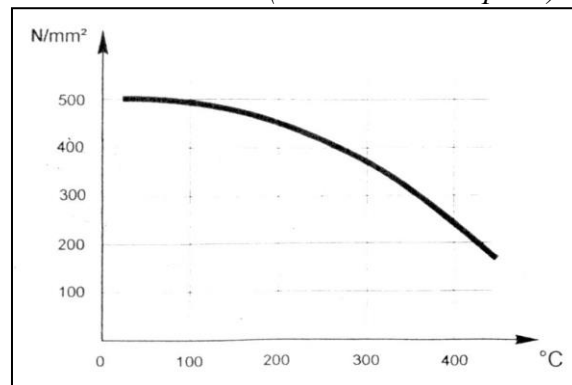
Pájení na tvrdo se používá pro spojování oceli a litiny, vč. pozinkovaných ocelových trubek.

V porovnání s jinými metodami spojování (např. šrouby) je pájení na tvrdo hospodárnější již z toho důvodu, že je takto možné spojovat i tenkostěnné trubky. Při odborném zacházení lze dále ušetřit jak

pájecí materiál, tak i pracovní čas (viz tabulka). Kromě toho jsou takto prováděné spoje odolné vůči korozi a jsou velmi pevné (viz obr. 1).

Obr. 1

*Pevnost v tahu (závislá na teplotě)*



*u stykově svářených spojů pozinkovaného ocelového materiálu, pájeného pomocí Castolin 18 F/18 FM.*

Aby bylo možné dosáhnout kvalitního pájeného spoje, je nutné, aby

- pracovníci měli teoretické základní znalosti
- byl použit správný technický pracovní postup
- byla dodržena vhodná opatření pro zajištění kvality.

## 2. Příklady pájení na tvrdo

- vodovodní potrubí \*)
- sprinklery
- vnitřní a vnější trubní spoje u výtahových strojoven
- kanalizace
- potrubí chladicí vody
- potrubí stlačeného vzduchu

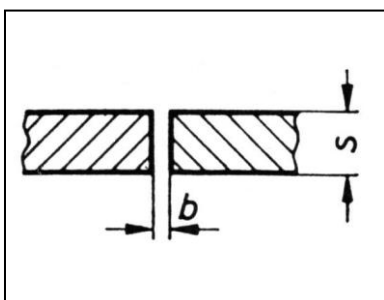
Při návrhu potrubí je nutno vzít v úvahu dostatečné možnosti pro odvzdušňování, proplachování a umístění kompenzátorů.

\*) Podle DIN 1988, díl 2 a díl 7 "Technická pravidla pro vodovodní instalace"

## 3. Příprava svaru (spáry)

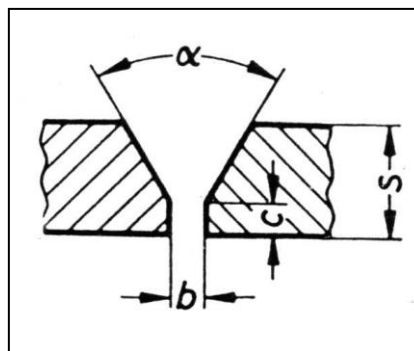
Do tloušťky materiálu cca 2,5 mm: svar I  
nad tloušťku materiálu 2,5 mm: svar V

- úhel rozevření  $60^\circ$  u svaru I (jednostranné zkosení  $30^\circ$ , provedené broušením, frézováním, soustružením, pilováním)
- výška můstku asi 1 mm (kvůli přehřátí nemá mít zkosení ostrou hranu, event. je třeba hranu otupit)
- šířku spáry zvolit podle obr. 1 až 3
- při svařování na tupo a u odboček (koutové svary) nesmí být na boku spoje zinek, aby byla zaručena pevnost spojení. Pokud by se zinek ze spojovacích ploch neodstranil, byly by vzniklé spoje vadné.



Obr. 2

Svar I,  $b = 3 - 3,5 \text{ mm}$   $s \leq 2,5 \text{ mm}$



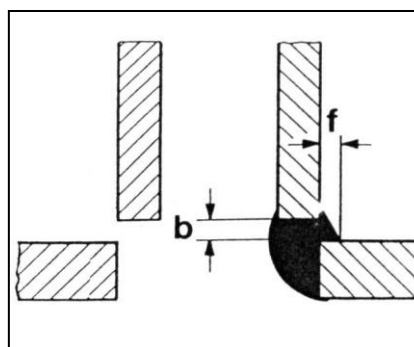
Obr. 3

Svar Y,  $b = 3,5 - 4,5 \text{ mm}$

$c = \text{cca } 1 \text{ mm}$

$\alpha = 60^\circ$

$s \geq 2,5 \text{ mm}$



Obr. 4

Řešení pájeného spoje u odbočky

$b = 3,5 - 4,5 \text{ mm}$

$f = 0,5 \times s$

## 4. Ochrana proti korozi v prostoru pájení

Před sestehováním se pájená místa potřou uvnitř i vně v šířce asi 20 mm tavidlem Castolin Fflux 18. Svařovacím hořákem se pak spájená místa zahřejí tak, aby se barva tavidla změnila ze žluté na bílou.

Při přímém zahřátí pájené spáry na pracovní teplotu asi  $880^\circ\text{C}$  dojde ke zkapalnění zinku v sousedním pozinkovaném prostoru (bod tavení zinku:  $419^\circ\text{C}$ ); překrytí tavidlem přitom brání oxidaci zinku.

Pozinkovaná vrstva na oceli sice zkapalní, avšak zůstane zachována, protože se zabrání jejímu zničení (teplota odpařování = 907°C).

Před nanesením výplňové a krycí vrstvy je nutno vypálené zbytky tavidla mechanicky odstranit a pájená místa tavidlem znovu potřít.

Po pájení se zbytky tavidla odstraní takto :

- na vnější straně trubky se očistí vodou a kořenovým, resp. mosazným kartáčem; jako náhradní řešení lze použít i chromniklový kartáč
- z vnitřní strany se zbytky tavidla odstraní nejdříve za 24 hodin, pokud bude potrubí naplněno vodou. Aby se zbytky odstranily dokonale, musí být trubní systém propláchnut (DIN 1988, díl 2).

## 5. Výběr hubice hořáku

Výběr hubice hořáku závisí na velikosti svařovaných trubek a tloušťce jejich stěn.

V praxi se ukázalo, že trubky do  $\varnothing$  250 mm a tloušťky stěny 2-6 mm lze svařovat hořáky s hubicí 1-2 mm. U silnějších stěn je nutno pro kořen volit velikost hořáku 2-4 mm. Na mezivrstvy a krycí vrstvy se používá velikost hořáku 1-2 mm.

U větších průměrů nad 250 mm, event. u silnějších stěn je nutno volit velikost hořáku 2-4 mm.

Zpravidla se volí hořák o jedno číslo menší než při svařování trub stejných průměrů plamenem (plyn).

Příliš velká hubice hořáku způsobí přehřátí a opálení zinku (koroze). Existuje i reálné nebezpečí, že kapalný zinek steče do svaru a důsledkem bude zhoršená houževnatost - zkřehnutí.

Je-li hubice hořáku příliš malá, nedojde k provaření.

## 6. Nastavení plamene

Jako zdroj tepla slouží acetylenový-kyslíkový plamen.

Plamen se slabým přebytkem kyslíku má oxidační účinky, tj. při tavení pájky tvoří s křemíkem obsaženým v pájce (0,5%) oxid křemíku a zabraňuje tak oxidaci, event. odpařování zinku.

Z hubice hořáku musí vycházet čistý kužel plamene, aby se teplo mohlo soustředit do pájené spáry. Nepřesný kužel roznáší teplo do okolí s rizikem přehřátí sousední části svaru.

## 7. Pracovní techniky

Pájení se provádí pracovní technikou "doleva" (tyčinka pájky před plamenem).

Úhel nastavení hubice hořáku v kořenovém prostoru: 70-75°.

Úhel nastavení u mezivrstvy a krycí vrstvy: 15-30°.

U vodorovné (otáčející se) osy trubky je třeba se snažit o "stojící" polohu pájky. V této poloze je optimální přehled o roztavení pájky a vedení tepla. Je-li nutné provádět pájení v poloze "nad hlavou", je nutno dbát zejména na to, aby se podchytily kořenové hrany trubky. Kužel plamene musí být důsledně ponechán ve spájené mezeře, aby provaření bylo dokonalé.

Je třeba zabránit propadu kořene > 0,5 mm.

Do tloušťky materiálu 4 mm se spoj provede jako jednovrstvý, od 4 mm se dvěma a více vrstvami. V poloze "v úžlabí" je nutno v obou případech pájet event. ve třech vrstvách, aby se zabránilo

příliš silnému kořenovému prostupu. Nahromadění tepla v této poloze může vést k vytváření trhlin.

Krycí vrstva v poloze "příčně" vyžaduje zvláštní pozornost, protože může snadno propadnout. Může být nutné provést ještě druhou krycí vrstvu, aby se dosáhl požadovaný průřez svaru.

Pájecí tyčinka musé být vždy v pravém úhlu k ose trubky.

## **8. Pokyny pro pokládání trubek při pájení na tvrdo**

Při pokládání trubek a potrubí spájených na tvrdo je nutno počítat s více pevnými body než při svařování. Obvykle se vzdálenost pevných bodů redukuje koeficientem 0,6 na vzdálenost použitou při svařování.

Odbočky by se pokud možno měly provádět tvarovkami, jinak je nutno vyvrtat otvory a opílovat je, či obrousit (žádné řezání kyslíkem). při pájení musí být potrubí v místě svaru uloženo bez pnutí, jinak by mohlo dojít k posunu trubek.

## **9. Trubní materiál, tvarovky pro pájení na tvrdo**

Je možné použít bezešvé a svařované trubky z nelegované oceli podle DIN 1629, event. DIN 1626 a závitové trubky podle DIN 2440, 2441 a 2442. Veškeré trubky musí být potaženy zinkem podle DIN 2444. Kvalitní trubky mají natištěnou značku "DIN 2444".

Tvarovky vhodné podle DIN k navařování jsou vhodné i pro pájení na tvrdo. Jsou to např. :

- trubní oblouky podle DIN 2605 a 2606
- redukční kusy podle DIN 1616

- trubní koncovky podle DIN 2617
- T-kusy podle DIN 2615

Veškeré tvarovky musí odpovídat DIN 50975 "Žárově provedené pozinkování". Výťah z této normy zní:

- "Pro žárově pozinkování jsou vhodné nelegované železné materiály, zejména neuklidněné druhy oceli a oceli neuklidňované křemíkem."

Uvedené druhy oceli zaručují nejen dobrou kvalitu pozinkování, ale jsou vhodné i pro pájení.

Pokud budou použity jiné trubky a tvarovky (např. podle ASTM), je nutno dbát na bezvadné pozinkování.

## **10. Kontrola spojů pájených na tvrdo**

Spoje provedené pájkou Castolin 18 F/18 MF byly posuzovány ve Státní zkušebně materiálu Darmstadt a SLV Mnichov. Kontrola kvality pájeného spoje může být provedena různým způsobem :

- vizuální kontrola
- tlaková zkouška
- rentgenová zkouška
- zkouška ohybem (korunová zkouška)
- výbrusem (metalurgická zkouška v laboratoři)

Pro hodnocení pájeného svaru je možné doplňkově použít DIN 8563.

## **11. Certifikace**

Následující instituce :

- Germanischer Lloyd (GL)
- Verband der Sachversicherer Köln (VdS) (Svaz majetkových pojistitelů)

## 12. Výběr pájek a tavidel

- Castolin 18 F:                   přídavné tyčinky obalená tavidlem
- Castolin 18 MF:               přídavné tyčinky, vrubovaný povrch s tavidlem

Použití pájek :

- Castolin 18 F:                   kořenové, výplňové a krycí vrstvy
- Castolin 18 MF:               výplňové a krycí vrstvy

Tavidlo Castolin 18 odpovídá F-SH2 podle DIN 8511, díl 1.

Tavidla pro pájení pozinkovaných ocelových trubek na tvrdo musí být rozpustná ve vodě. Tavidlo Castolin 18 tento požadavek splňuje.

## 13. Bezpečnost práce při pájení pozinkovaných ocelových trubek

Je nutno respektovat předpisy na ochranu zdraví VBG 15 "Svařování, řezání a pracovní obdobné metody".

Další opatření na ochranu bezpečnosti práce jsou :

- ochranné brýle podle DIN 4647: stupeň ochrany
- kožené ochranné rukavice bez látkového hřbetu
- kožená zástěra při svařování nad hlavou

Pracovní prostor, ve kterém se pájení provádí, musí být dobře větrán, event. je třeba zavést odsávání. Osoba, která práci provádí, musí dýchat vzduch mimo stoupající sloupec kouře. Hodnota MAK pro oxid zinku (kouř) činí  $5 \text{ mg/m}^3$  vzduchu.

## Příklady kalkulací pro pájení pozinkovaných ocelových trubek

| Ø trubky<br>a<br>poloha při sváření | Hlavní<br>doba     | Vedlejší doby                                 |  | Celková<br>doba | Tyčinka | Potřeba<br>pájky |
|-------------------------------------|--------------------|---|--|-----------------|---------|------------------|
|                                     | Pájení<br><br>min. | Příprava<br>(natření<br>tavidlem)<br><br>min. | Dokončení<br>(odstranění<br>zbytků<br>tavidla)<br><br>min. | min.            | Ø mm    | g                |
| 1/2" polohový svar                  | 1,8                | 2   | 1  | 4,9             | 3       | 10               |
| 1/2" vodorovná<br>napnutá           | 2,7                | 2   | 1  | 5,7             | 3       | 10               |
| 1/2" svislá<br>napnutá              | 2,7                | 2   | 1  | 5,7             | 3       | 10               |
| 3/4" polohový svar                  | 2,7                | 2   | 1  | 5,7             | 3       | 15               |
| 3/4" vodorovná<br>napnutá           | 3,6                | 2   | 1  | 6,6             | 3       | 15               |
| 3/4" svislá<br>napnutá              | 3,6                | 2   | 1  | 6,6             | 3       | 15               |
| 1" polohový svar                    | 3,6                | 2   | 1  | 6,6             | 3       | 20               |
| 1" vodorovná<br>napnutá             | 4,5                | 2   | 1  | 7,5             | 3       | 20               |
| 1" svislá<br>napnutá                | 4,5                | 2   | 1  | 7,5             | 3       | 20               |
| 1 1/2" polohový svar                | 3,6                | 2   | 1  | 6,6             | 3       | 25               |
| 1 1/2" vodorovná<br>napnutá         | 4,5                | 2   | 1  | 7,5             | 3       | 20               |
| 1 1/2" svislá<br>napnutá            | 5,4                | 2   | 1  | 8,4             | 3       | 30               |
| 2" polohový svar                    | 6,3                | 2   | 1,5  | 9,8             | 3       | 40               |
| 2" vodorovná<br>napnutá             | 7,2                | 2   | 1,5  | 10,7            | 3       | 40               |
| 2" svislá<br>napnutá                | 7,2                | 2   | 1,5  | 10,7            | 3       | 40               |
| 3" polohový svar                    | 12,6               | 3   | 1,8  | 17,4            | 3       | 80               |
| 3" vodorovná<br>napnutá             | 12,6               | 3   | 1,8  | 17,4            | 3       | 80               |
| 3" svislá<br>napnutá                | 13,5               | 3   | 1,8  | 18,3            | 3       | 80               |
| 4" polohový svar                    | 12,6               | 4   | 2  | 18,6            | 3       | 90               |
| 4" vodorovná<br>napnutá             | 17,1               | 4   | 2  | 23,1            | 3       | 100              |
| 4" svislá<br>napnutá                | 18,0               | 4   | 2  | 24,0            | 3       | 100              |
| 6" polohový svar                    | 27,0               | 5   | 3  | 35,0            | 3       | 200              |
| 6" vodorovná<br>napnutá             | 27,0               | 5   | 3  | 35,0            | 3       | 225              |
| 6" svislá<br>napnutá                | 27,0               | 5   | 3  | 35,0            | 3       | 175              |