

SISTEM MICROPROCESORAL DE CONTROL AL TREFILORULUI CU MODUL DE RECOACERE A FIRULUI

VADIM CAZAC, ILIE NUCA, TUDOR CIURU

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În lucrare se propune o schemă funcțională a strungului cu elementele de acționare și comandă cu considerația particularităților procesului tehnologic. În baza simulării sistemului de trefilare în mediul MatLab Simulink au fost studiate procesele tranzitorii și optimizate regulatoarele sistemului de comandă. A fost elaborată schema de reglare vectorială a acționărilor trefilorului în baza unui nou criteriu de reglare automată a forței de tensionare a mecanismului de bobinat.

Cuvinte cheie: trefilare, recoacere, acționare electric, sistem de control, microprocesor, reglare vectorială, filieră, modelare, simulare,

1. Introducere

Direcția de bază a dezvoltării producerii firelor pentru cabluri electrice este implementarea unor tehnologii mai performante, care ar permite atât intensificarea procesului de producere, reducerea consumului de energie, ridicarea eficienței economice, cât și obținerea unor produse cu proprietăți fizice dorite.

Scopul principal al lucrării constă în elaborarea sistemului de control unic al trefilorului și modulului de recoacere pentru sporirea productivității și calității procesului tehnologic de fabricare a firelor electrice.

Trefilarea reprezintă tragerea metalului printr-un orificiu îngust (fig.1)

Avantaje:

- dimensiuni de o exactitate înaltă a firului
- calitate înaltă a suprafeței firului
- obținerea unor caracteristici mecanice superioare
- nu sunt pierderi de metal în timpul procesului de prelucrare

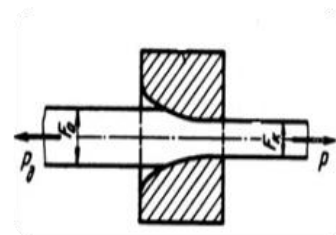


Fig.1 Schema principiului de trefilare (p-forța de trefilare) [1]

Procesul de trefilare are loc la o viteză de 50 m/s (în medie 20 - 25 m/s).

În fig.2 este reprezentat schema procesului tehnologic la subțierea firului de cupru cu etapele ce au loc pînă și după trefilare



Fig.2 Schema procesului tehnologic de trefilare [1]

Forța de trefilare este dezvoltată de către tambururile de tracțiune și forța de frecare care apare la contactul dintre tambur și firul preluat de tambur. Aceasta depinde în mare măsură de coeficientul de frecare în filieră f și unghiul de lucru al acesteia α

Forța de trefilare se determină conform relației (1):

$$P = \sigma_{curg.Al} \cdot F_0 - F_1 \cdot (1 + fctg\alpha) = 120 \cdot (1.13 - 0.02) \cdot (1 + 0.6ctg^06) = 324.4 \text{ N} \quad (1)$$

$f=0.6$ –coeficientul de frecare în filiere

$\alpha=0^6$ –unghiul de lucru al filierei

$\sigma_{\text{curg. Al}} = 120 \text{ N/mm}^2$ - limita de curgere a aluminiului
 F_0 F_1 -secțiunea înainte și după trefilare a conductorului

2. Tratarea termică a firului trefilat (recoacerea)

Recoacere - este un mod de prelucrare termică, la care după înferbântare, menținere și răcire bruscă se obține un metal moale și plastic, liber de tensiunile interioare. Valoarea temperaturii, utilizate la recoacere poate fi mai sus sau mai jos de cele critice, la care metalul suportă transformări interioare. Durata de recoacere depinde de masa, natura și structura inițială a metalului tratat, aceasta este determinată și de proprietățile pe care vrem să le obținem în urma tratării. Viteza de răcire se determină din compoziția metalului și duritatea lui care vrem să obținem după tratare.

Principiul de funcționare a acestui modul se bazează pe inducția în firul trefilat a unei tensiuni electromotoare ce determină apariția unor curenți turbionari (Foucault), curenții electrici turbionari induși produc căldură prin efect Joule astfel are loc recoacerea prin inducție a firului.

Viteza de tratare a firelor este de 20-40 m/min, consumul specific de energie electrică este de circa 70 kWh/t. Randamentul global este cuprins între 0,5 și 0,65, aceasta scăzând cu diametrul și este puțin dependent de frecvența utilizată. Frecvența minimă a inductorului f_{min} este impusă de raza minimă a firului tratat.

În baza analizei particularităților procesului tehnologic au fost formulate cerințe tehnologice generale către sistemul de automatizare a acționării:

- asigurarea vitezei și tensiunii din fir prescrise, pornire lentă în funcție de forța de tensionare din fir.
- asigurarea tensiunii din fir prescrise pentru a exclude ruperea firului, viteză ridicată de bobinare.
- prescrierea temperaturii necesare, reglarea fluxului de energie în funcție de viteza liniară a firului.

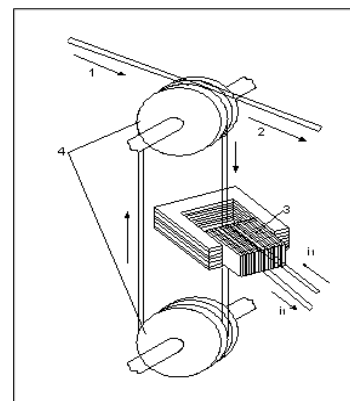


Fig.3 Schema de principiu a inductorului modulului de recoacere [3]

3. Modelul matematic al mașinii de lucru

Relațiile (2) reprezintă modelul matematic al mașinii de lucru: trefilul și mecanismul de bobinat în ansamblu, legătura mecanică între aceste două mecanisme este efectuată prin intermediul firului trefilat. Din prima relație se vede că forța de tensionare la bobinare (și la recoacere) depinde de diferența vitezelor liniare a firului la eșire din trefil și viteza liniară a tamburului mecanismului de bobinat [2].

$$\left. \begin{aligned} F_T(S) &= (V_{LM2}(S) - V_{LM1}(S)) \cdot \frac{E_{Cu} \cdot S_{cond.}}{L_k(S)} \\ V_{LM2} &= \omega_{M2}(S) \cdot \frac{R_T(S)}{i_{red.}} \\ \omega_{M2}(S) &= M_{din}(S) \frac{1}{J_\Sigma(S)} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

unde: F_T -forța de tensionare; V_{LM1} -viteza liniară a firului; V_{LM2} -viteza liniară a tamburului mecanismului de bobinat; $S_{\text{cond.}}$ -secțiunea conductorului; L_k -lungimea de lucru a strungului; R_T -raza tamburului; E_{Cu} -coeficient de elasticitate a cuprului.

6.Rezultatele simulării

Conform schemei simulink utilizate (fig.5) au fost simulate procesele tranzitorii ce au loc în sistem [4].

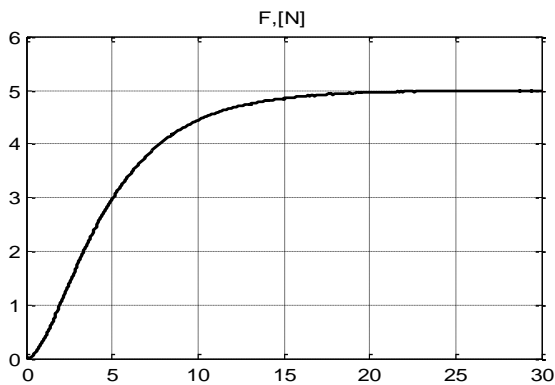


Fig. 6 Variația forței de tensionare la pornirea acțiunii

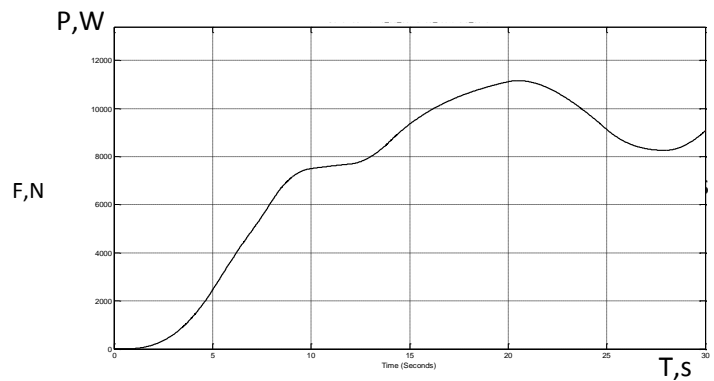


Fig. 7 Dependența puterii elementului de inducție la o variație a vitezei liniare a firului.

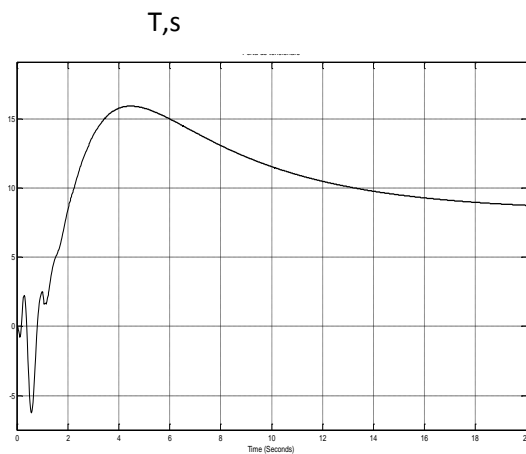


Fig. 8 Forța de tensionare la reglare fără bucla de reacție

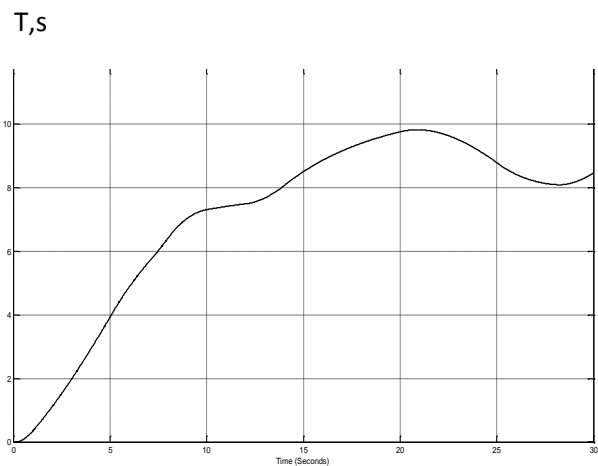


Fig. 9 Variația vitezei liniare a firului

Concluzii

Valoarea practică a lucrării constă în faptul că în urma elaborării acțiunii automate a strungului de trefilare și a sistemului de comandă se asigură o reglare fină a procesului tehnologic, o calitate mai înaltă a firului, o productivitate mai mare, monitorizarea și stocarea informației despre parametrii tehnologici de funcționare a strungului, ridicarea caracteristicilor de exploatare.

Bibliografie

1. Красильников Л.А. „Волочильщик проволоки” Издание 3-е, Москва, Металлургия, 1987. 320 с.
2. Радионов А.А. „Автоматизированный электропривод совмещенного прокатно-волочильного проволочного стана” Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук Магнитогорск, 2009.
3. N.Golovanov, I Șora ș.a. „Electrotermie și Electrotehnologii” Vol.1 Editura Tehnică București, 1997. 420 foi. ISBN 973-31-1144-9.
4. Cazac Vadim „Sistem de trefilare microprocesoral cu motoare asincrone “. Teză de licență UTM, Chișinău, 2010.