

Aspecte legate de procesul îndoirii tablelor supuse expandării

S.I. ing. ec. **Laurentiu Jitaru*** Prof. dr. ing. **Ion Sporea****

* Universitatea „Aurel Vlaicu” din Arad, e-mail laurentiu_j@yahoo.com

** Universitatea „Politehnica” Timisoara

Cuvinte cheie: tensiune, îndoire, coeficient de pozitie

1 Introducere

În procesul tehnologic de expandare a tablelor, apare inerent fenomenul de îndoire, în care semifabricatul (tabla plană) se curbează pe axa (planul) longitudinală, conform fig. 1 [1].

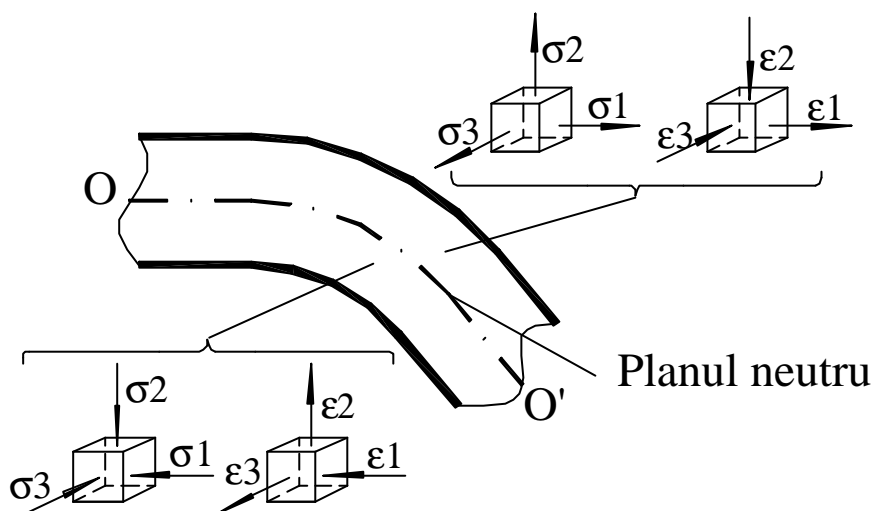


Fig. 1 Starea de tensiuni și deformări la îndoire

În zona de îndoire apar simultan tensiuni de întindere (la exterior) și de compresiune (la interior) față de planul neutru O-O', prezentat în fig. 1.

O consecință a apariției tensiunilor din zona de curbare o constituie denaturarea secțiunii transversale: subțiere în exterior (întindere) și îngrosare în interior (încetire) datorită comprimării.

În cazul plasticității reduse materialul poate să se fisureze (crape) în exterior [2].

Fenomenele cresc în intensitate odată cu creșterea raportului $\frac{r}{g}$, în care:

- r – raza de îndoire;
- g – grosimea semifabricatului.

Întrucât subțierea este mai mare decât îngrosarea, semifabricatul se lungeste în final față de lungimea inițială, de aceea lungimea semifabricatului în porțiunea curba se stabilește pe baza lungimii fibrei neutre [2]:

$$x = \frac{\pi \cdot \chi}{180} \cdot R_C \quad (1)$$

în care:

$$R_C = r + K \cdot g \quad (2)$$

coeficientul K se determina în functie de raportul $\frac{r}{g}$.

2 Procesul de îndoire

Îndoirea este „încovoierea semifabricatului după o linie dreaptă” [3], [4], și reprezintă un proces de deformare elasto-plastic ce se realizează pe seama deformărilor remanente, care apar în material în timpul deformării.

La îndoire, materialul semifabricatului se tensionează și se deformează numai în zona învecinată liniei de îndoire [3].

În zona de îndoire, se înregistrează solicitări de compresiune longitudinală și de întindere transversală în straturile interioare și solicitări de întindere longitudinală și compresiune transversală în straturile exterioare, după cum se prezintă în fig. 2 [5].

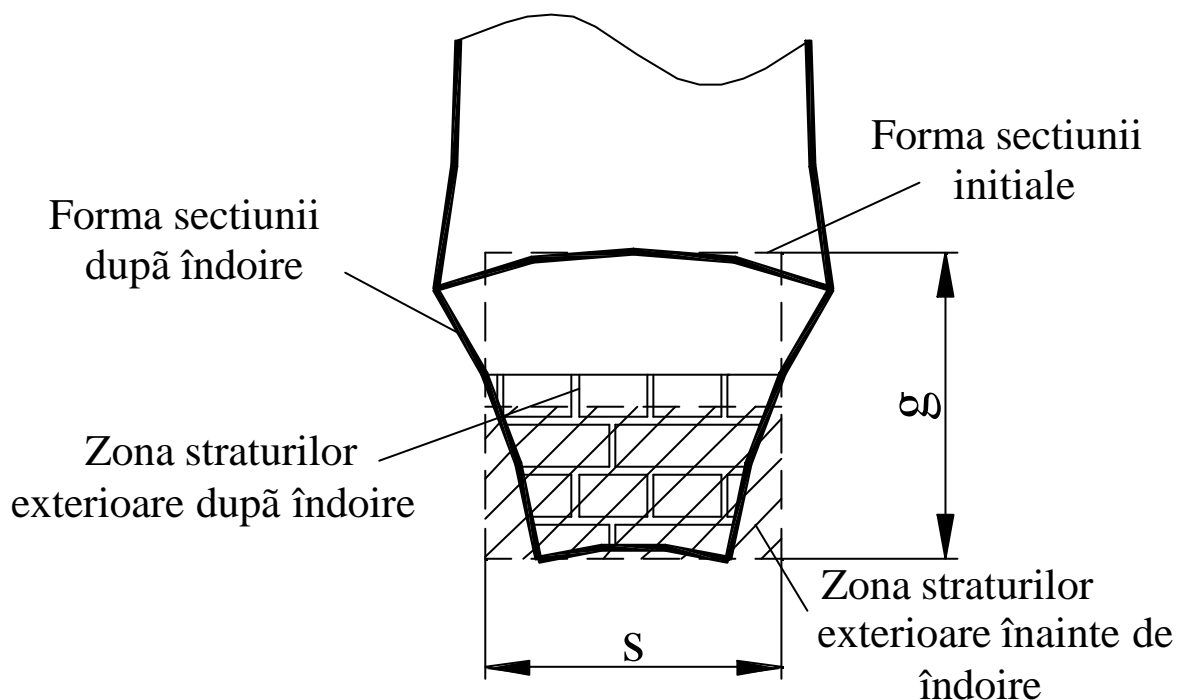


Fig. 2 Forma secțiunii transversale în zona de îndoire, cu prezentarea straturilor exterioare din zona îndoită

După îndoire, în funcție de lungime, se constată că, straturile de material situate spre exteriorul părții îndoite se întind în direcție longitudinală, producând alungirea materialului, iar straturile de material dinspre interior ale părții îndoite se scurtează, producând compresiunea materialului. Această alungire și compresiune a straturilor de material este prezentată schematic în fig. 3.

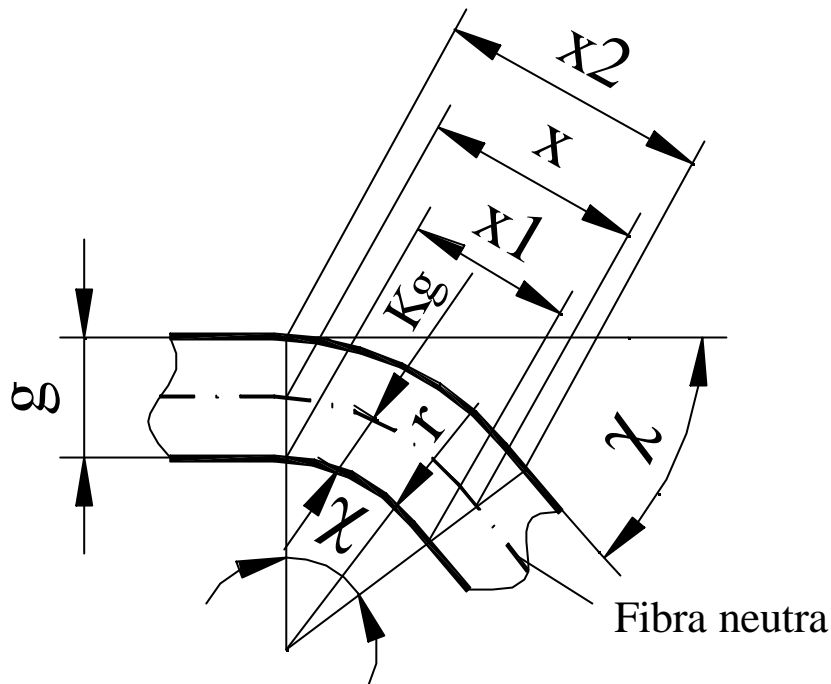


Fig. 3 Alungirea si compresiunea straturilor de material din zona îndoita

Cu ajutorul notatiilor din fig. 3, se prezinta matematic alungirea straturilor exterioare si scurtarea straturilor interioare de material a semifabricatului dupa îndoire.

Lungimea x a fibrei neutre a materialului semifabricatului înainte si dupa îndoire este:

$$x = \chi \cdot (r + K \cdot g) \quad (3)$$

unde:

- χ – unghiul de îndoire [rad];
- r – raza de îndoire;
- g – grosimea semifabricatului;
- K – coeficient de pozitie a fibrei neutre.

Lungimea x_1 a stratului dinspre interior a materialului semifabricatului dupa îndoire este:

$$x_1 = \chi \cdot r \quad (4)$$

Lungimea x_2 a stratului dinspre exterior a materialului semifabricatului dupa îndoire este:

$$x_2 = \chi \cdot (r + g) \quad (5)$$

Straturile interioare si exterioare ale materialului semifabricatului înainte de îndoire au aceeasi lungime x ca si fibra neutra, putându-se astfel determina relatiile de calcul ale valorilor y cu care stratul dinspre interiorul îndoirii se scurteaza si y_1 cu care stratul dinspre exteriorul îndoirii se lungeste.

$$y = \chi \cdot K \cdot g$$

(6)

$$y_1 = \chi \cdot g \cdot (1 - K)$$

Pentru a se depasi deformatiile elastice si a se produce deformatii remanente, se impune ca sollicitarea straturilor tensionate sa atinga valoarea limita de curgere a materialului semifabricatului [4].

Pentru ca deformatia sa aiba caracter remanent trebuie sa fie îndeplinita inegalitatea:

$$\sigma_c \leq E \cdot \varepsilon$$

unde:

- σ_c – limita de curgere;
- E – modulul de elasticitate;
- ε - alungirea specifica.

Procesul de expandare se realizeaza cu îndoirea puntitei dintre doua rînduri de crestare ce are latimea s .

La procesul de îndoire a puntitei dintre doua rînduri de crestaturi din cadrul expandarii, cu raportare la pozitia fibrei neutre, se va determina valoarea razei minime de îndoire [5], ca fiind:

$$r_{\min} = g \cdot \left(\frac{1-K}{\varepsilon} - K \right) \quad (7)$$

unde e – alungirea specifica.

Coeficientul de pozitie K al fibrei neutre este determinat experimental în functie de raportul $\frac{r}{g}$, ale carui valori sunt date în tab. 1.

Tab. 1 Tabelul cu valorile coeficientului de pozitie K al fibrei neutre

Valorile raportului $\frac{r}{g}$	0,1	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Valorile coeficientului K	0,18	0,26	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,43

De precizat faptul ca la valori ale raportului $\frac{r}{g} > 5$ fenomenul de lungire lipseste.

Cu ajutorul datelor din tab. 1 si a programului utilitar MACAD 2000 PROFESIONAL s-a determinat expresia matematica a unui polinom de interpolare care sa descrie aproximativ variatia coeficientului de pozitie K în functie de raportul $\frac{r}{g}$.

Reprezentările grafice ale coeficientului de pozitie K în functie de raportul $\frac{r}{g}$ și a polinomului de interpolare $f(x)$ sunt realizate în fig. 4.

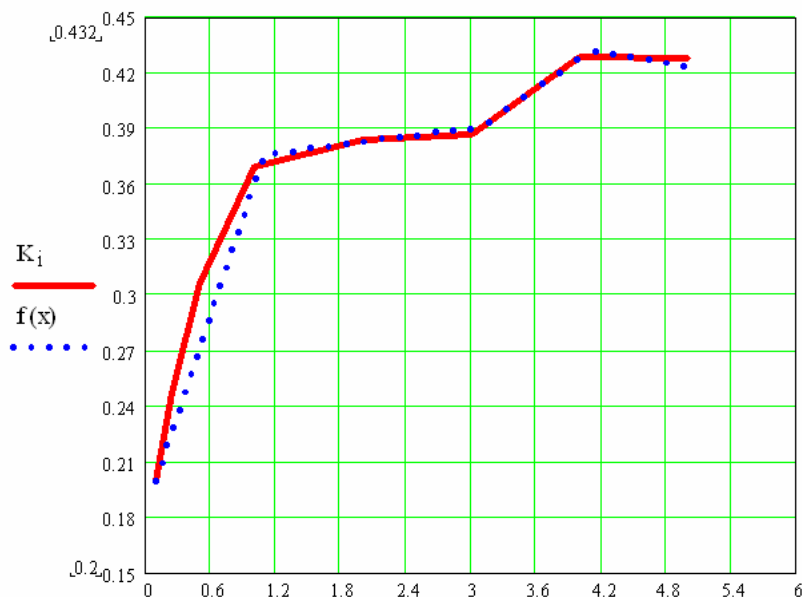


Fig. 4 Reprezentările grafice ale coeficientului de pozitie K și a polinomului de interpolare $f(x)$ în functie de raportul $\frac{r}{g}$

Polinomul de interpolare $f(x)$ are expresia matematică:

$$f(x) = 0,099 + 0,928 \cdot \frac{r}{g} - 1,316 \cdot \left(\frac{r}{g}\right)^2 + 0,902 \cdot \left(\frac{r}{g}\right)^3 - 0,312 \cdot \left(\frac{r}{g}\right)^4 + 0,052 \cdot \left(\frac{r}{g}\right)^5 - 0,003386 \cdot \left(\frac{r}{g}\right)^6$$

3 Concluzii

În cazul îndoirii semifabricatului, poziția fibrei neutre nu rămâne la mijlocul grosimii acestuia ci se deplasează, situându-se la o distanță $r + Kg$ de centrul de îndoire. Pe baza acestei deplasări a fibrei neutre s-a determinat valoarea y cu care stratul dinspre interiorul îndoirii se scurtează și valoarea y_1 cu care stratul dinspre exteriorul îndoirii se lungeste.

Coeficientul de pozitie K al fibrei neutre fiind determinat experimental în functie de raportul $\frac{r}{g}$, s-a determinat expresia unui polinom de interpolare care să descrie aproximativ variația coeficientului K .

Bibliografie

- 1 Sporea I. ***Tehnologia materialelor.*** Vol. II, Litografia I.P., Timisoara, 1983
- 2 Popescu V.I. ***Tehnologia forjarii si extrudarii.*** Ed. Didactica si pedagogica, Bucuresti, 1967
- 3 Iliescu C. ***Tehnologia stantarii si matritarii la rece.*** Ed. Didactica si pedagogica, Bucuresti, 1977
- 4 Rosinger St. ***Tehnologia presarii la rece.*** Litografia I.P., Timisoara, 1977
- 5 Munteanu I., Olariu V., Bosca S. ***Presare la rece.*** Ed. Tehnica, Bucuresti, 1969