

DESPRE CALCULUL ÎMBINĂRILOR PRIN FLANȘE

Autor: Daniela DIGORI

Conducător științific: conf. univ., dr. Anatolie TARANECO

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Îmbinările cele mai solicitate dintre elementele metalice pot fi realizate prin intermediul îmbinărilor prin flanșe. Acestea sunt alcătuite propriu-zis din flanșe și detalii de îmbinare. Datorită sistemului creat din piesele metalice date, ansamblul devine unul rezistent dar flexibil la acțiunile eforturilor de întindere, comprimare, încovoiere, sau chiar la acțiunea concomitentă a lor. Printr-un exemplu de calcul relevant al îmbinării “riglă-stâlp” este posibilă demonstrarea eficienței și accesibilității calculului îmbinărilor prin flanșe. Implementarea acestora în cadrul proiectării construcțiilor metalice are scopul de a oferi siguranță și accesibilitate sporită îmbinărilor dintre elementele portante.

Cuvinte cheie: Îmbinare, flanșe, buloane, sudură, elemente metalice.

1. Introducere

Îmbinările prin flanșe (ÎF) sunt utilizate în cazul unor eforturi mari ce apar la asamblarea elementelor metalice. Ele sunt ușor montabile și demontabile, dar care necesită un calcul ingineresc special.

Îmbinările prin flanșe constau din:

- Flanșe
- Detalii de îmbinare
- Garnitură între flanșe

Flanșele sunt piese din metal cu ajutorul cărora se realizează îmbinarea dintre elemente. Acestea se execută din platbande de oțel și servesc ca bază pentru detaliile de îmbinare.

Detaliile de îmbinare sunt: buloane, șuruburi, piulițe, șaibe. Se utilizează buloane de rezistență înaltă: M20, M24, M27, cu $R_{min} = 1100 \text{ MPa}$ și piulițe/șaibe de rezistență înaltă respectivă.

Elementele metalice utilizate pentru îmbinările prin flanșe pot fi: corniere cu laturile egale; grinzi dublu T; grinzi cu laturile paralele; platbande de oțel; profile îndoite pe contur închis, sudate; profile pătrate și dreptunghiulare; conducte de oțel.

Pentru elementele din îmbinare supuse întinderii, încovoierii sau acțiunii concomitente a acestora, se utilizează platbande de oțel cu condiția unor proprietăți mecanice bune în direcția grosimii laminării.

Flanșele se execută din aceeași marcă de oțel ca și elementele ce urmează a fi îmbinate și sudate. Între flanșe și aceste elemente trebuie să fie utilizată sudura de colț, fără tăierea muchiilor cordonului.

Îmbinările prin flanșe, în dependență de caracterul solicitărilor, pot fi compuse din zone supuse întinderii sau comprimării. Zonele întinse ale flanșelor transmit eforturile prin intermediul combinației “flanșă-bulon”, cele comprimate – prin alipirea completă dintre flanșe.

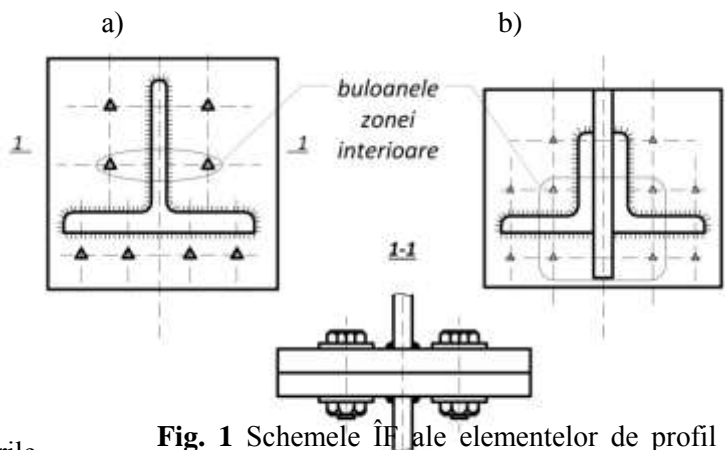
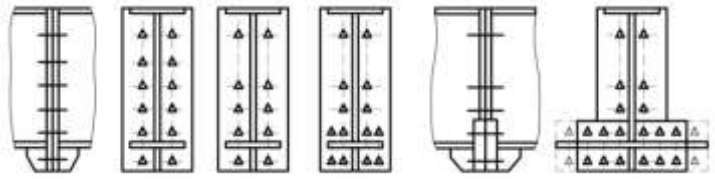


Fig. 1 Schemele ÎF ale elementelor de profil deschis

- a) ÎF din profil T
- b) ÎF a elementelor alcătuite din 2 corniere

Se utilizează următoarele combinații între flanșe și buloane:

Diametrul bulonului	Grosimea flanșei, mm
M20	20
M24	25
M27	30



a) b) c) d)

Fig. 2 Tipurile de îmbinări prin flanșe
a) cu distribuție simetrică a buloanelor
b) cu distribuție nesimetrică a buloanelor
c) cu concentrarea buloanelor în zona întinsă
d) cu flanșă componente

Buloanele din zona întinsă se împart în:

- Buloane din zona interioară (împrejmuite de pereții profilelor/ rigidizărilor din 2 sau mai multe părți)

- Buloane din zona exteriară (înconjurată dintr-o singură parte)

Caracteristicile de lucru și de calcul ale ÎF în aceste zone diferă.

Starea critică a ÎF e determinată de următoarele condiții:

- Efortul în cel mai solicitat bulon, determinat luând în considerație lucrul comun al tuturor buloanelor din îmbinare, nu trebuie să fie mai mare decât efortul de calcul la întindere a bulonului.

- Tensiunile de încovoiere în flanșe nu trebuie să fie mai mari decât rezistența de calcul a oțelului la limita de curgere.

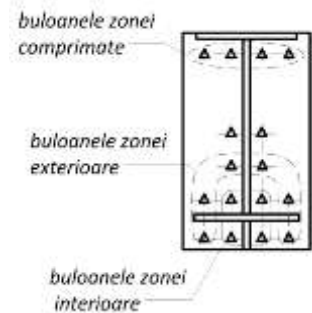


Fig. 3 Tipurile de buloane în ÎF

2. Calculul îmbinărilor prin flanșe

Date generale:

- Grinda compusă dublu T:
 - material: oțel C255, $R_y = 240 \text{ MPa}$;
 - coef. condițiilor de lucru: $\gamma_c = 1,0$;
 - caracteristicile secțiunii: $A_f = 78 \text{ cm}^2$;

$$A_w = 110 \text{ cm}^2; A = 266 \text{ cm}^2;$$

$$I_x = 600159 \text{ cm}^4; I_y = 19782 \text{ cm}^4;$$

$$W_x = 10529 \text{ cm}^3; W_y = 1014 \text{ cm}^3;$$

$$i_x = 47,5 \text{ cm}; i_y = 8,62 \text{ cm};$$

$$S_x = 3814 \text{ cm}^3; S_y = 761 \text{ cm}^3;$$

- Flanșa:
 - material: oțel 10Г2С1, $R_y = 325 \text{ MPa}$;

$$\delta = 25 \text{ mm};$$

- Șuruburi:

- tipul: M27, rez. de calcul la întindere:
 $R_{bn} = 0,7R_{bun} = 0,7 \cdot 1100 = 770 \text{ MPa}$;

- capacitatea portantă:

$$N_{bh} = R_{bn} A_{bn} = 770 \cdot 3,14 \cdot 0,027^2 / 4 = 353 \text{ kN};$$

- efortul de preîntindere: $P = 0,9N_{bh} = 318 \text{ kN}$;

- Eforturi de calcul:

$$N = -485 \text{ kN}; M_x = -2133 \text{ kNm};$$

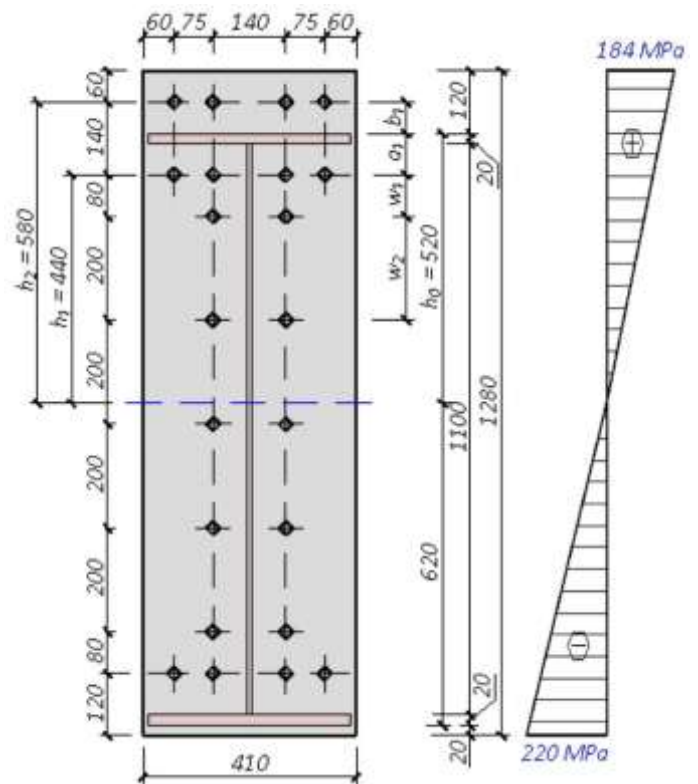


Fig. 4 Schema îmbinării prin flanșe

- Tensiunile normale maxime și minime în secțiunea grinzii din acțiunea eforturilor:

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W_x} - \frac{N}{A} = \frac{2133}{10529 \cdot 10^{-6}} - \frac{485}{266 \cdot 10^{-4}} = 184 \text{ MPa};$$

$$\sigma_{min} = -\frac{M}{W_x} - \frac{N}{A} = -\frac{2133}{10529 \cdot 10^{-6}} - \frac{485}{266 \cdot 10^{-4}} = -220 \text{ MPa};$$

- Coeficientul de asimetrie a tensiunilor:

$$m = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} = -1,19;$$

- Înălțimea zonei întinse a secțiunii grinzii compuse:

$$h_0 = \frac{h}{1 - m} = \frac{114}{1 + 1,19} = 52,0 \text{ cm};$$

Determinarea eforturilor de calcul din zona întinsă

- Conform Imaginii 2.11 avem următoarele dimensiuni:

$$a_1 = 8 \text{ cm}; w_1 = 8 \text{ cm}; w_2 = 20 \text{ cm};$$

- Înălțimea convențională a inimii din zona buloanelor tălpii întinse:

$$h_{w1} = a_1 + 0,5w_1 - t_f = 8 + 0,5 \cdot 8 - 2 = 10 \text{ cm};$$

- Aria convențională a inimii din zona buloanelor tălpii întinse:

$$A_{w1} = t_w h_{w1} = 1 \cdot 10 = 10 \text{ cm}^2;$$

- Efortul de calcul în talpa întinsă a grinzii compuse:

$$N_{f1} = (A_f - A_{w1})\sigma_{max} = (78 - 10) \cdot 10^{-4} \cdot 184 = \mathbf{1251 \text{ kN}}$$

- Rezistența îmbinării prin flanșe este asigurată dacă pentru $-\infty < m \leq 0$ și $\sigma_{max} > 0$ se îndeplinesc următoarele condiții:

$$N_{f1} \leq N_{ft1}$$

$$N_w \leq N_{wt}$$

Determinarea eforturilor capabile ale șuruburilor din zona întinsă:

- Efortul capabil de întindere, preluat de flanșă și buloanele zonei exterioare a tălpii se determină cu relația:

$$N_{ft1} = 1,8N_{bh} \left(k_1 + \frac{h_2}{h_1} \right) + N_{e,f} n_w \left(1 + \frac{h_2}{h_1} \right);$$

- Coeficientul $k_1 = 1$, deoarece $h > 50 \text{ cm}$;

- Distanțele de la axa neutră până la șirurile de buioane:

$$h_1 = h_0 + b_1 = 52 + 6 = 58 \text{ cm};$$

$$h_2 = h_0 - a_1 = 52 - 8 = 44 \text{ cm};$$

- Numărul de șuruburi la amplasare simetrică și prezența rigidizării verticale: $n_w = 2$;

- Lățimea de calcul a flanșei ce revine unui șurub al zonei exterioare: $w_{f1} = 7,5 \text{ cm}$;

- Distanța de la axa șuruburilor până la cordonul de sudură: $b_{f1} = b_1 - k_f = 6 - 1,6 = 4,4 \text{ cm}$;

- Coeficientul de rigiditate a șurubului:

$$\chi_{f1} = \frac{d^2}{w_{f1}(\delta + d/2)} \left(\frac{b_{f1}}{\delta} \right)^3 = \frac{2,7^2}{7,5(2,5 + 2,7/2)} \left(\frac{4,4}{2,5} \right)^3 = 1,376;$$

- Coeficientul:

$$\lambda_{f1} = 0,5088 - 0,2356 \cdot \lg \chi_{f1} = 0,476$$

- Efortul de calcul determinat din condiția de rezistență a îmbinării bulonate:

$$N_{Bf} = \lambda_{f1} N_{bh} = 0,476 \cdot 353 = \mathbf{168 \text{ kN}}$$

- Momentul de încovoiere în flanșă:

$$M_{f1} = \frac{w_{f1} \delta^2}{6} R_y = \frac{0,075 \cdot 0,025^2}{6} \cdot 325 \cdot 10^3 = 2,54 \text{ kNm};$$

- Parametrii:

$$\mu_{f1} = \frac{P \cdot b_{f1}}{M_{f1}} = \frac{318 \cdot 0,044}{2,54} = 5,51$$

$$\alpha_{f1} = 1,219;$$

- Efortul de calcul determinat din condiția de rezistență a flanșei la încovoiere:

$$N_{Ff} = 1,3 \frac{\alpha_{f1} + 1}{\alpha_{f1} \cdot \mu_{f1}} N_{bh} = 1,3 \cdot \frac{1,219 + 1}{1,219 \cdot 5,51} \cdot 353 = \mathbf{152 \text{ kN}};$$

- Efortul de calcul:

$$N_{e,f} = \min(N_{Bf}; N_{Ff}) = 152 \text{ kN};$$

- Efortul capabil:

$$N_{ft1} = 1,8 \cdot 353 \left(1,0 + \frac{44}{58}\right) + 152 \cdot 2 \left(1 + \frac{44}{58}\right) = 1652 \text{ kN} > 1251 \text{ kN};$$

Efortul capabil de întindere, preluat de flanșă și buloanele zonei întinse a inimii se determină cu relația:

$$N_{wt} = 2N_{e,w} \frac{n}{h_0} (h_2 - 0,5(n+1)w_1);$$

- Numărul de șururi ale buloanelor în limita înălțimii întinse a inimii: $n = 3$;
- Distanța de la axa șuruburilor până la cordonul de sudură vertical: $b_w = 6,5 - 1,0 = 5,5 \text{ cm}$;
- Coeficientul de rigiditate a șurubului:

$$\chi_w = \frac{d^2}{w_{f1}(\delta + d/2)} \left(\frac{b_w}{\delta}\right)^3 = \frac{2,7^2}{7,5(2,5 + 2,7/2)} \left(\frac{5,5}{2,5}\right)^3 = 2,688;$$

- Coeficientul:

$$\lambda_w = 0,5088 - 0,2356 \cdot \lg \chi_w = 0,408$$

- Efortul de calcul determinat din condiția de rezistență a îmbinării bulonate:

$$N_{Bw} = \lambda_w N_{bh} = 0,408 \cdot 353 = \mathbf{144 \text{ kN}}$$

- Momentul de încovoiere în flanșă:

$$M_w = M_{f1} = 2,54 \text{ kNm};$$

- Parametrii:

$$\mu_w = \frac{P \cdot b_w}{M_w} = \frac{318 \cdot 0,055}{2,54} = 6,88$$

$$\alpha_{f1} = 1,168;$$

- Efortul de calcul determinat din condiția de rezistență a flanșei la încovoiere:

$$N_{Fw} = 1,3 \frac{\alpha_w + 1}{\alpha_w \cdot \mu_w} N_{bh} = 1,3 \cdot \frac{1,168 + 1}{1,168 \cdot 6,88} \cdot 353 = \mathbf{124 \text{ kN}};$$

- Efortul de calcul:

$$N_{e,w} = \min(N_{Bw}; N_{Fw}) = 124 \text{ kN};$$

- Efortul capabil:

$$N_{wt} = 2 \cdot 124 \cdot \frac{3}{52} (44 - 0,5(3+1) \cdot 0,08) = 627 \text{ kN} > 386 \text{ kN};$$

Concluzie:

Exemplul de calcul al îmbinării “riglă-stâlp” demonstrează accesibilitatea calculului îmbinărilor prin flanșe. Acestea sunt utilizate pentru crearea unor îmbinări rigide dintre elementele metalice cele mai solicitate. Superioritatea acestor tipuri de îmbinări în condițiile de șantier constă în posibilitatea asamblării și demontării ulterioare relativ simple a elementelor.

Bibliografie:

1. Рекомендации по расчету, проектированию, изготовлению и монтажу фланцевых соединений стальных строительных конструкций, 1989