

## Talilno varjenje s sproščanjem kemične energije

Pri teh postopkih je vir energije toplota, ki se sprošča pri *eksotermičnih* reakcijah:

1. **redoksi reakcije;** med čisto kovino in oksidom (metalotermija) (aluminotermično v.),
2. **plinsko zgorevanje;** med gorljivimi plini in kisikom (plamenska tehnika).

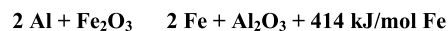
### ad 1. Aluminotermično varjenje

Je najpogostejši način metalotermičnega sproščanja toplote in pridobivanje dodatnega materiala – jeklo, ki se ga uporablja v varilni tehniki.

Pri tem se izrablja razliko v redukcijskih entalpijah med kovino  $K_1$  in njenim oksidom  $K_1O + H_{R1}$  (redukcijska entalpija), ter  $K_2$  in njegovim oksidom  $K_2O + H_{R2}$ .

(molarne reakcijske entalpije [kJ/Mol] po Kubaschewsky)

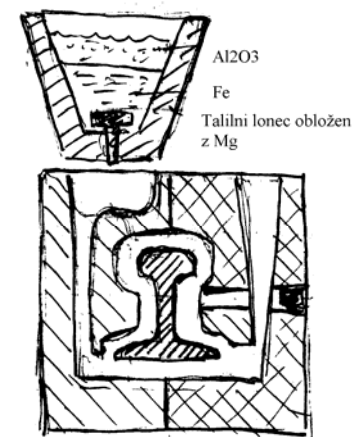
|    |                                |             |                                     |
|----|--------------------------------|-------------|-------------------------------------|
| Mg | MgO                            | 602 kJ/Mol  |                                     |
| Mn | MnO                            | 385 kJ/Mol  |                                     |
| Fe | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 822 kJ/Mol  |                                     |
| Al | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1675 kJ/Mol | za metalotermijo najprimernejši Al. |



čistoča Al zdroba naj bo čim večja (99.8 ... 99.0 %),  
čas zgorevanja 1 kg termitne zmesi je 1-2 sek,  
reakcijska temperatura 2700 – 3100 °C,  
temperatura litja 2000 – 2300 °C,

Uporaba:

Varjenje tirnic  
Težjih strojnih delov  
Reparaturno varjenje jekla, Sl, jeklene litine



Termitno zmes segrejemo na ~ 1150 °C in jo vžgemo z vžigalico.

Slika 1 : Aluminotermično varjenje

### ad 2. Plamenska tehnika

Tehnika je univerzalna.

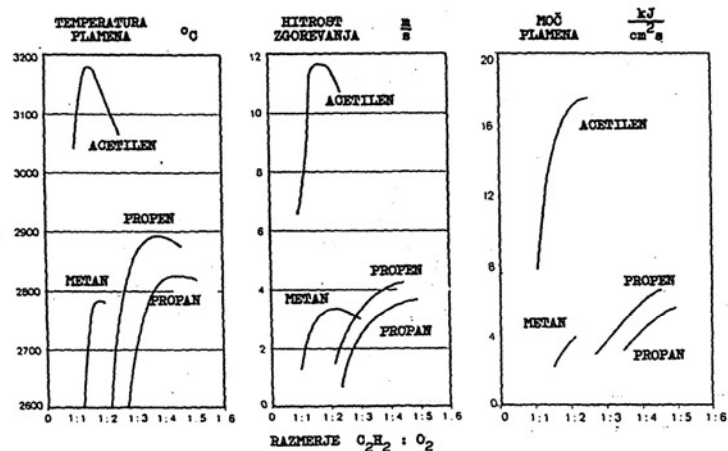
Uporaba:

Varjenje,  
Spajkanje,  
Rezanje,  
Površinsko čiščenje,  
Predgrevanje,  
Lokalno TO,  
Metalizacijo,  
Montažna in reparaturna varjenja.

Uporabljamo: **gorljivi plin + kisik**

Gorljivi plini:

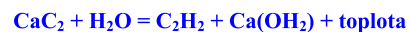
Zakaj uporabljamo acetilen?



Slika 2 : Primerjava fizikalnih lastnosti gorljivih plinov

### Acetilen, $C_2H_2$

Je nenasičen ogljikovodik, ki nastane iz karbida ob dotiku z vodo v acetilenskih razvijalnikih po enačbi:



Lastnosti acetilena:

Brez barve, lažji od zraka z značilnim vonjem.

V mešanici z zrakom eksploziven v razmerju od 2,4 – 80 % ter s kisikom od 2,4 – 90 %.

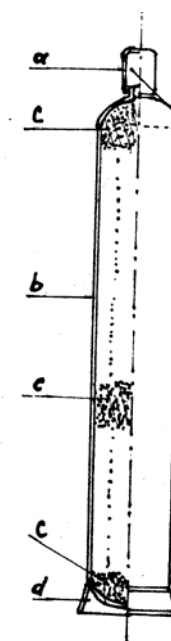
Dopusten tlak čistega acetilena je 2,5 bar.

Pri tlaku nad 3 bare pri acetalenu pride do polimerizacije in pri temperaturi nad  $100^\circ C$  do razkroja. Pri tem se temperatura poveča in pri konstantnem volumnu lahko vodi do eksplozije.

Dobro *topen* v acetonu, pri tem *ni* tako eksploziven.

Velika moč plamena.

Dopustna temperatura  $60^\circ C$ .



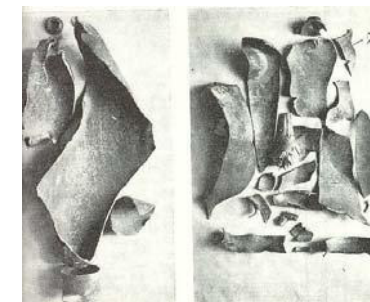
$V = 40 \text{ l}$   
 $p = 18 \text{ bar}$

25% volumna je porozna masa (prepreči hitro reakcijo – proces zaprt med pore).

33% volumna (13l) je aceton:

$V = 13L * 18bar * 25 = 6000l$  acetilena v jeklenki

a. pokrov nad ventilom  
b. plašč jeklenke  
c. porozna kemična masa  
d. podstavek jeklenke



Slika 3 : Jeklenka za acetilen

### Kisik, $O_2$

$V = 40 \text{ l}$   
 $p = 150 \text{ bar}$

$V = 150 * 40 = 6000l$

### Varilni plamen

Nastane z gorenjem mešanice acetilena in kisika ob izstopu iz gorilnika. Glede na razmerje  $C_2H_2 : O_2$  poznamo:

nevtralni plamen, 1 – 1.1

kisikovit ali oksidativen plamen,  $< 1$

reduktiven,  $> 1.1$

|  | Uporaba   |
|--|---|
|  | <b>Medenine</b> (prepreči izstopanje cinka s tvorjenjem oksidne plasti. |
|  | Večina kovin  |
|  | Aluminij, siva litina (prepreči razogličanje)                           |

Slika 4 : Kisikovit, nevtralen in ogljikovit plamen

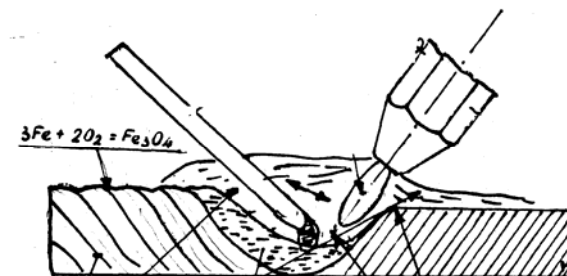
Pri nevtralnem plamenu poteka zgorevanje v treh fazah v treh področjih:

V prvi fazi (sl.5) *razpade acetilen* v jeklenki (eksotermno) po enačbi:

V drugem področju se odvija *gorenje ogljika v ogljikov monoksid* (v redukcijski ovojnici)

V tretjem področju poteka *dokončno zgorevanje* (v pahljači s kisikom iz zraka)

Slika 5 : Potek temperature v varilnem plamenu



Slika 6 : Nastajanje zvara pri plamenskem varjenju

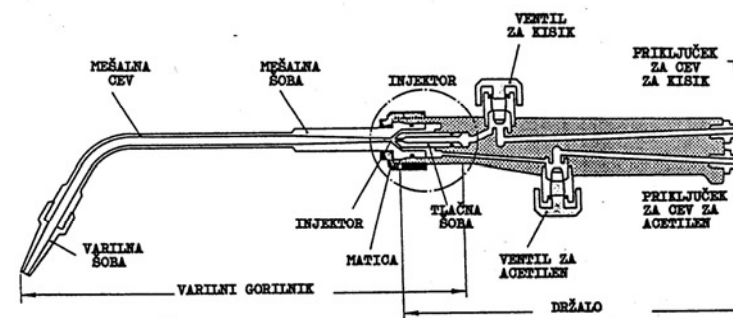
**Velikost in moč** varilnega plamena sta odvisni od količine pretoka plinov in od velikosti gorilnika. Izbira gorilnika je odvisna od debeline materiala. Za jekla velja spodnja tabela:

Tabela 1: Premer gorilnika izberemo glede na debelino materiala, ki ga varimo

| Št. gorilnika  | 0      | 1     | 2   | 3   | 4   | 5   | 6    | 7     | 8     |
|----------------|--------|-------|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|
| Deb. mat. [mm] | do 0.5 | 0.5-1 | 1-2 | 2-4 | 4-6 | 6-9 | 9-14 | 14-20 | 20-30 |

#### Gorilniki:

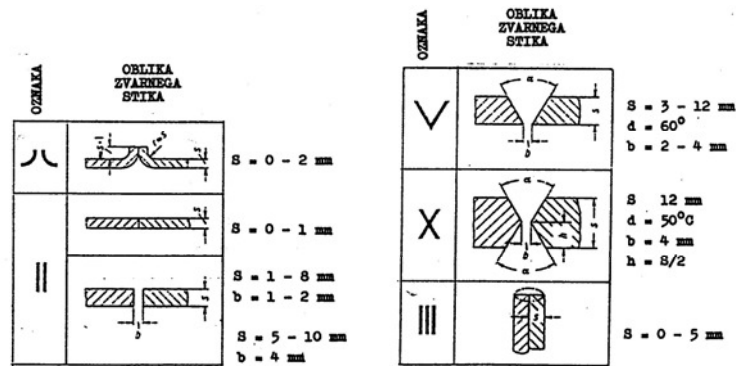
Injektorski (kisik prihaja pod višjim tlakom in v zoženem delu sesa acetilen).  
Mešalni (mehkejši plamen).



Slika 7 : Injektorski varilni gorilnik za plamensko rezanje

Plamensko varimo predvsem *tanjše pločevine, cevi in raznih profilov*.

Za varjenje robove pločevin pripravimo, dodajani material pa naj bo po kemični sestavi čim bolj podoben osnovnemu materialu. Premer dodanega materiala znaša polovico debeline varjenca. Pri tem poznamo zvar s privihom, sočelni spoj, V-zvar, X-zvar in U-zvar (sl.8).

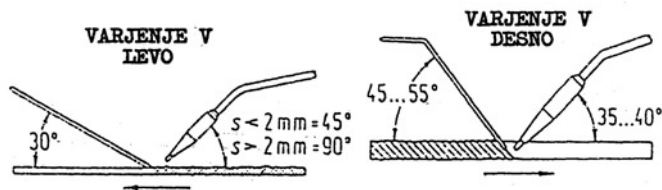


Slika 8 : Vrste zvarov in zvarnih spojev

Razlikujemo varjenje v levo in v desno (sl.9).

V LEVO

V DESNO



Slika 9 : Varjenje v levo in v desno

Ukrepi pred varjenjem:

- Izbira vrste plamena
- Preddeformacija
- Predgrevanje
- Spenjalna varjenja
- Uporaba talil (varjenje aluminija)

Ukrepi med varjenjem:

Odvisni so od načina varjenja (v levo ali v desno)

Ukrepi po varjenju:

Napetostno žarjenje zvarov

### Plamensko rezanje

Plamensko lahko režemo Fe, Ti in nizkolegirana jekla. S plamenom gorilnika jeklo najprej segrejemo na temperaturo vnetišča in nato odpremo rezalni kisik, ki povzroča **gorenje** jekla. Tok kisika tudi izpihuje produkte gorenja. (Med rezanjem bi lahko plamen ugasnili, vendar tega ne storimo da je proces rezanja bolj stabilen).

Pogoji za uspešno plamensko rezanje kovin:

4.

