

STUDIUL PRIVIND STABILIREA FORTEI DE TRAGERE LA TREFILARE PENTRU FIRE ULTRASUBTIRI

Studentii anul I, Fac. Transporturi: **NEAGU Andrei, OLTEANU Gabriel-Cătălin, VIERU Emanuel Mihai, VÎLSAN Alexandru**

Conducător Științific : Prof. Dr. Ing. Pleșca Marcel

REZUMAT: Trefilarea este un procedeu de deformare plastică ce constă în trecerea forțată a materialului, sub acțiunea unei forțe de tracțiune, printr-un orificiu a cărui secțiune transversală este mai mică decât a semifabricatului prelucrat. Trefilarea se desfășoară la rece și este însoțită de ecruisarea puternică a materialului, care mărește rezistența la rupere a materialului de până la 2-2,5 ori.

1. INTRODUCERE

Literatura de specialitate prezintă numeroase expresii matematice pentru determinarea forței de tragere la trefilare, expresiile având un conținut diferit, variind de la autor la autor:

$$F = \left\{ \sigma_m \left(1 + \frac{tg\alpha}{\mu_f} \right) \left[1 - \left(\frac{d}{d_0} \right)^{2 \frac{\mu_f}{tg\alpha}} \right] + \sigma_q \cdot \left(\frac{d}{d_0} \right)^{2 \frac{\mu_f}{tg\alpha}} \right\} \cdot \frac{\pi d^2}{4}$$

sau expresia :

$$F_{tr} = \sigma_c \left[4\mu \frac{l}{d} + (1 + \mu ctg\alpha) \frac{d_0^2 - d^2}{d^2} \right] \cdot \frac{\pi d^2}{4}$$

precum și alte expresii pe care nu le mai prezentăm. Nu se poate face afirmația că o anumită formulă determină mai exact forța de tragere la trefilare decât o altă expresie. Numai rezultatele practice obținute în condiții concrete de lucru pot să stabilească acest aspect.

2. STADIUL ACTUAL

Ținând cont că în cazul trefilării microfiredelor din materiale metalice neferoase, anumiți parametri ai filierei rămân constanti (vezi faza I), voi prezenta în continuare un model matematic pentru stabilirea forței de tragere la trefilare. Din expresia ce o voi determina se pot separa atât eforturile din conul de deformare cât și eforturile ce apar în zona de calibrare.

Forța de tragere F se poate calcula analitic cu relația:

$$F = \sigma_T S \quad (3)$$

unde:

σ_T - este tensiunea totală de tragere în daN/mm^2 ;

S - secțiunea firului după tragere în mm^2 .

3. CERINTE PENTRU LUCRARE

Considerând profilul zonei de lucru conic, calculul tensiunii de tragere σ_T (din zona conică a filierei) se poate face utilizând ecuația de echilibru a forțelor care acționează asupra unui volum elementar $MNN'M'$ de material din zona de deformare (fig.1.)

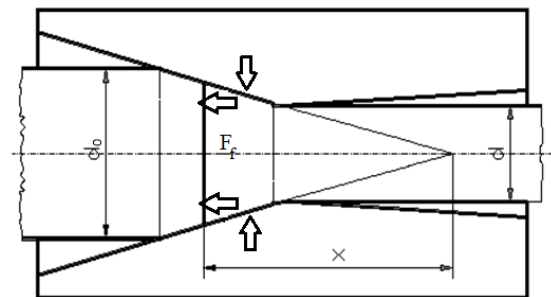


Fig.1 Schema eforturilor unitare în conul de deformare la trefilare.

3.1 Determinarea efortului unitar la iesirea din zona de deformare

Rezolvind forțele pe elementul MNN'M' in directie orizontala se obtine:

$$(\sigma_x + d\sigma_x)\pi(r + dr)^2 + \frac{2\pi r dr}{\sin \alpha} \cdot \sigma_n (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) - \sigma_x \pi r^2 = 0 \quad (4)$$

sau

$$-rd\sigma_x = 2dr[\sigma_n(1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha) + \sigma_x] \quad (5)$$

Presupunind ca σ_n este o sollicitare principala actionind intr-o directie perpendiculara pe axa firului, lucru adevarat pentru unghiuri mici, putem considera:

$$\sigma_n = \sigma_m - \sigma_x \quad (6)$$

si

$$\mu \operatorname{ctg} \alpha = \delta \quad (7)$$

Inlocuind (6) si (7) in (5) se obtine:

$$\frac{2dr}{r} = \frac{d\sigma_x}{\delta\sigma_x - \sigma_n(1 + \delta)} \quad (8)$$

Dupa integrare se obtine:

$$\delta\sigma_x - \sigma_n(1 + \delta) = c \cdot r^{2\delta} \quad (9)$$

unde c este o constanta ce se determina din conditiile de limita:

- pentru $r = \frac{d}{2}$, $\sigma_x = \sigma_t$, ecuatia (9) devine:

$$\delta\sigma_x - \sigma_n(1 + \delta) = r^{2\delta} \cdot \frac{\delta\sigma_t - \sigma_n(1 + \delta)}{\left(\frac{d}{2}\right)^{2\delta}} \quad (10)$$

- pentru $r = \frac{d_0}{2}$, $\sigma_x = 0$ si facind substitutia

$R = \frac{d_0^2}{d^2}$ ecuatia (10) va conduce la determinarea efortului unitar la iesirea din zona de deformare:

$$\sigma_t = \sigma_m \left(1 + \frac{1}{\delta}\right) \left(1 - \frac{1}{R^\delta}\right)$$

3.2 Determinarea fortelor necesare tragerii firului prin zona de calibrare

Pentru estimarea fortelor necesare tragerii firului prin zona de calibrare se poate scrie ecuatia de echilibru a fortelor care actioneaza pe suprafetele volumului elementar din zona de calibrare (fig.2)

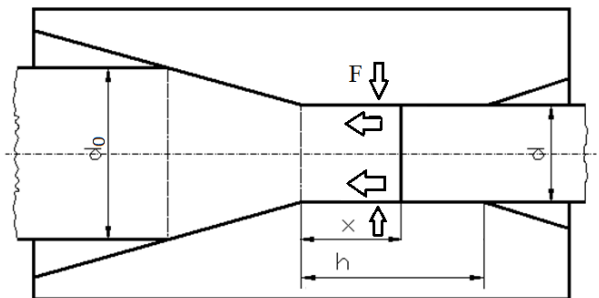


Fig. 2. Schema eforturilor unitare în zona de calibrare a filierei.

$$\frac{\pi d^2}{4} (\sigma_{xc} + d\sigma_{xc}) + \pi d \mu \sigma_{nc} \cdot dx = \frac{\pi d^2}{4} \sigma_{xc} \quad (12)$$

Dupa reducerea termenilor asemenea expresia de mai sus devine:

$$\frac{4\mu}{d} dx = \frac{d\sigma_{xc}}{\mu(\sigma_{xc} - \sigma_m)} \quad (13)$$

sau

$$e^{\frac{4\mu x}{d}} = c(\sigma_{xc} - \sigma_m) \quad (14)$$

constanta c determinandu-se din conditiile de limita:

$$x = h_c; \quad \sigma_{xc} = \sigma_t, \quad c = e^{\frac{4\mu x}{d}} (\sigma_t - \sigma_m)^{-1}$$

Efortul unitar total σ_T ce apare pe sectiunea firului la iesirea din zona de calibrare se obtine pentru $x=0$. Cu aceste conditii se obtine din (14)

$$\sigma_T = (\sigma_t - \sigma_m) \cdot e^{-\frac{4\mu h_c}{d}} + \sigma_m \quad (15)$$

Tinind cont de valoarea efortului unitar σ_t din expresia (11) relatia (15) devine:

$$\sigma_T = \sigma_m \left[1 + \frac{1}{\delta} e^{-\frac{4\mu h_c}{d}} - \left(1 + \frac{1}{\delta} \right) e^{-\frac{4\mu h_c}{d}} \cdot \frac{1}{R^\delta} \right] \quad (16)$$

Avind in vedere ca pentru dimensiuni sub 300 μm lungimea zonei de calibrare $h_c = 0,5 d$ (tabelul 5), unghiul conului de lucru este $2\alpha = 16^\circ$ (vezi faza I), iar μ are o valoare constanta pentru o prelucrare data, putem considera ca fiind constante expresiile:

$$1 + \frac{1}{\delta} e^{-2\mu} = k_1 \quad (17)$$

$$\left(1 + \frac{1}{\delta} \right) e^{-2\mu} = k_2 \quad (18)$$

iar relatia (16) devine:

$$\sigma_T = \sigma_m \left(k_1 - k_2 \frac{1}{R^\delta} \right) \quad (19)$$

Cu aceasta ultima expresie, forta de tractiune necesara tragerii unui proces de trefilare este:

$$F = \sigma_m \left(k_1 - k_2 \frac{1}{R^\delta} \right) \frac{\pi d^2}{4} \quad (20)$$

4. CONCLUZII

Din analiza acestei formule se poate deduce ca aceasta da o imagine de ansamblu a principalilor factori ce influenteaza procesarea firelor si anume: rezistenta medie de deformare a metalului, unghiul de deschidere al conului de lucru, expresia coeficientului de frecare intre suprafetele de contact, gradul de deformare.

5. BIBLIOGRAFIE

1. Tehnologii de fabricație – Pleșca Marcel

