



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

SIGURANȚA STRUCTURILOR METALICE ÎN EXPLOATARE

Gelu OPRIȘA, Francisc WEBER

THE SAFETY IN EXPLOITING METALLIC CONSTRUCTIONS

The paper analyses the safety in exploiting metallic constructions. In order to verify the limit conditions, corrections were introduced by using some dimensionless numerical coefficients, determined for each analyzed limit condition, which will cover unfavorable influences of different factors.

Cuvinte cheie: siguranță, stare limită, coeficienți, îmbinare
Keywords: safety, level measurement, ratios, jointing

1. Generalități

Conceptul de siguranță a unui element sau a unei structuri metalice este studiat prin analizarea noțiunilor de stare limită și nivel de asigurare. În prezenta lucrare sunt tratate doar verificările la stările limită.

Siguranța unui element sau a structurii în ansamblu reprezintă o proprietate caracterizată printr-o probabilitate suficient de mare de a satisface, pe toată durata de serviciu prevăzută, o condiție de neatingere a stării limită considerată. Evaluarea siguranței unei structuri în raport cu starea limită considerată este dată de probabilitatea P^+ de realizare a evenimentului $C > S$, dată de formula:

$$P^+ = P(C > S) \quad (1)$$

În mod similar, gradul de nesiguranță este dat de probabilitatea P^- de realizare a evenimentului $C < S$ (probabilitatea de pierdere a capacității portante, de avarie), dată de formula:

$$P^- = 1 - P^+ = P(C < S) \quad (2)$$

În formulele (1) și (2), S reprezintă solicitările corespunzătoare, iar C capacitatea portantă a structurii.

Pe baza prevederilor din normele [1], [2] și [3], a lucrării [4], în analiza siguranței construcțiilor existente, au fost introduse corecții prin intermediul unor coeficienți numerici de reducere care să acopere influențele defavorabile ale diverșilor factori.

Verificarea siguranței structurilor și a elementelor metalice, după normele [1] și [2], se face în funcție de natura stării limită considerate, prin compararea grupărilor de acțiuni (ce au ca efect generarea de eforturi, tensiuni, deformații etc.) cu sisteme de valori omoloage (care sunt reprezentate prin rezistența și rigiditatea construcțiilor etc.) prin intermediul unor criterii de comparație ce sunt echivalente criteriului general de verificare a siguranței structurilor metalice, după norma [2], astfel:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,st} \quad (3)$$

unde:

$E_{d,dst}$, reprezintă efectul de calcul al acțiunilor destabilizatoare;

$E_{d,st}$, reprezintă efectul de calcul al acțiunilor stabilizatoare.

Principalii factori care influențează siguranța construcțiilor metalice, analizați în lucrarea [4], sunt:

- importanța elementului în structură notat cu a ;
- natura și nivelul solicitărilor notat cu b ;
- vechimea elementului notat cu c ;
- natura mediului agresiv notat cu k .

Coeficienții de reducere sunt diferențiați pentru fiecare stare limită analizată.

2. Coeficient de reducere pentru starea limită a capacității portante

În normele [2] și [3] relația de verificare la starea limită a capacității de rezistență se obține prin particularizarea relației (3) și

constă în a demonstra că solicitările de calcul nu depășesc capacitatea de rezistență a elementului R_d , fiind de forma:

$$S_d < R_d \quad (4)$$

Solicitările de calcul S_d sunt determinate destul de precis în funcție de scopul pentru care a fost concepută construcția și implicit structura de rezistență, pe baza ipotezelor de încărcare și a grupărilor de acțiuni. Acestea rămân constante la valorile stabilite în faza concepției, schimbarea valorilor încărcărilor poate fi posibilă doar cu schimbarea destinației construcției.

Influența factorilor specifici asupra siguranței elementului va fi evidențiată prin coeficientul β , subunitar, care afectează capacitatea de rezistență a elementului, astfel că relația (4) va deveni

$$S_d < \beta R_d \quad (5)$$

unde β va fi denumit coeficient de reducere pentru starea limită a capacității portante.

În mod evident:

$$\beta = f(a, b, c, k) \quad (6)$$

unde funcția f va fi determinată de condiția ca diminuarea lui R_d prin coeficientul β să nu fie mai mare de 25 %, ceea ce corespunde în general, cu rezervele capacității de rezistență acceptate la o proiectare eficientă.

Aceasta implică:

$$0,75 \leq \beta \leq 1,0 \quad \text{sau} \quad \beta \in [0,75; 1,0] \quad (7)$$

Pentru funcția β s-a adoptat formula:

$$\beta = bk\sqrt{ac} \quad (8)$$

Valorile factorilor ce intră în componența funcției β au fost determinate în lucrarea [4].

3. Coeficient de reducere pentru stările limită a exploatării normale și de serviciu

Factorii specifici care diminuează capacitatea de rezistență influențează și starea limită a exploatării normale a elementelor considerate separat și în ansamblu pentru structură.

Verificarea la starea limită a exploatării normale constă în a verifica dacă valorile:

$$\lambda_{\max} \leq \lambda_a, \quad (9)$$

pentru elementele solicitate axial și

$$f_{\max} \leq f_a \quad (10)$$

pentru elementele solicitate la încovoiere.

Pentru verificarea la starea limita de serviciu sunt prevăzute valorile deplasărilor elastice admise în sens transversal și longitudinal, notate cu $F_{a, str.}$, astfel încât deplasările maxime ale structurii în sens transversal și longitudinal, notate cu $F_{\max, str.}$, trebuie să satisfacă relația:

$$F_{\max, str} \leq F_{a, str.} \quad (11)$$

Valorile pentru λ_a, f_a și $F_{a, str.}$ sunt precizate în normele [2], [3], [5] și în lucrarea [6].

Factorul cu influența cea mai predominantă în analizarea stării limită a exploatării normale a elementelor și structurilor metalice îl constituie coroziunea. Pe toată durata de viață a elementului acțiunea coroziunii poate fi considerată ca încărcare cu caracter permanent, așa cum este prezentată în detaliu în lucrarea [4].

Slăbirile de secțiuni transversale ale elementelor conduc la valori mai mari pentru λ_{\max} și f_{\max} .

Dacă se notează cu α coeficientul de reducere pentru starea limită a exploatării normale, atunci:

$$\alpha = f(k, t) \quad (12)$$

unde:

k – factorul de agresivitate din lucrarea [4];

t – timpul în ani.

Relațiile (9)...(11) de verificare pentru stările limită a exploatării normale și de serviciu vor deveni:

$$\lambda_{\max} \leq \alpha \lambda_a \quad (13)$$

$$f_{\max} \leq \alpha f_a \quad (14)$$

$$F_{\max, str} \leq \alpha F_{a, str.} \quad (15)$$

Dacă se admite o variație liniară a procesului de coroziune în timp, indicată în lucrarea [7], pentru funcția f s-a determinat forma:

$$f(t) = 1.02 - \frac{t}{1000} \quad (16)$$

4. Siguranța îmbinărilor

În cazul analizării siguranței structurilor metalice existente trebuie analizate îmbinările de rezistență ale elementelor componente. Sunt analizate îmbinările cu tije (cu nituri și șuruburi de înaltă rezistență, pretensionate) și cele sudate. Relația (3) va deveni:

$$P_{\text{calcul}} \leq P_{\text{lim}}^{\text{min}} \quad (17)$$

în care:

P_{calcul} - efortul maxim de calcul ce acționează asupra nitului/S.I.R. cel mai solicitat sau în cordonul de sudură;

$P_{\text{lim}}^{\text{min}}$ - efortul limită minim ce poate fi preluat de nit/S.I.R. sau rezistența de calcul pentru cordoanele de sudură.

- în cazul îmbinărilor nituite

$$P_{\text{lim}}^{\text{min}} = \min(N_{\text{ef}}; N_{\text{cg}}) \quad (18)$$

unde N_{cf} și N_{cg} sunt eforturile capabile la forfecare respectiv la presiunea pe gaură (strivire). Rezistența de calcul la forfecare a nitului R_f^n are valoarea din norma [5], iar pentru rezistența la presiune pe gaură (strivire) propunem valoarea βR_p^n unde R_p^n are valorile din aceeași normă, iar β este coeficientul din [4];

- în cazul unei îmbinări cu S.I.R.P.

$$P_{\text{lim}}^{\text{min}} = m n_s \mu 0,8 A_n R_c \quad (19)$$

unde $m = 0,9$ (coeficient al condițiilor de lucru); $n_s = 2$ (nr. suprafețelor de forfecare din îmbinare); A_n - aria netă a tije șurubului; R_c - limita de curgere minimă a materialului din care este confecționat șurubul, iar μ este coeficientul de frecare (în funcție de calitatea oțelului și gradul de prelucrare a suprafețelor). Valorile coeficientului, după [3], sunt:

$\mu = 0,20$ (în lipsa unor informații sigure despre starea suprafețelor în contact corespunzătoare pentru clasa D);

$\mu = 0,30$ (pentru prelucrare cu flacăra folosind arzătoare cu flacăra lată sau mai multe becuri corespunzătoare clasei C);

$\mu = 0,40$ (pentru suprafețe decapate cu alicie sau nisip și vopsite cu silicat de zinc alcalin, corespunzătoare clasei B);

• în cazul îmbinărilor sudate dată fiind comportarea lor identică cu cea a materialului de bază la fenomene ca îmbătrânirea, ecrusajul etc. se propune ca în locul rezistențelor de calcul pentru cordoanele de sudură: R_c^c (la compresiune), R_t^s (la întindere), R_t^s (la forfecare) să se folosească $\beta R_c^s; \beta R_t^s; \beta R_t^s$ unde β este coeficientul din [4].

BIBLIOGRAFIE

- [1] * * * STAS 10100/0-75. *Principii generale de verificare a siguranței construcțiilor.*
- [2] * * * CR0-2005. *Cod de proiectare. Bazele proiectării structurilor în construcții.*
- [3] * * * NP042-2000, *Normativ privind prescripțiile generale de proiectare. Verificarea prin calcul a elementelor de construcții metalice și a îmbinărilor acestora.*
- [4] Oprișa, G., *Siguranța și consolidarea structurilor metalice industriale.* Editura Mirton, Timișoara.
- [5] * * * STAS 10108/0-78. *Construcții civile, industriale și agrozootehnice. Calculul elementelor din oțel.*
- [6] Mateescu, D., Caraba, I., *Construcții metalice. Calculul și proiectarea elementelor din oțel.* Editura tehnică, București, 1980.
- [7] Șerbescu, C., Muhlbacher, R., *Probleme speciale în construcții metalice.* Editura tehnică București 1984.

Dr.Ing. Gelu OPRIȘA,
Expert Tehnic A2, membru AGIR
e-mail: gelu.oprisa@yahoo.com

Prof.Dr.Ing. Francisc WEBER,
Facultatea de Inginerie Hunedoara,
Președintele Sucursalei AGIR Hunedoara
e-mail: weber_francisc@yahoo.com