

6.2.3 PLAMENSKO VARJENJE

Plamensko varjenje je eden od najstarejših postopkov varjenja (več kot 100 let) Danes se še vedno uporablja in to predvsem zaradi svoje vsestranskosti in energetske neodvisnosti (avtogenost).



Toplota za varjenje nastane z izgorevanjem plinov. Najvišje temperature se dosežejo pri izgorevanju acetilena s kisikom. Še danes je nezamenljiv, kljub nevarnosti, ki so prisotne pri njegovem pridobivanju, transportu in uporabi.

Lastnosti, ki odločajo o primernosti plinov so podani v spodnji tabeli.

Lastnost	Enote	Svetilni plin	Acetilen C ₂ H ₂	Vodik H ₂	Propan C ₃ H ₈	Butan C ₄ H ₁₀
Gostota	kg / m ³		1,095	0,084	1,888	2,528
Toplotna vrednost	kJ / m ³	15.910	56.100	10.790	92.970	121.800
Hsp	kJ/kg	20.600	48.800	119.900	46.500	45.600
Hitrost zgorevanja	v zraku	0,68	1,31	2,67	0,42	0,39
(m/s)	v kisiku	7.1	13.5	8,9	3,7	4.5
Moč plamena	kW/cm ²	12,7	45	14	11	
Najvišja temp.	v zraku		2.300		1.929	1.895
(°C)	v kisiku	2.730	3.200	2.300	2.850	2.850

Iz tabele je razvidno, da je acetilen najprimernejši plin za plamensko varjenje. To je posledica velike hitrosti zgorevanja, zaradi katere ima največjo moč plamena.

1 KISIK

Gostota:	1,38 kg/m ³
Vrelišče:	- 183 °C
Čistost za varjenje:	> 98,5 %
Čistost za rezanje :	> 99 ,5 %
Varnost:	Ventili jeklenk se ne smejo mazati!

Pridobiva se s frakcijsko destilacijo utekočinjenega zraka.

Transportira se v jeklenkah pod tlakom 150 do 165 barov. V 40 litrski jeklenki je 6000 litrov kisika. Jeklenka je modro obarvana in ima na vrhu priključek z navojem R 3/4 ". Ventili se ne smejo mazati. Curek kisika je zelo oksidativen zato lahko pride do zelo hitrega izgorevanja oziroma eksplozije.

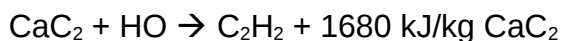
VODIK

Je najlažji plin (0.084 kg/m³). Z zrakom tvori eksplozivno mešanico. Transportira se v jeklenkah (plinasto stanje) pod tlakom 50 barov. Vrat jeklenke je rdeče pobarvan. vodik se uporablja za varjenje barvnih kovin in njihovih zlitin ter za lotanje.

2 ACETILEN

Gostota:	1.17 kg/m ³ Lažji od zraka
Značilen vonj	
Vamost:	Najvišja temp. seg. je do 80 °C
Dovoljeni tlak :	1,5 bar

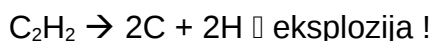
Pridobiva se iz kalcijevega karbida in vode.



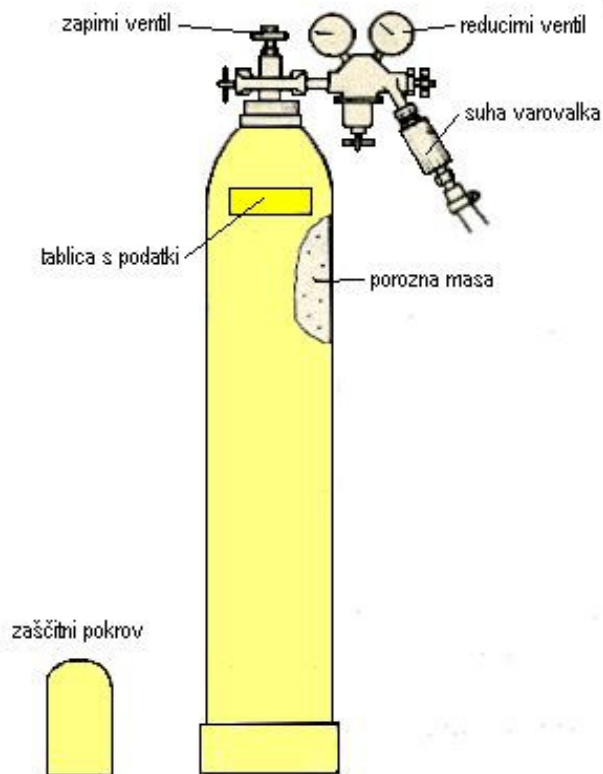
Nad 100 °C polimerizira. Pri tem se sprošča toplota.



Pri tlaku 3 bar disocira. **Tudi v tem primeru nastaja toplota □ eksplozija !**



3 OPREMA



JEKLENKA ZA ACETILEN

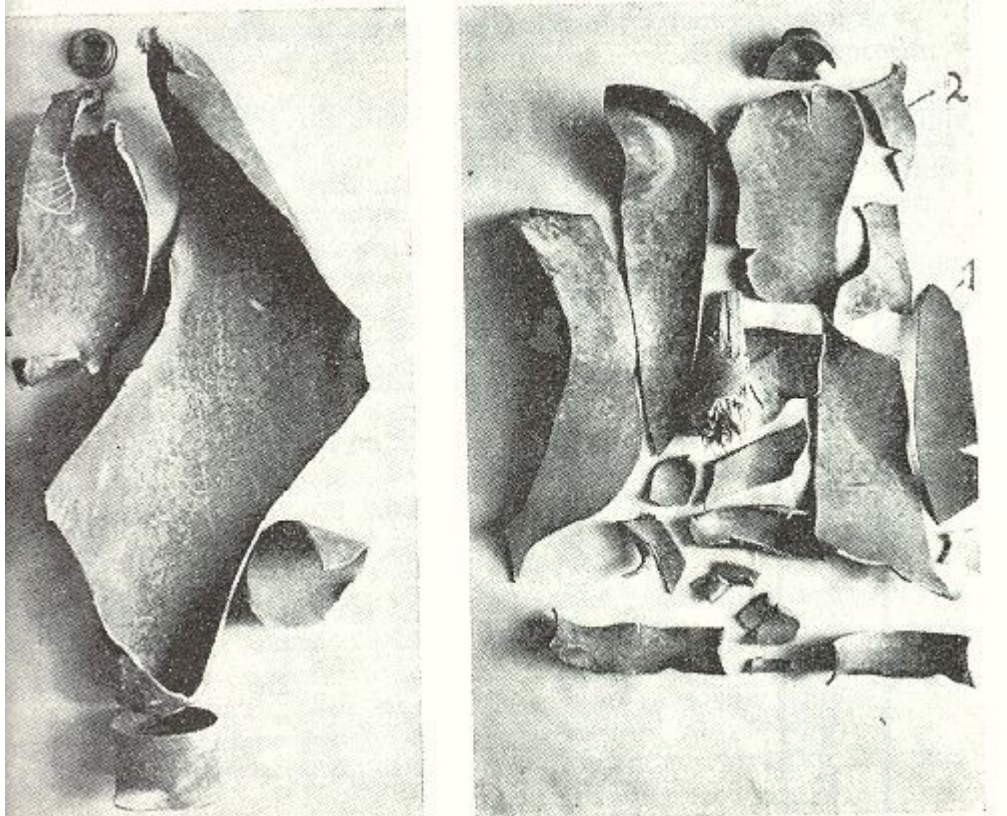
Acetilen se transportira raztopljen v acetonu. V enem litru acetona, pri normalnem tlaku, se raztopi 25 litrov acetilena. Topnost enakomerno narašča z naraščanjem tlaka. V 40 litrski jeklenki je 13 litrov acetona pri tlaku 18 barov.

V jeklenki je $13 \times 18 \times 25 = 5850$ litrov acetilena.

Pri transportu in uporabi morajo jeklenke:

- stati pokonci,

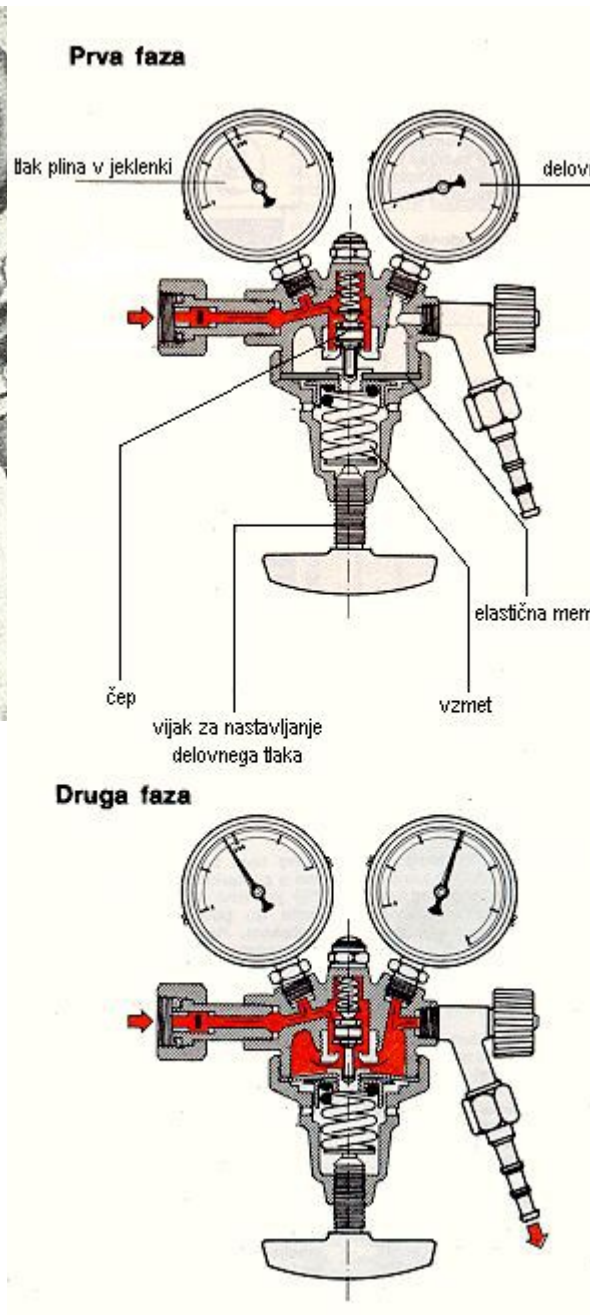
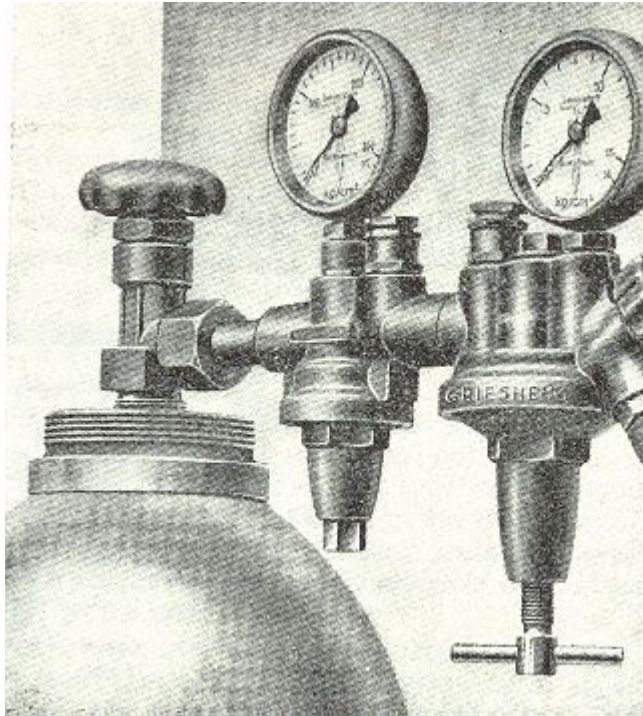
- biti zavarovane proti padcem,
- se ne smejo segreti nad 40 °C.
- v primeru, da se jeklenka prične nekontrolirano segreti, jo je potrebno hladiti z mokrimi cunjami. Če nam je ne uspe ohladiti, je potrebno spustiti plin v ozračje. Eksplozije jeklenke so redke, kljub temu pa lahko pride do nje. Na spodnji sliki lahko vidimo učinke eksplozije.



1. **Jeklenke** so izdelane iz jeklene pločevine. Standardne jeklenke imajo premer 219 mm in višino 1500 mm. Za pritrnitev glavnih ventilov imajo na vrhu levi navoj za gorilne pline in desni za kisik.
2. **Gumijaste armirane** cevi za kisik so z manjšim notranjim premerom, so modre barve in se pritrdijo z navojem. Cev za acetilen je pritrjena z objemko in je rdeče barve.

3. **Redukcijski ventili** zmanjšujejo tlak, ki je v jeklenkah, na manjši delovni tlak. Zaradi nadtlaka v jeklenki se membrana upogne in s tem zapre dotok plina. Zaradi odtekanja plinov se tlak hitro zmanjša in se membrana ponovno izravna in odpre dotočno zaklopko. Z nastavljanjem togosti spodnje vzmeti se izbira tlak odpiranja in zapiranja dotočne zaklopke. Na ta način se nastavlja delovni tlak plinov. Kakovost ventilov bistveno vpliva na enakomernost pretoka plinov.

Manometra na redukcijskem ventilu kažeta delovni tlak in tlak plina v jeklenkah. Redukcijski ventili so pritrjeni na glavni ventil z jekleno objemko pri acetilenu, desnim navojem pri kisiku in levim pri vodiku.

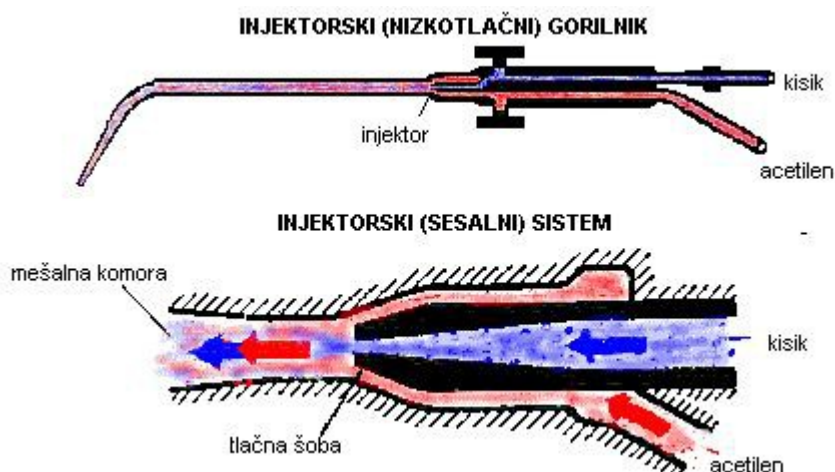


4. **Gorilniki** imajo nalogo, da pripravijo plinsko mešanico in omogočijo zgorevanje na čim manjšem prostoru. Pravilna oblika plamena in razmerje plinov ter konstanten pretok zagotavljajo optimalne varilne lastnosti.

Gorilnike razdelimo v dve skupini:

- a) **Visokotlačni** ali enakotlačni - vsak plin izteka pod svojim tlakom. Tlak acetilena je več kot 0.2 bara.

- b) **Nizkotlačni** ali injektorski. Pri teh gorilnikih je plin pod nizkim tlakom (0.1 bar), kisik pa pod tlakom 2 do 3 bara. V injektorskem delu, zaradi padtlaaka, kisik potegne ustrezno količino acetilena. S povečanjem pretoka kisika se poveča tudi količina acetilena.



Glede na debelino varjencev se izberejo ustrezni premeri šob in cevni nastavki.

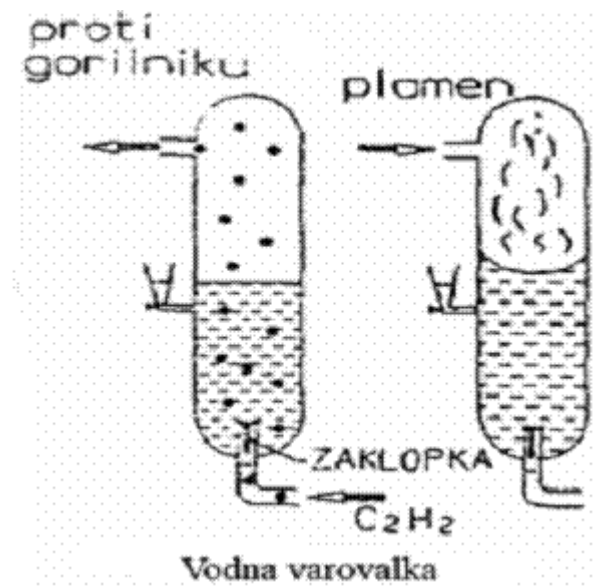
Št.gorilnika	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Debelina varjencev (mm)	0.2-0.5	0.5-1	1-2	2-4	4-6	6-9	9-14	14-20	20-30
Poraba plinov (l/h)	35	75	150	300	500	750	1150	1700	2500

5. **Varovalke** imajo nalogo, da preprečijo vdor povratnega plamena v redukcijski ventil in jeklenko. S tem preprečijo nastanek eksplozij in poškodovanje opreme.

Varovalke so lahko vodne ali suhe. Suhe varovalke delujejo na principu zapiranja zaklopk. Povratni plamen povzroči hitro povečanje tlaka in s tem zapiranje zaklopk varovalk.

Zelo enostavne in zanesljive so vodne varovalke.

Njihovo delovanje je razvidno na spodnji skici.

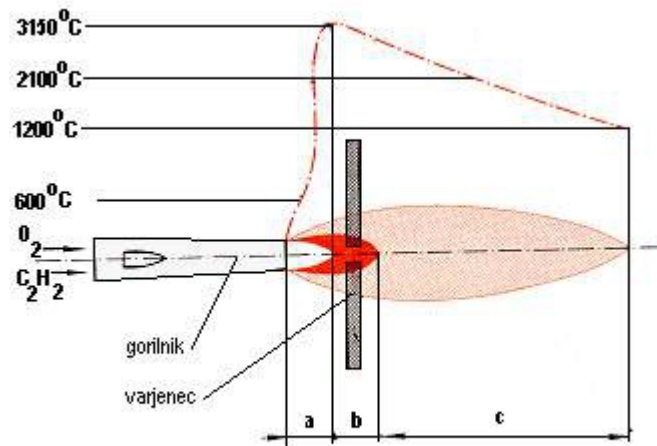
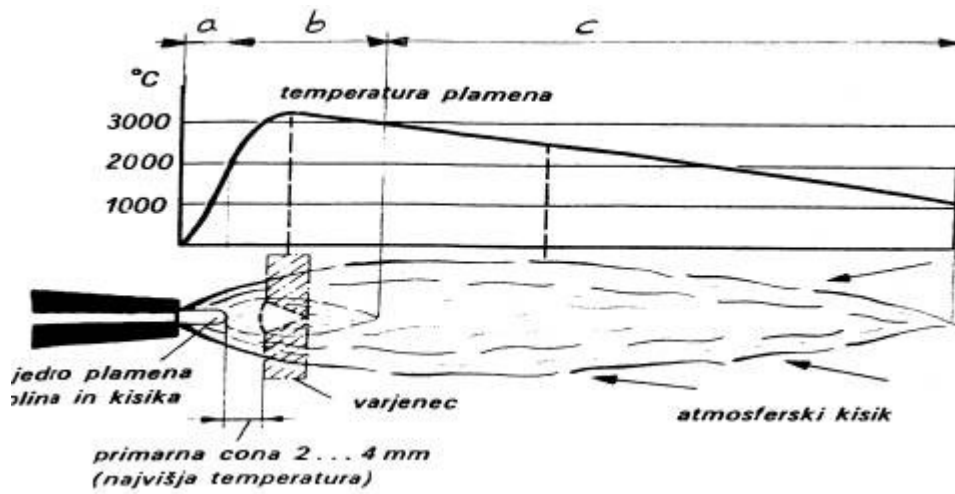


6. **Dodajni material** je v obliki pobakrene žice z dolžino 1000 mm in premeri od 1.0 do 6 mm. Sestava dodatnega materiala je prilagojena sestavi materialov, ki se varijo. Železarna Acroni (Jesenice) s črkami VP in številkami, ki podajajo trdnost zvara ali pa kemični simboli legirnih elementov (VP 37 , VP 42, VP Mo, VP CrMo).
7. **Varilni praški.** Pri varjenju legiranih jekel, sive litine, barvnih kovin in njihovih zlitin se lahko uporabljajo varilni praški. Njihova naloga je odstranjevanje oksidov in tvorba žindre, ki delno ščiti zvar. Varilni praški vsebujejo fluoridne, bromidne in ostale halogene spojine.
8. **Osebna zaščitna sredstva.** Pri varjenju varilec uporablja varnostna očala, delovno obleko, usnjene rokavice in zaščitne čevlje.

4 PLAMEN

V plamenu acetilena so prisotne tri cone - jedro, primarna in sekundarna cona izgorevanja.

Kaj se dogaja v posamezni coni, kakšna je sestava atmosfere in kolikšne so temperature je prikazano na spodnji skici.





Iz skice je razvidno, da je temperatura najvišja v primarni coni izgorevanja in to 2 do 5 milimetrov za vrhom jezička. V tej coni je atmosfera zaščitna, zato ker sta prisotna ogljikov monoksid in vodik.

Vrsta plamenov glede na razmerje acetilen in kisik

Glede na razmerje acetilena in kisika ($R = \text{acetilen} / \text{kisik}$) poznamo tri vrste plamenov:

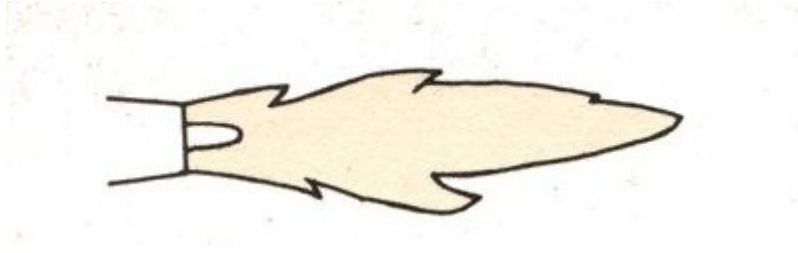
Oksidativen oz. reduktiven plamen določujemo glede na razmerje a :

$$a = \frac{\text{acetilen}}{\text{kisik}} = \frac{\text{C}_2\text{H}_2}{\text{O}_2}$$

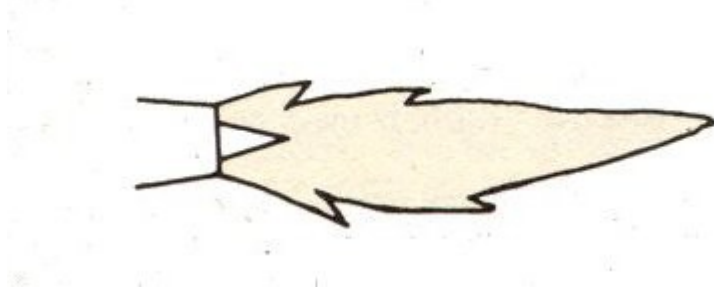
Razmerja so za določene vrste plamena naslednja:

- $a = 1 - 1,1$ nevtralen plamen
- $a < 1$ kisikov plamen
- $a > 1$ reduktivni plamen

- A. **Nevtralni** plamen ima valjasto jedro z ostrimi robovi ter svetlečo barvo primarne cone zgorevanja. Uporablja se najbolj pogosto za varjenje navadnih in nizko legiranih jekel ter bakra in bakrovih zlitin.

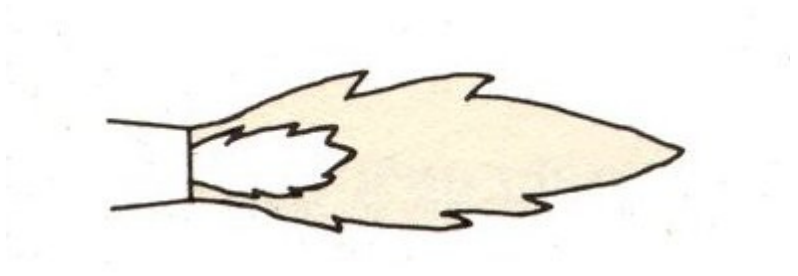


- B. **Oksidacijski** plamen ima krajše in koničasto jedro modrikaste barve. V primarni coni zgorevanja je prisoten kisik, zato je ta plamen oksidativen. Uporablja se za varjenje medi. Pri varjenju na površini zvara nastane ZnO, ki ščiti izhlapevanje cinka iz staljenega materiala. Ta plamen je primeren tudi za zasilno rezanje jekel.



- C. **Redukcijski** plamen je mehak in ima povečano jedro pahljačaste oblike. V primarni coni je presežek acetilena, zato se pojavlja žareči ogljik (svetle iskrice).

Ta plamen lahko zvar naogleni in se zato uporablja pri varjenju visoko ogljikovih jekel, sive in temprane litine ter aluminija in njegovih zlitin .



Vrste plamenov glede na hitrost iztekanja plinov

Glede na hitrost plinov skozi šobo poznamo:

1. **Normalni** plamen $C = 100$ do 140 m/s

Ta plamen je stabilen, ne ugaša in se v praksi največ uporablja.

2. **Mehki** plamen $C < 100$ m/s

Ta plamen oddaja manj toplotne energije in se uporablja pri varjenju tanjših varjencev (< 2 mm). Pri manjših hitrostih je velika možnost, da se plamen začne širiti nazaj proti gorilniku.

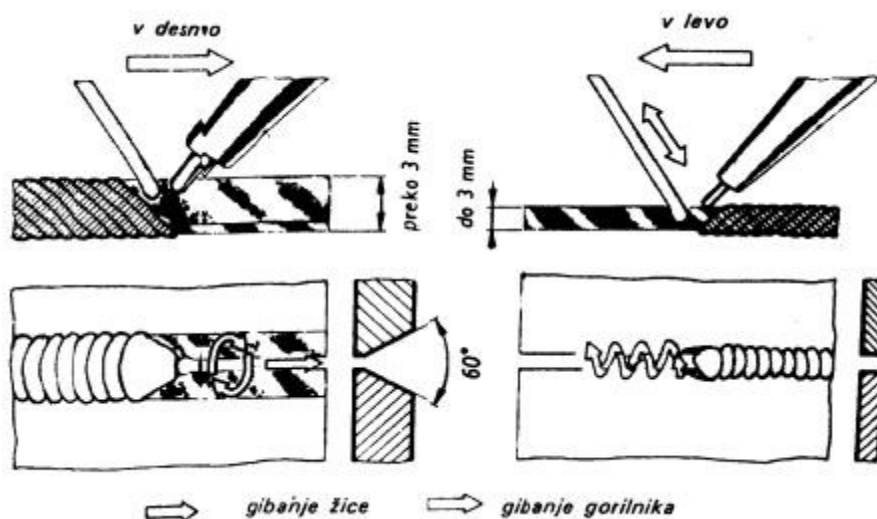
3. **Trdi** plamen $C > 140$ m/s

Pri tem plamenu so hitrosti in poraba plinov večje zato so tudi dosežene temperature višje.

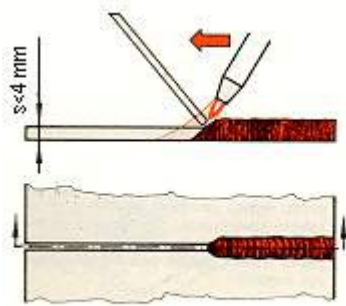
Plamen močno šumi in lahko ugaša (odpihne ga). Uporablja se pri varjenju debelejših varjencev.

5 TEHNOLOGIJA PLAMENSKEGA VARJENJA

Glede na usmerjenost plamena in lege varilne žice je varjenje v levo ali v desno. Enako velja tudi za ostale postopke varjenja. Pri tem ni pomembna smer napredovanja oziroma premikanja gorilnika, temveč usmerjenost plamena (ali obloka) glede na nastali zvar.

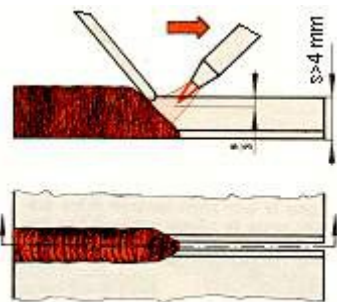


Značilnosti varjenja v levo:



- Boljša preglednost osnovnega materiala
 - manjša možnost pretalivitve varjencev
 - plamen potiska talino v varilni žleb
 - žica se hitreje tali
 - slabša zaščita zvara
 - uporaben za tanjše varjence
 - primeren za varjenje po steni navzgor
- slabša kvaliteta zvara

Značilnosti varjenja v desno:



- slabši pogled osnovnega materiala
- plamen pritiska talino k zvaru
- dobra zaščita zvara
- boljši izkoristek toplote
- varjenje je počasneje
- primeren za debelejšje materiale
- zaradi vrtinčenja je možnost povratnega udara plamena večja
- boljša kvaliteta zvara



Značilnost postopka:

Plamen ni odvisen od njegove lege in položaja, zato ima varilec zelo veliko možnosti. Ima zelo dober nadzor nad osnovnim in dodajnim materialom. Plamen in varilno žico lahko odmika in približuje in s tem vpliva na ustrezno segrevanje in prenos materiala.

Pritisk plamena lahko poljubno usmerja tako, da lahko vari v vseh varilnih legah.

- Uporaben za vse materiale,
- zelo primeren za varjenje tankih pločevin,
- primeren za vse varilne lege,
- zelo primeren za varjenje cevi;
- ekonomičen,
- energetsko neodvisen,
- uporablja se lahko za lotanje,
- uporaben za segrevanje za različne namene

Uporabnost postopka:

Postopek je resnično univerzalen in avtonomen. Zaradi manjše produktivnosti ni primeren za množično proizvodnjo. Od varilca zahteva veliko več znanja in izkušnje. Kakovost zvara v večini primerov zaostaja za kakovostjo, ki jo dosegajo sodobnejši postopki.