
Studijní text - Svařovna

Určeno pro vnitřní
potřebu žáků školy

Bc. Vladimír Čečrdle

Obsah:

1. Bezpečnost práce při svařování
2. Svařování elektrickým obloukem – svařovací zdroje
3. Přídavné materiály pro svařování
4. Svařování v CO₂
5. Svařování plamenem
6. Pájení kovů
7. Odporové svařování (tlakový sv. proces)
8. Spojování plastového potrubí svařováním
9. Spojování měděného potrubí pájením a lisováním

1. Bezpečnostní předpisy pro svařování a řezání kovů kyslíkem

Výběr z norem:

ČSN 05 0610, ČSN 05 0630, ČSN 05 0650, ČSN 05 0600, ČSN 05 0601

Společné ustanovení:

- 1) Svařovat smí jen osoba, která má platný svářečský průkaz opravňující jí vykonávat uvedené práce a byla organizací pověřena svařovat .
- 2) K získání svářečského průkazu musí :
 - a) dovršit 18 let
 - b) být lékařem uznaná po odborné prohlídce za způsobilou pro tyto práce
 - c) absolvovat výcvik a složit zkoušky podle ČSN 05 0705

Osoby, které splňují pouze bod 2c) mohou vykonávat tyto práce v rámci výcviku pod vedením instruktora svařování.

- 3) Každý svářeč potřebuje k ochraně svého zdraví pracovní oblek, kožené rukavice, svářečskou kuklu, štít nebo ochranné brýle s tmavým sklem, koženou zástěru,
- 4) Je zakázáno svařovat v blízkosti hořlavín a výbušnin. Svářeč je zodpovědný za případný vznik požáru způsobený jeho činností.
- 5) Pracoviště svářečů musí být dobře větrána přirozeným nebo umělým větráním.
- 6) Před zářením /ultrafialové, viditelné, infračervené/ se svářeč chrání vhodnými ochrannými pomůckami. Ochrana spolupracovníků vyžaduje závěsy, matové mezistěny apod. (Za rozmístění těchto zábran zodpovídá svářeč.)

Při svařování elektrickým obloukem:

- 1) Ke svařování se smí použít pouze svař. zdroj odpovídající příslušné ČSN.
- 2) Před zapojením svářečky na el. síť je třeba kontrolovat přívodní kabel, zástrčku a zásuvku, polohu hlavního vypínače, svařovací kabely a izolaci držáku elektrod. Po připojení svařovacího zdroje na el. síť je zakázána jakákoliv manipulace uvnitř zdroje.
- 3) Svářeč si nesmí při práci ovinout svařovací kabel kolem těla, svař. Elektrody vyměňuje s navléknutými koženými rukavicemi.
- 4) Opouští-li svářeč pracoviště, musí vypnout svařovací zdroj popř. umělé odsávání.

Při svařování a řezání plamenem:

- 1) Tlakové lahve chráníme před nárazem, teplem a částí svařovací soupravy vedoucí kyslík před mastnými látkami. S lahvemi zacházíme vždy tak, jako by byly plné.
- 2) Láhve obsahující acetylén musí být používány buď v poloze svislé, nebo šikmé (30° od vodorovné roviny)vždy s ventilem vzhůru. Rychlost odběru nesmí překročit 1 000 l/hod. z jedné lahve.
- 3) Nejmenší vzdálenost tlakových lahví od zdroje tepla (bez otevřeného ohně) je 1 m, od místa svařování 3m .
- 4) Minimální délka hadic (bez napojení) je 5 m.
- 5) Lahvový ventil se otevírá zvolna, oběma rukama na levou stranu. Při otvírání není dovoleno používat pomocného nářadí (hasák, kladivo apod.)
- 6) Plné lahve se zakazuje uskláňovat na schodištích, domovních a patrových chodbách a průchodech . Venku musí být chráněny před slunečním zářením a zásahem nepovolaných osob.
- 7) Lahve se mohou přepravovat jen na odpérovacích vozítech (ne na sklápěcí ložné ploše), zabezpečené proti pohybu. Lahve s celkovou hmotností nad 50 kg musí přenášet 2 osoby (pomocí speciálního nosiče).

2. Svařování elektrickým obloukem

dnes nejrozšířenější způsob svařování, vzniklo v carském Rusku v roce 1895 (Slavjanov a Benardos) – jde o tavný svařovací proces.

Zdrojem tepla je elektrický oblouk (až 5000°C), hořící mezi kovovou nebo uhlíkovou popř. wolframovou elektrodou připojenou na jeden pól svařovacího zdroje a základním kovem (svařencem), který je připojen na druhý pól. Elektrický oblouk je jev provázející průchod proudu plynným prostředím v prostoru, kde došlo k oddálení vodivých částí uzavřeného el. obvodu.

Proud pro napájení oblouku při svařování odebíráme ze svařovacích zdrojů – svářeček.

Svařovací proud je buď stejnosměrný nebo střídavý. Hodnota proudu pro ruční svařování je řádově od 30 do 500 A. Pracovní napětí je řádově 50V, max. napětí naprázdno u stejnosměrných zdrojů do 110 V u střídavých zdrojů do 90 V.

Rozdělení svařovacích zdrojů podle konstrukce:

- 1) **Svařovací agregáty** – jsou točivé stroje (el. motor nebo spalovací motor + dynamo)
vyrábí stejnosměrný proud
výhody: širší možnosti použití (svařování všemi druhy elektrod pro svařování železných i neželezných kovů), vhodné pro práce v místech se zvýšeným nebezpečím úrazu elektrickým proudem, ve spojení se spal. motorem nezávislost na el. síť.
nevýhody: velká hmotnost, malá účinnost, velká hlučnost vyšší náklady na provoz a údržbu
- 2) **Svařovací transformátory** – netočivé stroje, svařovací proud (střídavý) vyrábí transformací el. proudu ze sítě (primární a sekundární cívka)
výhody: jednoduchá, téměř bezúdržbová konstrukce, vysoká účinnost, malá hmotnost, ekonomická dostupnost
nevýhody: střídavý proud - zákaz používání při svařování na kov. konstrukcích a v místech se zvýšeným nebezpečím úrazu el. proudem jako např. staveniště, kotelny apod., omezená použitelnost z hlediska použití svařovacích elektrod (svařování bar. kovů, litiny apod.).
- 3) **Svařovací usměrňovače** – jedná se vlastně o svařovací transformátory, jehož svařovací proud je usměrněn diodami nebo tyristory. Zvýšení ceny je vyváжено odstranění nevýhod svař. transformátorů.
- 4) **Svařovací invertory** – měniče el. proudu, které pracují s vyšším kmitočtem. Střídavý proud ze sítě se přeměňuje přímo na stejnosměrný svařovací proud.
výhody: velice nízká hmotnost, velká účinnost, snadná manipulace, bezúdržbová konstrukce
nevýhody: vyšší pořizovací cena

3. Přídavné materiály pro svařování

Jako přídavný materiál při ručním svařování el. obloukem se používají elektrody, které se skládají z kovového jádra a obalu. Obal výrazně ovlivňuje průběh a výsledek svařování.

Dobrý obal elektrody musí vyhovovat těmto požadavkům:

1. Stabilizovat oblouk ionizací vzduchu, tj. původní nevodivou mezeru mezi koncem elektrody a základním materiálem přeměnit na vodivou, aby se oblouk snáze zapaloval a klidně hořel
2. Vytvořit kolem oblouku dostatečné množství plynů, aby kyslík a dusík neměli přístup ke svarovému kovu
3. Vytvářet strusku, která chrání obloukem procházející kapičky kovu před oxidací a přehřátím, ovlivňuje rychlost chladnutí svaru.

Elektrody se musí skladovat na suchém místě v neporušených obalech. Před použitím se musí sušit (zvláště elektrody s bazickým obalem) – nebezpečí vzniku pórů a bublin popř. i trhlin ve sváru.

Příklad značení elektrod pro spojovací sváry uhlíkových (nelegovaných) ocelí - výrobce ESAB Vamberk

a) podle ČSN 05 50 20

E 44. 72

(2) druh obalu /kyselý/

(7) jakostní třída /vyšší číslo = vyšší jakost/

(44) pevnost v tahu /v desítkách Mpa/

(E) elektroda pro ruční svařování elektrickým obloukem

b) podle výrobce

E – K 103

(03) materiálové složení jádra

(1) svařovaný materiál /uhlíková ocel, barevné kovy, šedá litina/

(K) druh obalu /kyselý/

(E) elektroda pro ruční svařování elektrickým obloukem

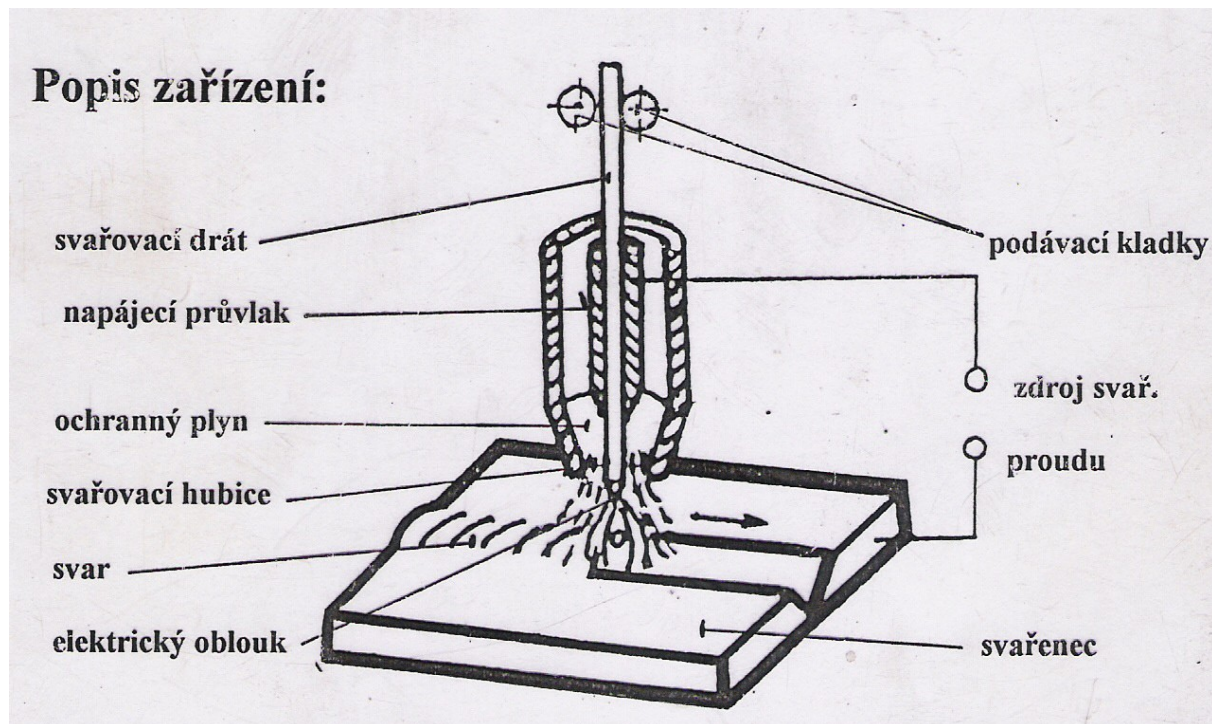
Průměry dodávaných elektrod : 1,6 - 2,0 - 2,5- 3,15- 4,0- 5,0- 6,3- 8,0- 10,0- 12,0

4.Svařování v CO₂

- svařování elektrickým obloukem taví se elektrodou v aktivním plynu (oxid uhličitý nebo směsi plynů s oxidačními vlastnostmi) označujeme MAG (metal active gas).

Tento způsob je určen pro svařování uhlíkových ocelí s možností automatizace svařování.

Principem svařování taví se elektrodou v aktivním plynu je existence elektrického oblouku mezi základním materiálem a svařovacím drátem, který se do svaru přivádí pomocí svařovací pistole. Přiváděný svařovací drát je obtékán ochranným plynem, který současně chrání svarové plochy a svarovou lázeň před přístupem vzduchu.



Charakteristickým rysem svařování je vysoké proudové zatížení (až 10x větší svařovací proud na 1 mm² než při svařování obalenou elektrodou)

Výhody:

- nepřerušovaný svařovací proces
- viditelnost tavné lázně
- hlubší závar
- menší deformace svaru
- možnost automatizace svařovacího procesu

Nevýhody:

- složitější, dražší zařízení – vyšší požadavky na obsluhu , údržbu a seřízení
- nevhodné pro montážní svary
- nevhodné pro svařování součástí se sníženou vodivostí povrchu (oxidace, barva apod.)

5.Svařování plamenem



Jeden z nejstarších způsobů svařování (přechod z 19. do 20. století)

Jedná se o tavný svařovací proces – působíme na svařovaný materiál pouze teplem – plamenem., který vzniká hořením hořlavého plynu (acetylénu, vodíku apod.) a kyslíku.

1. Části svářecí soupravy :

1.1 Tlakové lahve

jsou vyrobeny z oceli, na hrdlech označeny barvou a nápisem plněného plynu (dle ČSN - kyslík bílou, acetylén kaštanovou barvou), běžně se používá lahví o obsahu 40 l, plněných u kyslíku na 15 Mpa, u acetylénu na 1,5 Mpa. Poloha lahve s acetylénem při odběru plynu je svislá popř. nakloněná v úhlu nejméně 30° od vodorovné roviny a max. odběr z této lahve je 1 000 l /hod při pracovním přetlaku max. 150 kPa. Lahvový ventil slouží k plnění a vyprazdňování lahve a také láhev uzavírá. Lahvový ventil otevíráme pomalu rukou bez náradí.

1.2. Redukční ventily

sníží tlak plynu z láhve na tlak vhodný pro svařování, který udržuje na stejné hodnotě při různém odběru plynu, (např. u kyslíku 0,4-0,5 Mpa, u acetylénu 0,08-0,1 Mpa). Způsob připojení na lahvový ventil – u kyslíku převlečnou maticí (těsnění fibr), u acetylénu pomocí třmenu se šroubem (těsnění pryž).

1.3. Hadice pro svařování

jsou modré pro kyslík, červené pro hořlavé plyny, min délka 5m. Připevnění hadic k nátrubku musí být vhodně zajištěno páskovacími svorkami. Není dovoleno používat kyslíkových hadic pro acetylén a naopak – **nebezpečí výbuchu.**

1.4. Svařovací hořák

nejčastěji injektorové, slouží k směšování hořlavého plynu a kyslíku v hořlavou směs. U injektorových hořáků dle potřeby měníme nástavce, které jsou označeny čísly. Tato čísla udávají svařovanou tloušťku oceli v mm a odběr acetylénu ve stovkách l/hod. z lahve.

| označení na nástavci | max. tloušťka svař. mat. v mm | skutečný odběr acetylénu v l/hod |
|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 0,5 - 1 | 1 | 100 |
| 1 - 2 | 2 | 200 |
| 2 - 4 | 4 | 400 |
| 4 - 6 | 6 | 600 |
| 6 - 9 | 9 | 900 |
| 9 - 14 | 14 | 1400 |

2. Pracovní postup při svařování plamenem

2.1. Zapalování plamene

zapalujeme směs acetylénu a kyslíku. Nechoří-li plamen přímo u špičky, znamená to, že je příliš velká výtoková rychlost plynu a naopak (nevhodně otevřeny ventily na svařovacím hořáku).

2.2. Zhasínání plamene

se nejprve uzavře ventil s acetylénem a pak s kyslíkem.

Podle intenzity, tj rychlosti výtoku plynu z hubice rozeznáváme: měkký, střední a ostrý plamen, podle poměru smíšení kyslíku a acetylénu rozeznáváme: neutrální (1,1:1) pro většinu svařování, redukční (1:1) pro svařování lehkých slitin hořčíkových a oxidační (1,2-2 :1) pro svařování mosazi.

2.3. Vlastní svařování

Plechý tlusté 1 až 4 mm se svařují svarem **I** bez úkosu s mezerou, která bývá polovinou tloušťky svařovaného materiálu. U tenkých plechů (0,5-2mm) vytvoříme na hraně lem, který bez přídavného materiálu roztavíme plamenem. Pro plechy o tloušťce nad 4mm volíme svar **V** nebo **X**.

Svařujeme dvojím způsobem :

- dopředu (doleva), postupuje přídavný drát před hořákem ve směru , kterým svařujeme.
- dozadu (doprava), postupuje hořák před drátem ve směru, kterým svařujeme.

2.3.1. Svařování dopředu

je určeno pro svařování tenkých plechů, neklade zvláštní nároky na svářeče, plamen předehtřívá návarové plochy, nechrání však hotový svar před přístupem vzduchu a před rychlým ochlazením, svar má proto horší mechanické vlastnosti.

2.3.2. Svařování dozadu

pro silnější materiály, pro kovy s hustě tekoucí lázní, vyžaduje větší zručnost svářeče, spolehlivě provařuje kořen svaru, jakost svaru je podstatně lepší.

6. Pájení kovů

- spojování (pokovování) kovů roztaveným kovem (**pájkou**) odlišného složení než spojovaný materiál .
Při pájení dochází k **difuzi** tzn., že pájka zatéká do povrchu spojovaného materiálu.

Podmínky difuze :

- 1) pájka musí být ohřátá na svoji tavíci teplotu
- 2) povrch spojovaných součástí musí být ohřátý na tutéž teplotu
- 3) povrch spojovaných materiálů musí být čistý

Pájení dělíme podle velikosti tavíci teploty na :

- A) na měkko – tavíci teplota použité pájky do 400 °C**
- B) na tvrdo - tavíci teplota použité pájky nad 400°C**

Použití: 1) vodivé spojení v elektrotechnice
2) spojování tenkých plechů
3) spojování kovových šperků
4) spojování nesvařitelných kovů
5) spojování různorodých kovových součástek
6) pokovování (povrchová úprava), atd.

Porovnání použití se svařováním

Výhody: a) dostupnost (cenově, odborně)
b) rozebíratelnost spoje bez tvarového poškození součástí
c) minimální tepelná deformace spojovaných součástí
d) minimální koroze spoje
e) spojování nesvařitelných kovů
f) vzlínavost pájky – spojování součástí v méně přístupných místech (spojování měděné potrubí)
g) použitelnost v místech se zvýšeným nebezpečím požáru nebo nebezpečí výbuchu

Nevýhody:

- a) menší pevnost spoje

Pomůcky pro pájení na měkko

Pájedlo (měděná hlavice nebo smyčka drátu), **pájka** (cín, cín + olovo ve formě tyčky, drátu nebo trubičky), **tavidlo** (kyselina solná, chlorid zinečnatý, kalafuna aj.), **salmiak** (chlorid amonný- k čištění povrchu pájedla)

Pomůcky pro pájení na tvrdo

Zdroj tepla- plamen (propan butan, acetylén), **pájka** (měď, zlato stříbro a jejich slitiny-nejčastěji mosaz), **tavidlo** (např. borax-tetraboritan sodný)

7. Tlakové svařování (tlakový svařovací proces)

Tlakové svařování je charakterizováno působení jak tlaku tak tepla za vzniku plastických deformací a ke spojení dochází i při částečně natavených materiálech.

O odporové svařování

O odporové svařování se používá pro spojení dvou materiálů položených na sobě. Tato metoda se nejčastěji používá k bodování ocelových plechů nebo spojení drátů do mříží resp. sítí. Spojované materiály jsou k sobě přimáčknuty dvěma elektrodami jimiž zároveň prochází elektrický proud. Ocel je oproti měděným elektrodám špatný vodič, proto v ní při procházení proudu vzniká velký odpor a dojde k lokálnímu ohřátí styčných ploch svařovaných plechů. Při současném působení tlaku tak dojde k lokálnímu svaření. Vzniklé svary mají velkou pevnost proti usmyknutí ve směru ploch plechů ve srovnání s namáháním kolmo k povrchu plechů. Přítlačná síla se pohybuje v hodnotách 500 až 10 000 N, svařovací proud 1 až 100 kA při délce působení 0,04 až 2 s.

Nejčastěji se užívá **bodového odporového svařování**, při kterém vznikne svar přibližně o velikosti elektrod. Při **švovém odporovém svařování** se spojují plechy dlouhým svarem za pohybu kotoučových elektrod.

Elektrody se vyrábějí z takových materiálů, které lze nekonfliktně použít pro svařování daných základních materiálů. Pro ocelové plechy a dráty se nejčastěji používají měděné. Odporové svařování nachází uplatnění jak v mechanizovaných a robotizovaných pracovištích při sériové výrobě, např. ve výrobnách karosérií, tak i v malosériových provozech.

Svařování třením

Třecí svařování využívá tepelné energie vzniklá při tření dvou ploch. Po přípravě svarových ploch (srovnání a očištění) je jedno těleso upevněno k stacionární části a druhé těleso je připevněno k rotační části. Druhé těleso se roztočí a působícím tlakem v ose rotace se přitlačí ke stojícímu tělesu. Na kontaktní ploše mezi oběma tělesy vzniká za působení tření vysoká teplota, zhruba na úrovni 80 až 85% teploty tavení, a oba materiály na kontaktu zplastizují při současném působení tlaku.

Použití pro spojování hřídelů, dříků šroubů, nástrojů (vrtáků, záhlubníků, výstružníků) apod.

8. Spojování plastového potrubí svařováním

Používané materiály:

1. Kopolymer polypropylenu – PP typ – 3 nebo PP-R
2. Homopolymer polypropylenu – PP typ-1 nebo PP
3. Poniklovaná mosaz pro závitové přechodky

Postup při spojování:

1. Dělení trubky se provádí speciálními nůžkami. Při použití pilky je třeba konec trubky začistit. Trubku i tvarovku je třeba zbavit nečistot a mastnoty.
2. Nahřátí trubky a tvarovky se provádí nasunutím na příslušný nahřívací trn svářečky pro polyfúzní svařování. Předepsaná teplota nahřívacího trnu je 240 - 260°C.
3. Trubka i tvarovka se nahřívají současně po přesně stanovenou dobu, která závisí na průměru svařovaného potrubí.
4. Po uplynutí nahřívací doby se trubka i tvarovka vytáhnou z nahřívacího trnu
5. Ihned povytažení z nahřívacího trnu se mírným tlakem bez otáčení zatlačí trubka do hrdla tvarovky
6. Oba spojované prvky se v místě spojení stanou kompaktní hmotou.

Oblast použití:

1. Pro spojování potrubí pro vnitřní rozvody vody a vytápění.
2. Odolnost proti mnoha chemickým prvkům umožňuje použití i v chemickém průmyslu.

9. Spojování měděného potrubí pájením a lisováním

Měděné trubky - všeobecné vlastnosti .

– Materiál trubek je fosforem dezoxidovaná měď. Trubka se zhotovuje z mědi o čistotě větší než 99,9 %, bod tání je 1083 °. Trubky se vyrábějí v různých průměrech. Měděné trubky je možné ohýbat ručně nebo za pomoci ohýbačky.

SPOJOVÁNÍ TRUBEK – Při montáži měděných trubek se používá kapilární pájení, lisování nebo spojky s přesuvnými maticemi . Nejrozšířenější formou spojování trubek je v dnešní době kapilární pájení. To se provádí měkkým nebo tvrdým pájením. Svařované spoje se používají zřídka, protože svařování měděných trubek vyžaduje velkou praxi. Dnes je nejvíc rozšířeno spojování lisováním, které se dá provést velmi rychle (jeden spoj za 4-6 s), ale použité tvarovky jsou cenově nákladnější než tradiční tvarovky.

Montážní postup při měkkém pájení:

- 1) Trubku dělíme kolmo k ose speciálním nářadím nebo pilkou na železo
- 2) Odstraníme otřepy, které by mohly znemožnit vytvoření kvalitního spoje nebo by omezovaly průtok médií
- 3) Pájené povrchy čistíme pomocí kartáčku, nekovového vlákna či jemným smirkovým papírem až docílíme kovového lesku
- 4) Než přistoupíme k pájení, nanese na konec trubky pájecí emulzi (do vzdálenosti hloubky tvarovky) Při spojích měď-měď můžeme použít pastu, která je spojením emulze a pájky.
- 5) Po zasunutí trubky do patky tvarovky zahříváme. Odsuneme plamen a zatavíme pájku do spáry.
- 6) Odstraníme zbytky pájecí emulze a pájky.

Tvrdé pájení spočívá ve spojování elementů při teplotě nad 450°C .Používá se především pro instalace: - ústředního topení pracujících o teplotách nad 110°C. - plynu - medicínských plynů - stlačeného vzduchu Proces tvrdého pájení je stejný jako u pájení měkkého. Při tvrdém pájení musíme dodat spoji větší množství tepla než při měkkém pájení. V žádném případě nenahříváme samotnou pájku.

Lisované spojení

Lisované spojení je možné použít na měkké, polotvrdé a tvrdé měděné trubky. K dispozici je kompletní program tvarovek ke spojování měděných trubek s vnějšími průměry od 12 do 108 mm. Lisovací tvarovky jsou vyrobeny z mědi nebo červeného bronzu; pro přechody se nabízejí lisovací tvarovky se šroubením.

Na trhu jsou k dostání různé systémy lisovacích tvarovek, které se liší funkčním tvarem. Pro instalace plynu musejí lisovací tvarovky mít vyznačeno:

- označení žlutou barvou, nebo nápis GAS, příp. PLYN
- hodnotu PN
- odolnost tvarovky proti vysokým
- teplotám GT (např. GT/5)

Pracovní postup při lisování:

- 1) Měděnou trubku pravoúhle zkrátit, uvnitř a vně zbavit otřepu. Odstranění otřepu je velice důležité, aby se zabránilo poškození těsnicího prvku.

- 2) Označit hloubku zasunutí, abychom ihned poznali, zda trubka během montáže nevyklouzla z tvarovky.
- 3) Zkontrolovat správné uložení těsnicího prvku – nepoužívat olej a tuk.
- 4) Tvarovku resp. trubku při lehkém otáčení nasunout resp. zasunout.
- 5) Zvolit lisovací čelist, otevřít, kolmo nasadit na drážku lisovací tvarovky a zahájit lisování. Při lisování působí velmi velké síly několika tun – pracujte opatrně! Používejte pouze povolené lisovací nástroje.