1 OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ V OCHRANNÝCH ATMOSFÉRÁCH

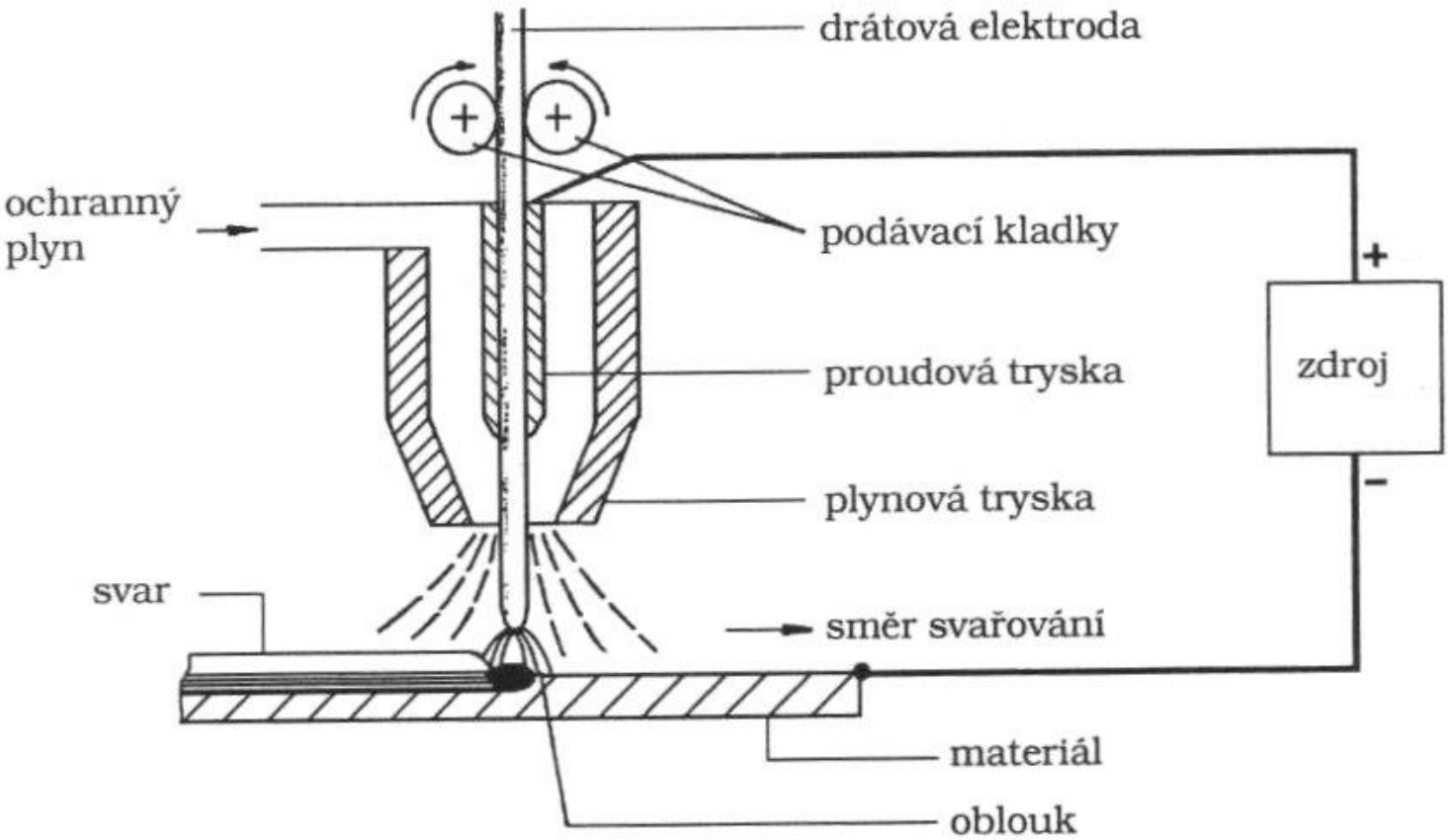
Oblouk hoří obklopen atmosférou ochranného plynu, přiváděného hořákem. Ochranný plyn chrání elektrodu, oblouk a tavnou lázeň před účinky okolní atmosféry. Jako ochrana je použit **inertní** nebo **aktivní** plyn.

Základní rozdělení metod obloukového svařování v ochranných atmosférách :

- **MIG** (Metal – Inert – Gas) svařování kovovou elektrodou v inertním plynu
- **MAG** (Metal – Activ – Gas) svařování kovovou elektrodou v aktivním plynu
- **WIG** (Wolfram – Inert – Gas) svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu

1.1 SVAŘOVÁNÍ MIG / MAG

Princip svařování elektrickým obloukem v ochranných atmosférách MIG / MAG :



Princip svařování MIG / MAG

1.1.1 SVAŘOVÁNÍ MIG

Svařování kovovou tavící se elektrodou (drát) v **inertním plynu**, nejčastěji argonu (Ar) nebo heliu (He), případně jejich směsi.

Oblouk hoří mezi drátem a základním materiálem a je zcela obklopen inertním plynem. Drát je na cívce a podávacím mechanismem je podáván do svařovacího hořáku.

Povrch tavné lázně je chráněn inertním plynem a proto

!! PLYN NEREAGUJE S MATERIÁLEM !!

z toho důvodu se metoda MIG často používá pro svařování hliníku, mědi, titanu … .

1.1.2 SVAŘOVÁNÍ MAG

Využívá kovovou tavící se elektrodu a aktivní plyn, obvykle CO_2, případně směs CO_2, argonu (Ar), kyslíku (O_2) …

Oblouk hoří mezi tavícím se drátem a základném materiálem. Drát je na cívce a do hořáku je podáván podávacím mechanismem rychlostí, která odpovídá průměru drátu a velikosti svařovacího proudu.

Ochrana svařovací lázně je prováděna pomocí aktivního plynu a proto

!! PLYN VSTUPUJE DO CHEMICKÝCH REAKCÍ !!

Svařování MAG se používá ke svařování nelegovaných, nízkolegovaných a vysokolegovaných ocelí.

Výhody MAG svařování :

- stabilní ochrana (z důvodu hustoty a specifické hmotnosti CO_2),
- velký průvar,
- úzký svar,
- velká bezpečnost proti vzniku pórů.

Poznámka : *Protože svařovací zařízení je pro metodu MIG a MAG stejné (mění se pouze ochranný plyn nebo drát) a charakter svařování je podobný, může se používat v textu označení MIG/MAG svařování.*

1.1.3 PŘENOS KOVU U MIG / MAG SVAŘOVÁNÍ

U metody **MIG** se používá :

- **sprchový** přenos s jemnými kapkami kovu, široké rozmezí výkonu a odtavování,
- **impulzní** přenos pro vyšší výkony a odtavování.

U metody **MAG se směsným plynem** se používá :

- **zkratový** přenos při malých výkonech a malém odtavování,
- **kapkový** přenos při středních výkonech,
- **sprchový** přenos při vysokých výkonech a odtavování,
- **impulzní** přenos kovu.

Při použití metody **MAG s CO_2** se používá :

- **zkratový** přenos,
- **kapkový** přenos,
- **sprchový** přenos.

Při svařování lze pracovat s různou frekvencí přechodu kapek kovu obloukem při stejném druhu a průměru drátu, závislou na :

- **nastavení svařovacích parametrů** pro každý drát je určen optimální proud a napětí – určuje frekvenci přechodu kovu,
- **chemickém složení drátu** nízký obsah manganu a křemíku zvyšuje frekvenci přechodu,
- **druhu ochranného plynu** CO_2 má vliv na větší frekvenci přechodu kovu obloukem, inertní ochranný plyn způsobuje menší frekvenci přechodu kapek kovu obloukem,
- **délce volného konce drátu** množství kapek kovu za sekundu vzrůstá na kratším volném konci drátu,
- **dynamických a statických vlastnostech svař. zdroje** plynulé nastavování ulehčuje nastavení optimálního napětí,
- **tloušťce plechu** tlusté plechy a malá spára snižují frekvenci přechodu kapek,
- **polaritě drátové elektrody** záporný pól na drátu snižuje frekvenci přechodu kapek kovu obloukem o cca 20%.

1.1.4 ZDROJE PRO SVAŘOVÁNÍ MIG / MAG

Pro svařování metodami **MIG / MAG** se používá **stejnosměrný proud**.

Pro poloautomatické svařování **MIG / MAG** mají zdroje **plochou statickou charakteristiku**.

Pro svařování metodami MIG / MAG existují tato zařízení :

1. **Kompaktní s integrovaným** (zabudovaným) **podavačem drátu** přímo ve svařovacím zdroji.
2. **Zdroj s odděleným** (často přenosným) **podavačem drátu**.
   Podavač drátu je spojen se zdrojem spojovacím kabelem a umístěn je buď přímo na zdroji nebo mimo zdroj.
   Poznámka : *U vodou chlazených hořáků může být vzdálenost spojovacího vedení od zdroje k podavači 20 m, u vzduchem chlazených hořáků může být vzdálenost spojovacího vedení od zdroje k podavači 40 m. Délka vedení od podavače drátu k vlastnímu hořáku bývá 3 až 5 m.*
3. **Kompaktní s přídavným podavačem drátu.**
   Sestava bývá nazývána Push-Pull-Motor. Cívka drátu s podavačem (tlačí drát) je ve zdroji. Přídavný podavač (umístněn ve vzdálenosti 10 až 20 m) má kladky a pomáhá táhnout drát.
   Výhoda : Přídavný podavač nemá cívku drátu → je lehký. Používá se pro svařování na konstrukcích.
4. **S podavačem přímo v hořáku.**
   Malá cívka drátu a podávací mechanismus umístněny přímo v hořáku. Používá se při svařování hliníku s tenkým hliníkovým drátem.

1.1.5 ŘÍZENÍ PRŮBĚHU SVAŘOVÁNÍ

Při svařování MIG/MAG se signálem ze svařovacího hořáku řídí :

- přívod ochranného plynu,
- posuv drátu,
- nepřímo svařovací proud.

Samotná řídicí jednotka je obvykle zabudována ve svařovacím zdroji.

Pro práci s MIG/MAG zařízením se používají dva způsoby řízení svařování :

- **dvoutaktní**,
- **čtyřtaktní**.

Poznámka : *Svářečky umožňují obvykle přepínání na dvoutaktní a čtyřtaktní způsob svařování.*

1.1.5.1 DVOUTAKTNÍ SVAŘOVÁNÍ

Používá se často pro stehování a pro kratší svary. Průběh svařování :

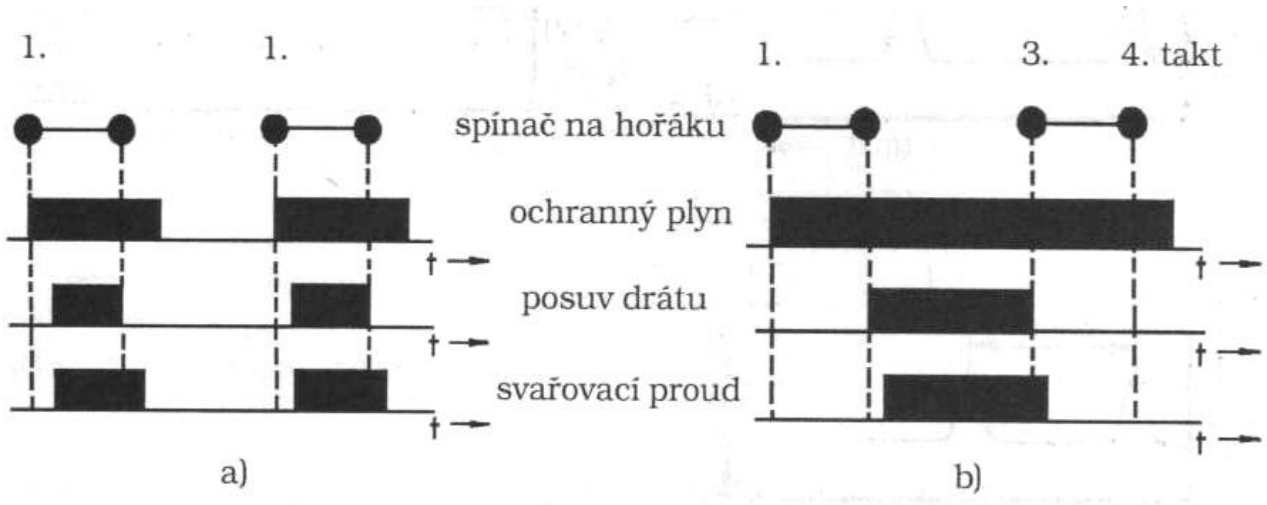
1 takt **Svářeč stiskne spínač na hořáku** → drží jej po celou dobu svařování :

- spustí se ochranný plyn, po nezbytném **předfuku** (nastaven na svařovacím zdroji) se spustí posuv drátu do hořáku a svařovací proud.

2. takt **Svářeč uvolní spínač** :

- posuv drátu se zastaví, vypne se svařovací proud, po určité době se (předem nastavena) se vypne proudění ochranného plynu (**dofuk**).

Při svařování dalšího svaru se celý postup opakuje.



a) Dvoutaktní svařováni, b) čtyřtaktní svařováni

1.1.5.2 ČTYŘTAKTNI SVAŘOVÁNÍ

Čtyřtaktní ovládání při metodách MIG/MAG je vhodné pro svařování dlouhých svarů. Průběh svařování :

1. takt **Svářeč stiskne** (poprvé) **spínač na hořáku** :

- spustí se ochranný plyn (předfuk).

2. takt **Svářeč pustí spínač** :

- drát je podáván do hořáku, s malým zpožděním se spustí svařovací proud, svařování probíhá bez nutnosti držení stisknutého spínače.

3. takt **Svářeč stiskne** (podruhé) **spínač po ukončení svařování** :

- přeruší se posuv drátu, za okamžik se přeruší svařovací proud.

2. takt **Svářeč uvolní spínač** :

- přívod ochranného plynu se zastaví po nastavené době dofuku.

1.1.6 ZAŘÍZENÍ NA PŘIBLÍŽENÍ DRÁTU (POSUV PŘED ZAPÁLENÍM)

V případě, kde **rychlost posuvu drátu** při zapalování oblouku **je stejně veliká jako při vlastním svařování** (např. svařování MIG při použití drátu z lehkých kovů) mohou nastat potíže se zapálením oblouku.

V tomto případě se používá **zařízení k** tzv. **„naplížení" drátu**, které zabezpečuje :

- pomalejší podávání drátu při zapalování oblouku,
- zamezení mechanickému zdeformování drátu (normálně by plnou rychlostí najel na svařovaný kus).

1.1.7 PODAVAČ DRÁTU

Pro svařování **MIG/MAG** je **přídavným materiálem drát**, který je podáván do hořáku. **K podávání slouží podavač drátu**.

Umístění podavače drátu (ve vztahu ke zdroji svařovacího proudu) :

- zabudovaný,
- umístěný odděleně.

Účel podavače drátu :

- zajistit konstantní rychlost podávání drátu do hořáku bez poškození jeho povrchu.

Podavač se skládá obvykle z těchto **hlavních částí**:

- podávacího mechanismu s motorem a kladkami,
- cívky drátu,
- připojení k vedení do hořáku.

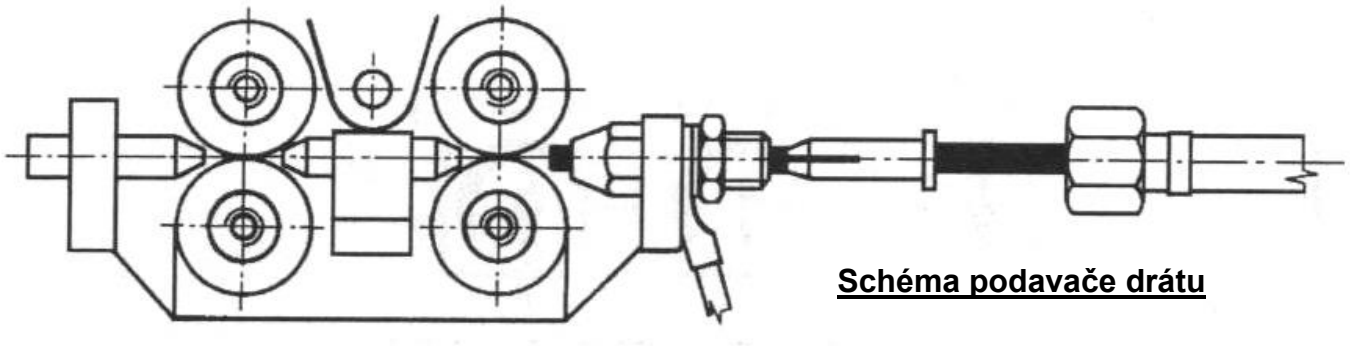


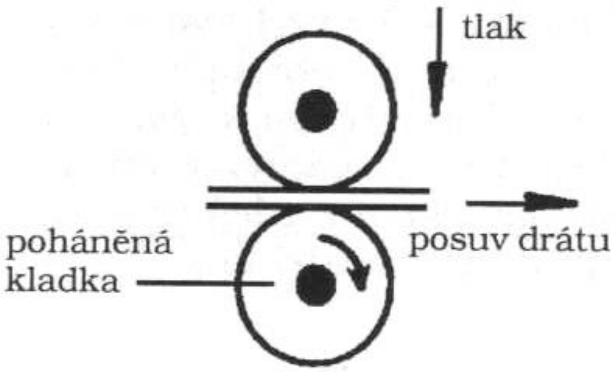
Schéma podavače drátu

Posuv drátu může být :

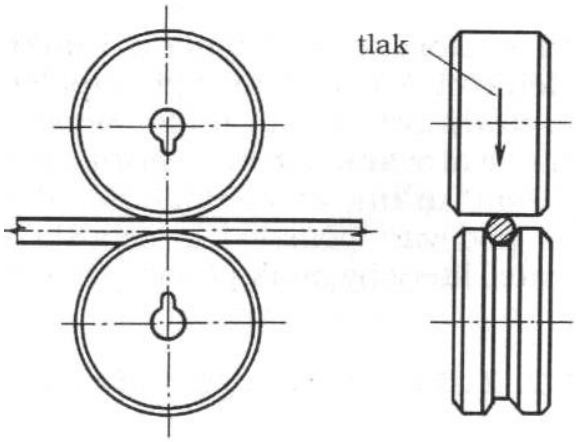
- jednokladkový,
- dvoukladkový,
- čtyřkladkový,
- rotační.

1.1.7.1 JEDNOKLADKOVÝ POSUV

Poháněná je jedna kladka, druhá jen přitlačuje.



Jednokladkový posuv



Poháněná a přítlačná kladka

Poháněná kladka má drážku, v níž je veden drát, přítlačná kladka má rovný povrch.

Výhody : jednoduché, velmi málo přesných dílů, levné.

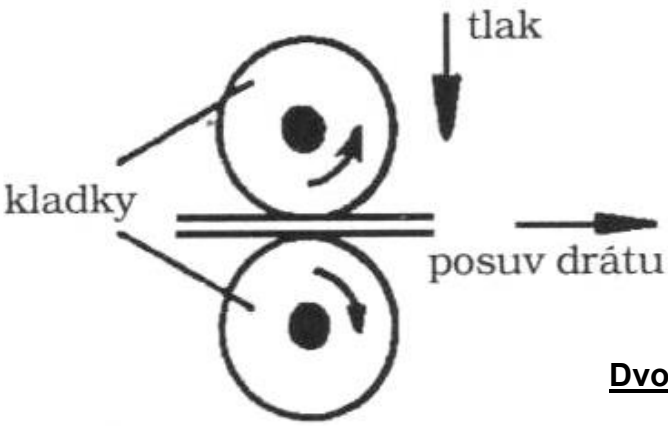
Nevýhody : posuv je zajišťován jednobodově, velký přítlak, silné deformování drátu.

1.1.7.2 DVOUKLADKOVÝ POSUV

Poháněné jsou dvě kladky.

Výhody : jednoduchá konstrukce, střední přítlak.

Nevýhody : přesnými díly musí být zajištěno současné otáčení dvou kladek.



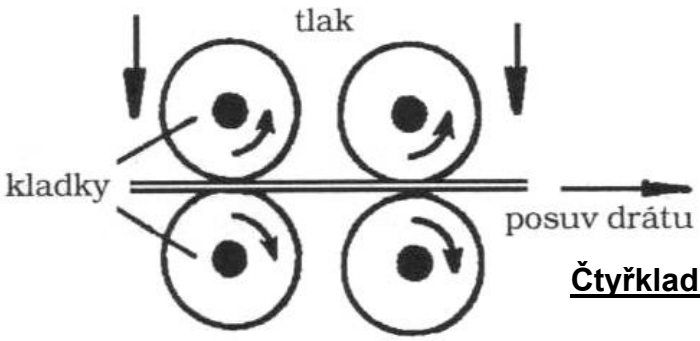
Dvoukladkový posuv

1.1.7.3 ČTYŘKLADKOVÝ POSUV

Poháněné jsou čtyři kladky.

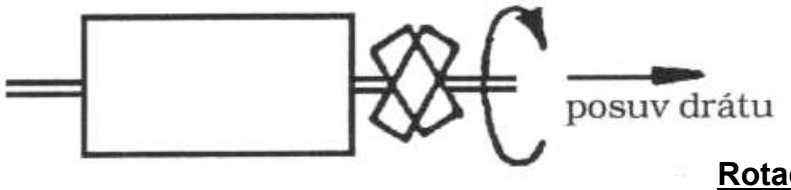
Výhody : malý přítlak, malý otěr drátu, možnost dlouhého vedení do hořáku i u lehkých kovů.

Nevýhody : potřeba přesných dílů pro zajištění současného otáčení čtyř kladek.



Čtyřkladkový posuv

1.1.7.4 ROTAČNÍ POSUV

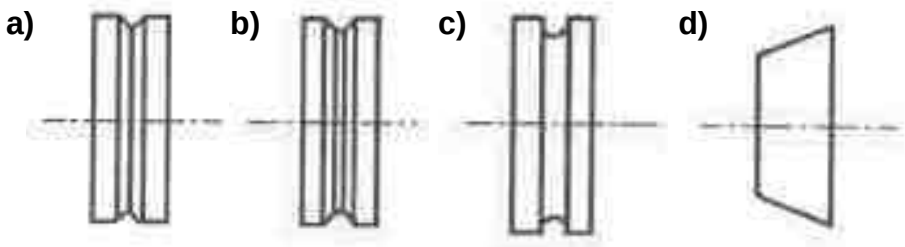


Rotační posuv

Výhody : není nutné převodové ústrojí, malé rozměry, dlouhý přívod k hořáku.

Nevýhody : při rozjezdu a brždění může docházet k deformaci drátu a jeho otěru, přesné díly musí přenášet šroubový pohyb.

Kladky v podávacím mechanismu jsou výměnné podle průměru a druhu drátu. Po obvodu mají drážku různého tvaru, v které je veden drát.



Kladky

a) pro plný drát s velkými tolerancemi průměrů,
b) pro plný drát s malými tolerancemi průměru,
c) pro drát z lehkého kovu nebo trubičkový drát,
d) pro rotační posuv

1.1.8 HOŘÁKY MIG/MAG

Pro svařování MIG/MAG se používají hořáky, kterými je přiváděn :

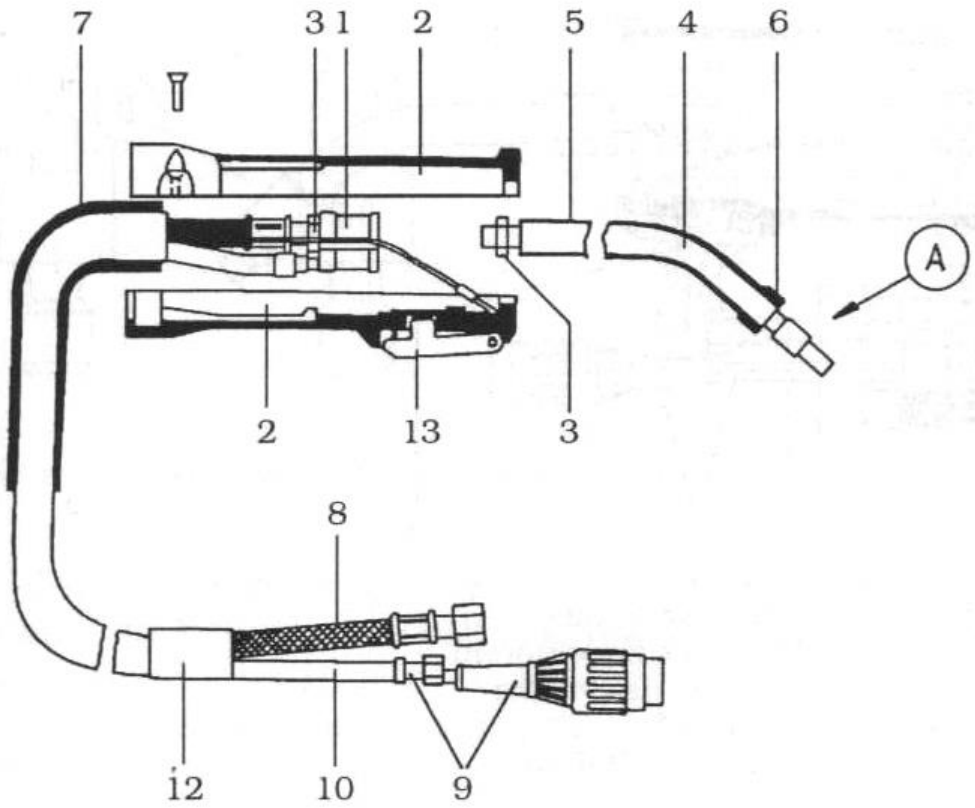
- drát,
- svařovací proud na drát,
- ochranná atmosféra.

Hořáky využívají ke svému chlazení :

- plyn,
- vodou (pro větší svařovací výkony).

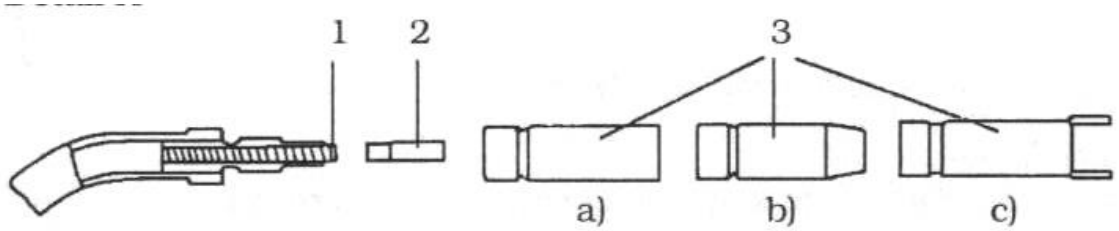
Konstrukčně jsou hořáky řešeny jako :

- ruční,
- strojní.



Vzduchem chlazený hořák (DALEX)

1	Těleso hořáku
2	Držadlo
3	Matice
4	Nástavec horáku
5	Izolační hadice
6	Izolační kroužek
7	Ochranný kryt kabelu
8	Vedeni drátu a vodičů proudu
9	Řídicí vedení s konek-torem
10	Plynová hadice
12	Sběrná hadice
13	Spínač na hořáku



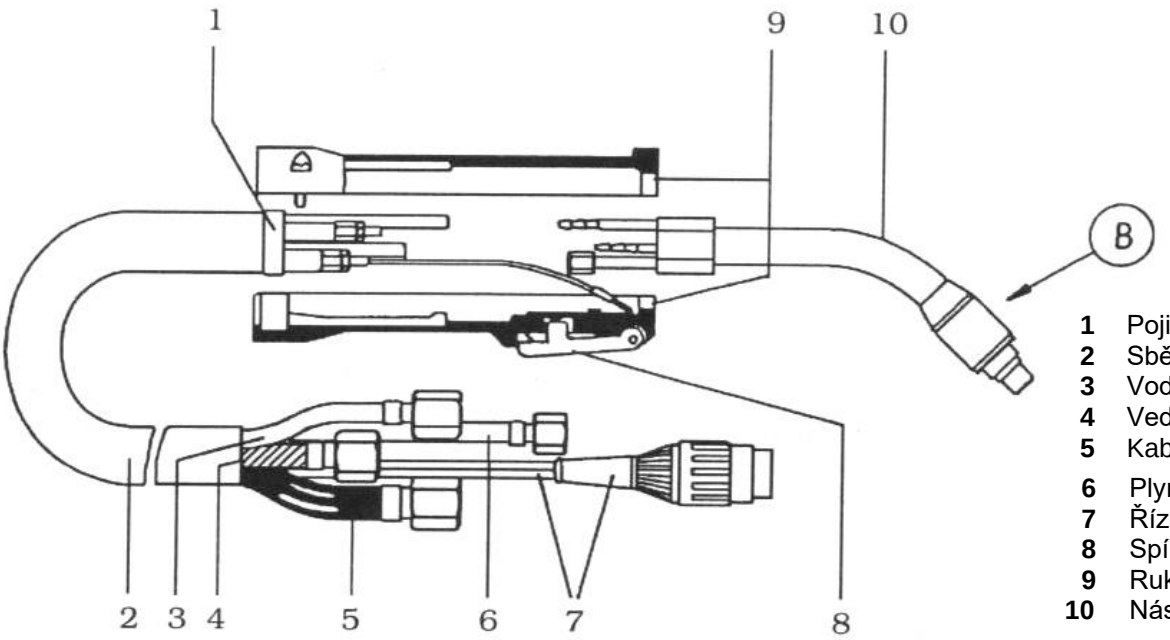
1 Vodicí drátová spirála nebo teflonová trubička
2 Proudová tryska
3 Plynová tryska - a) cylindrická, b) kónická, c) pro bodové svařováni

Rozdělení svařovací hořáků MIG/MAG :

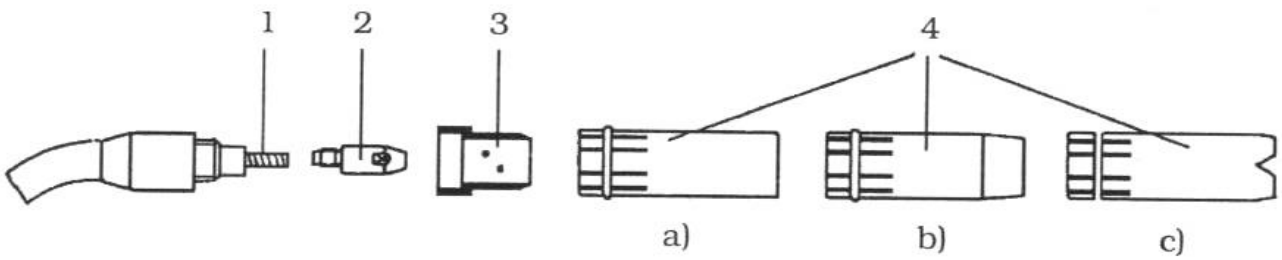
- **vzduchem chlazené**
  - ruční,
  - strojní,
- **vodou chlazené**
  - ruční,
  - strojní,
- **zvláštní**
  - „Push-Pull",
  - s malou cívkou drátu,
  - s odsáváním.

Vedení drátu z podavače do hořáku je zajišťováno kovovou spirálou příslušného průměru. Vedení musí být bez nečistot, aby podávání drátu bylo plynulé a bez problémů.

Při podávání hliníkového drátu se místo kovové spirály používá teflonová trubička vzhledem k velmi malému tření při průchodu drátu.



1 Pojišťovací kroužek
2 Sběrné vedení
3 Vodní hadice
4 Vedení drátu
5 Kabel proudu / vody
6 Plynová hadice
7 Řízení s konektorem
8 Spínač na horáku
9 Rukojeť
10 Nástavec horáku



Vodou chlazený hořák

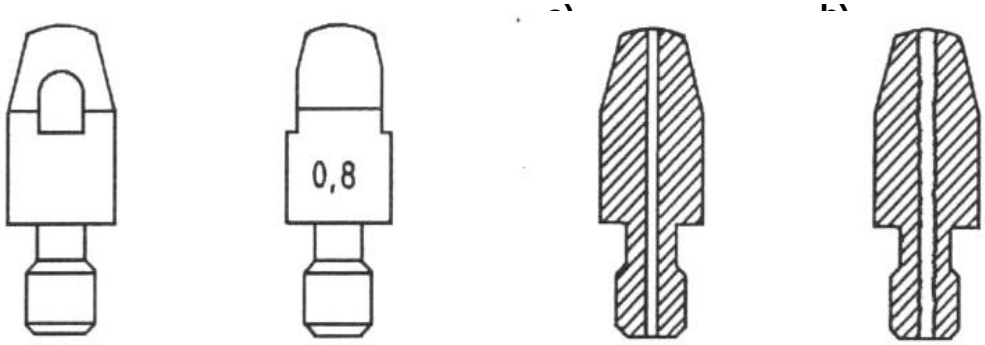
1 Vodicí drátová spirála nebo teflonová trubička
2 Proudová tryska
3 Pouzdro rozvádějící plyn
4 Plynová tryska - a) cylindrická, b) kónická, c) pro bodové svařování

PROUDOVÁ TRYSKA

Slouží k převodu svařovacího proudu na procházející drát. Je vyrobena z mědi. Jedná se o spotřební díl, který se časem opotřebuje a musí se vyměnit.

Použití opotřebované trysky má za následek :

- neklidné hoření oblouku,
- neklidné podávání drátu.



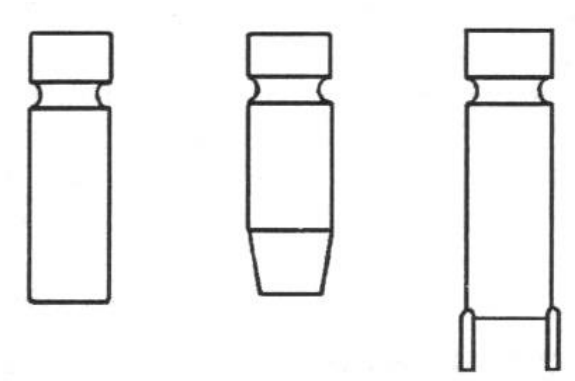
Proudová tryska

a) nová. b) použitá

PLYNOVÁ TRYSKA

Umístění plynové trysky : na konci hořáku, izolovaně od proudové trysky, a má za úkol

Účel plynové trysky : přivádět ochranný plyn k drátové elektrodě a ke svarové lázni; vymezení vzdálenosti mezi proudovou tryskou a svařovanou součástí.



Různé typy plynových trysek

a) cylindrická,
b) kónická,
c) vhodná pro bodové svařováni

Plynové trysky - „**koncovky**" - jsou vyráběny obvykle z mědi nebo slitin mědi. Měď je výhodná zejména při velkém rozstřiku z důvodu dobré tepelné vodivosti a kapky roztaveného kovu neulpívají na trysce. Ochrana proti rozstřiku se ještě zlepší, jsou-li plynové trysky pochromovány. Občas se musí plynová tryska očistit od ulpělých kapek kovu a nečistot od svařování, aby se nevytvořil vodivý můstek mezi proudovou a plynovou tryskou a nedošlo tak ke zničení plynové trysky.

1.1.9 OCHRANNÉ PLYNY

Na druhu ochranného plynu, použitého při svařování MIG/MAG, závisí :

- hloubka závaru,
- šíře svaru,
- povrch svaru,
- příp. nebezpečí vzniku vrubů atd.

Vhodnou volbou ochranného plynu se dosáhne :

- dobrých mechanických vlastností svaru,
- vhodné metalurgické struktury svaru,
- zvýšení rychlosti svařování,
- omezení rozstřiku kovu na minimum.

Množství plynu pro svařování je důležitým parametrem pro úspěšné svařování. Následná tabulka uvádí množství plynu v závislosti na použitém proudu :

Proud (A)	**Množství plynu**	
	Ocel	**Lehké kovy**
až 80	6 – 8	8 – 10
100 – 150	8 – 10	10 – 12
150 – 250	10 – 12	1 4- 16
250 – 350	12 – 15	18 – 20
nad 350	15 - 18	20 - 24

Poznámka : *Orientační odhad optimální spotřeby plynu při obloukovém svařování*

1.1.9.1 PLYNY PRO SVAŘOVÁNÍ MIG

Pro svařování MIG se používá inertních (netečných) plynů (argon, helium).

ARGON

Pro svařování se používá výhradně směsi (mění se tvar závaru) argonu s jiným plynem. Dobře ionizovatelný, podporuje klidný stabilní oblouk, vytváří široký svar s hlubokým průvarem.

HELIUM

Lehčí než vzduch (třikrát větší spotřeba), při stejném proudu a délce oblouku teplejší oblouk než u argonu, velmi drahý plyn. Použití pouze pro metodu MIG (potřeba vysokých enrgií).

Směs **ARGON – HELIUM**

Obsah helia od 25 do 75 %. Použití pro svařování silného hliníku a mědi.

1.1.9.2 PLYNY PRO SVAŘOVÁNÍ MAG

Jako aktivní plyn použit oxid uhličitý (CO_2), bezbarvý a bez zápachu. Často používány směsi plynů CO_2 s velkým podílem argonu a přídavkem kyslíku – pouze pro svařování oceli.

Samotný oxid uhličitý dává pravidelný, hluboký závar, zabezpečuje úzkou a převýšenou svarovou housenku. Používá se pro svařování nelegovaných a omezeně nízkolegovaných ocelí.

Poznámka : *Impulzní řízený přechod kovu obloukem je při použití čistého CO_2 nemožný.*

Směs **ARGON – OXID UHLIČITÝ**

Pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí s obsahem CO_2 od 10 do 25 % - hlubší závar, menší citlivost ke vzniku pórů, tvoří se více strusky.

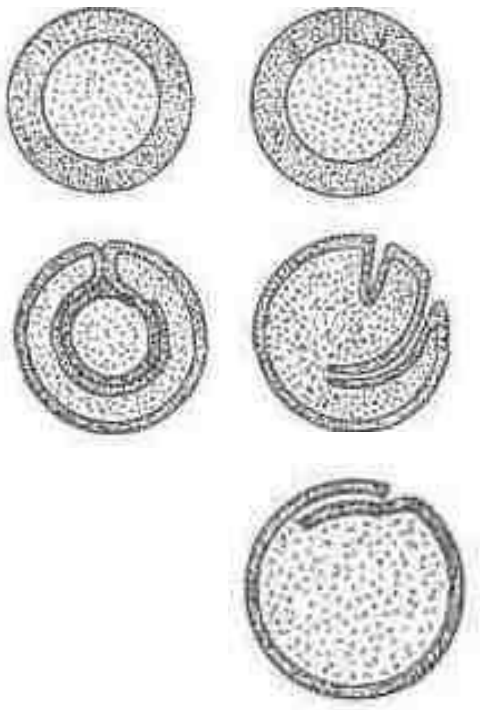
Zvláště výhodné je použití **Ar/ CO_2** směsného plynu pro **svařování tenkých plechů**. Směsi s vyšším podílem CO_2 jsou výhodné pro svařování :

- v polohách,
- shora dolů,
- silnějších materiálů.

Směs **ARGON – OXID UHLIČITÝ – KYSLÍK**

Obvykle ve složení 5 až 14 % oxidu uhličitého, 3 až 6 % kyslíku a zbytek argonu – pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí (pro austenitické chromniklové oceli s korozní odolností lze použít tyto směsi pouze při obsahu CO_2 menším než 5 %).

Při zkratovém procesu je směs velmi vhodná pro svařování tenkých plechů a pro překlenutí větších spár.



1.1.10 DRÁTY

Používá se **přídavný materiál ve formě drátu**, který je **navinut na cívce**. Cívky jsou z plastu, nebo drátěné. Obvykle je na cívce namotáno 15 kg ocelového drátu.

Dráty jsou dodávány v průměrech 0,6 mm, 0,8 mm, 1,0 mm, 1,2 mm, 1,6 mm, 2,0 mm, 2,4 mm atd. Nejpoužívanější jsou průměry 0,8 až 1,6 mm. Při volbě druhu drátu platí podobná kritéria jako při volbě elektrody.

Jako přídavný materiál lze použít **plněný drát** odlišných průřezů s různým stupněm plnění tavidlem (obdoba obalu elektrod).

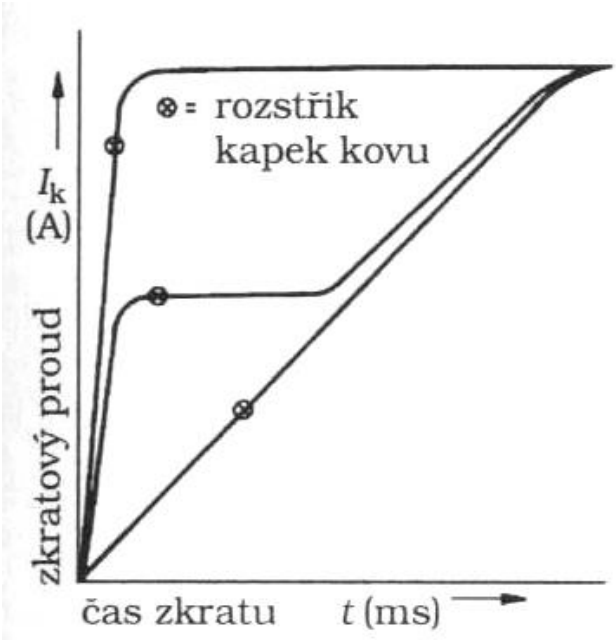
Pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí metodou **MAG** je nutná přítomnost manganu a křemíku v materiálu drátu z důvodu zabezpečení **dezoxidace svarové lázně**.

1.1.11 INDUKČNOST

Pro omezeni zkratového proudu a pro nastavování strmosti náběhu proudu při svařování MIG/MAG je užívána **přídavná indukčnost**. Indukčností jsou nastavovány dynamické vlastnosti zdroje, které mají přímý vliv na průběh svařováni. Vliv indukčnosti.

Není-li zařazena indukčnost, dochází k :

- rychlému vzrůstu proudu,
- vysokému zkratovému proudu (kapičky kovu jsou malé),
- velkému rozstřiku (silné elektromagnetické síly rozstřikují kapky v lázni).

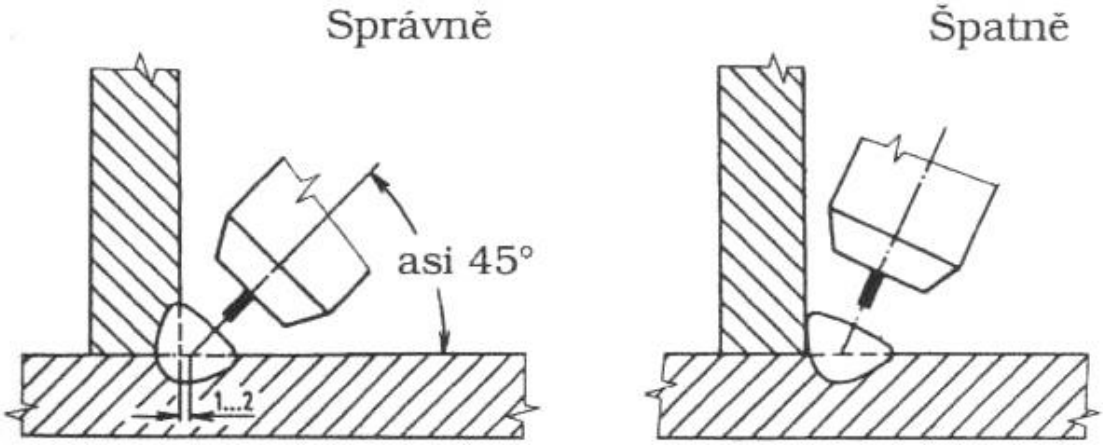


Při svařováni se svařovací indukčností je :

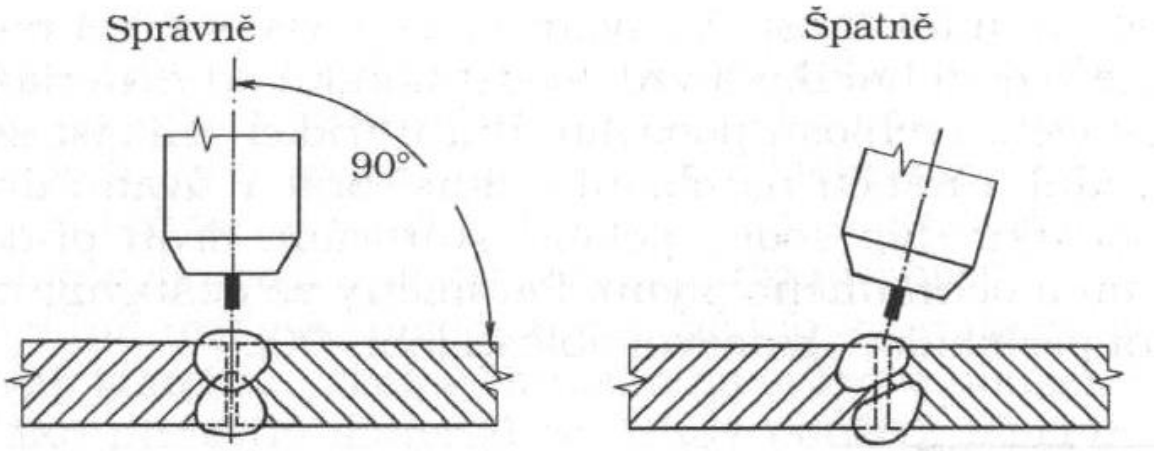
- pomalejší nárůst proudu,
- nižší zkratový proud,
- větší kapky kovu,
- rozstřik při ponoření do lázně.

1.1.12 VEDENÍ HOŘÁKU

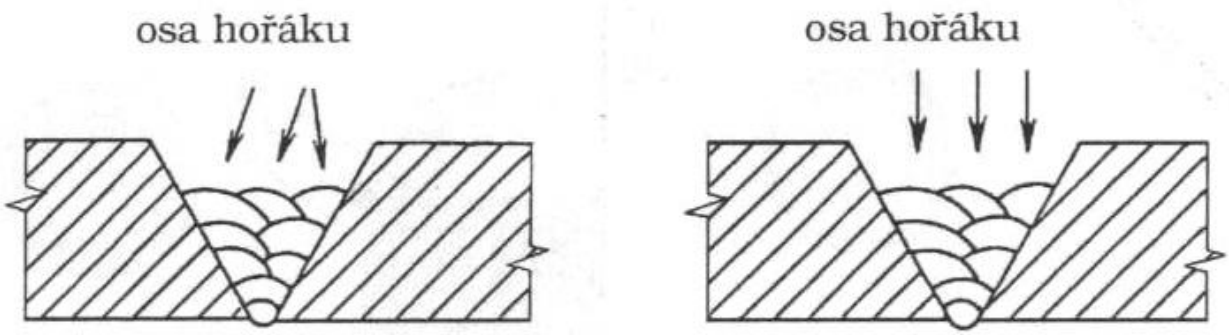
Vedení hořáku je velmi důležitým faktorem vytvoření jakostního svaru. Při svařování V svarů je potřeba dbát na sklon osy hořáku.



Svařování koutových svarů



Svařování tupých svarů



Kladení vrstev u V svaru

1.1.13 OHŘÍVAČ PLYNU

Zabraňuje zamrznutí redukčního ventilu při velkém odběru ochranného plynu.

1.1.14 ANTIADHEZNÍ PROSTŘEDKY

Zabraňují ulpívání strusky a kovových kapek na dílech hořáku a na svařovaném kovu (příčinou je rozstřik).

Používají se silikonové prostředky (bez ředidel), které se nastříkají na hořák a povrch svařovaného dílu mimo oblast svaru.

KONTROLNÍ OTÁZKY

1. Jaké metody svařování elektrickým obloukem v ochranných atmosférách rozlišujeme ?
2. Vysvětlete princip svařováni MIG.
3. Vysvětlete princip svařování MAG.
4. Co rozumíme pod pojmem impulzní svařování ?
5. Popište přenos kovu obloukem u metod MIG/MAG.
6. Charakterizujte zdroje svařovacího proudu a zařízení pro metody MIG/MAG.
7. Popište průběh dvoutaktního a čtyrtaktního svařování.
8. Jaké druhy podáváni drátu se používají ?
9. Jak jsou konstruovány kladky v podavači drátu ?
10. Popište hořáky pro svařování MIG/MAG.
11. Jak se nastavuje množství ochranného plynu ?
12. Jaké plyny se používají při svařování MIG ?
13. Jaké plyny se používají při svařování MÁG ?
14. Charakterizujte dráty pro svařování MIG/MAG.
15. Jaké jsou používané druhy trubičkového drátu ?
16. Popište funkci indukčnosti ve svařovacím obvodu.
17. Jak se nastavují parametry u svařování MIG/MAG ?
18. K čemu slouží ohřívač plynu při použití metody MÁG ?
19. K čemu slouží ohřívač plynu při použití metody MAG ?