

## 2.2 Solicitarea de forfecare II

Scopul cursului este de a demonstra și stabili modalitățile generice de abordare în ceea ce privește tratarea problemelor din Rezistența Materialelor din punctul de vedere al solicitării de forfecare.

Paragraful 2.2.5 are drept rol parcurgerea în detaliu și exemplificarea algoritmului de calcul pentru cazul unor tronsoane solicitate axial centric, îmbinate cu ajutorul unei îmbinări nituite (algoritm valabil și în cazul îmbinărilor cu șuruburi pășuite sau buloane), paragraful 2.2.6 fiind rezervat algoritmului de rezolvare din cazul unei îmbinări cu cordoane laterale de sudură.

Timpul alocat pentru parcurgerea capitolului 2.2 în întregime, inclusiv testul de auto-evaluare este de circa 3,5 ore.

După parcurgerea capitolului 2.2, studentul va putea:

- să diferențieze clar diversele tipuri de solicitare la care sunt supuse elementele componente ale unei probleme de Rezistența Materialelor;
- să aplice și să particularizeze relațiile generice de calcul prezentate în cadrul cursului;
- să identifice și să corecteze în timp util erorile de calcul sau de raționament (dezvoltarea așa-numitului simț tehnic).

### 2.2.5 Calculul îmbinărilor cu nituri

Indiferent de tipul operațiunii efectuate (dimensionare, verificare, etc.), trebuie să se facă de la bun început distincția clară dintre elementele de îmbinat (usual platbande sau profile complexe ce sunt solicitate la întindere/compresiune) și îmbinarea propriu-zisă dintre acestea, care, în cazul de față, va fi solicitată (va "lucra") simultan la strivire și forfecare (vezi paragraful 2.2.2).

Astfel, forța capabilă a unei îmbinări nituite se poate exprima în forma:

$$N_{\text{cap.}}^{\text{imb.}} = n \cdot R_n,$$

în care:

- $n$  - numărul efectiv de nituri al îmbinării;
- $R_n$  - rezistența unui singur nit din îmbinare.

Conform celor discutate în cadrul paragrafului 2.2.2, rezistența unui nit se determină ca fiind:

$$R_n = \min.[R_{\text{str}}, R_f],$$

valoarea minimă dintre rezistența unui nit din punctul de vedere al solicitării de strivire, respectiv, din punctul de vedere al forfecării acestuia (principiul cazului cel mai defavorabil).

Ținându-se seama de considerațiile făcute în cadrul paragrafului 2.2.2, rezistența unui nit din punctul de vedere al solicitării de strivire se obține cu relația:

$$R_{\text{str}} = A_{\text{str}} \cdot \sigma_{\text{astr}};$$

relație de tip efort capabil ce implică produsul dintre aria de strivire  $A_{\text{str}}$  și tensiunea normală admisibilă corespunzătoare solicitării în discuție (usual  $\sigma_{\text{astr}} = 2\sigma_a$ ).

Aria de strivire se calculează cu ajutorul unei expresii de forma:

$$A_{str} = d \cdot t_{min},$$

în care:

- $d$  - diametrul tijei nitului;
- $t_{min}$  - grosimea minimă a elementului sau a pachetului de elemente ce "lucrează" în același sens.

Prin simetrie de raționament, rezistența unui nit din punctul de vedere al solicitării de forfecare se exprimă în forma:

$$R_f = A_f \cdot \tau_{af},$$

deasemeni o relație de tip efort capabil, obținută prin produsul dintre aria de forfecare  $A_f$  și tensiunea tangențială admisibilă corespunzătoare solicitării de forfecare ( $\tau_{af} = 0,8\sigma_a$ ).

Aria de forfecare se calculează cu relația:

$$A_f = n^* \cdot \frac{\pi d^2}{4},$$

unde:

- $n^*$  - numărul de arii de forfecare de la nivelul tijei nitului;
- $\frac{\pi d^2}{4}$  - aria de forfecare a secțiunii transversale a tijei nitului de diametru  $d$ .

Obs.

Numărul de arii de forfecare  $n^*$  depinde de numărul de elemente ce lucrează în același sens precum și de respectarea criteriului de echilibrare între elemente a sarcinii axiale preluate (fig.1); se recomandă analizarea cu atenție a schemei de calcul a problemei (vezi exemple și comentarii seminar).

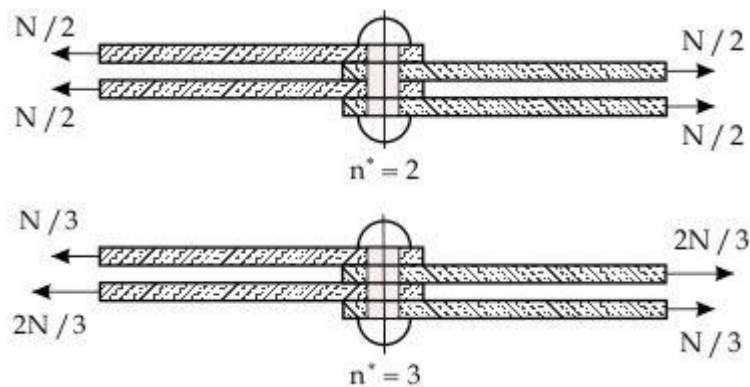


fig.1

Astfel, dimensionarea unei îmbinări cu nituri (sau șuruburi) implică stabilirea numărului necesar de nituri, cu relația:

$$n_{nec} = \frac{N}{R_n},$$

unde  $N$  reprezintă forța la care se face calculul, semnificația celorlalți termeni rămânând neschimbată.

În ceea ce privește operațiunea de verificare a unei îmbinări nituite, aceasta se poate realiza fie prin parcurgerea algoritmului de dimensionare și compararea numărului necesar de nituri cu cel efectiv (condiția de îndeplinit,  $n_{ef} \geq n_{nec}$ ), fie prin tratarea separată, din punctul de vedere al solicitărilor de strivire și forfecare (condiții simultane de îndeplinit,  $\sigma_{ef str} \leq \sigma_{astr}$ ;  $\tau_{ef} \leq \tau_{af}$ ).

### 2.2.6 Calculul îmbinărilor cu cordoane laterale de sudură

Indiferent de tipul operațiunii efectuate (dimensionare, verificare, etc.), și în acest caz trebuie să se facă de la bun început distincția clară dintre elementele de îmbinat (usual platbande sau profile complexe ce sunt solicitate la întindere/compresiune) și îmbinarea propriu-zisă dintre acestea, care, în cazul de față, va fi solicitată (va "lucra") la forfecare (vezi paragraful 2.2.4).

În acest caz, forța capabilă a îmbinării sudate se exprimă în forma:

$$N_{cap.}^{imb.} = A_s \cdot \tau_{as},$$

în care:

- $A_s$  - aria efectivă a îmbinării sudate;
- $\tau_{as}$  - tensiune tangențială admisibilă corespunzătoare solicitării de forfecare a cordonului lateral de sudură ( $\tau_{as} = 0,65\sigma_a$ ).

Aria efectivă a îmbinării sudate se determină cu expresia:

$$A_s = a \cdot l_s,$$

unde:

- $a$  - grosimea cordonului lateral de sudură ( $a = 0,7t_{min}$ , cu  $t_{min}$  grosimea minimă dintre cele două elemente ce pot fi solidarizate cu un singur cordon de sudură);
- $l_s$  - lungimea globală de calcul a cordonului lateral de sudură.

Astfel, dimensionarea unei îmbinări cu cordoane laterale de sudură se rezumă la determinarea, în primă instanță, a lungimii globale necesare de calcul a cordonului de sudură:

$$l_{s\ nec} = \frac{N}{0,7 t_{min} \cdot \tau_{as}},$$

unde  $N$  reprezintă forța la care se face calculul, semnificația celorlalți termeni rămânând neschimbată.

Pentru stabilirea lungimii finale (reale) a cordoanelor laterale de sudură trebuie luată în considerare schema exactă de calcul a problemei de rezolvat, plecându-se de la considerațiile de ordin general făcute în cadrul paragrafului 2.2.4.

De exemplu, pentru prinderea cu cordoane de sudură din figura 2, lungimea finală reală a unui cordon lateral de sudură va fi:

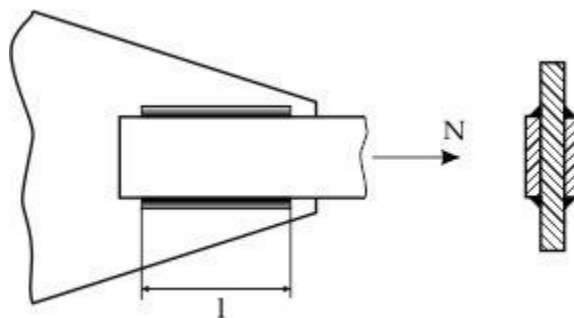


fig.2

$$l_{nec} = \frac{l_{s\ nec}}{4} + 2a,$$

cu aceeași semnificație a simbolurilor utilizate ca până acum, lungimea globală de calcul distribuindu-se în mod egal la cele patru cordoane de sudură, pentru obținerea valorii reale adunând un început și un sfârșit de cordon, convențional  $2a$  (vezi paragraful 2.2.4).

Obs.

Formula de calcul pentru lungimea finală a unui cordon de sudură nu este universal valabilă, aspectul acesteia depinzând de schema de calcul utilizată; astfel, în cazul în care există un cordon lateral de sudură și la partea frontală a platbandelor ce sunt solícitate axial-centric (fig.3), relația poate fi rescrisă:

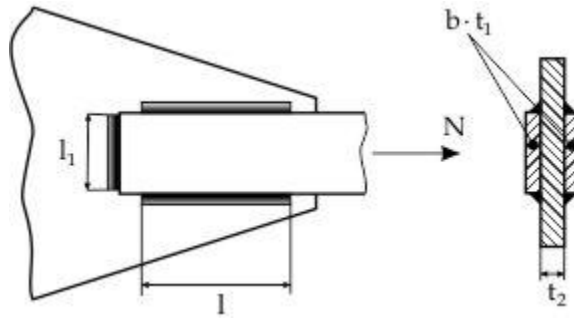


fig.3

$$l_{nec} = \frac{l_{s\ nec} - 2(l_1 - 2 \cdot 0,7 t_1)}{4} + 2 \cdot 0,7 t_1,$$

sau, în cazul execuției "dintr-o bucată" a cordonului de pe o parte a guseului (fig.4):

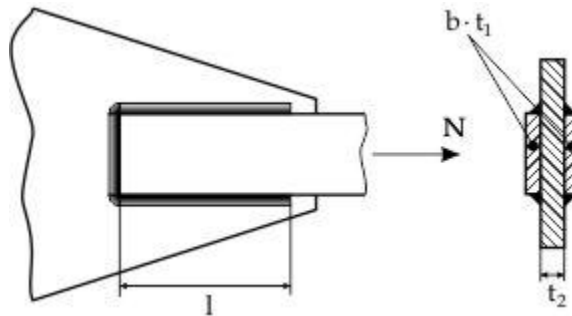


fig.4

$$l_{nec} = \frac{l_{s\ nec} - 2 \cdot b}{4} + a;$$

$$l_{nec} = \frac{l_{s\ nec} - 2 \cdot b}{4} + 0,7 t_1.$$

### Bibliografie

- Andreescu I., Mocanu Șt.,- *Compendiu de Rezistența Materialelor* (curs), Ed. MatrixRom, București, 2005, ISBN 973-685-869-3, (Cap.1, p.98÷103).
- Ungureanu I., Ispas B., Constantinescu E.,- *Rezistența Materialelor I* (curs), Universitatea Tehnică de Construcții București, 1995, (Cap.1, p.128÷136).
- Suport de curs de Rezistența Materialelor (ing.zi, ing.seral), format multimedia și site – Mocanu Șt., ediție de uz intern, Facultatea de Utilaj Tehnologic, 2006, (curs 6).

### Test de autoevaluare 2.2

1. Solicitarea de forfecare produce tensiuni (eforturi unitare) tangențiale cu distribuție uniformă pe întreaga suprafață a secțiunii (adevărat/fals).
2. Un nit este solicitat în exclusivitate la forfecare (adevărat/fals).
3. Niturile dintr-o îmbinare sunt solicitate la întindere/compresiune centrică (adevărat/fals).
4. Cu un singur nit pot fi prinse mai multe elemente de îmbinat (adevărat/fals).
5. Cu un singur cordon de sudură pot fi prinse doar două elemente de îmbinat (adevărat/fals).
6. Cordonul lateral de sudură este solicitat ("lucrează") la .....
7. Relațiile de calcul de la îmbinări nituite sunt valabile și în cazul îmbinărilor cu șuruburi păsuite (adevărat/fals).
8. Elementele îmbinate cu ajutorul unor cordoane laterale de sudură sunt solicitate la forfecare (adevărat/fals).
9. Un nit este solicitat simultan la .....
10. Elementele de îmbinat sunt solicitate la .....

### Sugestii privind rezolvarea testului de auto-evaluare 2.2

1. Adevărat.
2. Fals, tija nitului dintr-o îmbinare lucrează simultan la strivire și forfecare.
3. Fals, vezi întrebarea 2.
4. Adevărat.
5. Adevărat.
6. Forfecare.
7. Adevărat.
8. Fals, elementele de îmbinat sunt solicitate la întindere/compresiune centrică.
9. Strivire și forfecare.
10. Întindere / compresiune centrică.