

Spracovanie pomocou plazmy

- plazma je považovaná za 4. skupenstvo hmoty,
 - plazma je vysoko ionizovaný plyn:
 - voľné elektróny,
 - kladné ióny,
 - neutrálne atómy,
 - plazma je elektricky vodivá:
 - čiastočne ionizovaná (10 – 15 000 °C),
 - úplne ionizovaná (okolo 100 000°C)
-
-

Vlastnosti plazmy

- elektrická vodivosť,
 - celkový el. náboj = 0,
 - pohyb častíc je možné usmerniť magnetickým poľom,
 - plazmu je možné zadržať pomocou magnetickej „steny“, uzavrieť v magnetickej „nádobe“,
-
-

Vznik plazmy

- jadrovou reakciou,
- elektrónovým lúčom,
- elektrickým výbojom.

V technickej praxi má význam iba plazma vzniknutá elektrickým výbojom.



Vznik plazmy

- napätie medzi elektródami – ionizácia plynu
medzi elektródami – elektrický výboj,
- výboj môže:
 - zhasnúť,
 - tlejivý výboj,
 - trvalý oblúkový výboj

Potrebuje trvalý oblúkový výboj.

Trvalý oblúkový výboj

Oblúkový výboj je potrebné stabilizovať chladením.

Stabilizácia:

- tvarom dýzy plazmového horáka,
- prúdiacim plynom,
- vodou,

Pri intenzívnom chladení je priemer oblúka menší a jeho teplota je vyššia.

Teplota plazmového oblúka

Teplota závisí od použitého plazmového plynu.

- dusík – okolo 7 000 °C
- hélium – okolo 20 000 °C



Použitie plazmy na spracovanie kovov

- rezanie,
 - zváranie,
 - nanášanie povrchových vrstiev,
 - naváranie,
 - obrábanie
-
-

Rezanie plazmou

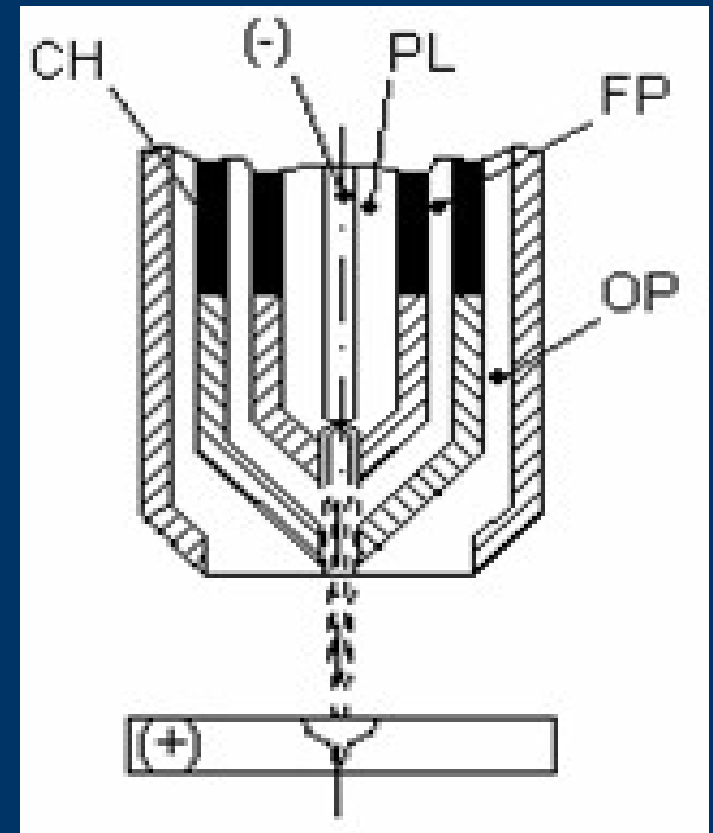
Rezaný kov sa nataví vysokou teplotou plazmového oblúka a je vyfukovaný plazmovým plynom.

Plazma sa vytvorí :

- voda,
- zmes plynov (najčastejšie Ar, H₂),
- zmes voda + plyn

Rezanie plazmou – stabilita plazmového oblúka

Stabilita plazmového oblúku je dosiahnutá stabilizačným plynom. Závislý oblúk – rezaný materiál je anóda. Zabezpečí požadovanú stabilitu aj pri malom prietoku plynu.



Rezanie plazmou – materiály

Hliník – hladká rezná plocha, stabilizácia vodou, hrúbka rezania až do 100 mm.

Med' – rezanie je obtiažne, pri hrúbke nad 25 mm sa nabaľuje materiál na spodnú hranu.

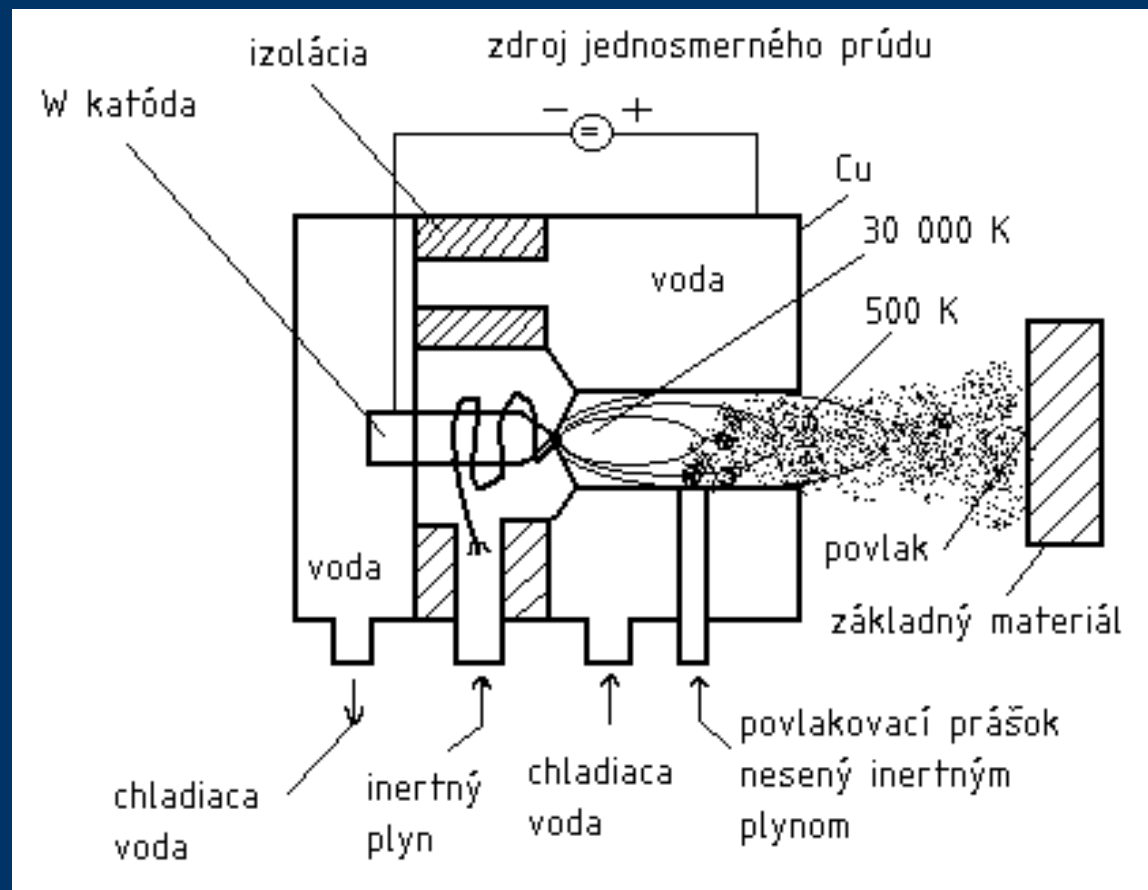
Austenitické ocele – hladká rezná plocha, hrúbka do 100 mm.

Zväzky plechov – treba pevne stiahnuť svorkami, lebo inak sa zvaria.



Nanášanie povrchových vrstiev pomocou plazmy

Materiál sa rýchlo zohreje a čiastočne sa roztaví. Vysokou rýchlosťou (nad 200 m/sec) je vrhaný na podložku. Používa sa nezávislý oblúk.



Nanášanie povrchových vrstiev pomocou plazmy

Takéto povlaky zvyšujú odolnosť základného materiálu voči:

- vysokým teplotám,
 - oxidácii a korózii aj pri vysokých teplotách,
 - tepelnej únave,
 - mechanickému opotrebeniu oterom a eróziou.
-
-

Nanášanie povrchových vrstiev pomocou plazmy

Veľkosť zrna prášku je treba prispôbiť výkonu horáka. Veľké zrná sa neroztavia a malé sa môžu vypariť.

Vysoká teplota plazmy podporuje chemické reakcie:

- **oxidácia** – ochrana inertným plynom,
 - **redukcia** – ochrana inertným plynom,
 - **tepelný rozklad** – krátke zotrvanie v horáku, vysoká rýchlosť prúdenia plazmy.
-
-

Nanášanie povrchových vrstiev pomocou plazmy

Striekaný povlak je pórovitý. Pórovitosť môže byť až 15%, veľkosť pórov 20 – 200 μm .

Natavené čiastočky nadobudnú guľovitý tvar. Čím sú viacej natavené a čím je vyššia rýchlosť ich dopadu tým je hustejšia štruktúra povlaku.



Nanášanie povrchových vrstiev pomocou plazmy

Priľnavosť klesá s hrúbkou povlaku.

Vrstvy sú hrubé 0,1 až 2 mm.

Pri hrubých povlakoch je niekoľko vrstiev –
zvýšené vnútorné pnutie, odlupovanie sa
vrstiev.



Plazmové zváranie

- vysoko stabilný zvarací proces,
 - dobré formovanie zvaru, najmä koreňa,
 - zváranie bez podloženia koreňa až do 10 mm hrúbky,
 - nesmie nastat' vyfukovanie zvarového kúpeľa,
 - dýza má veľmi malý prierez,
 - iba 10 – 30% plazmového plynu je plazma, zvyšok stabilizuje a polohuje oblúk,
 - oblúk sa zapaluje vysokofrekvenčne
-
-

Plazmové zváranie

Plazmový plyn je zmes $\text{Ar} + \text{H}_2$, $\text{Ar} + \text{He}$, alebo čistý Ar.

Ochranný plyn zvyčajne Ar.

Výhody:

- jednoduchá príprava spojov,
 - dobré formovanie zvaru,
 - možnosť mechanizácie procesu,
 - vysoká produktivita.
-
-

Plazmové zváranie

Plazmové zváranie sa používa pre:

- spájanie plechov malých a stredných hrúbok – jednovrstvový zvar (oceľové plechy do 6 mm, bez úpravy hrán),
 - zváranie chróm-niklových ocelí,
 - zváranie Ti a jeho zliatin,
 - zváranie medi a jej zliatin,
 - zváranie hliníka a jeho zliatin,
 - zváranie niklu a jeho zliatin.
 - mikroplazmové zváranie – tenké plechy a drôty
-
-

Plazmové naváranie

Práškový prídavný (naváraný) materiál – nie je možné z tohto materiálu vyrobiť drôt.

Teplota plazmového oblúka až do 30 000K.

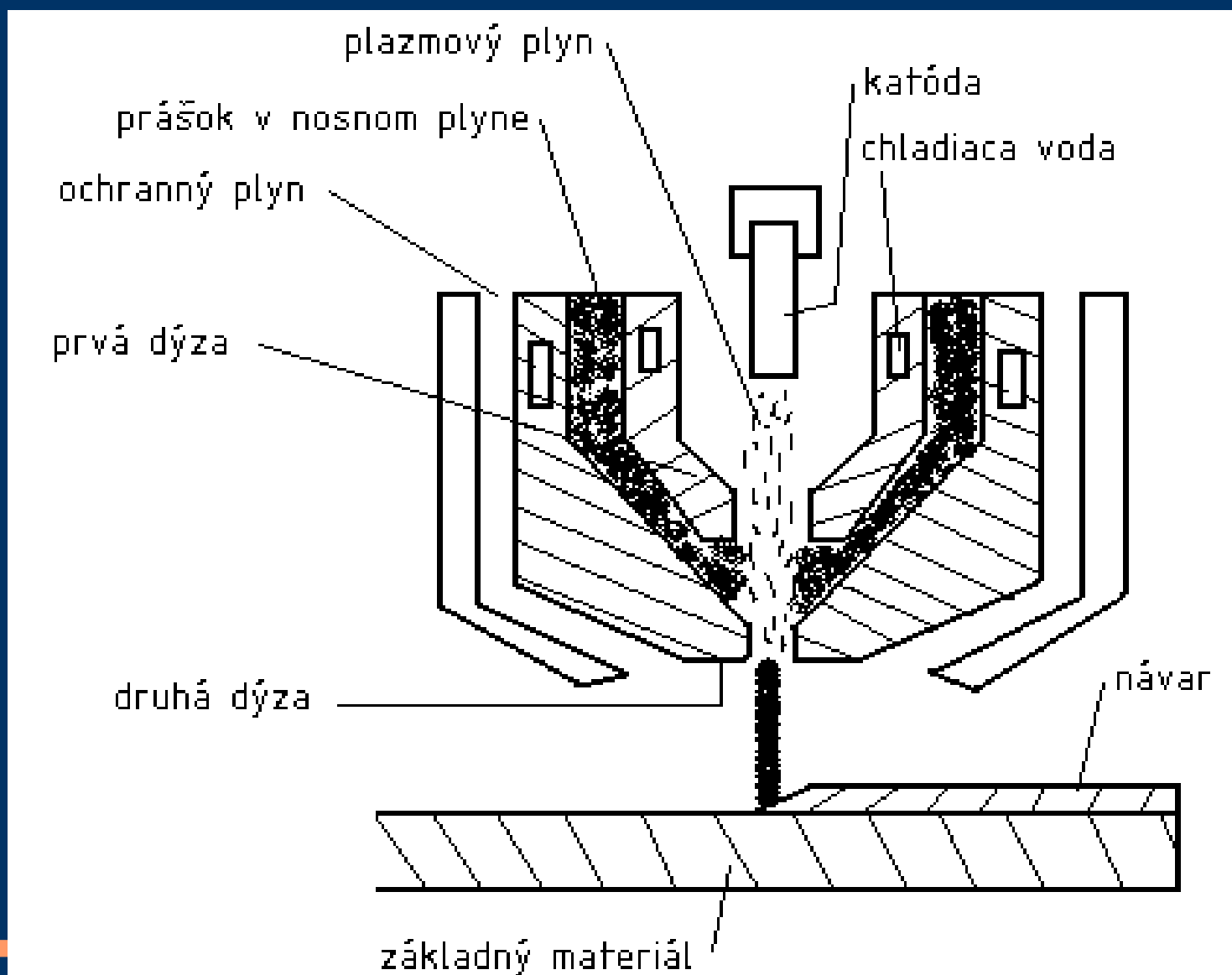
Výtoková rýchlosť plazmového plynu viac ako 1000 m/sec.

Základný materiál sa nataví a nastane metalurgické premiešanie s tekutým prídavným materiálom.

Treba použiť predohrev základného materiálu.



Plazmové naváranie



Plazmové naváranie – MIG

Prídavný materiál je drôt, ktorý je jedna elektróda, vedľa je druhá (W, Cu) chladená elektróda.

Oblúk horiaci medzi elektródami odtavuje naváraný prídavný materiál.



Obrábanie plazmou

Obrábaný materiál je odtavený a odparovaný.

Plazmový plyn je N_2 , H_2 , Ar, vzduch a ich zmes.

Tepelne ovplyvnená oblasť pod 1 mm.

Kvalita povrchu a presnosť zodpovedá hrubovaniu.

Používa sa na ťažko obrobitel'né ocele, meď, hliník a pod.

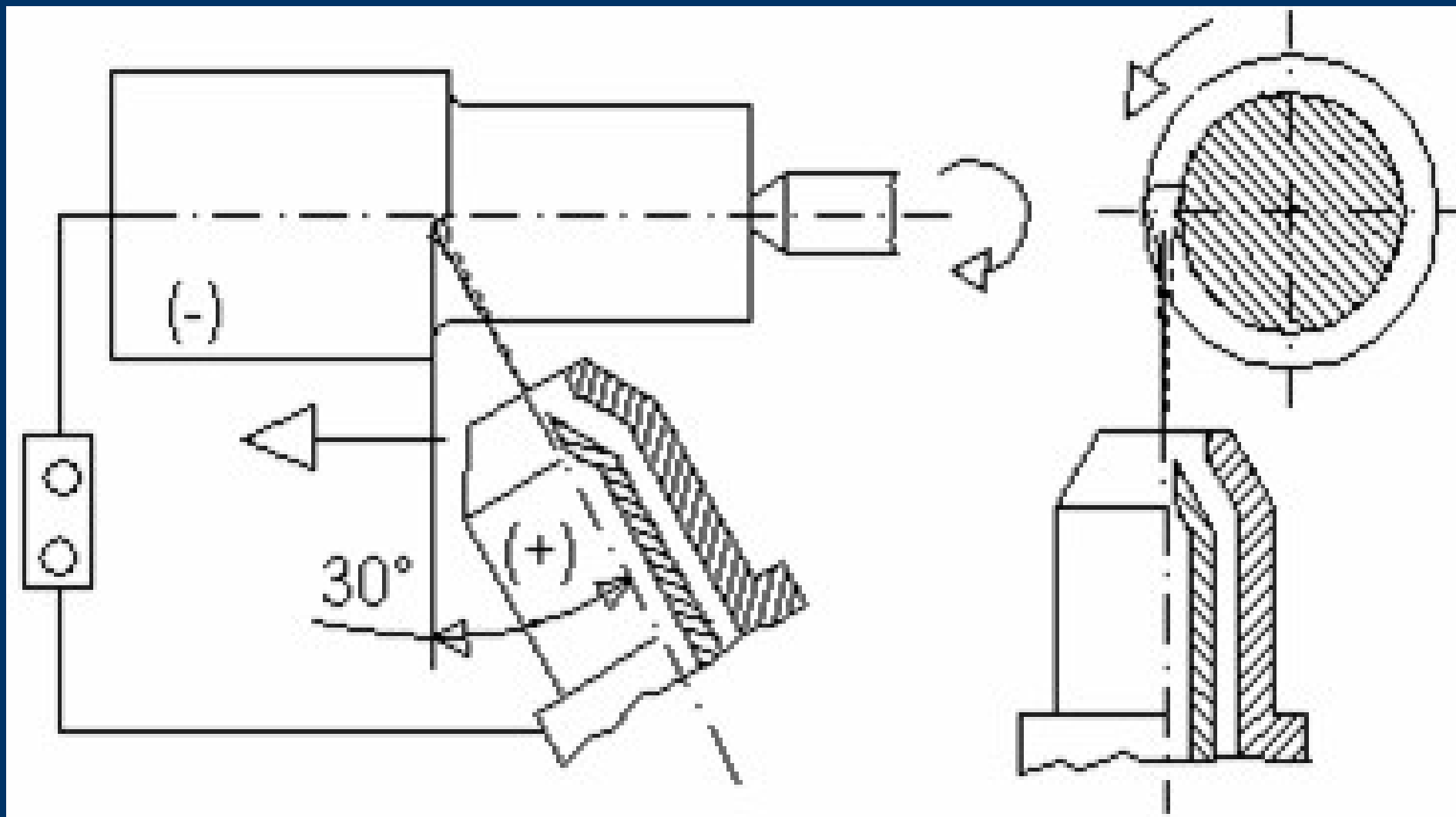
Obrábanie plazmou

Vysoká hodnota úberu (10 x viac ako pri klasickom obrábaní žiarupevných ocelí).

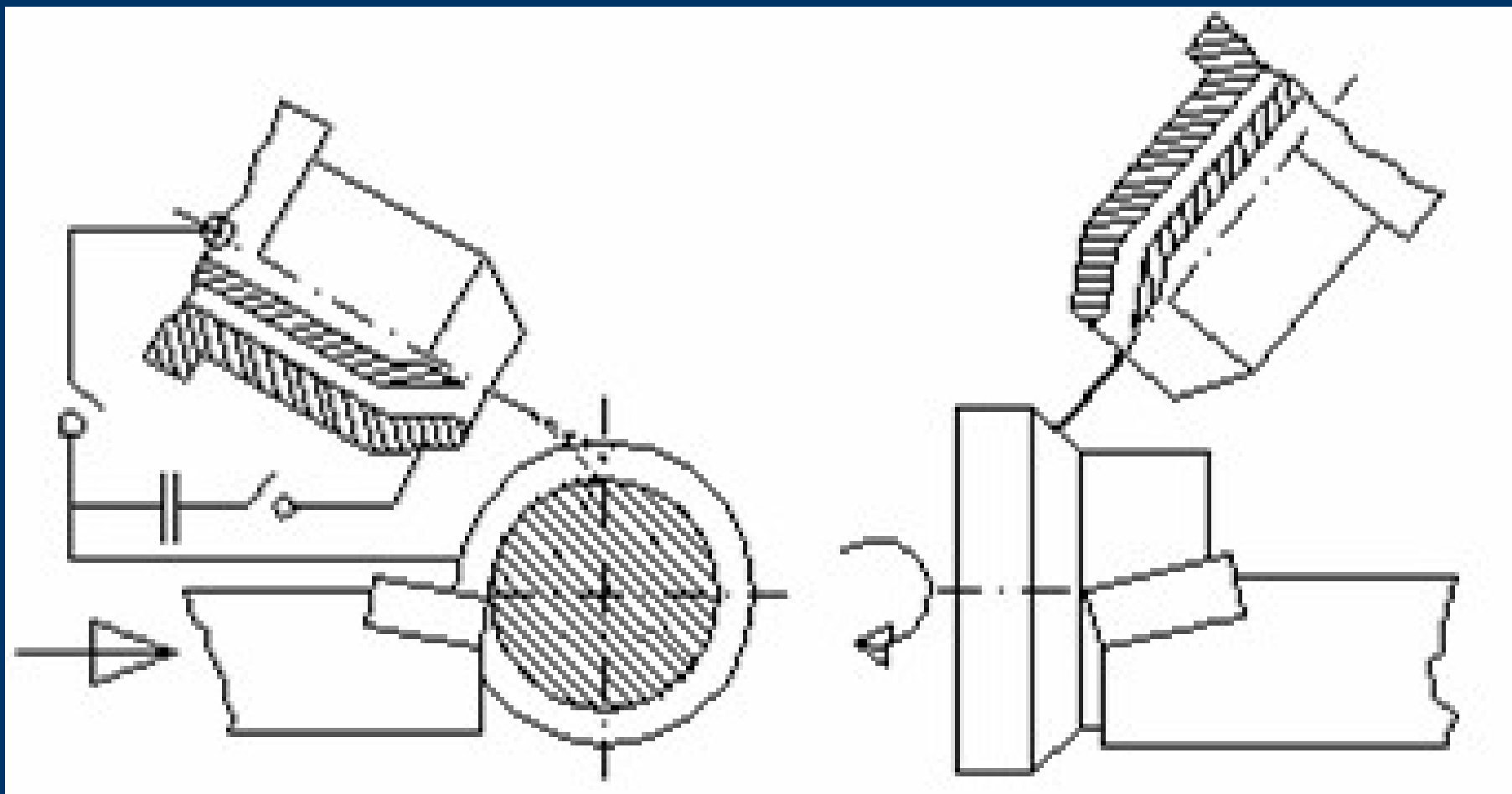
Vzniká dym, prach, UV žiarenie – rezanie pod vodou.



Obrábanie priamym plazmovým lúčom



Obrábanie pomocným plazmovým lúčom



Zariadenia na spracovanie plazmovým lúčom

Zariadenia majú nasledovné hlavné časti:

- zdroj elektrickej energie – zabezpečuje el. energiu na horenie oblúka,
 - vysokofrekvenčný ionizátor – zapáľuje oblúk,
 - riadiaca skriňa – riadi celý proces,
 - plazmový horák,
 - zásobník plazmových plynov – dodáva do horáka plazmový plyn.
-
-

Plazmový horák

Plazmový horák je chladený chladiacou kvapalinou (voda), dýza musí byť odizolovaná od ostatných častí.

Funkcie horáka:

- prívod el. prúdu na elektródy,
 - prívod plazmového, fokusačného a ochranného plynu,
 - tvarovanie a usmernenie oblúka,
 - polohovanie elektród.
-
-

Plazmový horák

Konštrukcia plazmových horákov:

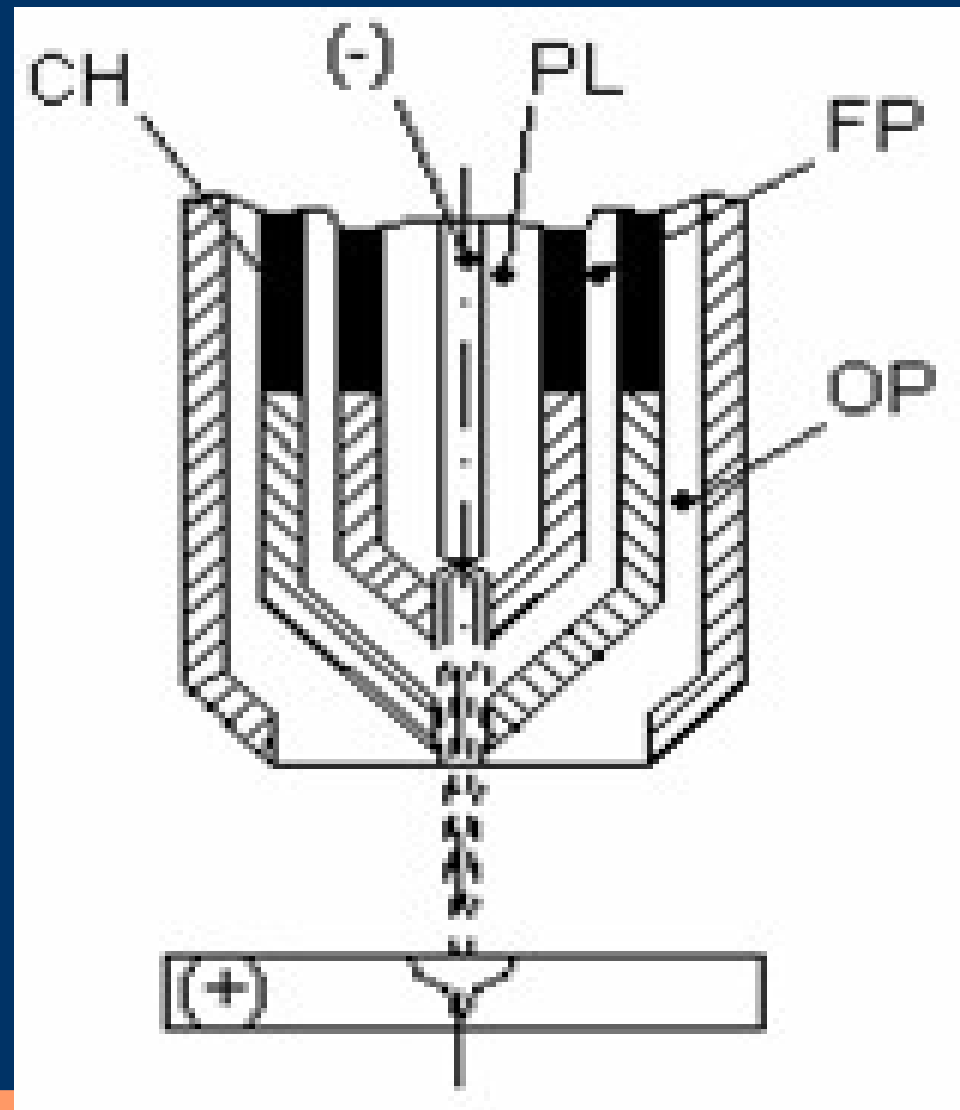
- s plynovou stabilizáciou,
- so vstrekaním vody.

Časť v ktorej vzniká plazma - **plazmatrón**.

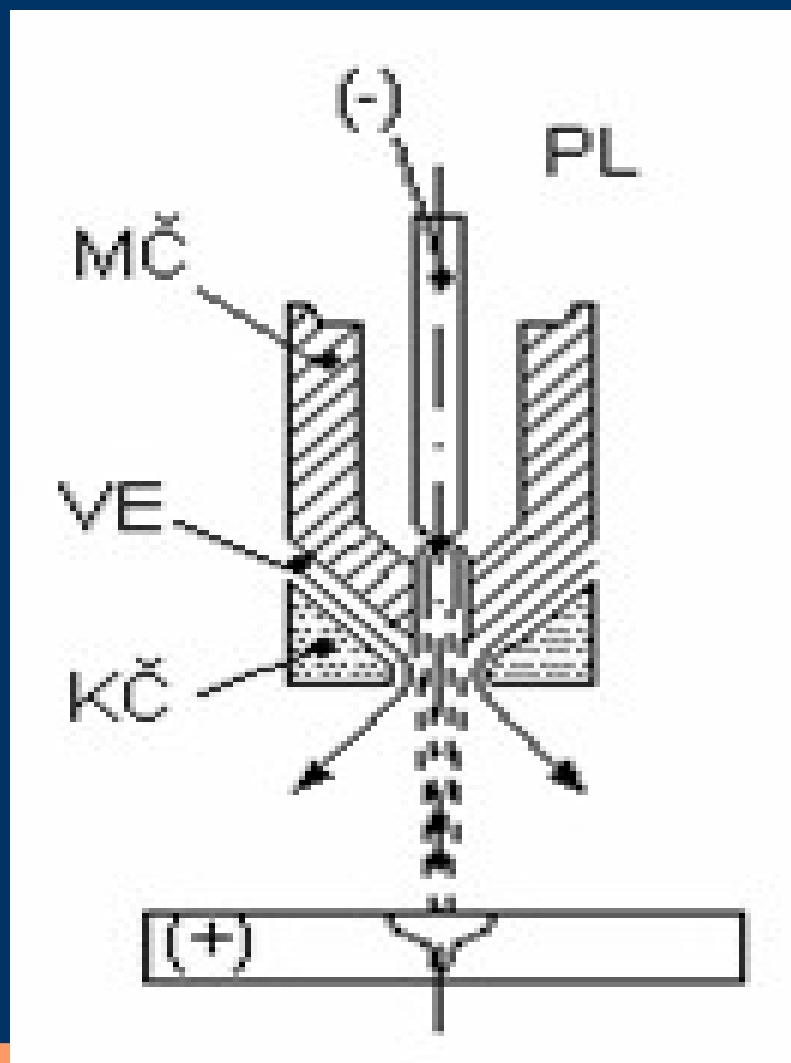
Rozdelenie plazmatrónov:

- transferový (s prenosom oblúka),
 - netransferový (bez prenosu oblúka),
 - kombinovaný
-
-

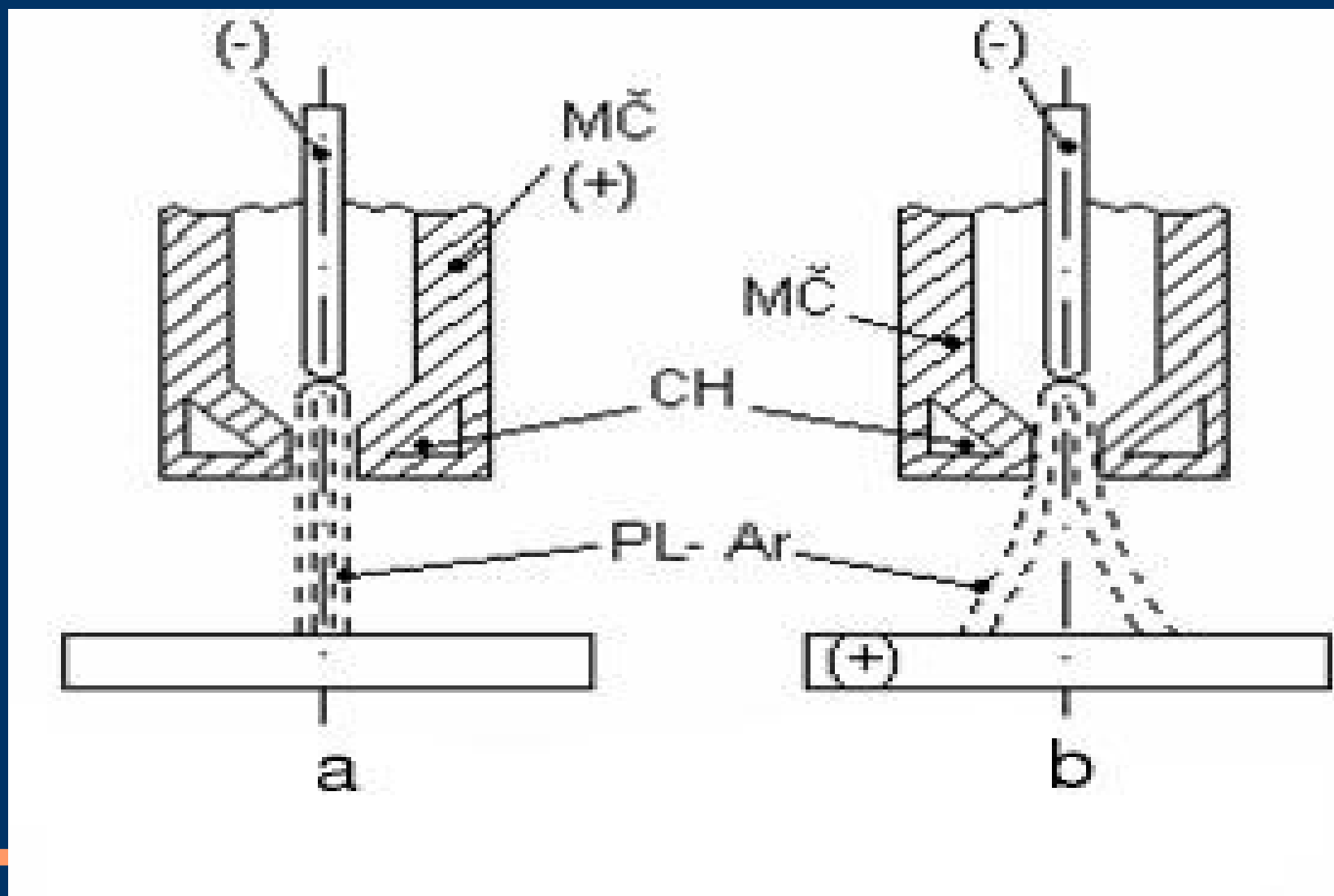
Horák s plynovou stabilizáciou



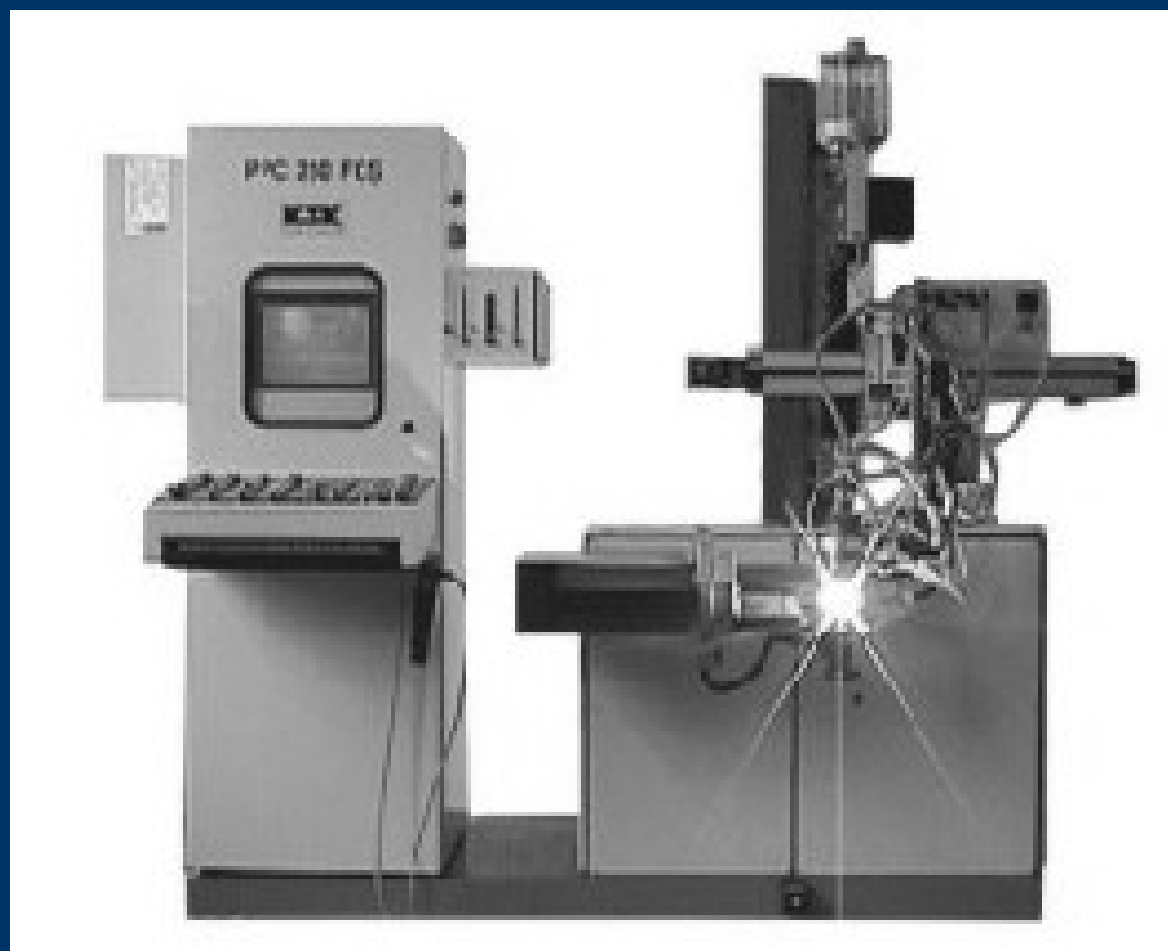
Horák so vstrekováním vody



Netransferový a transferový plazmatrón



Plazmový navárací automat



Plazmový rezací stroj



Plazmový rezací stroj



Plazmový rezací stroj

