

Aspecte privind noile normative pentru organe de asamblare filetate

Ionescu Tone, Prof. dr. ing., Universitatea Tehnică de Construcții București
Rusu Ștefan, Prof. dr. ing., Universitatea Tehnică de Construcții București

Abstract : In the paper there are presented the most significant aspects in the standards for assembling with the required initial stress.

1- INTRODUCERE

Comunitatea Europeană a aprobat Directiva Produselor pentru Construcții 89/106/CEE, modificată prin 93/68/CEE, aceste norme comunitare trebuind să fie transpuse în legislația națională din diversele țări.

Directiva Produselor pentru Construcții (DPC) impune ca produsele pentru construcții, introduse pe piață în oricare din statele membre UE, să prezinte anumite caracteristici, astfel încât lucrările la care sunt utilizate, să îndeplinească șase cerințe de bază:

- Rezistență mecanică și stabilitate
- Siguranță în caz de incendiu
- Igienă, sănătate și protecția mediului
- Siguranță în utilizare
- Protecție contra zgomotului
- Economie de energie și izolare termică

Directiva Produselor pentru Construcții impune Eurocoduri pentru armonizarea normelor privind produsele iar marcajul CE trebuie să ateste respectarea cerințelor de bază.

Marcajul CE are rolul de atestare a conformității produsului cu cerințele de bază ale DPC corespunzătoare produsului respectiv, marcaj putând fi aplicat de către producător, de reprezentantul său sau de către importator.

Produsele care poartă marcajul CE au drept de liberă circulație pe piața unică europeană. Acest marcaj obligatoriu conform reglementărilor europene este destinat în special autorităților de control din statele membre UE.

În anumite țări ale Uniunii Europene există demersuri din partea producătorilor pentru certificarea produselor. Această certificare, aflată sub controlul unui organism de stat, trebuie să confirme în mod imparțial calitatea, siguranța, fiabilitatea și performanțele produselor.

În martie 2010, toate Eurocodurile și Anexele Naționale vor înlocui oficial normele naționale echivalente.

În sistemul normativ al UE, organele de asamblare filetate utilizate în construcții sunt prevăzute în următoarele norme :

EN 1993-1-8: Proiectarea structurilor din oțel - Partea 1.8 : Proiectarea asamblărilor

EN 1090-2: Execuția structurilor din oțel și a structurilor din aluminiu - Partea 2 : Cerințe tehnice pentru structurile din oțel

EN 14399: Organe de asamblare filetate utilizate în construcțiile metalice de mare rezistență care se pretează la pretensionare (părțile 1 ... 10);

EN 15048: Organe de asamblare filetate utilizate în construcții metalice nepretensionate

Marcajul CE pe organele de asamblare filetate pentru construcțiile metalice de mare rezistență, cu pretensionare, este obligatoriu la fabricarea șuruburilor din octombrie 2007, iar vechile produse nu vor mai putea fi comercializate începând cu data de 1 octombrie 2009.

Marcajul CE pe organele de asamblare filetate pentru construcțiile metalice nepretensionate va fi obligatoriu la fabricarea ansamblurilor șurub începând din ianuarie 2009, iar în comercializare începând din iulie 2009.

Marcajul CE se referă la ansamblul șurub-piuliță-șaiabă, elementele ansamblului trebuind livrate împreună, fie în același ambalaj sigilat, fie în ambalaje separate și sigilate, ale aceluiași producător.

2 ASAMBLĂRI PRETENSIONATE

Normă EN 14399 se referă la sistemele HR (clasele 8.8 și 10.9), HV (clasa 10.9) și HRC, ținând cont de trei metode de strângere:

- Metoda cuplului controlat, la care strângerea se face exclusiv cu dispozitive dinamometrice;
- Metoda combinată (cuplu-unghi), la care se face o prestrângere parțială cu o cheie dinamometrică, urmată de un unghi de înșurubare stabilit în funcție de lungimea șurubului.
- Metoda HRC implică un simplu control vizual al absenței capătului fuzibil a șurubului.

Metodele de strângere țin de Clasa K și sunt indicate în Tabelul 1 și Tabelul 2:

Tabelul 1

Metodă de strângere	Clasă K
Metoda cuplului controlat	K2
Metoda combinată (cuplu + unghi)	K2 sau K1
Metoda de strângere HRC	K2
Metoda de strângere prin indicator direct de pretensionare	K2, K1 sau K0

Tabelul 2

Definirea claselor K	
Clasă K	Caracteristici
K0	Nici o valoare declarată Fără valoare a coeficientului k (coeficient de randament a cuplului) Fără valoare a cuplului de strângere
K1	Coeficient k cuprins între două valori declarate $0,110 < k < 0,160$
K2	Coeficient k mediu real și dispersie reală declarate Valoarea medie (k_m) și dispersia (V_k) trebuie calculate pentru fiecare lot de pise. Valoarea V_k trebuie să fie mai mică decât 0,10

Cerințele de performanță ale șuruburilor HR și HV sunt identice în domeniul elastic iar șuruburile HR deține un palier mai important în domeniul deformării plastice.

Sistemul HR permite obținerea ductilității în principal prin alungirea plastică a șurubului.

Sistemul HV permite obținerea ductilității în principal prin deformarea filetelui la strângere.

Cele două sisteme trebuie să permită o pretensionare minimă de cel puțin $0,7 R_m A_s$, conform Eurocodului 3, R_m fiind rezistența la tracțiune și A_s secțiunea rezistentă a șurubului. Principalele diferențe dintre șuruburile HR și HV sunt rezumate în Tabelul 3 :

Tabelul 3

Caracteristică	Șurub HR	Șurub HV	Observații
Înălțime piuliță	$0,9 \times d$	$0,8 \times d$	
Lungime filetată	$2xd+6mm \quad L \leq 125mm$ sau $2 \times d + 12mm$	Lungime filetată redusă	Șuruburile HV au lungimi din din 5 în 5 mm
Lungimi de strângere	Interval important care respectă EN 1090-2	Interval restrâns cu derogare de la EN 1090-2	
Clasă de calitate	HR 8.8 și HR 10.9	HV 10.9	Cheie largă pt. HR8.8 și HR10.9
Clasă de performanțe K2, K1, K0	Alegere preferențială a clasei K2	Alegere preferențială a clasei K1	
Caracteristică funcțională plastică unghi : $\Delta\Theta_2$	$\sum t^{*}) < 2d \rightarrow \Delta\Theta_2 > 210^\circ$ $2d < \sum t < 6d \rightarrow \Delta\Theta_2 > 240^\circ$ $6d < \sum t < 10d \rightarrow \Delta\Theta_2 > 270^\circ$	$\sum t < 2d \rightarrow \Delta\Theta_2 > 180^\circ$ $2d < \sum t < 6d \rightarrow \Delta\Theta_2 > 210^\circ$ $6d < \sum t < 10d \rightarrow \Delta\Theta_2 > 240^\circ$	*) lungime de strângere.
Ambalare	Aceluiași ambalaj sigilat		

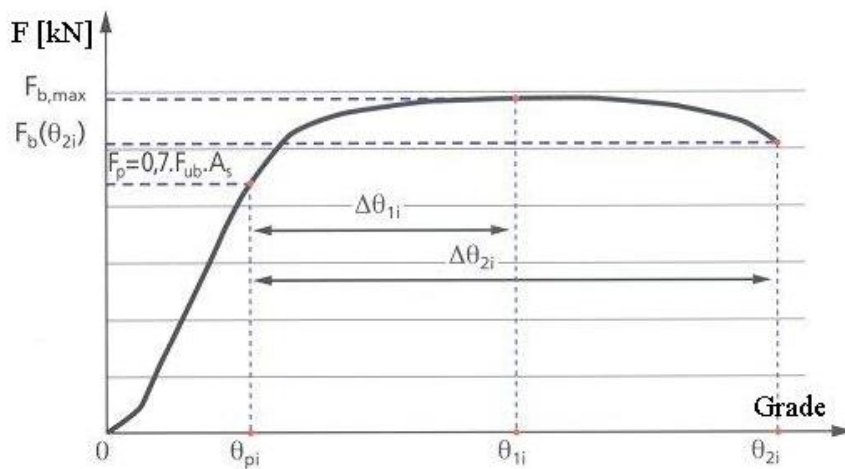


Fig. 1 – Unghi de rotație / pretensionare (EN 14399-2)

3 FORȚE ȘI MOMENTE DE PRETENSIONARE

Conform EN 1090-2, dacă nu există alte specificații contrare, pentru determinarea forțelor de pretensionare trebuie folosită expresia:

$$F_p = 0.7 R_m A_s \quad [N] \quad (1)$$

Corespunzător formulei (1), pentru șuruburi cu diametrul cuprins între M12 ... M30, având clasele 8.8 și 10.9 sunt date valorile calculate ale forței de pretensionare F_p [kN].

Tanelul 4

Clasa de calitate / Rezistența Rm [N/mm ²]	Diametru [mm] / Sectiune A _s [mm ²]						
	12 / 80.2	16 / 150.1	20 / 234.8	22 / 292.2	24 / 338.1	27 / 442.8	30 / 561.7
8.8 / 800	47	88	137	170	198	257	314
10.9 / 1000	59	110	172	212	247	321	393

Momentele necesare pentru a produce aceste forțe de pretensionare se pot determina cu formulele:

$$M_1 = k_{\max} d F_P \quad [\text{Nm}] \quad \text{pentru clasa K1} \quad (2)$$

$$M_2 = k_m (1 + 1.65 V_k) d F_P \quad [\text{Nm}] \quad \text{pentru clasa K2} \quad (3)$$

Formulele recomandate de standarde se referă însă la cazuri generale și nu țin cont de o mulțime de factori de influență care pot interveni în cazul unor produse de tip special (regimul de funcționare a structurilor, ciclurile de solicitare, modul de ungere, precizia dimensională și calitatea suprafețelor organelor de asamblare, numărul de cicluri de montare-demontare etc.).

De exemplu firma **LINDE**, specializată în fabricarea de pompe, motoare și aparataj hidraulic, recomandă ca pentru determinarea forțelor de prestrângere și a momentelor necesare generării acestor forțe, să se folosească formulele:

$$F_P = 0.57 R_m A_S \quad [\text{N}] \quad (4)$$

$$M = 1.5 \cdot 10^{-4} \cdot R_m \cdot A_S^{1.48} \quad [\text{Nm}] \quad (5)$$

Asamblările specifice acestor echipamente sunt caracterizate prin solicitări în ciclu pulsant, un anumit număr de cicluri montare-demontare, precizie dimensională și calitate bună a suprafețelor organelor de asamblare.

Un alt exemplu poate fi dat pentru firma **WIRTGEN**, specializată în fabricarea unei sisteme de mașinilor de construcții destinate căilor de comunicații. Firma recomandă pentru momentelor necesare generării forțe de înșurubare, deci și a forțelor de prestrângere, să se folosească formula:

$$M = 2.3 \cdot 10^{-4} \cdot R_m \cdot A_S^{1.4} \quad [\text{Nm}] \quad (6)$$

Deoarece la aceste mașini, organele de lucru se uzează relativ des rezultă că sunt necesare dese operații de demontare și montare. De asemenea regimul de șocuri și vibrații la care funcționează organele de lucru este extrem de intens.

Obs. Formulele (4), (5) și (6) au fost determinate prin regresie folosind tabelele cu forțele și momentele de prestrângere folosite de aceste firme.

Grupul industrial **FONTANA**, cel mai mare producător european de organe de asamblare, recomandă ca pentru cuplul de prestrângere să se folosească formula:

$$M = 8.8 \cdot 10^{-4} \cdot k \cdot d \cdot R_e \cdot A_S \quad [\text{Nm}] \quad (7)$$

Deosebirile fundamentale între recomandările acestui producător de organe de asamblare și majoritatea recomandărilor din literatura de specialitate constau în utilizarea limitei de elasticitate a materialului, R_e [N/mm²] și a coeficientului de randament ($k = 0.11 \dots 0.16$, conform Tab. 2).

Un caz cu totul diferit este reprezentat de organele de asamblare de tip HRC, caracterizate printr-o cu totul altă metodologie de calcul și de montare.

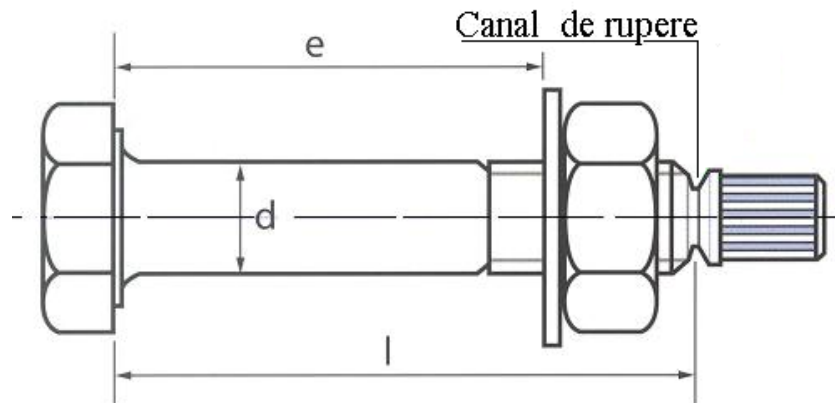


Fig.2

Suruburile de acest tip (Fig. 2) sunt caracterizate, la prima vedere, prin existența unui capăt cu caneluri triunghiulare și a unui canal de rupere. O caracteristică foarte importantă dar nespecificată însă de producătorii acestor organe de asamblare o reprezintă dispersia foarte mică a tuturor caracteristicilor materialului (compoziție chimică, structură metalografică, caracteristici fizico-mecanice etc.) și ca o consecință dispersia foarte mică a caracteristicilor de rezistență mecanică.

Tehnologia de montare a acestor organe de asamblare, cu ajutorul mașinilor de înșurubat specializate, prezentată în Fig. 3 are următoarele 3 etape :

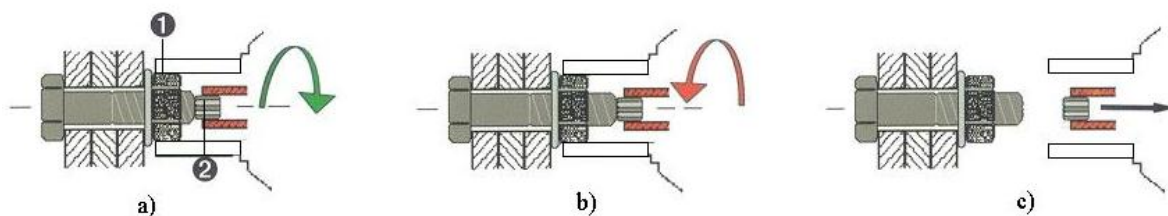


Fig. 3

- a) Bucșa hexagonală exterioră se rotește producând înșurubarea piuliței (1) pe șurub. Bucșa cu canelura interioară rămâne nemișcată blocând mișcarea de rotație a șurubului (2).
Înșurubarea se realizează până la atingerea valorii cuplului de prestrângere.
- b) La atingerea valorii cuplului de prestrângere bucșa hexagonală exterioră se oprește. Bucșa cu canelura interioară începe să se rotească în sens invers continuând înșurubarea prin mișcarea de rotație a șurubului (2), piulița (1) rămânând fixă.
Înșurubarea continuă până la retezarea capătului canelat în zona canalului de rupere.

- c) După ruperea capătului canelat (fuzibil) bucșa interioară se retrage automat, capătul rupt este ejectat și apoi se retrage bucșa hexagonală exterioară de pe piuliță.

După cum se observă atingerea forței de prestrângere este realizată și în acest caz tot prin generarea unui moment de prestrângere. Generarea momentului de prestrângere este realizată însă în funcție de valoarea efortului unitar tangențial de rupere (τ_R) și de secțiunea șurubului în zona canalului de rupere :

$$M = \tau_R \cdot A_S \quad [\text{Nm}] \quad (8)$$

Comparând formula momentului de sprestrângere dat de (8) cu formulele momentelor de prestrângere corespunzătoare formulelor (5), (6) și (7) se observă că formula (8) conduce la o incertitudine de calcul mai mică deci metoda HRC este mai precisă.

Ale avantaje foarte importante ale folosirii acestor tipuri de organe de asamblare sunt :

- operația de înșurubare este realizată de un singur operator ;
- calitatea asamblărilor de acest tip este foarte bună datorită încărcării egale ;
- dispare pericolul de existență a șuruburilor neîncărcate ;
- există un control vizual direct asupra asamblărilor ;
- creșterea cu peste 40% a productivității operațiilor de montaj.

4. CONCLUZII

Și în domeniul fabricării și utilizării organelor de asamblare se produce fenomenul de schimbare a standardelor și normativelor sub presiunea foarte puternică a marilor producători sau a statelor cu putere industrială mare.

În contextul viitorului, pentru a se menține în piața internă și pentru a putea rămâne pe piețele externe tradiționale firmele producătoare de organe de asamblare trebuie să pregătească din timp conformarea la noile norme europene.

Acțiunea directă a introducerii noilor standarde va avea însă foarte multe aspecte pozitive:

- creșterea tuturor indicatorilor de calitate a asamblărilor ;
- creșterea siguranței asamblărilor;
- creșterea productivității operațiilor de asamblare;
- reducerea consumurilor de materiale etc.

Bibliografie :

- [1] – SR EN 14399-1 – Asamblări de înaltă rezistență cu șuruburi pretensionate pentru structuri metalice.
Partea 1 : Cerințe generale
- [2] – SR EN 14399-3 - Asamblări de înaltă rezistență cu șuruburi pretensionate pentru structuri metalice.
Partea 3 : Sistemul HR
- [3] – NF EN 15048 – Boulonnerie de construction metallique non precontrainte
- [4] – *** - Documentația firmelor : LINDE, WIRTGEN, FONTANA