

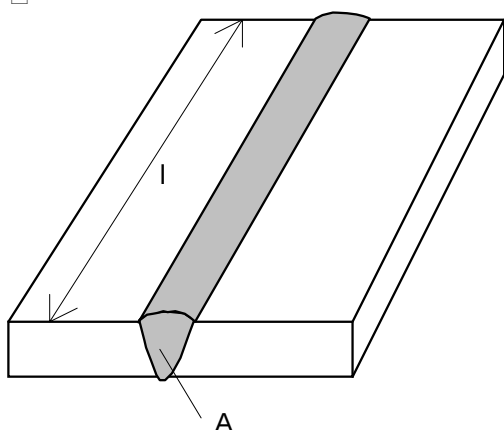
Glavni troškovi REL zavarivanja

Najvažniji troškovi ručnog elektrolučnog zavarivanja obložnom elektrodom su:

1. troškovi elektroda,
2. troškovi električne energije,
3. troškovi osobnog dohotka – plaće radnika,
4. troškovi izvora struje (stroja) za zavarivanje

Troškovi se mogu izraziti u kn/kg depozita ili kn/m dužine zavora. Kao prikladniji način se obrazlaže iskazivanje troškova u kn/kg depozita. Naime za 1 m zavarenog spoja može se utrošiti različita količina depozita, a troškovi su proporcionalni masi depozita.

□



Masa depozita (količina istaljenog dodatnog materijala)

$$G_{\text{dep}} = A \cdot l \cdot \rho, \text{ kg}$$

ρ specifična masa, kg/m^3 ;

A....površina presjeka deponiranog DM (žlijeba), m^2

l ... dužina zavora, m

Masa depozita i troškovi zavarivanja će biti to manji što je manja površina presjeka žlijeba u koji se tali dodatni materijal i dužina zavora.

Teorijski troškovi zavarivanja će biti minimalni (minimum funkcije G), ako je $A = 0$ ili $l = 0$, dakle za slučaj bez zavarenih spojeva. Ovaj zaključak ukazuje da konstruktori i tehnolozi trebaju jako paziti na debljinu zavora, presjek žlijeba i dužinu zavora, te ove veličine držati što niže.

1. Troškovi elektroda

$$T_{\text{elektroda}} = C^1_{\text{elektroda}} \left[\frac{\text{kn}}{\text{kg elektroda}} \right] \cdot k'_t \left[\frac{\text{kg elektrode}}{\text{kg depozita}} \right], \quad \frac{\text{kn}}{\text{kg depozita}}$$

$C^1_{\text{elektroda}}$ jedinična cijena elektroda kn/kg elektroda

...

k'_t ...□ koeficijent taljenja elektrode koji iskazuje iznos mase elektroda zajedno sa oblogom koja je potrebna da se istali (deponira) 1 kg depozita. Ovaj koeficijent ovisi o debljini obloge elektrode, dodatku Fe praha u oblozi, koji se dodaje zbog povećanja randmana (učinka), te o otpatku ("čiku") elektrode, koji zavarivač ostavlja neiskorišten. Taj otpadak treba nastojati da je što manji i ako se pazi može iznositi 30-50 mm. Duži otpaci zbog nepažnje uzrokovat će veće troškove. k'_t je različit i može iznositi npr. 1,7 kg elektroda/kg depozita.

Primjer koji slijedi daje se u KN :

$$T_{\text{elektroda}} = C^1_{\text{elektroda}} \cdot k'_t = 18 \frac{\text{KN}}{\text{kg elektroda}} \cdot 1,7 \frac{\text{kg elektrode}}{\text{kg depozita}} = 30,6 \frac{\text{KN}}{\text{kg depozita}}$$

2. Troškovi električne energije

Snaga električne energije:	Električna energija za 1 kg depozita:
$N = \frac{U \cdot I}{1000 \cdot \eta_s} \cdot \varepsilon + N_o(1 - \varepsilon), \text{ kW}$	$E_{kg} = \left[\frac{U \cdot I}{1000 \cdot \eta_s} \cdot \varepsilon + N_o(1 - \varepsilon) \right] \cdot \frac{1}{k_t \cdot \varepsilon}, \frac{\text{kn}}{\text{kWh}}$

Troškovi električne energije:

$$T_{\text{el.energije}} = \left[\frac{U \cdot I}{1000 \cdot \eta_s} \cdot \varepsilon + N_o(1 - \varepsilon) \right] \cdot \frac{1}{k_t \cdot \varepsilon} \cdot C_{\text{el.en.}}^1, \frac{\text{kn}}{\text{kg depozita.}}$$

U - napon električnog luka; orijentacijski za REL 20 - 25 V

I - struja zavarivanja; približno 40 · promjer elektrode, A

η_s - stupanj korisnog djelovanja stroja: - rotacijski agregat 0.55 - 0.65
 - transformator 0.80 - 0.95
 - ispravljač 0.75 - 0.85

ε - intermitencija, vrijeme uključivanja električnog luka

$$\varepsilon = \frac{\text{vrijeme gorenja luka}}{\text{ukupno radno vrijeme (8 h napr.)}}$$

Vrijednost ε za REL zavarivanje je obično oko 0.3, a samo u dobro organiziranoj proizvodnji može iznositi do 0.5. Za automatska zavarivanja mogu se postići više vrijednosti. Izračunavanje vrijednosti ε za vlastitu radionicu se može provesti metodom trenutnih zapažanja (MTZ u studiju rada) mjereći u slučajnim vremenskim intervalima koliko puta luk gori na svim radnim mjestima u odnosu na ukupan broj zapažanja.

N_o - snaga koju stroj koristi u praznom hodu, kada luk ne gori. Snaga se tada troši za rad ventilatora, trenje, rasipanje magnetskog polja, i zagrijavanje vodiča u stroju. N_o iznosi približno za: - agregate 1,0 kW,

- ispravljače 0,7 kW

- transformatore 0,5 kW

k_t - koeficijent taljenja elektrode, $\frac{\text{g}}{\text{A} \cdot \text{h}}$ ili $\frac{\text{kg depozita}}{\text{h}}$ iskazuje efikasnost taljenja elektrode i

različit je. Orijentacijska vrijednost iznosi oko $10 \frac{\text{g}}{\text{A} \cdot \text{h}}$. Ako zavarujemo sa elektrodom

ϕ 4.0 mm i strujom 160 A, tada se k_t može izraziti i u kg dep/h

$k_t = 160 \text{ A} \cdot 10 \frac{\text{g}}{\text{A} \cdot \text{h}} = 1,6 \frac{\text{kg dep.}}{\text{h}}$. Koeficijent taljenja ovisi o vrsti elektrode, količini Fe praška u elektrodi, u materijalu obloge elektrode i jakosti struje zavarivanja.

$C_{\text{el.en.}}^1$ - jedinična cijena električne energije kn/kWh. Viša tarifa cijene ind. struje $\cong 0,396 \text{ KN/kWh}$

Primjer za zavarivanje elektrodom ϕ 4.0 mm.

$$T_{\text{el.energije}} = \left[\frac{U \cdot I}{1000 \cdot \eta_s} \cdot \varepsilon + N_o(1 - \varepsilon) \right] \cdot \frac{1}{k_t \cdot \varepsilon} \cdot C_{\text{el.en.}}^1$$

$$= \left[\frac{22 \cdot 160}{1000 \cdot 0.6} \cdot 0,3 + 1,0(1 - 0,3) \right] \cdot \frac{1}{1,6 \cdot 0,3} \cdot 0,396 = 2,029 \frac{\text{KN}}{\text{kg dep.}}$$

3. Troškovi osobnog dohotka izrade

$$T_{ODI} = \frac{ODI \left[\frac{kn}{h} \right]}{k_t \left[\frac{kg \text{ dep}}{h} \right] \cdot \varepsilon}, \frac{kn}{kg \text{ dep}}$$

ODI - bruto iznos OD, koji se dobije, ako se neto OD dodaje u obavezna davanja društvenoj zajednici (mirovinsko i zdravstveno osiguranje i ostala izdvajanja)

Primjer neto OD = 36 KN, davanja društvenoj zajednici 60%.

$$T_{ODI} = \frac{36 \cdot 1.6}{1.6 \cdot 0.3} = 120 \frac{KN}{kg \text{ dep}}$$

4. Troškovi stroja

Troškovi stroja računato po satu rada za 1 godinu.

$$T_{1s} = \frac{C_N (\text{amort.} + \text{osiguranje} + \text{održdržava} + \text{kamate} + \text{PF})}{\text{broj sati rada godišnje}}, \frac{kn}{h}$$

$$T_{\text{stroja}} = T_{1s} \left[\frac{kn}{h} \right] \cdot \frac{1}{k_t \cdot \varepsilon} \left[\frac{h}{kg \text{ dep}} \right] = \frac{C_N (\text{amort.} + \text{osig.} + \text{održdržava} + \text{kamate} + \text{PF})}{\text{broj sati rada godišnje}} \cdot \frac{1}{k_t \cdot \varepsilon}, \frac{kn}{kg \text{ dep}}$$

C_N - nabavna cijena stroja, Euro ili kn

amort - godišnja stopa amortizacije, napr. 0,1 (10% od C_N godišnje) otpis stroja za 10 god.

osiguranje - premija osiguranja godišnje napr. 0,01; 1% od C_N

održavanje - godišnji iznos za održavanje napr. 0,04 ; 4% od C_N

kamate PF- kamate ili porez na poslovni fond (osnovna sredstva) ako se moraju plaćati društvenoj zajednici

Broj sati godišnje rada stroja u jednoj ili više smjena ovisi o stvarnom korištenju stroja.

Primjer:

$$T_{\text{stroja}} = \frac{10800 \text{ KN } (0.1 + 0.01 + 0.04)}{2200 \text{ h}} \cdot \frac{1}{1.6 \cdot 0.3}$$

$$T_{\text{stroja}} = 1,534 \frac{KN}{kg \text{ depozita}}$$

Ukupno glavni troškovi:

$$T = \sum_{i=1}^{n=4} T_i = 30,6 + 2,029 + 120 + 1,534$$

$$T = 154,16 \frac{KN}{kg \text{ depozita}}$$

Procjena različitih normativa i podataka

Za približna i brza računanja nekih potrebnih podataka mogu se koristiti već usvojeni pokazatelji u glavnim troškovima zavarivanja (ϵ , N , k_t , k'_t)

Primjer:

Potrebno je zavariti veliki cilindrični rezervoar za derivate nafte težine 200.000 kg. Procijeniti treba:

1. Kolika je težina depozita, G_{depozita} ?
2. Koliko je elektroda potrebno, $G_{\text{elektroda}}$?
3. Koliko je potrebno vrijeme za zavarivanje?
4. Koliki broj zavarivača je potreban, da se zavari spremnik u roku 3 mjeseca.
5. Koliki treba biti dovodni kabl za napajanje izvora struje za dani broj zavarivača.

1. Težina depozita

Postoje podaci o udjelu depozita (nataljenog DM) u ukupnoj težini konstrukcije. Uzimo da je taj iznos 1.5%.

$$G_{\text{dep}} = 0.015 \cdot 200.000 = 3000 \text{ kg depozita}$$

2. Potrebna količina elektroda se računa pomoću $k'_t = 1.7 \text{ kg elektroda / kg depozita}$

$$G_{\text{elektroda}} = k'_t \cdot G_{\text{dep}} = 1.7 \cdot 3000 = 5100 \text{ kg elektroda}$$

3. Vrijeme zavarivanja

$$t = \frac{G_{\text{dep}}}{k_t} \dots\dots\dots \text{uz } \epsilon = 1,0 \text{ . Uz } \epsilon = 0,3 \text{ i } k_t = 1.6 \frac{\text{kg depozita}}{\text{h}}$$

$$t_{\text{zav}} = \frac{G_{\text{dep}}}{k_t \cdot \epsilon} = \frac{3000}{1.6 \cdot 0.3} = 6250 \text{ h.}$$

4. Broj zavarivača

Jedan zavarivač ostvaruje mjesečno 200 h (uz djelomičan prekovremeni rad), a za tri mjeseca 600 h.

Potreban broj zavarivača:

$$BZ = \frac{6250}{600} = 11 \text{ zavarivača}$$

5. Snaga dovodnog kabla

Jedan stroj/zavarivač kada luk gori troši za elektrodu ϕ 4 mm:

$$N_1 = \frac{U \cdot I}{1000 \cdot \eta_s} = \frac{22 \cdot 160}{1000 \cdot 0.6} = 5.867 \text{ kW}$$

Za 11 strojeva koji rade istovremeno se troši:

$$N_u = 5.867 \cdot 11 = 64.54 \text{ kW}$$

Potrebno je procijeniti faktor istodobnosti, koji je različit od procijenjene intermitencije $\epsilon = 0.3$. Predpostavimo da je faktor istodobnosti 0.5.

Tada je potreban dovodni kabl za $64,54 \cdot 0.5 = 32.27 \text{ kW}$.