

Zoren Stević

Fabrika lak žice - Bor

JEDNA MOGUĆNOST KONTINUIRANOG
ŽARENJA BAKARNE ŽICE

ONE POSSIBILITIES OF CONTINUAL
HEATING OF CUPPRIC WIRE

SADRŽAJ - U radu je data analiza potrebnih veličina kod uređaja za protočno žarenje žice sa kontaktnim točkovima. Izvedena je zavisnost jednosmernog napona žarenja od brzine žice. Uzimajući u obzir tu zavisnost i poznate konfiguracije regulisanih ispravljača, nađeno je rešenje kog koga se postiže linearna veza između brzine i ugla upravljanja tiristora. To omogućava automatsku regulaciju napona žarenja uz primenu jednostavne upravljačke elektronike. Razmotrena je veličina greške u naponu žarenja i njen uticaj na temperaturu žice. Navedene su prednosti i nedostaci kontaktnog žarenja žice u odnosu na ostala rešenja.

ABSTRACT - The analysis of values which exist at apparatus for continual heating with contact wheels is given. The dependence of direct voltage of heating from the wire speed is deduced. Taking into account that dependence and the known configuration of managed D.C. converters, the solution for evaluation of the linear relationship between the speed and the angle of thiristor management is given. It provides an automatic regulation of heatin voltage by simple electronics. The value of the mistake in the heating voltage and its influence on the temperature of wire is also discussed. The advantages and the lacks of contact heating of wire are given.

1. UVOD - U procesu hladnog izvlačenja bakarne žice dolazi do pogoršanja njenih mehaničkih i električnih osobina. Za dalju obradu neophodno je žicu najpre odžariti u zaštitnoj atmosferi (vodena para, azot ili neki drugi neutralni gas). Pogodno je da se taj proces obavi istovremeno sa izvlačenjem u uređaju za protočno (kontinuirano) žarenje.

Pri većim brzinama izvlačenja najširu primenu nalaze žarni uređaji sa kontaktnim točkovima. Jednosmerni napon dovodi se na odredjenu dužinu žice pomoću kontaktnih točkova tako da potekne struja koja prouzrokuje jako zagrevanje, odnosno žarenje žice.

2. ANALIZA POTREBNIH VELIČINA - Uz zanemarivanje odvođenja toplote, što je kod većih brzina protoka žice sasvim opravdano, imaće se sledeća jednačina toplotne ravnoteže za bes-

konačno mali element žice (dužine dl):

$$dW = dQ \quad (1)$$

gde je: dW - električna energija odata tom elementu,
 dQ - količina toplote koja se u njemu akumulira.
Elementarna električna energija može se izraziti

kao:

$$dW = I^2 dR d\tau = \rho \frac{dl}{S} I^2 d\tau \quad (2)$$

gde je:

I - konstantna struja kroz žicu,
 dR - električna otpornost žice dužine dl ,
 S - poprečni presek žice,
 ρ - specifična otpornost žice na dostignutoj temperaturi.

Akumulirana količina toplote u elementu dl čija se temperatura poveća za dt iznosi:

$$dQ = c dm dt = \rho_m c S dl dt \quad (3)$$

gde je:

c - toplotni kapacitet bakra,
 dm - masa žice na dužini dl ,
 ρ_m - zapreminska masa bakra.

Izjednačavanjem izraza (2) i (3) prema jednačini (1) i integraljenjem duž žice dužine l , dobiće se:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{K}{v} l \quad (4)$$

gde je:

Δt - razlika temperature žice na kraju žarenja (t_2) i temperature na početku žarenja (t_1),

$$K = \frac{I^2}{\rho_m c S^2} = \text{const.}$$

Snaga žarnog uredjaja može se odrediti polazeći od:

$$P = R I^2 = \rho \frac{l}{S} I^2 \quad (5)$$

uzimajući u obzir jednačinu (4) ima se:

$$P = \rho_m c S v \Delta t \quad (6)$$

Za datu konstantnu temperaturu žarenja biće:

$$P = K_1 S v \quad (7)$$

gde je:

$K_1 = \rho_m c t$ - konstanta proporcionalnosti,

S - poprečni presek žice,

v - brzina protoka žice.

Struja žarenja biće:

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = K_2 S \sqrt{v} \quad (8)$$

gde je:

K_2 - konstanta proporcionalnosti,

S - poprečni presek žice,

v - brzina protoka žice.

Napon žarenja biće:

$$U = R I = \rho \frac{1}{S} I = \rho \frac{1}{S} K_2 S \sqrt{v} = K_3 \sqrt{v} \quad (9)$$

gde je:

K_3 - konstanta proporcionalnosti.

Tačne vrednosti konstanti proporcionalnosti mogu se odrediti eksperimentalno. Prema podacima firme "NIEHOFF" [2] za žarenje žice debljine do 0,2 mm na dužini $l = 0,5$ m do temperature 550 °C dobija se $K_3 = 7$, pa je iz (9):

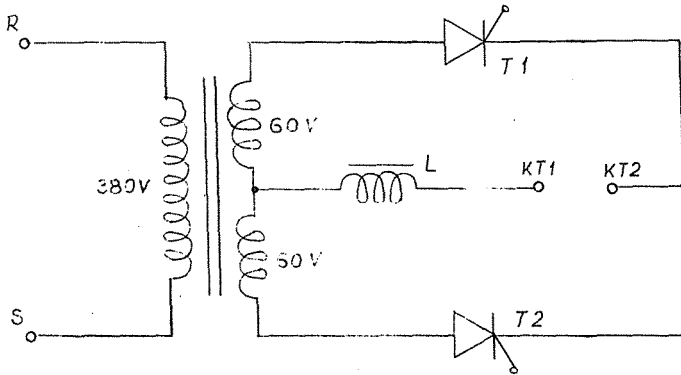
$$U = 7 \sqrt{v} \quad (10)$$

Polazeći od ovog podatka mogu se odrediti konstante K_1 i K_2 .

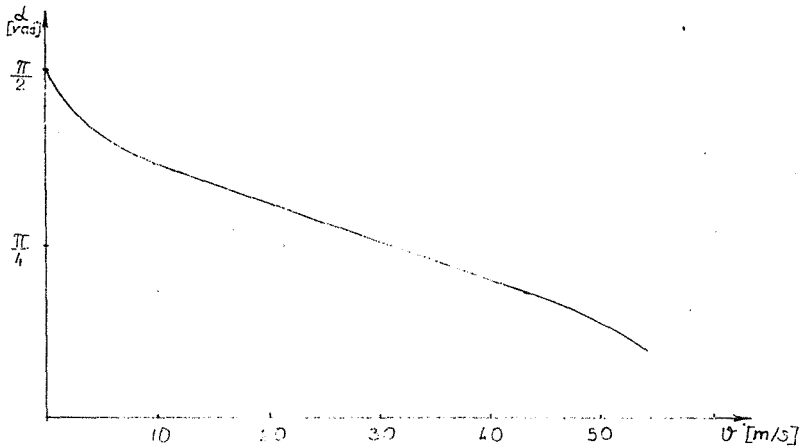
3. PREDLOŽENO REŠENJE - Razvoj poluprovodničke tehnike omogućava jednostavnu regulaciju jednosmernog napona čak i pri velikim strujama potrošača. Ostaje samo problem automatskog podešavanja napona u zavisnosti od promene brzine protoka žice. Kod predloženog rešenja čiji je energetski deo prikazan na slici 1, pomenuti problem je izbegnut time što je ostvarena linearna veza između brzine protoka žice i ugla upravljanja tirstora u čitavom radnom opsegu mašine. To znači da se jednostavnim upravljačkim kolom može postići dovoljno tačna vrednost napona žarenja za sve radne brzine mašine.

Primenjen je princip ispravljača sa transformatorom sa srednjom tačkom. Sekundarni napon je 2.60 V, a primarni 380 V.

Za datu konfiguraciju regulisanog ispravljača srednja vrednost izlaznog napona je:



Sl. 1
Energetski deo regulisanog ispravljača



Sl. 2
Zavisnost ugla upravljanja tibistora od brzine žice

$$U = 2 \frac{U_m}{\pi} \cos \alpha \quad (11)$$

gde je:

α - ugao upravljanja tiristora,

$U_m = 60 \sqrt{2}$ - maksimalna vrednost sekundarnog napona.

Ako se ovde uvrsti uslov za napon žarenja dat jednačinom (10), biće:

$$\alpha = \arccos \frac{7 \pi \sqrt{v}}{2 U_m} = \arccos (0,1296 \sqrt{v}) \quad (12)$$

gde je:

v - brzina protoka žice

Zavisnost (12) data je grafički na slici 2. Sa dijagrama se vidi da je ostvarena linearna zavisnost u opsegu brzina (10 do 45) m/s. Taj deo krive može se aproksimirati pravom:

$$\alpha = -0,982 \cdot v + 74,21 [^\circ] \quad (13)$$

Ako sa U_T obeležimo tačnu vrednost potrebnog napona žarenja, a sa U_1 vrednost koju daje linearizacija, izraz za relativnu grešku napona biće:

$$\delta U = \frac{U_1 - U_T}{U_T} \cdot 100 = \left(\frac{U_1}{U_T} - 1 \right) \cdot 100 [\%] \quad (14)$$

a relativna greška u temperaturi:

$$\delta t = \left(\frac{U_1^2}{U_T^2} - 1 \right) \cdot 100 [\%] \quad (15)$$

Za date brojne podatke greška u temperaturi žice ne prelazi 5 %.

ZAKLJUČAK - Mašina za izvlačenje u čijem sastavu radi ovakav žarni uređaj radi u opsegu brzina unutar linearne oblasti dijagrama na slici 2, pa predloženo rešenje u potpunosti zadovoljava. Upravljačka elektronika mora samo obezbediti linearnu vezu napona tahogeneratora (odgovara brzini) i ugla paljenja, kao i svodjenje izlaznog napona na nulu pri brzina manjim od 10 m/s (start mašine).

Prednost ovakvog rešenja ogleda se u jednostavnosti samog uređaja, jednostavnosti podešavanja i održavanja i povećanoj pouzdanosti. Izvesno odstupanje od idealnog napona žarenja može se tolerisati jer se žarenje dobro vrši u relativno širokom opsegu temperatura.

LITERATURA

1. Branislav Djurić, TIRISTORI, Tehnička knjiga, Beograd, 1980.
2. Projektna dokumentacija za mašinu za izvlačenje bakarne žice M 10 firme "NIEHOFF" u Fabrici lak žice - Bor