

***ASAMBLĂRILE
ORGANELOR de
MAȘINI***



4.6 ASAMBLĂRILE ORGANELOR de MAȘINI

Noțiuni generale. Clasificare

Elementele componente ale unei mașini sau mecanism sunt unite între ele prin diferite metode. Aceste uniri pot fi **mobile** sau **fixe**.

Unirile mobile sunt dictate de către cinematica mașinii: în procesul funcționării elementele efectuează mișcări relative, prevăzute de rolul lor funcțional.

Unirile fixe sunt dictate de necesitatea demontării mașinii în unități asamblate apoi în elemente componente pentru asigurarea comodității asamblării, prelucrării mecanice și transportării.

Unirile fixe se numesc **ASAMBLĂRI**.

Conform principiului montării asamblările pot fi **demontabile** sau **nedemontabile**.

Asamblările demontabile permit desfacerea lor fără distrugerea elementelor de asamblare.

Asamblările nedemontabile (îmbinări) nu permit desfacerea lor fără distrugerea elementelor de asamblare sau a unora din elementele asamblate. Necesitatea în ele este dictată de cerințe economice și tehnologice.



4.6 ASAMBLĂRILE ORGANELOR de MAȘINI

Noțiuni generale. Clasificare

ASAMBLĂRI

Demontabile

Filetate

Prin pene

Prin știfturi

Prin caneluri

Prin fricțiune

Profilate

Cu brățară

Nedemontabile

Sudate

Prin nituri

Prin lipire

Prin presare

Prin încleiere



4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

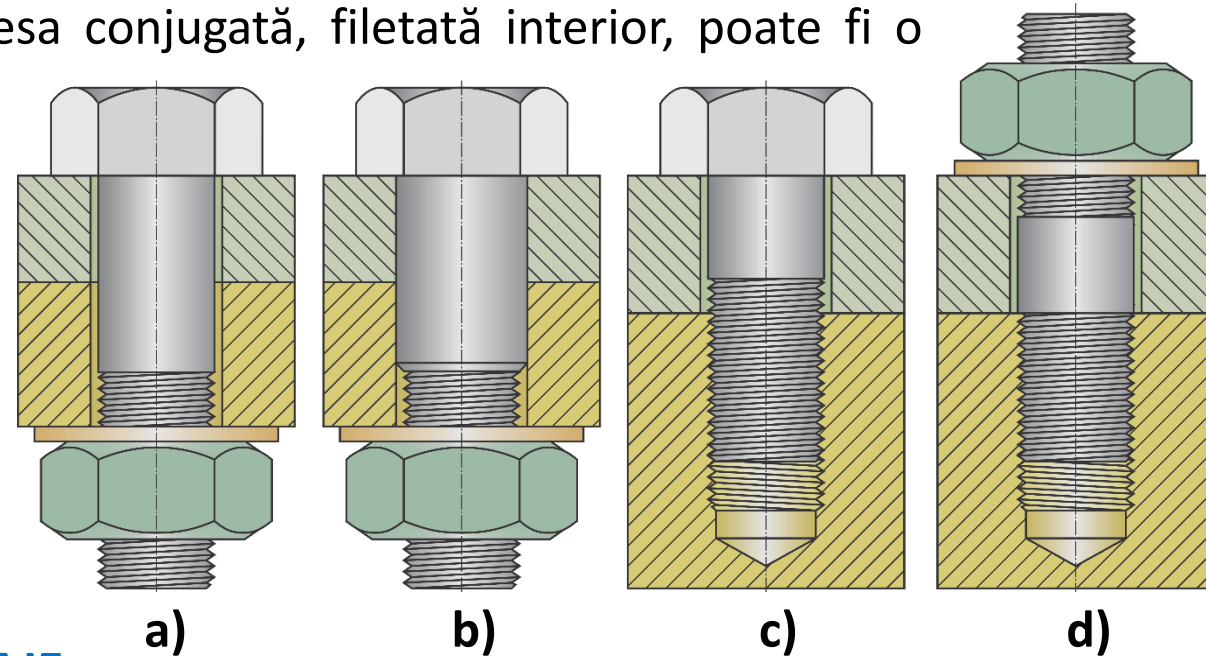
Noțiuni generale. Clasificare

Asamblările filetate sunt asamblări demontabile, realizate prin intermediul a două elemente filetate, conjugate, una filetată la exterior, denumită **șurub**, iar piesa conjugată, filetată interior, poate fi o **piuliță** sau o altă piesă cu rol funcțional de piuliță.

Peste 60% din asamblările unei mașini sunt realizate prin asamblări filetate.

Asamblările filetate pot fi realizate:

- a) cu șurub și piuliță fără strângere;
- b) cu șurub și piuliță cu strângere;
- c) cu șurub înșurubat în unul din elemente;
- d) cu prizon și piuliță.



AVANTAJE:

- 1. Capacitate portantă și fiabilitate înalte;
- 2. Ușurința montării și demontării;
- 3. Existența unui sortiment larg de piese filetate;
- 4. Creează mari eforturi de strângere;
- 5. Simplitate și posibilitatea fabricării precise.

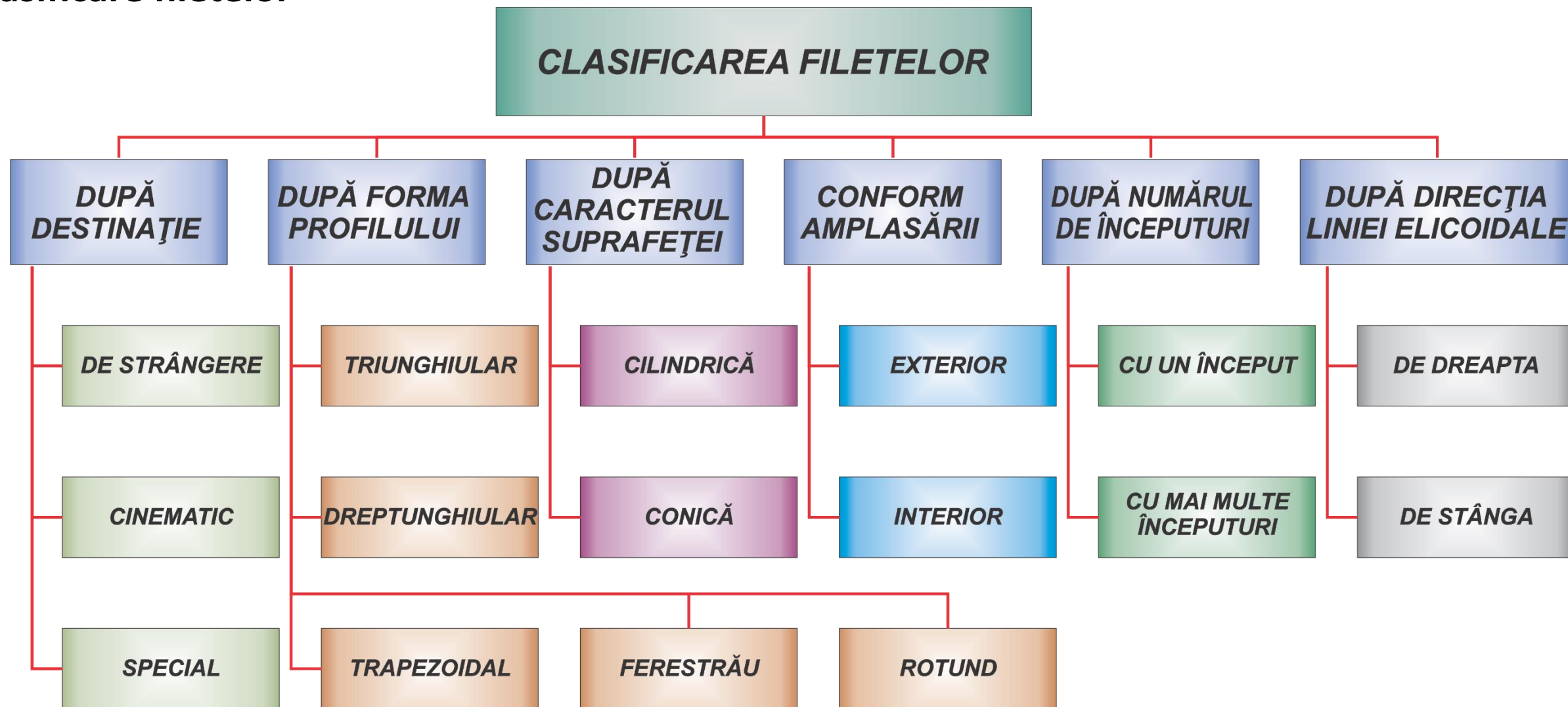
DEZAVANTAJE:

- 1. Fixarea pieselor filetate;
- 2. Prezența concentratorilor de tensiune;
- 3. Uzura și griparea filetului;
- 4. Lipsa autocentrării și randament redus al transmisiei șurub-piuliță.



4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Clasificare filetelor

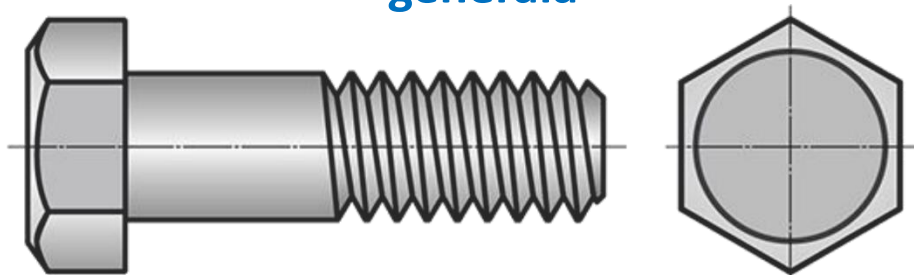




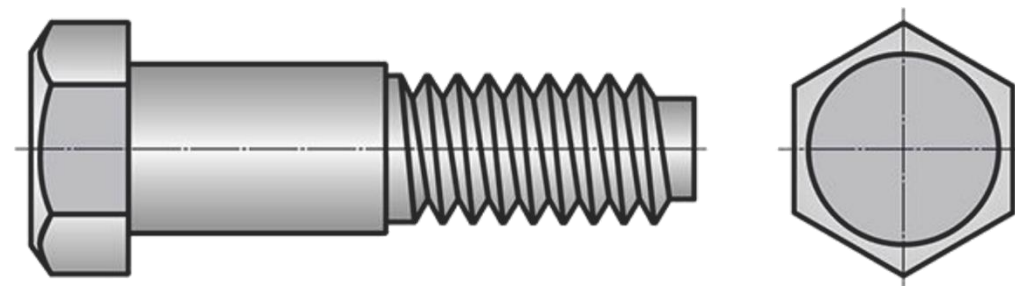
4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Construcții ale buloanelor

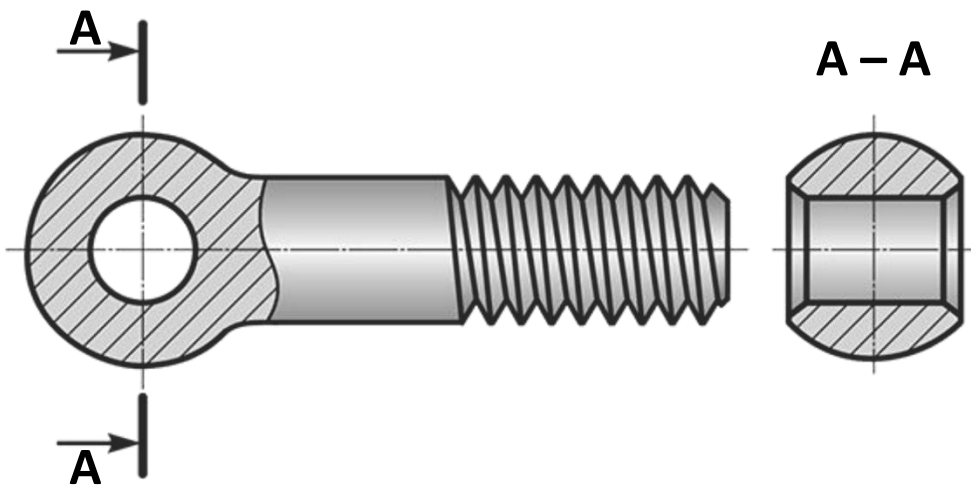
Bulon cu cap hexagon de destinație generală



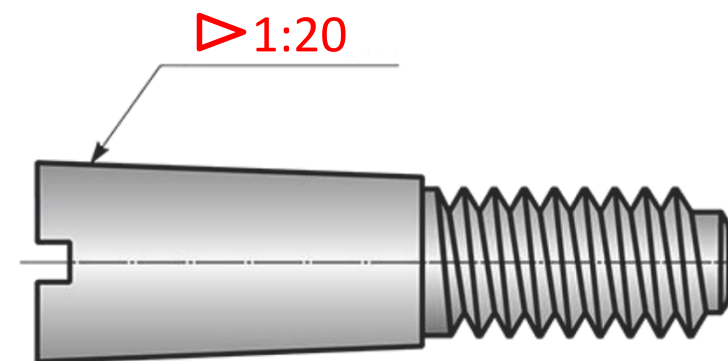
Bulon cu cap hexagon pentru găuri alezate



Bulon cu cap sferic



Bulon cu cap conic

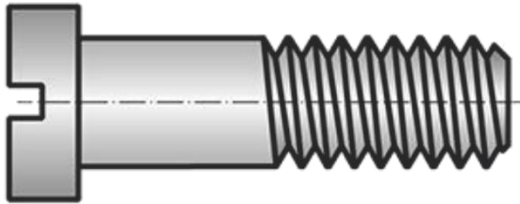




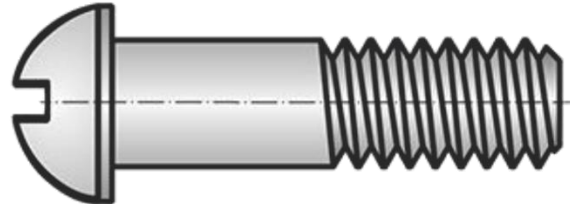
4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Construcții ale șuruburilor de fixare

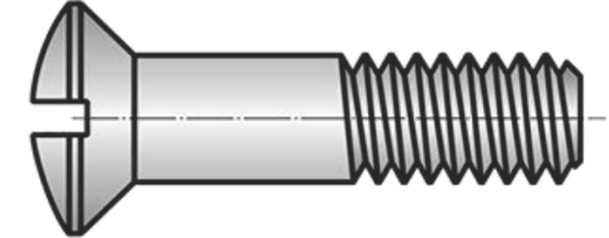
Șurub cu cap cilindric



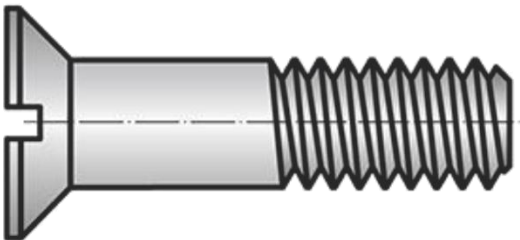
Șurub cu cap semirotund



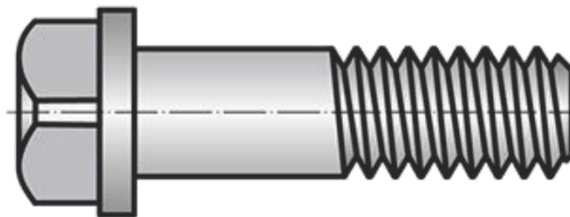
Șurub cu cap semi-înecat



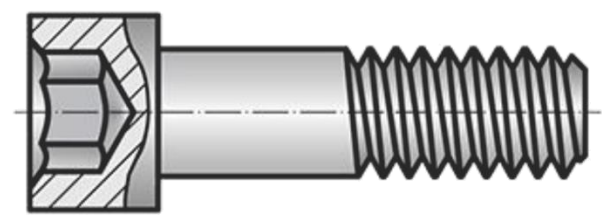
Șurub cu cap înecat



Șurub cu cap pătrat și guler



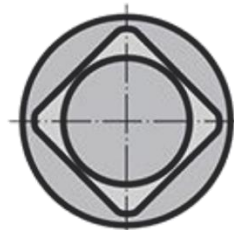
Șurub cu cap cilindric și cu locaș hexagonal



A →

B →

A



B



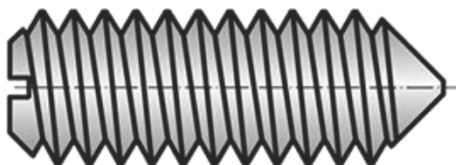


4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

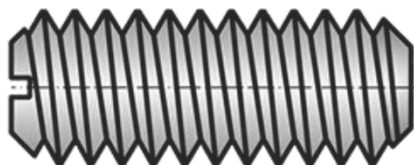
Construcții ale șuruburilor de instalare

Șuruburi cu canal liniar

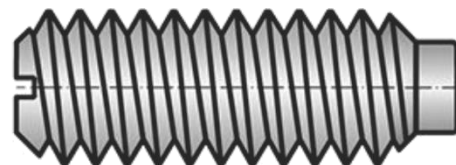
cu vârful conic



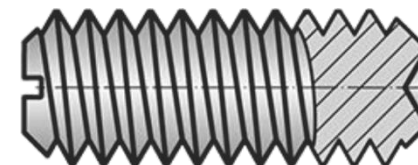
cu vârful plat



cu vârful cilindric

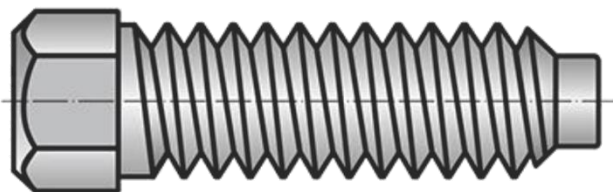


cu vârful găurit

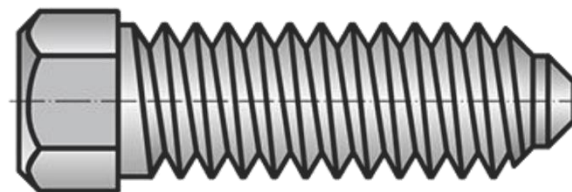


Șuruburi cu cap hexagonal

cu vârful cilindric

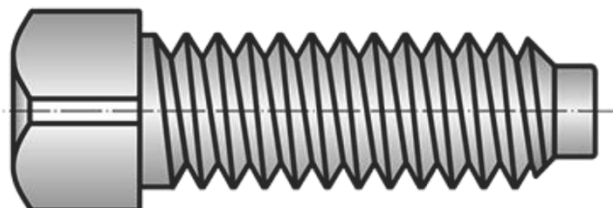


cu vârful tronconic

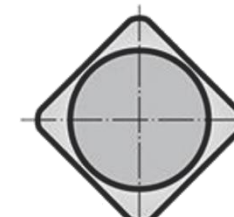
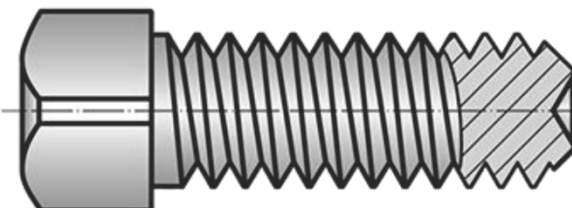


Șuruburi cu cap pătrat

cu vârful cilindric



cu vârful găurit





4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Construcții ale piulițelor

Piulițe hexagonale

normală

joasă

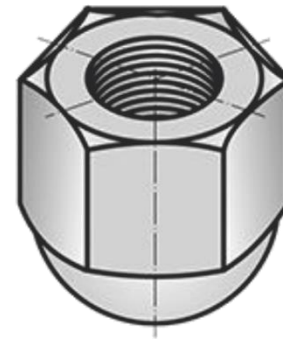
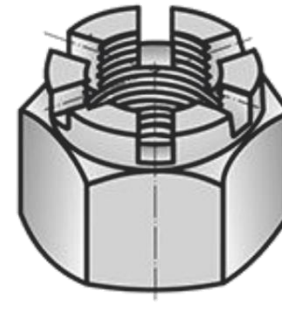
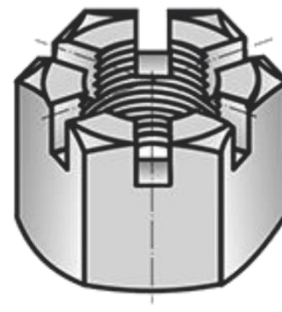
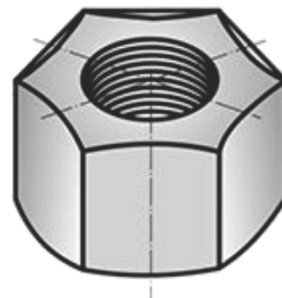
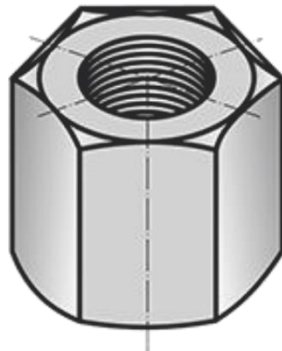
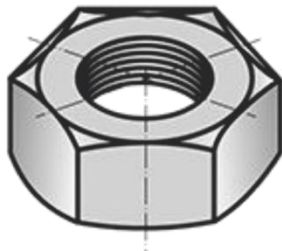
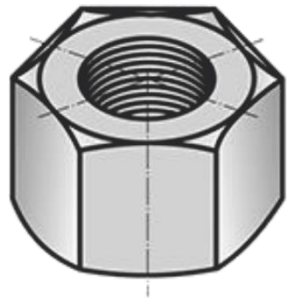
întă

cu frontala
sferică

cu canale pentru șplint

capac

cu inel din
poliamidă



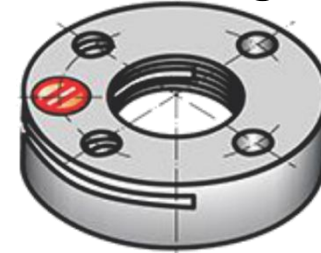
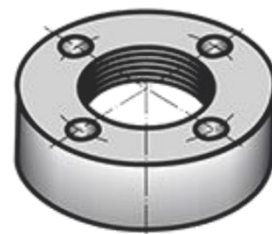
Piulițe rotunde

cu caneluri

cu găuri
frontale

cu canal
frontal

cu șurub de
contrastrângere

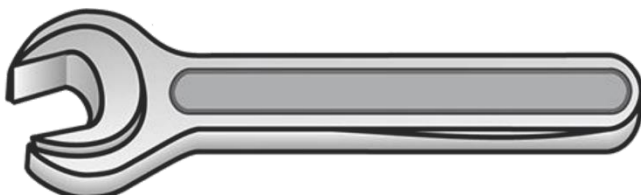




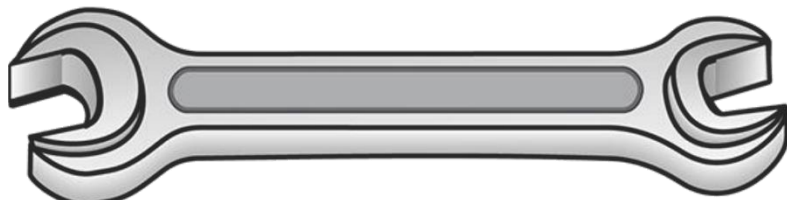
4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Construcții ale cheilor

Cheie fixă cu fălci unilaterale



Cheie fixă cu fălci bilaterale



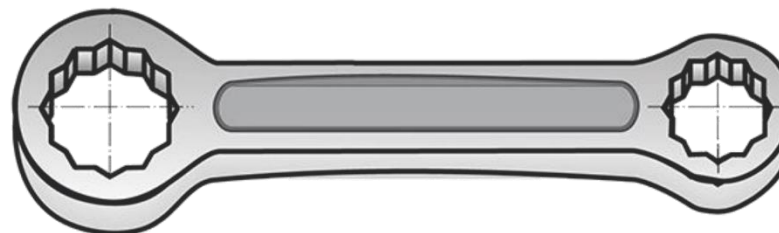
Cheie pentru piulițe cu caneluri



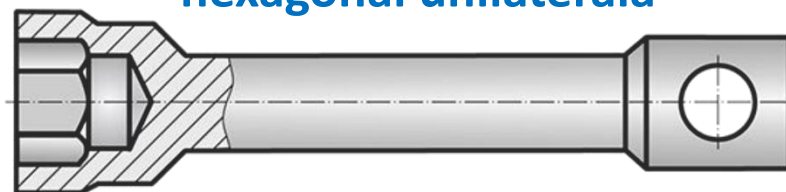
Cheie pentru piulițe rotunde cu găuri frontale



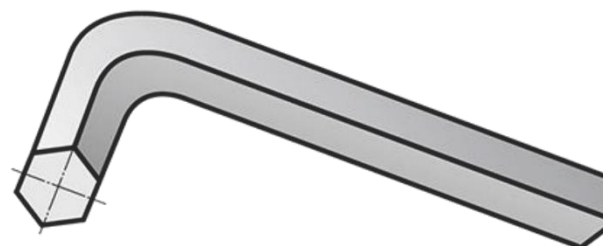
Cheie inelară bilaterală



Cheie tubulară cu locaș hexagonal unilaterală



Cheie hexagonală

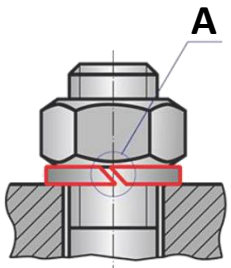




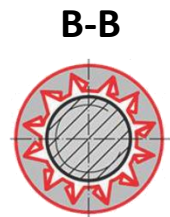
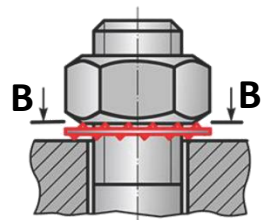
4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Metode de blocare a asamblărilor filetate

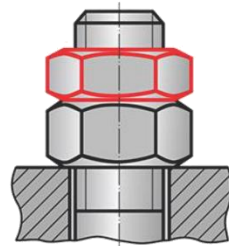
Șaibă Grower



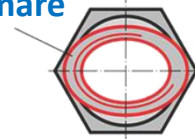
Șaibă cu
clichet



Contrapiuliță

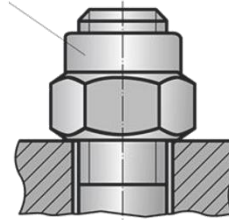


Forma capătului
până la deformare

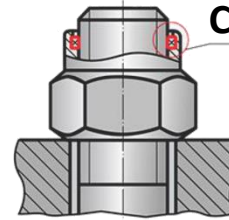


Prin
deformare

Capăt deformabil



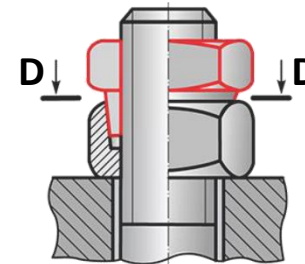
Inel din
poliamidă



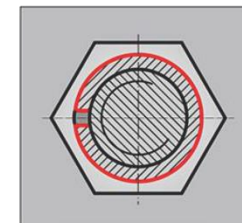
C (mărit)



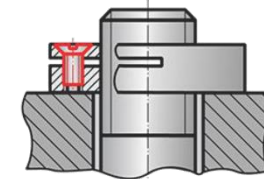
Contrapiuliță
secționată



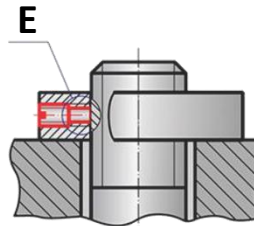
D-D



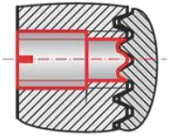
Piuliță cu
șurub de contra-
strângere



Șurub cu montură
de poliamidă



E (mărit)

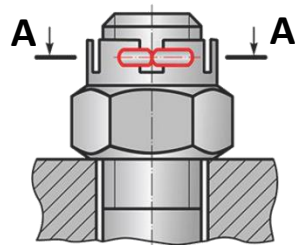




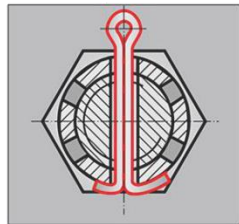
4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Metode de blocare a asamblărilor filetate

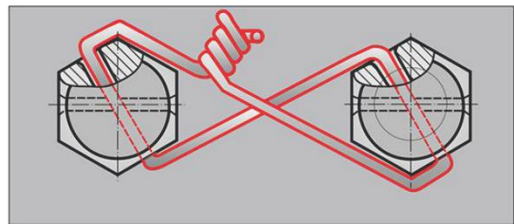
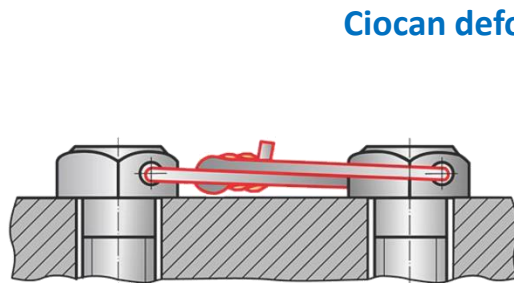
Splint



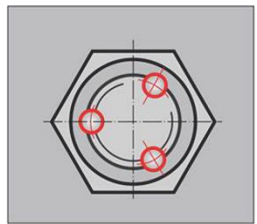
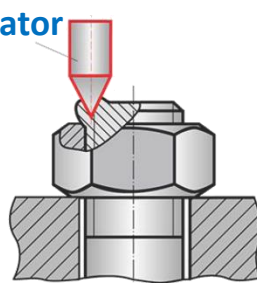
A-A



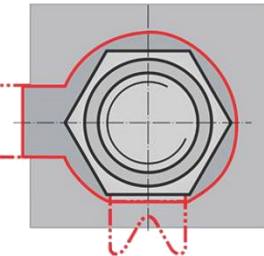
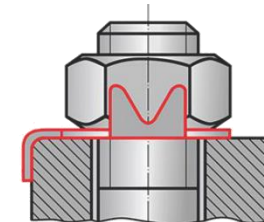
Legare cu sârmă



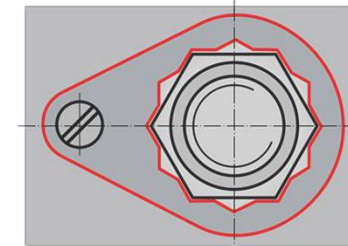
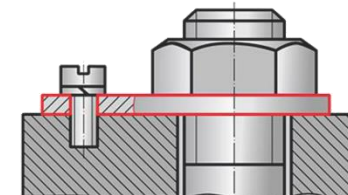
Deformare filet



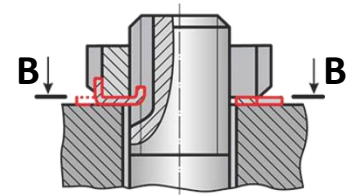
Șaibă de fixare cu gheare deformabile



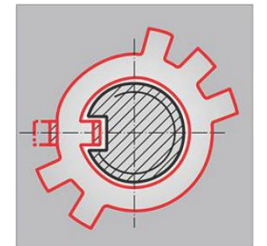
Placă de fixare a piuliței



Șaibă de siguranță



B-B

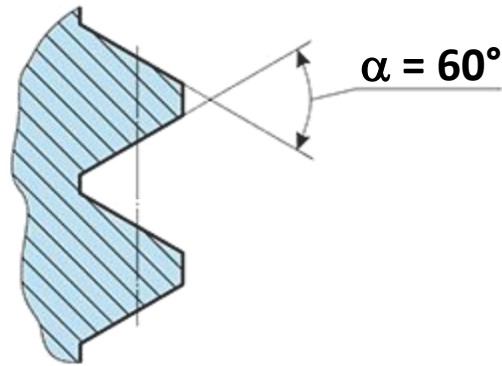




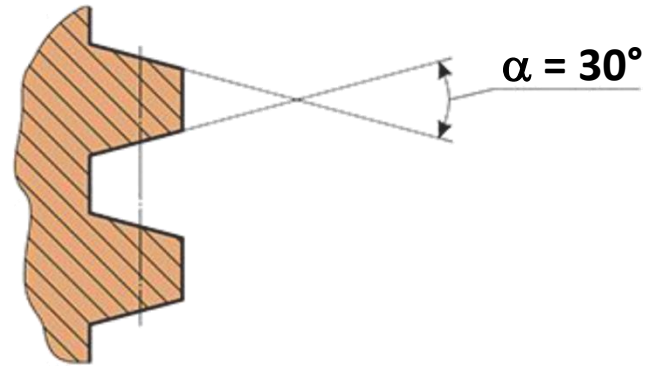
4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Tipurile filetelor

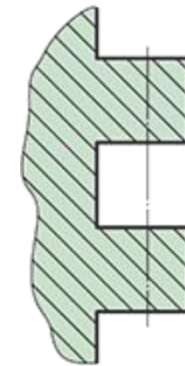
Triunghiulare
metric



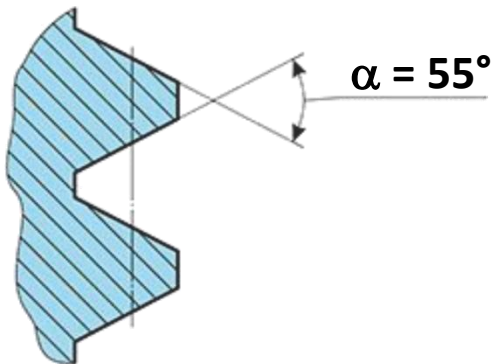
Trapezoidal



Dreptunghiular

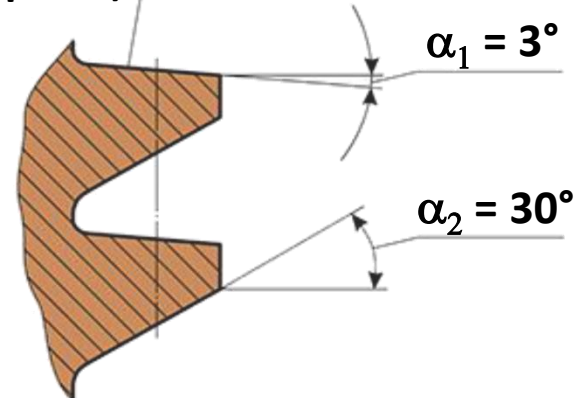


în țoli

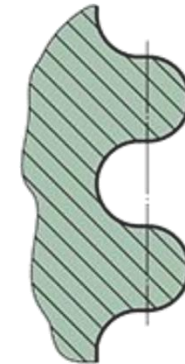


Fereastră (unilateral)

Suprafața de lucru



Rotund

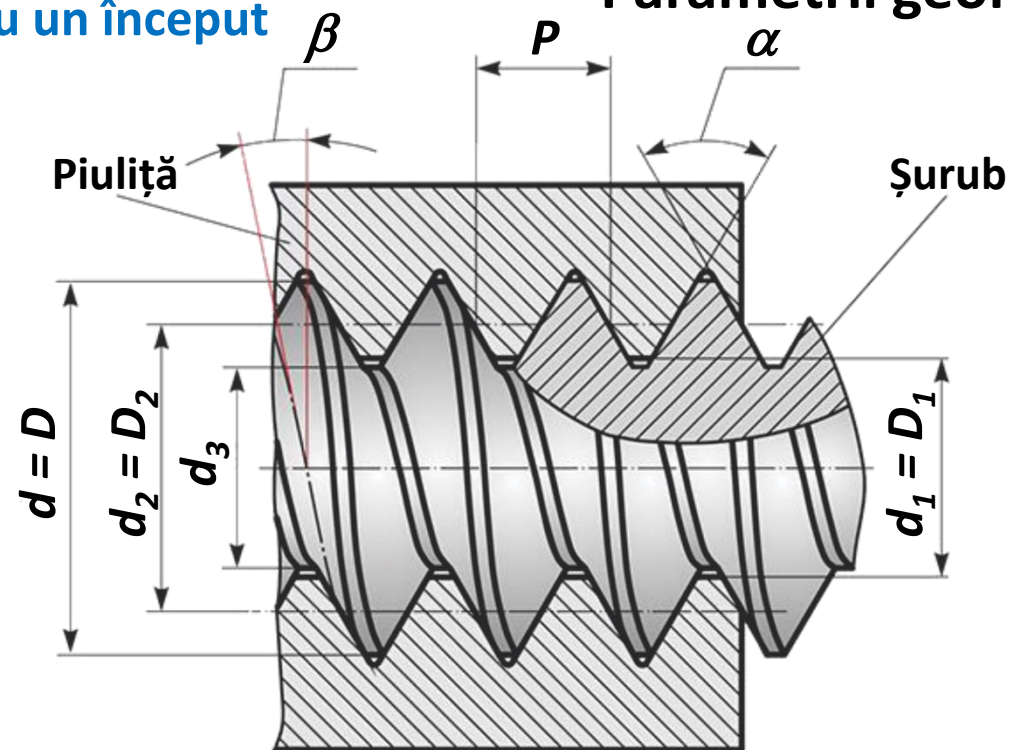




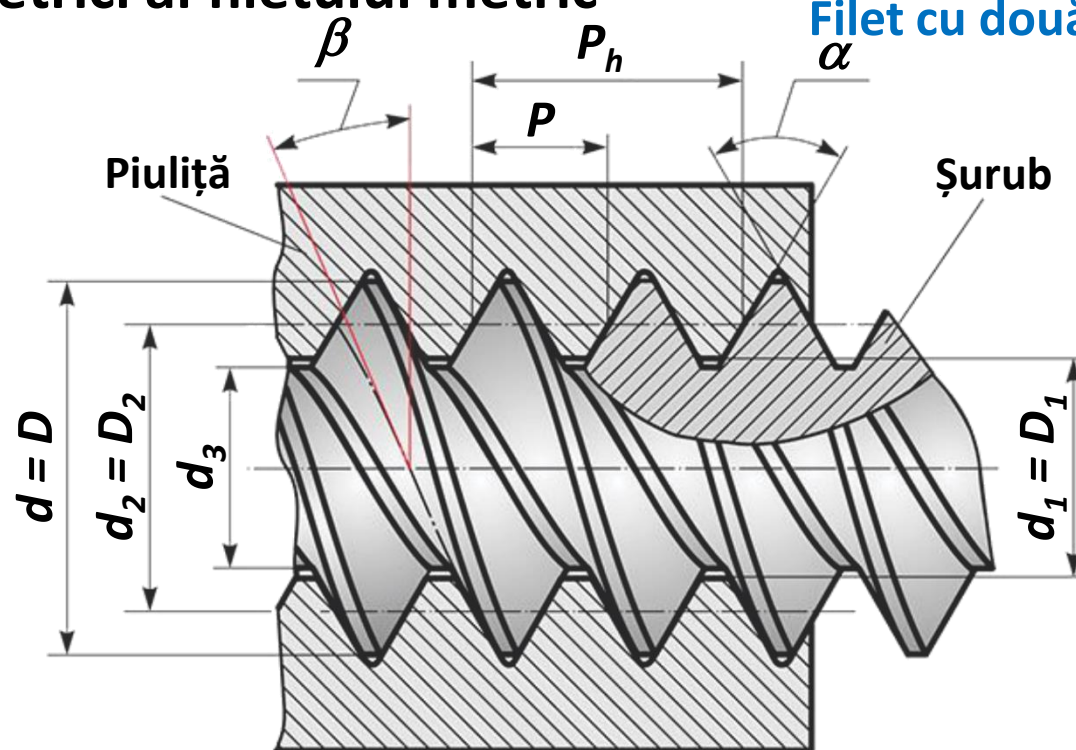
4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Parametrii geometrice ai filetului metric

Filet cu un început



Filet cu două începuturi



Parametrii filetului șurubului:

- d – diametrul exterior, mm ;
- d_1 – diametrul interior, mm ;
- d_2 – diametrul mediu, mm ;
- d_3 – diametrul canalului, mm .

Parametrii comuni ai filetului:

- P – pasul filetului, mm ;
- $P_h = P \cdot n$ – pasul total, mm ;
- n – numărul de începuturi;
- α – unghiul profilului, $\alpha = 60^\circ$;
- β – unghiul de înclinare a filetului, $^\circ$; $tg\beta = P_h / (pd_2)$.

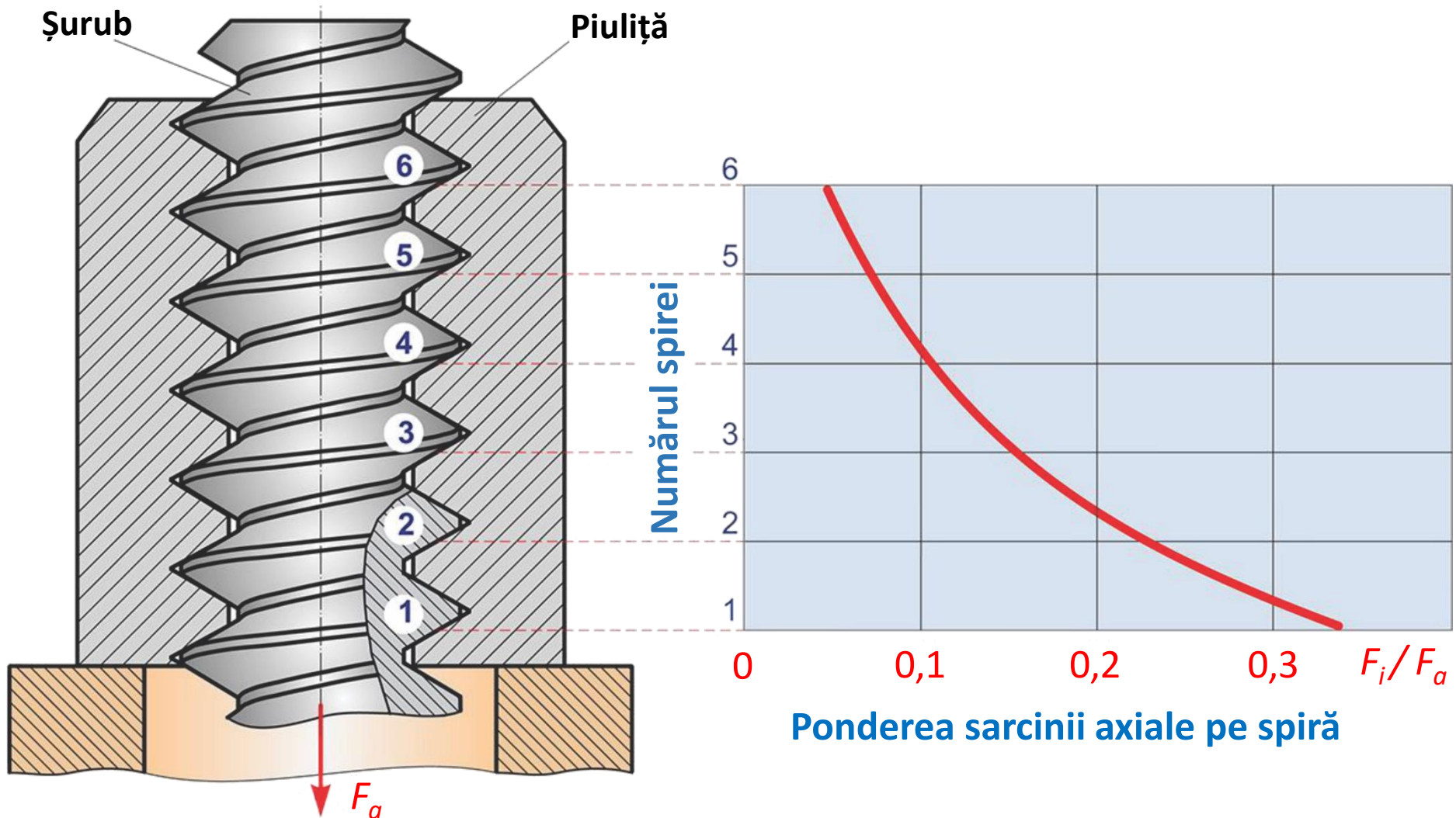
Parametrii filetului piuliței:

- D – diametrul exterior, mm ;
- D_1 – diametrul interior, mm ;
- D_2 – diametrul mediu, mm ;



4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Distribuirea sarcinii între spirele filetului



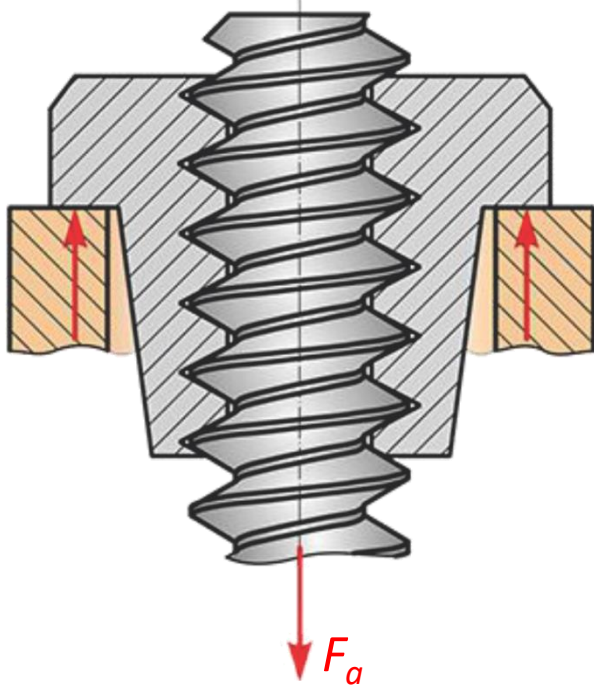


4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Metode de echilibrare a sarcinii între spirele filetului

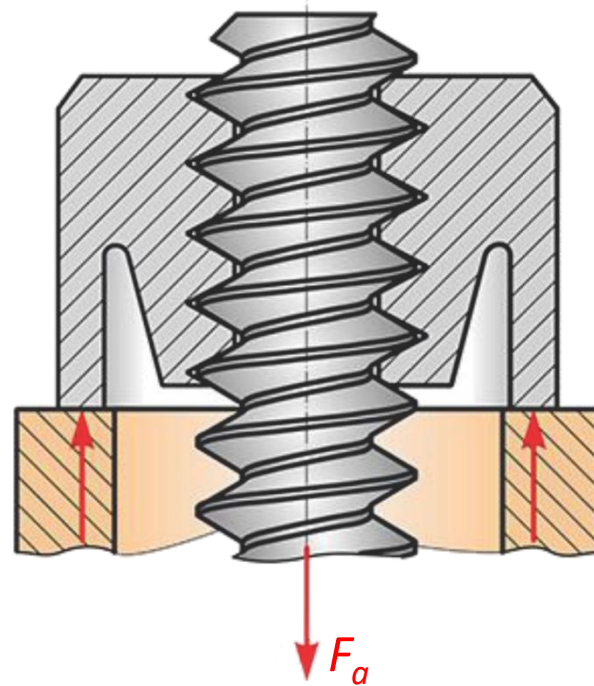
Sporirea flexibilității piuliței

Piuliță suspendată

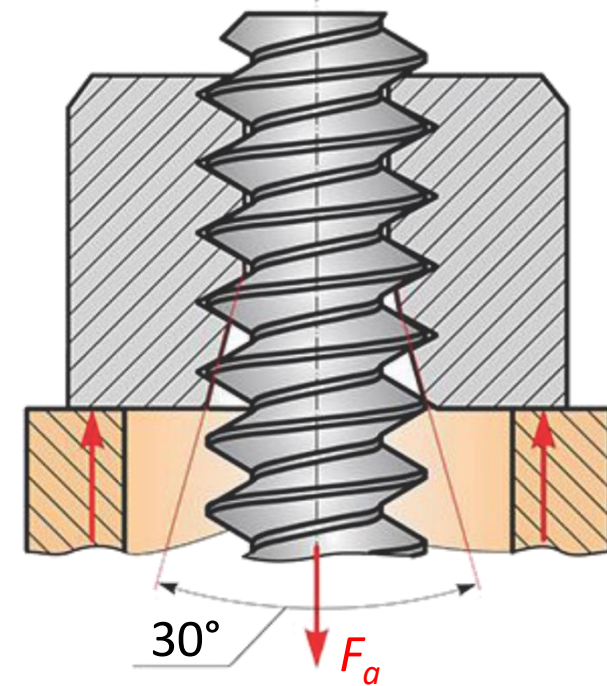
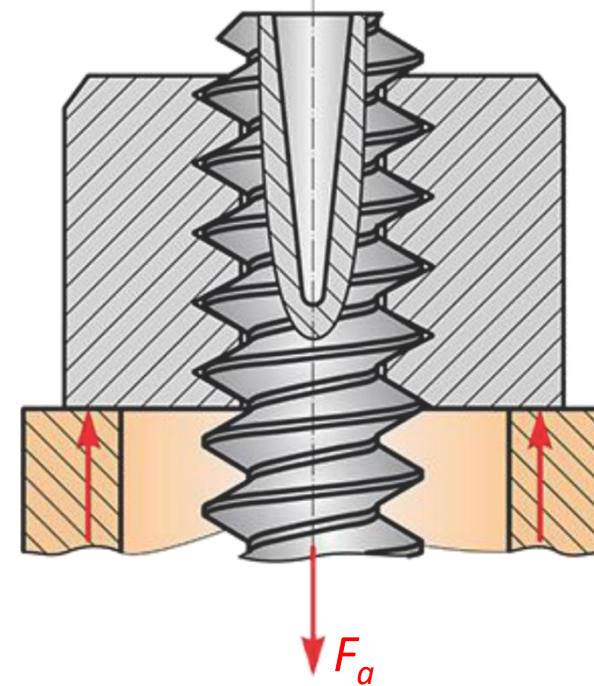


Sporirea flexibilității șurubului

Piuliță cu canal inelar



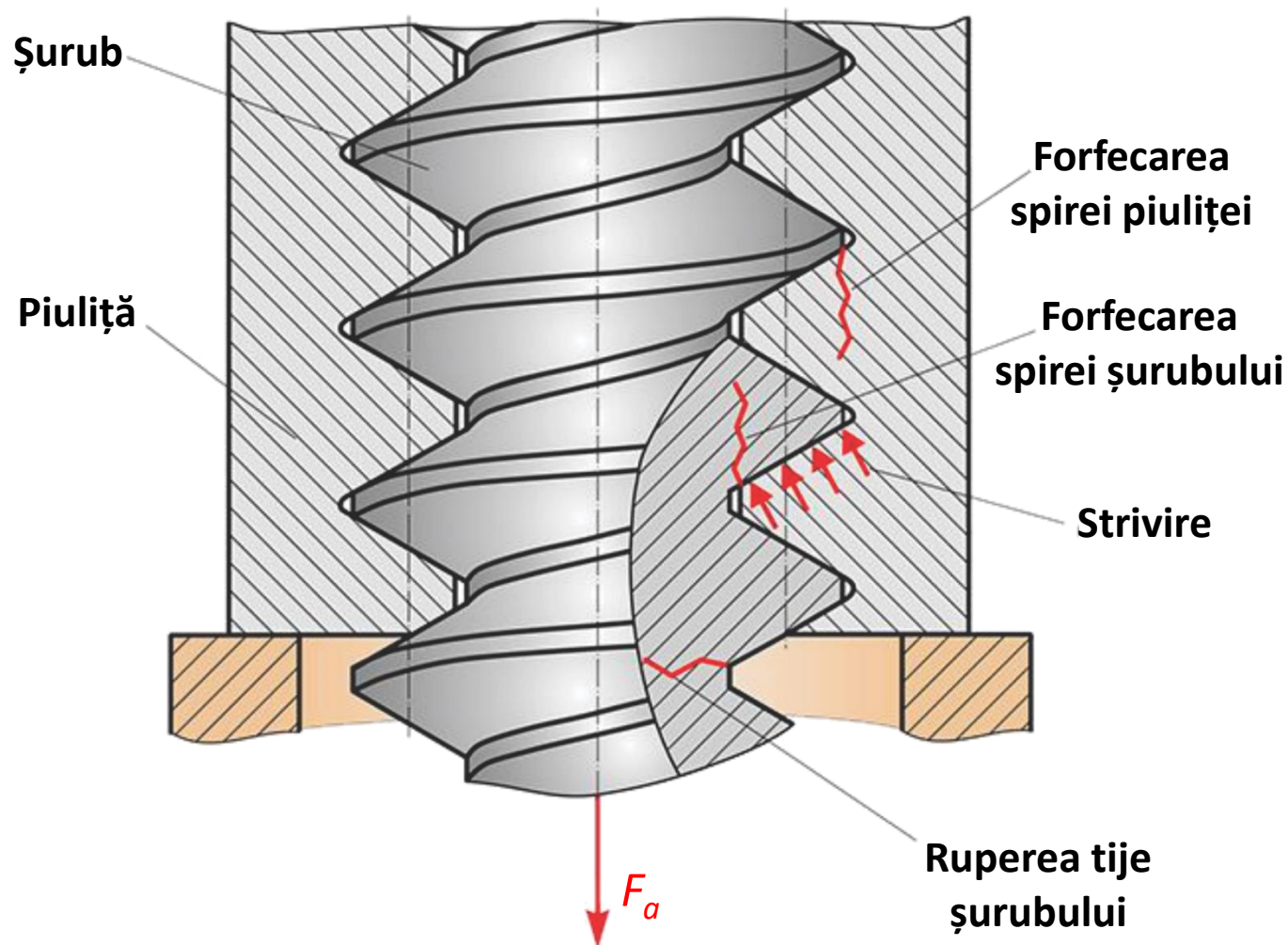
Sporirea flexibilității șurubului prin tăierea vârfurilor spirelor inferioare





4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Criterii de funcționare a elementelor filetate

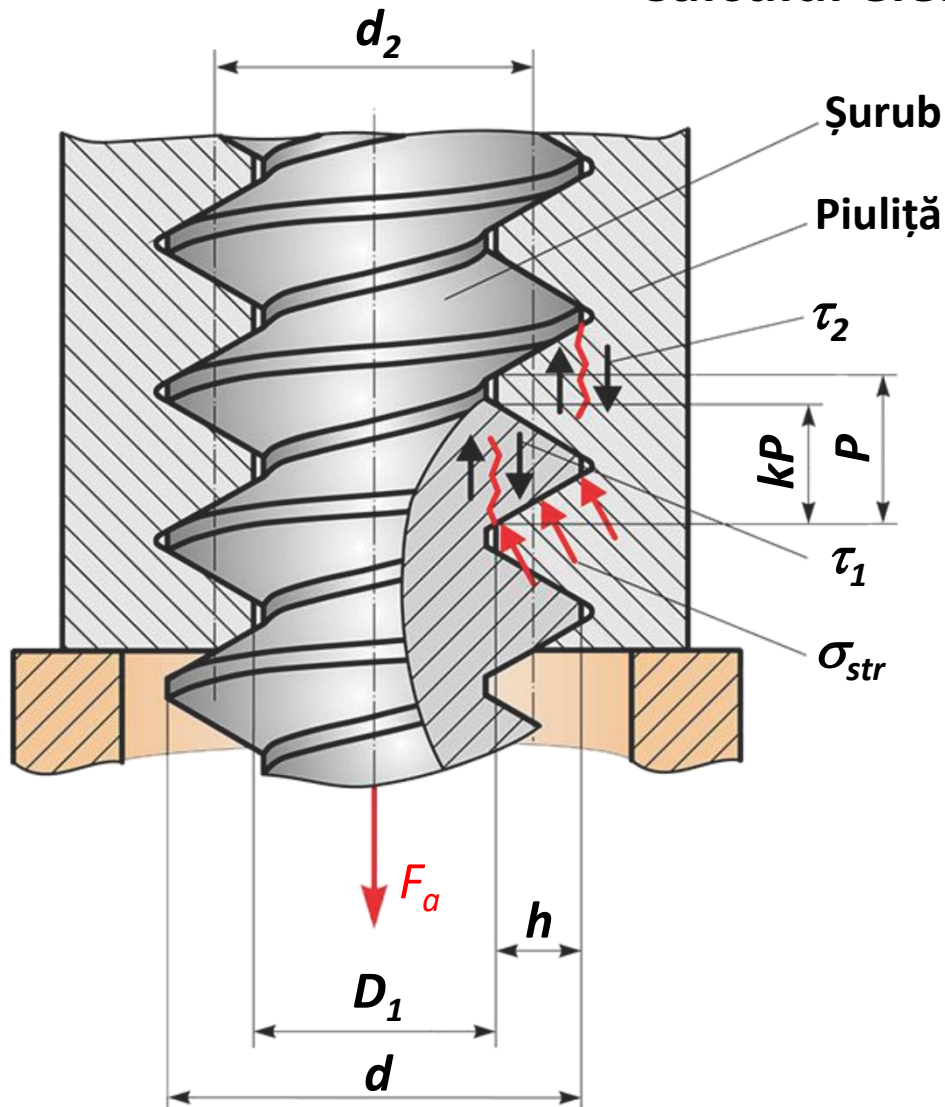


Destinația filetului	Criteriile de funcționare
De strângere	Strivirea suprafețelor de lucru a spirelor filetului Forfecarea spirelor filetului Ruperea tije șurubului
Cinematic	Uzura filetului



4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Calculul elementelor filetului la rezistență



Tensiuni de strivire

$$\sigma_{str} = F_a / (\pi d_2 h z) \leq [\sigma_{str}],$$

Tensiuni de forfecare

în filetul șurubului $\tau_1 = F_a / (\pi D_1 k P z) \leq [\tau_1],$

în filetul piuliței $\tau_2 = F_a / (\pi d k P z) \leq [\tau_2],$

unde z – numărul de spire

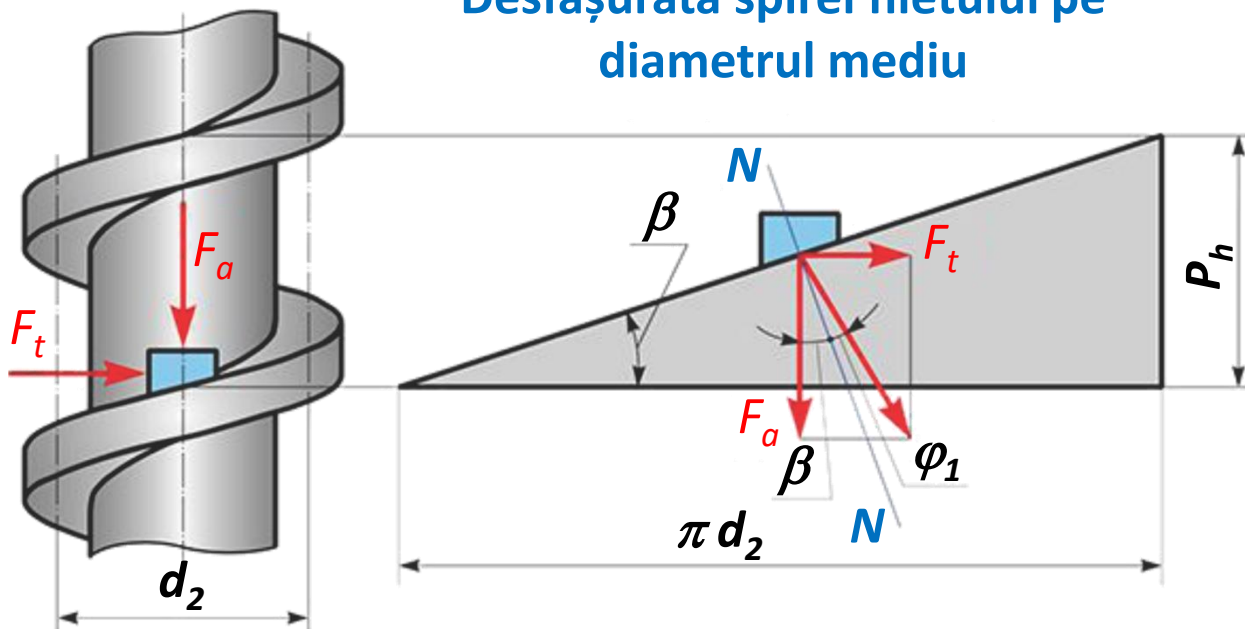
Profilul filetului	Coeficientul tipului filetului k
Dreptunghiular	0,5
Trapezoidal	0,65
Ferestrău	0,75
Triunghiular	0,87



4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Raportul dintre forța axială la șurub și momentul de înșurubare a piuliței

Desfășurata spirei filetului pe diametrul mediu



Forța tangențială de frecare

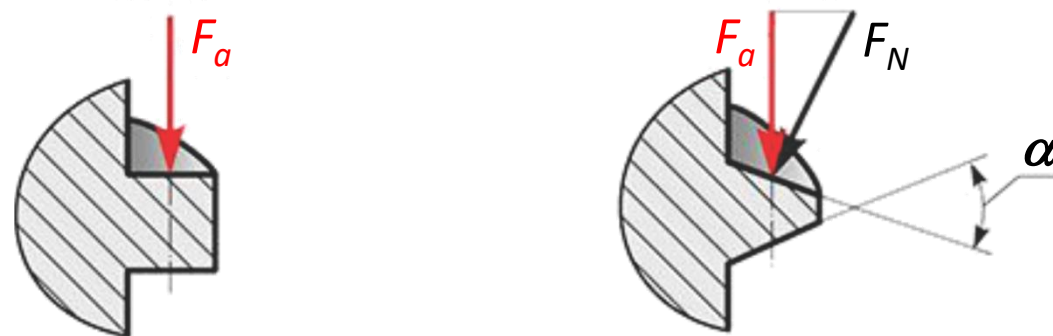
$$F_t = F_a \operatorname{tg}(\beta + \varphi_1)$$

Momentul de frecare în filet

$$T = 0,5 \cdot F_t d_2 = 0,5 \cdot F_a d_2 \operatorname{tg}(\beta + \varphi_1),$$

unde: β – unghiul de înclinare a filetului, °;
 $\varphi_1 = \operatorname{arctg} f_1$ – unghiul de frecare redus, °;
 f_1 – coeficientul de frecare redus.

Coeficientul de frecare redus



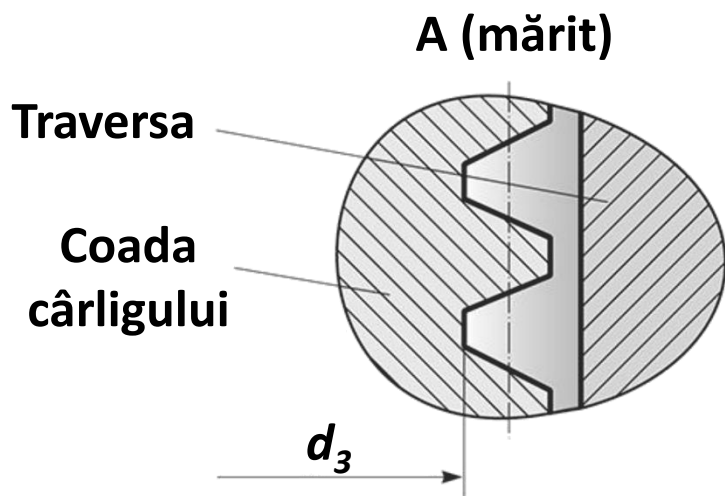
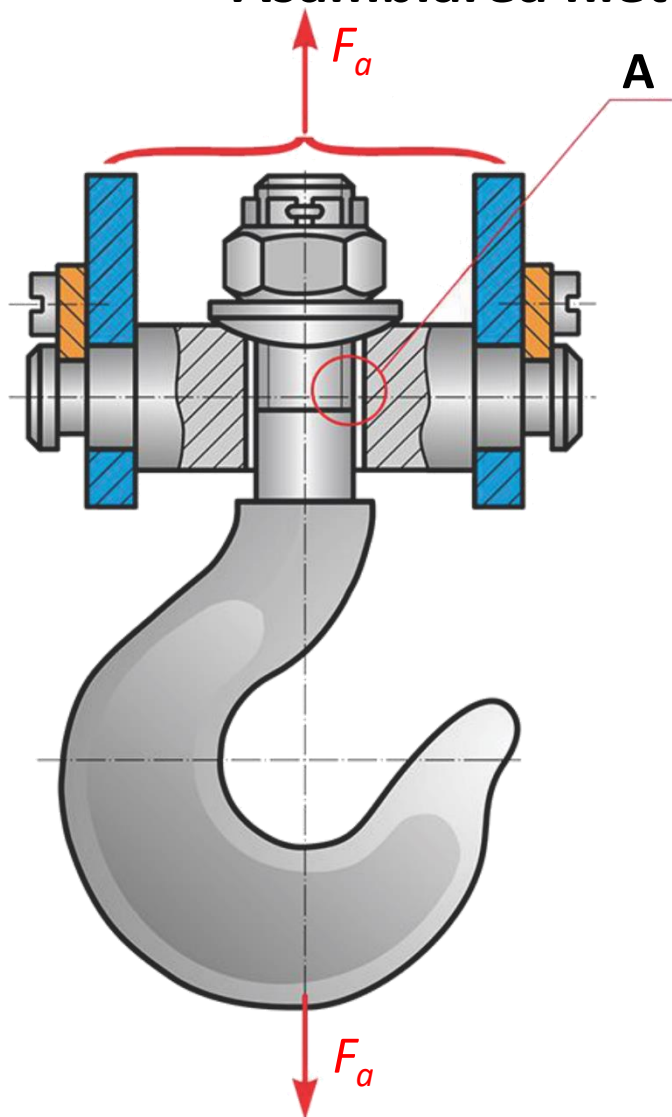
$$F_f = F_a \cdot f \quad F_f = F_N \cdot f = F_a \cdot f / \cos(\alpha/2) = F_a \cdot f_1,$$

unde: $f_1 = f / \cos(\alpha/2)$;
 f – coeficientul de frecare.



4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Asamblarea filetată fără strângere prealabilă, sollicitată cu sarcină axială



Condiția de rezistență a părții
filetate a tijeii cârligului

$$\sigma_i = \frac{4F_a}{\pi d_3^2} \leq [\sigma_i]$$

Diametrul interior a părții filetate a tijeii cârligului se
determină din condiția de rezistență la întindere

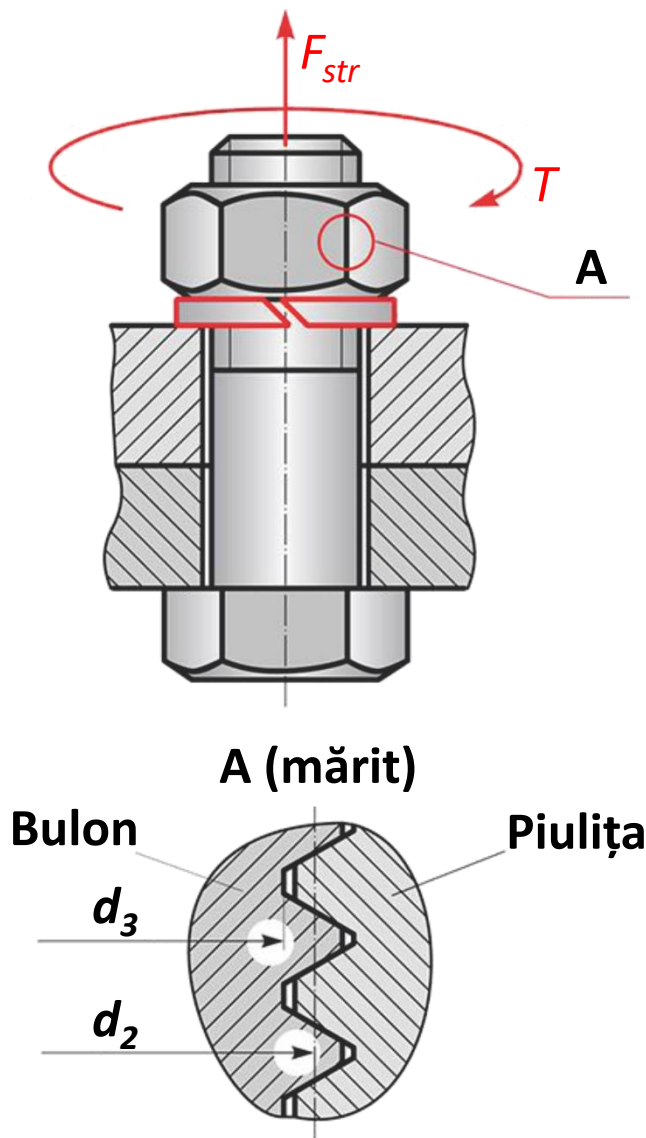
$$d_3 \geq \sqrt{\frac{4F_a}{\pi [\sigma_i]}}$$



4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Asamblarea filetată cu strângere

Asamblarea filetată cu strângere este solicitată de forța de întindere axială F_{str} , care apare la strângerea bulonului și se răsucesște sub acțiunea momentului forțelor din filet T .



Tensiunea echivalentă

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma_{\hat{i}}^2 + 3\tau_k^2} \leq [\sigma_{\hat{i}}].$$

Tensiunea de întindere de la forța de strângere

$$\sigma_{\hat{i}} = 4F_{str} / (\pi d_3^2).$$

Tensiunea de răsucire la strângerea asamblării cu moment de răsucire

$$\tau_k = T / W_p,$$

unde: $T = 0,5 F_{str} d_2 \text{tg}(\beta + \varphi_1)$;
 $W_p = \pi d_3^3 / 16$ – momentul de rezistență polar;
 β – unghiul de înclinare a filetului, °;
 φ_1 – unghiul de frecare redus, °.

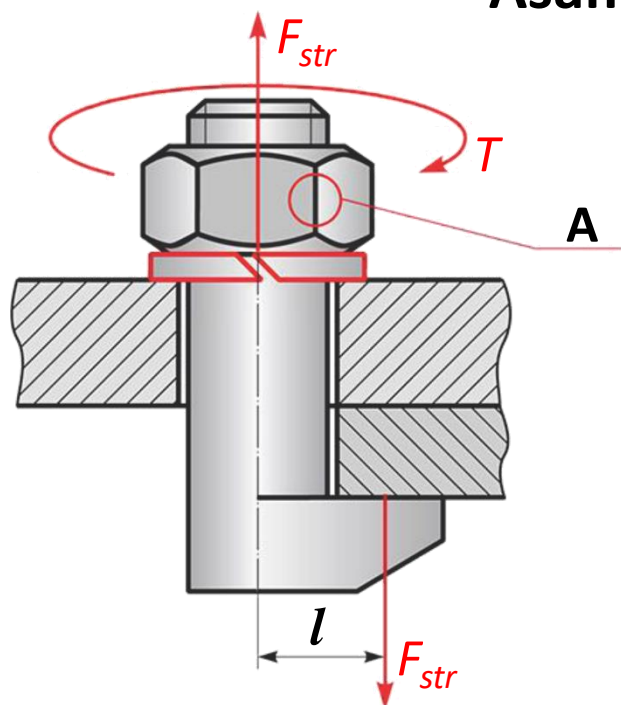
Pentru fileturile metrice standard

$$\sigma_{ech} \approx 1.3\sigma_{\hat{i}}.$$

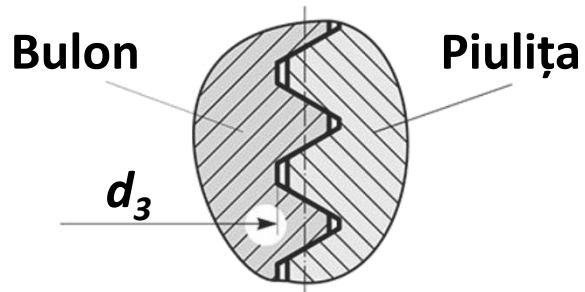


4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Asamblarea filetată cu sarcină excentrică de strângere



A (mărit)



Tensiunea echivalentă

$$\sigma_{ech} = 1.3\sigma_{\hat{i}} + \sigma_{\hat{inc}} \leq [\sigma_{\hat{i}}].$$

unde: $\sigma_{\hat{i}}$ – tensiunea de întindere de la acțiunea forței de strângere;
 $\sigma_{\hat{inc}}$ – tensiunea de încovoiere de la acțiunea forței excentrice.

Tensiunea de întindere

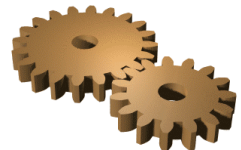
$$\sigma_{\hat{i}} = 4F_{str} / (\pi d_3^2).$$

Tensiunea de încovoiere

$$\sigma_{\hat{inc}} = M / W_x = F_{str} \cdot l / (\pi d_3^3 / 32),$$

Dacă $l = d_3$ $\sigma_{\hat{inc}} = 8\sigma_{\hat{i}}$ $\sigma_{ech} = \sigma_{\hat{i}}(1,3+8);$

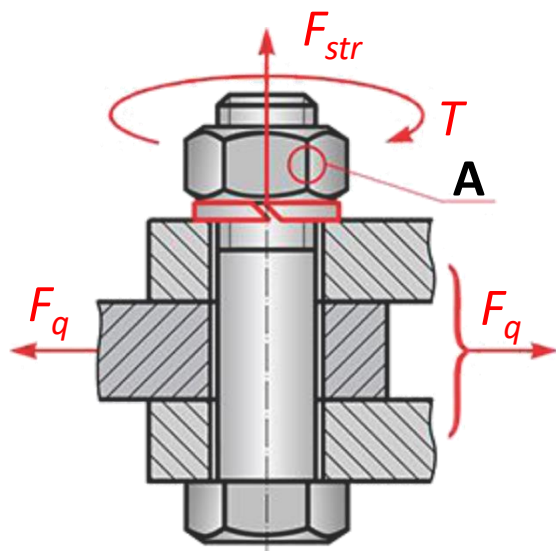
$$\sigma_{ech} \gg \sigma_{\hat{i}}.$$



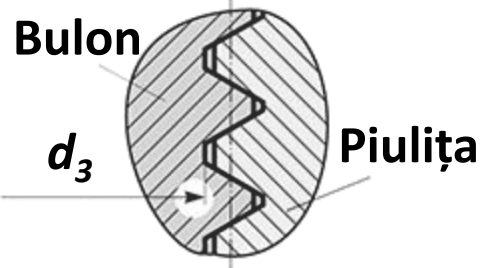
4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Asamblarea filetată solicitată cu sarcină transversală

Bulon instalat cu joc



A (mărit)



Forța necesară de strângere a bulonului

$$F_{str} = k_{str} F_q / f i,$$

unde: $k_{str} = 1,5...2,0$ – coeficientul de rezervă la strivire;

F_q – forța de solicitare transversală;

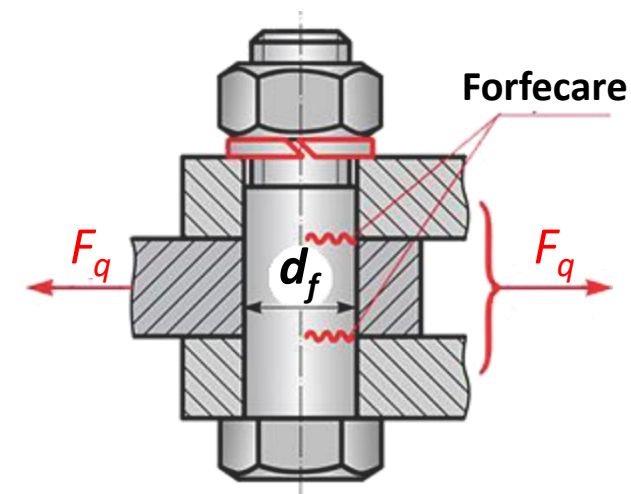
f – coeficientul de frecare în planul de îmbinare;

$i = 2$ – numărul de planuri de îmbinare.

Diametrul interior al filetului bulonului

$$d_3 = \sqrt{4 \cdot 1.3 \cdot F_{str} / (\pi [\sigma_{\hat{i}}])}.$$

Bulon instalat fără joc



Diametrul tijei bulonului

din condiția de rezistență la forfecare

$$d_f = \sqrt{4 F_q / (\pi [\tau_f] \cdot i)}.$$



4.6.1 ASAMBLĂRI FILETATE

Asamblarea filetată solicitată cu moment în planul de îmbinare

Varianta 1 – Bulon instalat cu joc

În îmbinarea cu joc momentul este transmis de către forțele de frecare din îmbinare

$$T = 0,5 \cdot F_{str} f D z / k_{str}$$

de unde sarcina de strângere va fi: iar diametrul bulonului din condiția de rezistență la întindere va fi:

$$F_{str} = 2 T k_{str} / D f z,$$

$$d_3 \geq \sqrt{4 \cdot 1.3 \cdot F_{str} / (\pi [\sigma_i])}.$$

unde: k_{str} = 1,5...2,0 – coeficientul de rezervă la strivire;
 f – coeficientul de frecare în planul de îmbinare;
 z – numărul de buloane.

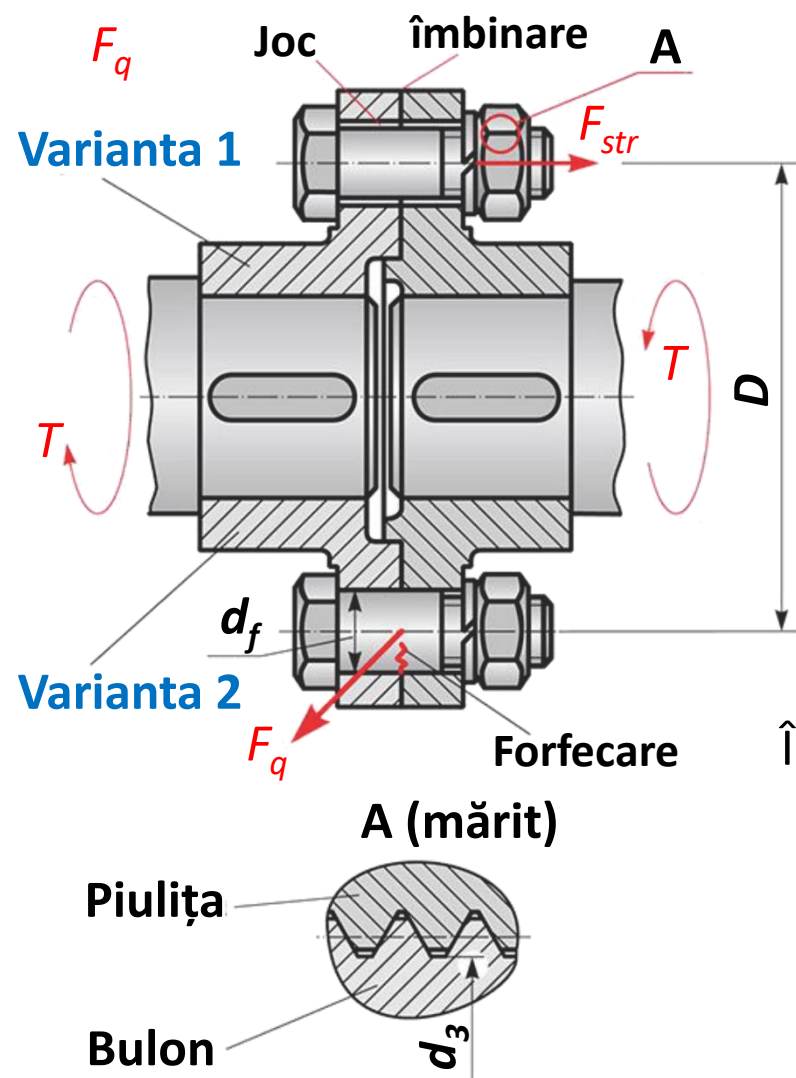
Varianta 2 – Bulon instalat fără joc

În îmbinarea fără joc momentul este transmis de către tija bulonului, supusă forfecării

$$F_q = 2 T / D z.$$

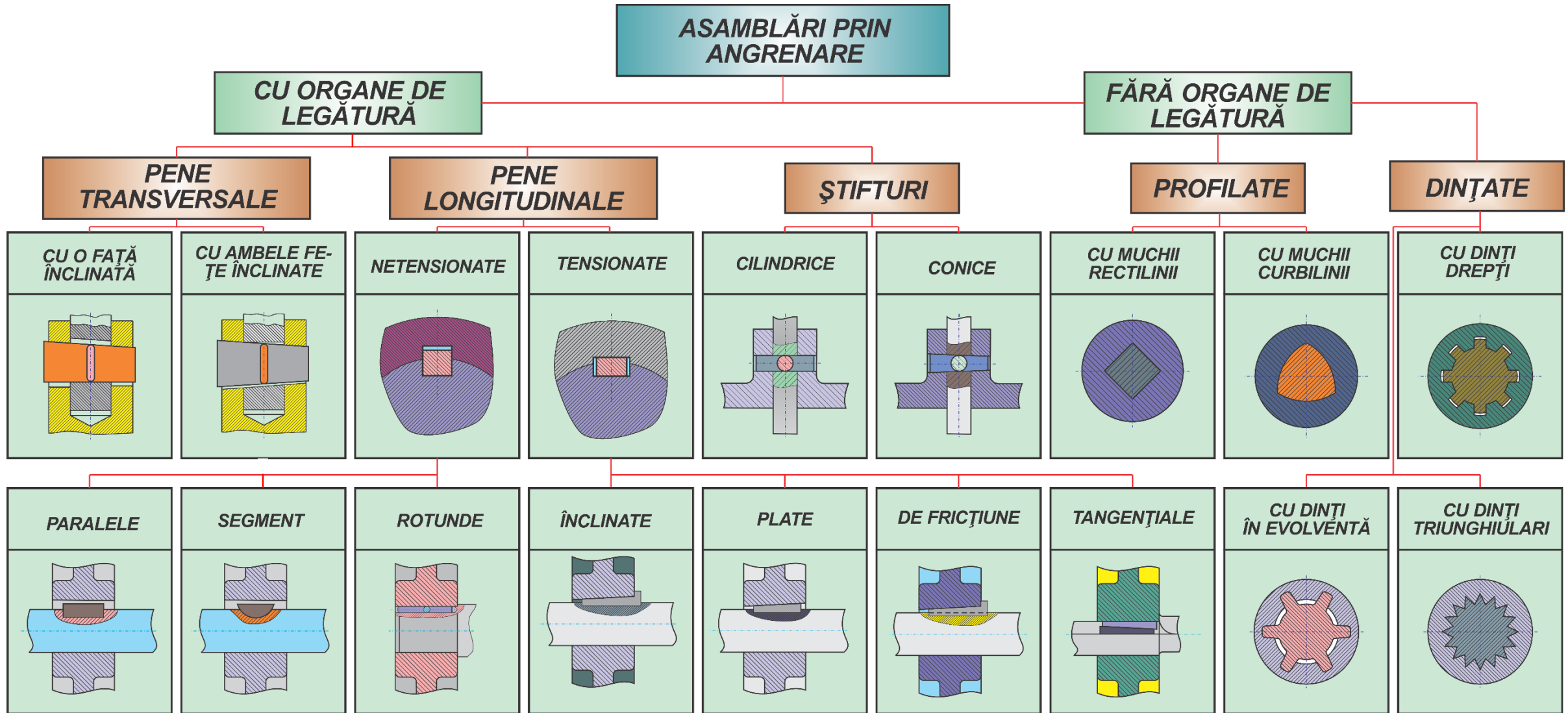
Diametrul tije bulonului se determină din condiția de rezistență la forfecare:

$$d_f \geq \sqrt{4 F_q / (\pi [\tau_f])}.$$





4.6.2 ASAMBLĂRI PRIN ANGRENARE



Îmbinările cu pene, caneluri, știfturi, etc. servesc pentru fixarea pieselor pe osii și arbori.

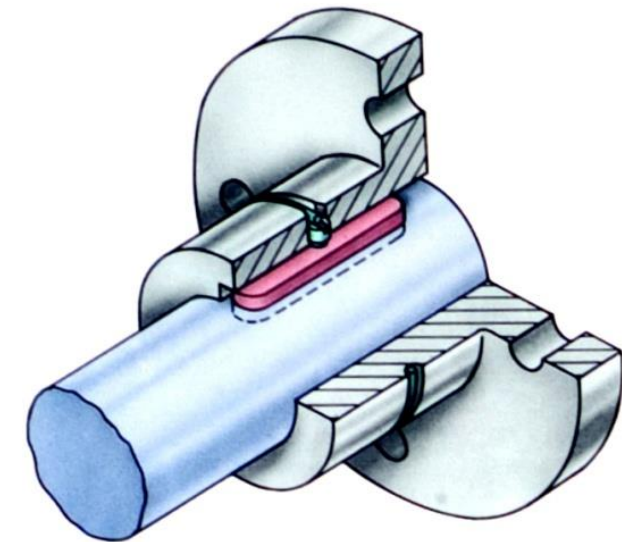


4.6.2.1 ASAMBLĂRI PRIN PENE

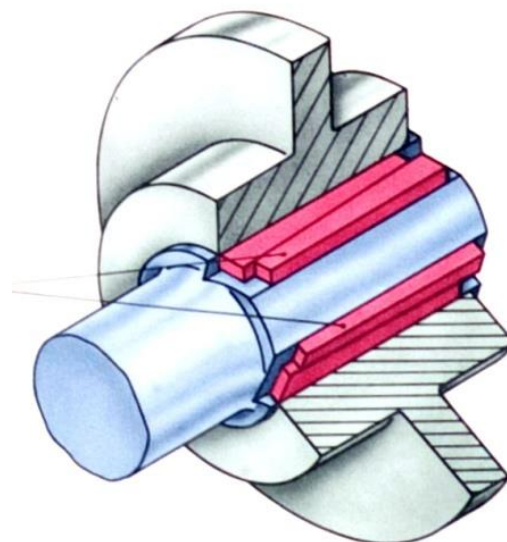
Noțiuni generale

Îmbinările cu pene servesc pentru fixarea pieselor pe osii și arbori.

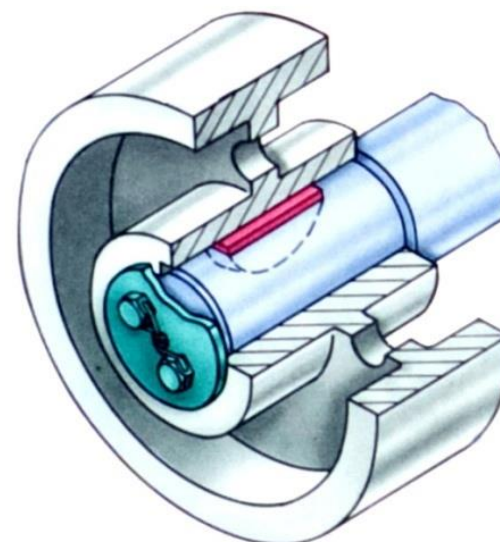
Îmbinările prin pene sunt realizate cu o piesă specială numită pană, care se instalează în canelurile arborelui și butucului. Ea asigură asamblarea fixă a elementelor și transmite momentul de torsiune.



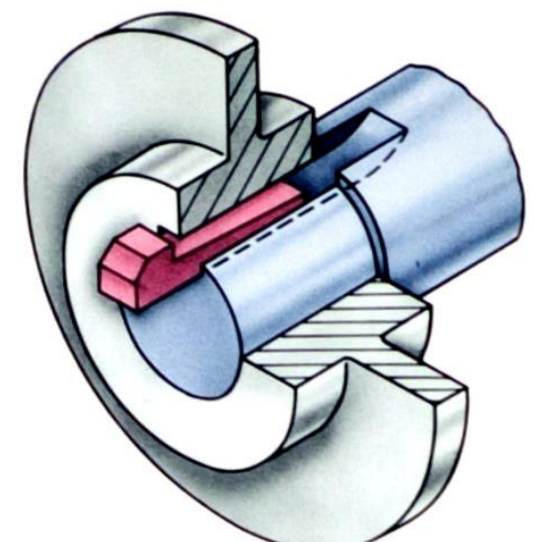
Asamblare prin pană paralelă



Asamblare prin pene tangențiale



Asamblare prin pană segment



Asamblare prin pană tensionată



4.6.2.1 ASAMBLĂRI PRIN PENE

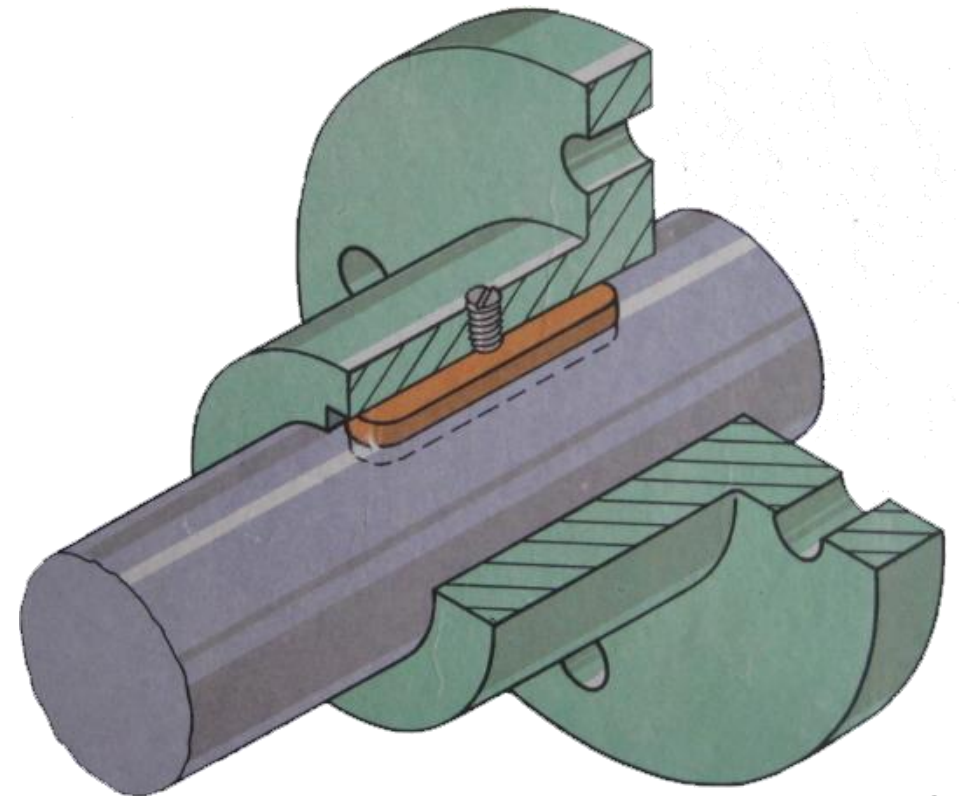
Noțiuni generale

Îmbinările cu pene servesc pentru fixarea pieselor pe osii și arbori.

Îmbinările prin pene sunt realizate cu o piesă specială numită pană, care se instalează în canelurile arborelui și butucului. Ea asigură asamblarea fixă a elementelor și transmite momentul de torsiune.

Avantaje. Se caracterizează prin simplitatea și fiabilitatea construcției, comoditatea montării și demontării, costul relativ redus.

Dezavantaje. Scăderea rezistenței elementelor asamblate ca urmare a micșorării secțiunilor lor cu canale pentru pană și concentrarea tensiunilor; dificultatea asigurării coaxialității ajustajului elementelor asamblate.



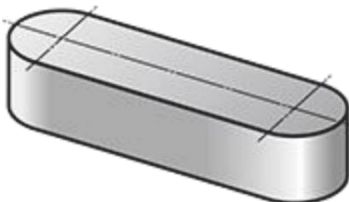


4.6.2.1 ASAMBLĂRI PRIN PENE

Construcții ale penelor paralele

Pene paralele simple

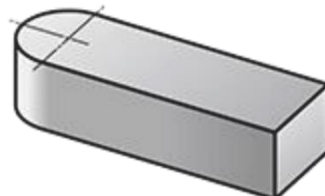
Tipul 1



Tipul 2

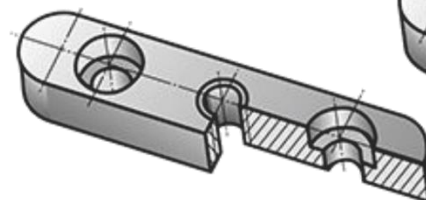


Tipul 3

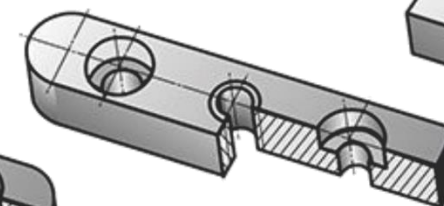


Pene paralele de ghidare

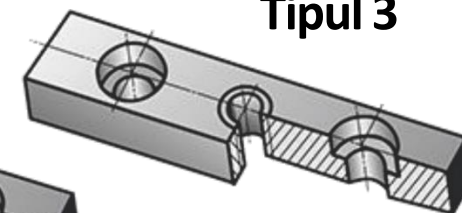
Tipul 1



Tipul 2

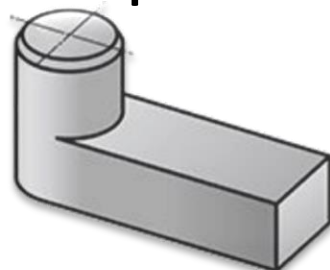


Tipul 3

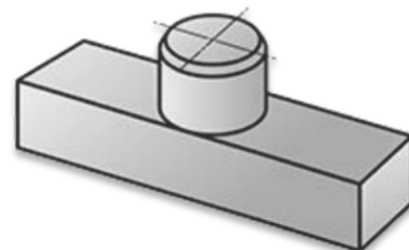


Pene paralele flotante

Tipul 1



Tipul 2



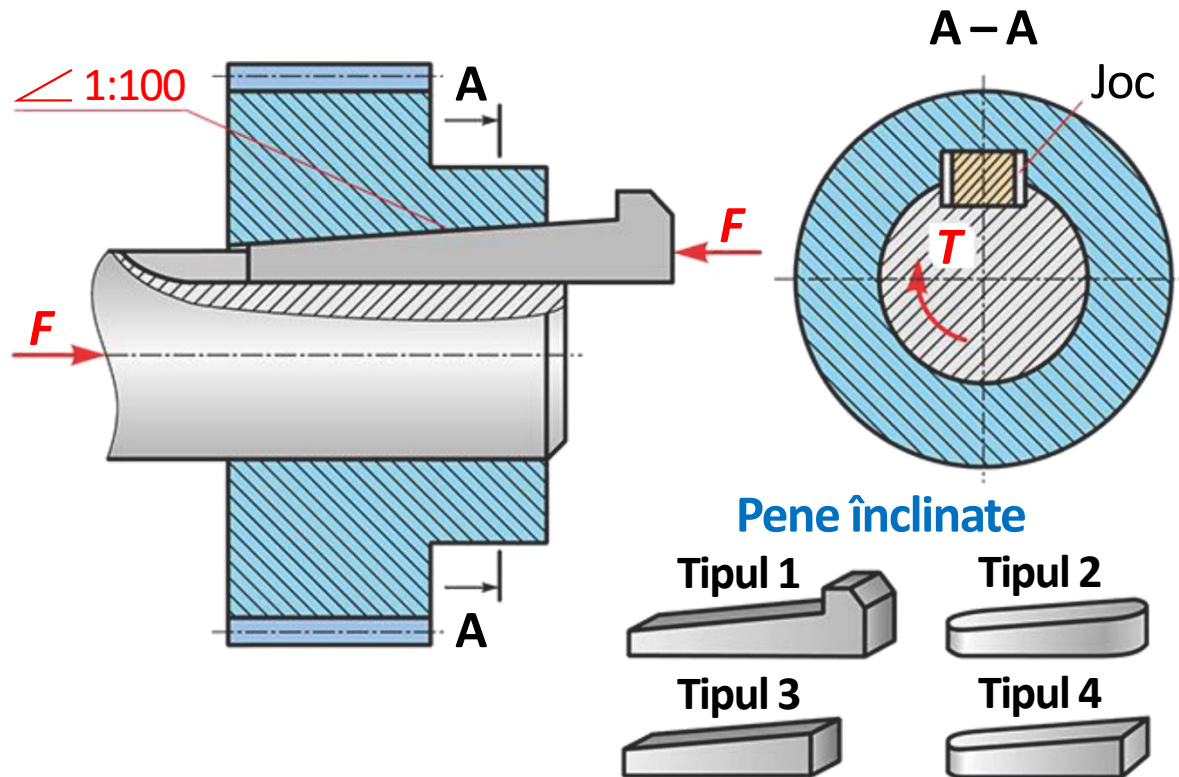
Paralelismul muchiilor penei permite a efectua îmbinări mobile ale butucului cu arborele în direcție axială (cutii de viteze). Forțele de fricțiune, ce apar la deplasarea butucului în îmbinarea mobilă, pot perturba poziția corectă a penei, de aceea se recomandă fixarea ei pe arbore cu șuruburi.



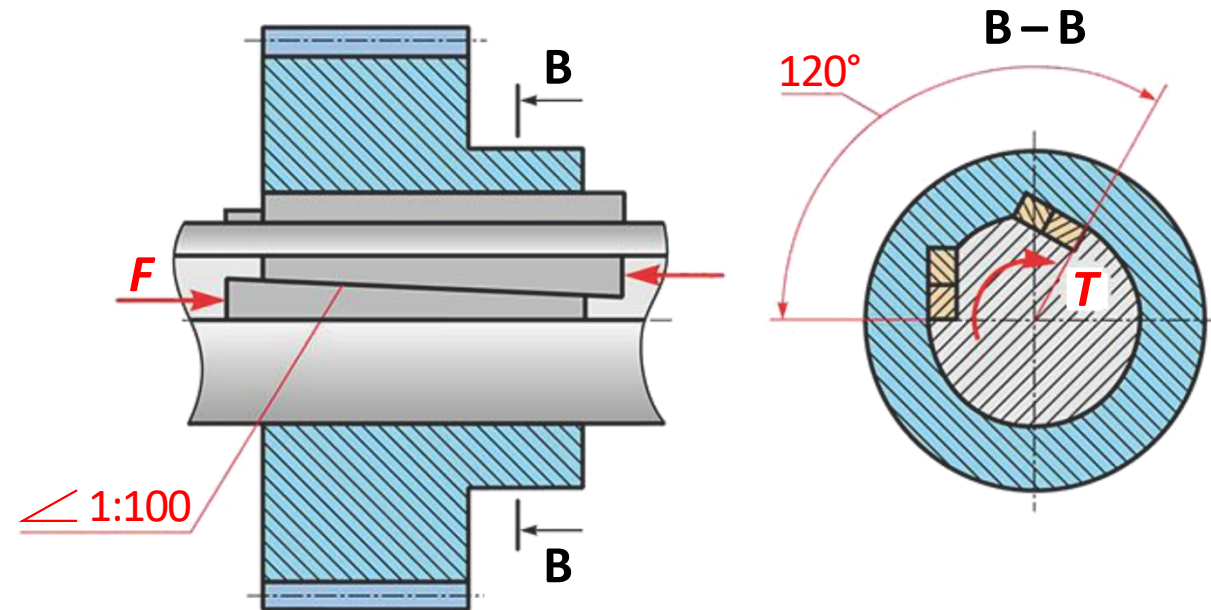
4.6.2.1 ASAMBLĂRI PRIN PENE

Asamblări prin pene tensionate

Asamblare cu pană înclinată



Asamblare cu pene tangențiale



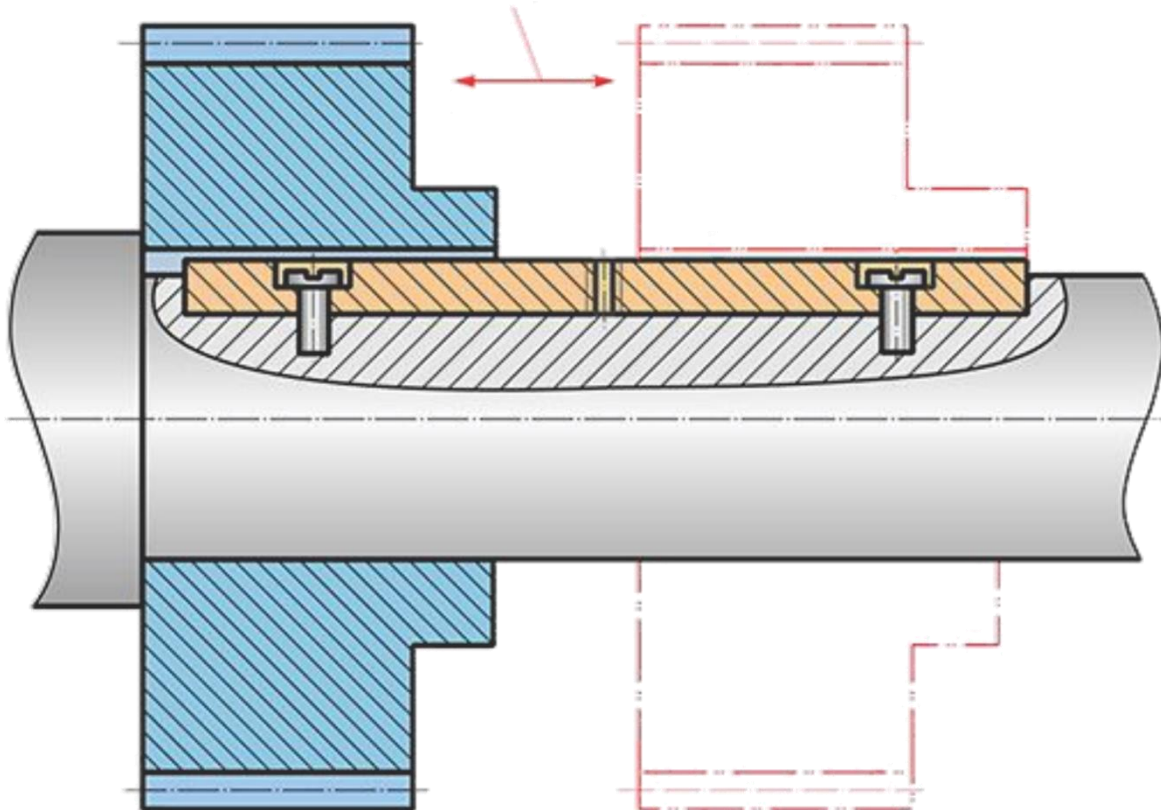


4.6.2.1 ASAMBLĂRI PRIN PENE

Asamblări prin pene mobile

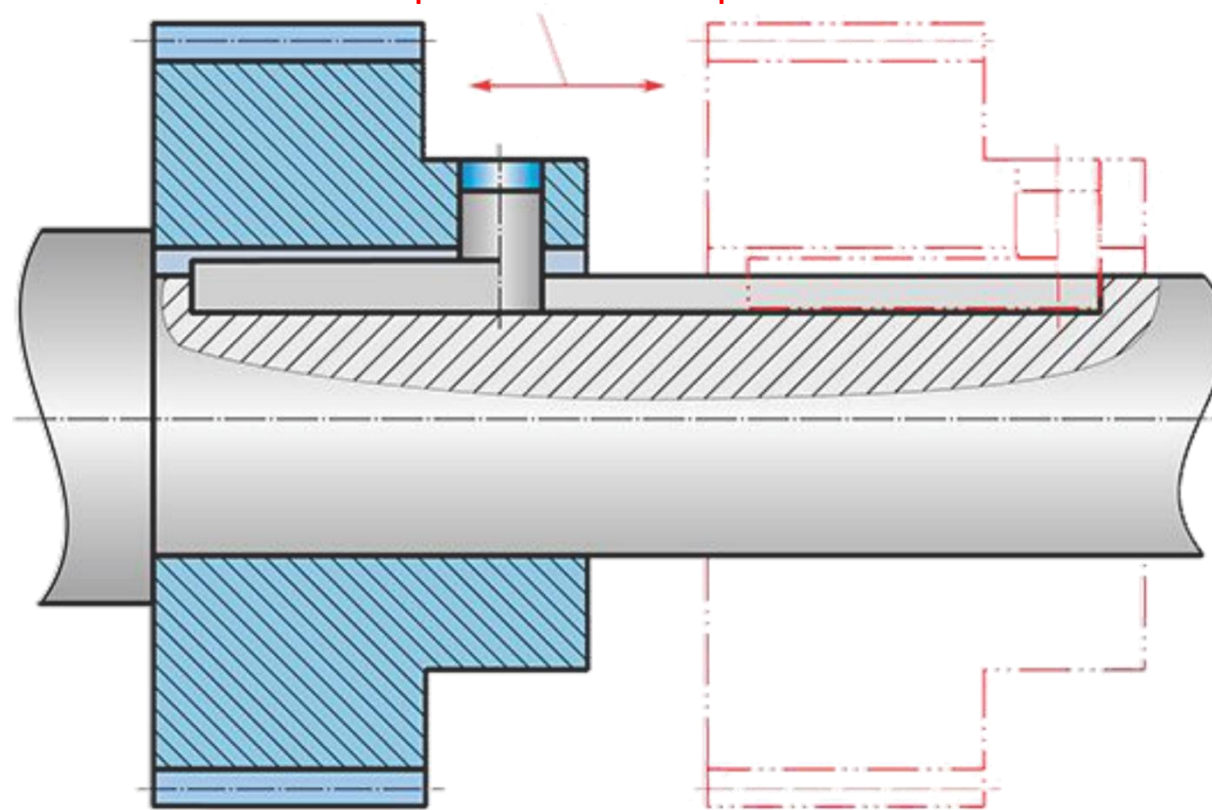
Asamblare cu pană de ghidare

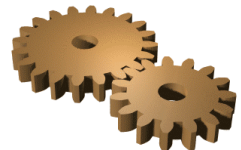
deplasarea axială a piesei



Asamblare cu pană flotantă

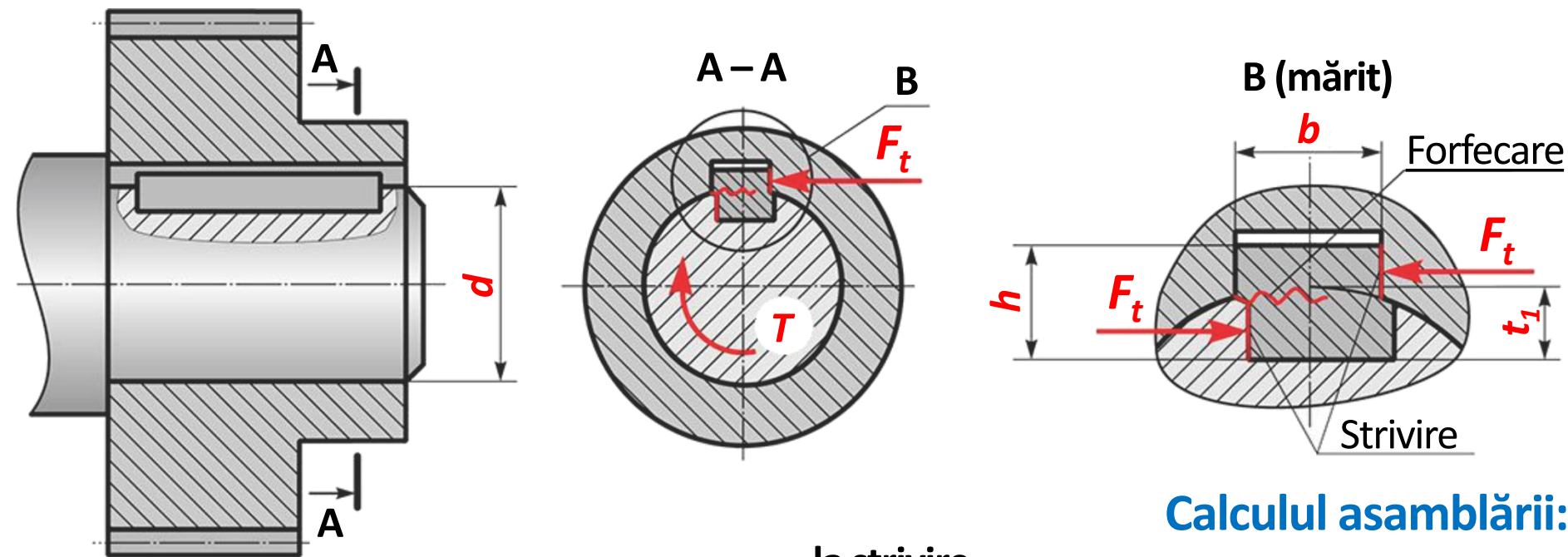
deplasarea axială a piesei





4.6.2.1 ASAMBLĂRI PRIN PENE

Calculul de rezistență a asamblărilor prin pene paralele



Dimensiunile secțiunii penei $b \times h$ se aleg conform diametrului d .
Lungimea penei l se alege constructiv.

Calculul asamblării:

la strivire

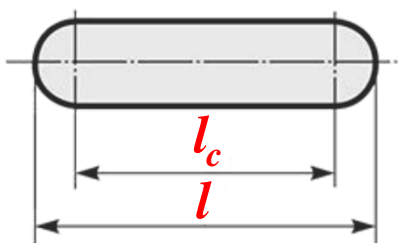
$$\sigma_{str} = \frac{F_t}{A_{str}} \leq [\sigma_{str}],$$

unde $F_t = \frac{2T}{d}$; $A_{str} = (h - t_1)l_c$.

la forfecare

$$\tau_f = \frac{F_t}{A_f} \leq [\tau_f],$$

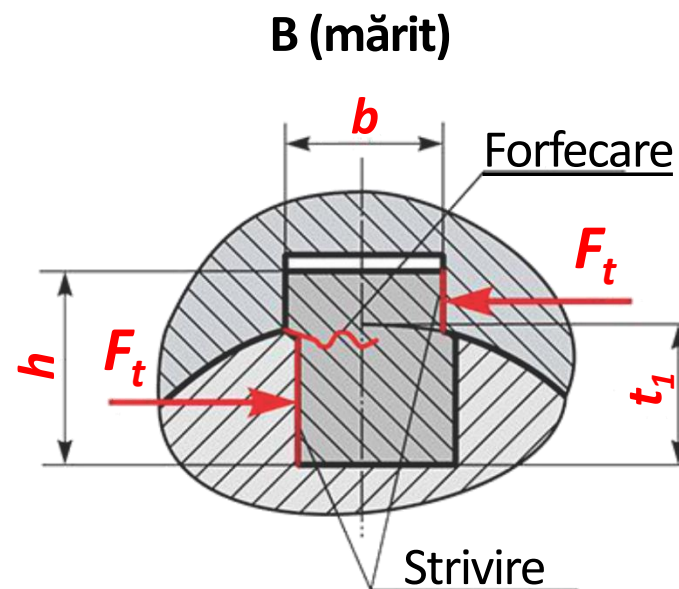
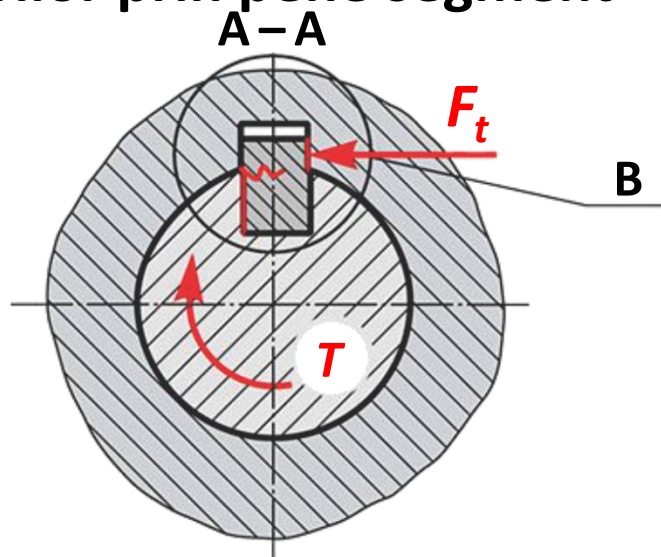
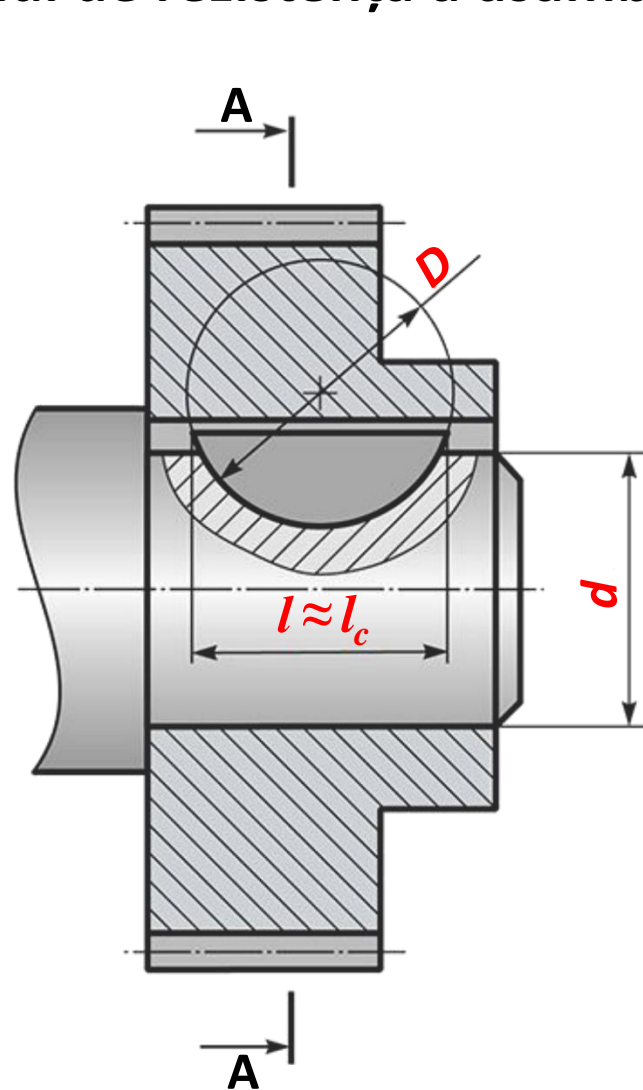
unde $A_f = b \cdot l_c$.





4.6.2.1 ASAMBLĂRI PRIN PENE

Calculul de rezistență a asamblărilor prin pene segment



Dimensiunile secțiunii penei $b \times h \times D$ se aleg conform diametrului d .
Lungimea totală l și de calcul l_c a penei: $l \approx l_c \approx D$.

Calculul asamblării:

la strivire

$$\sigma_{str} = \frac{F_t}{A_{str}} \leq [\sigma_{str}],$$

unde $F_t = \frac{2T}{d}$; $A_{str} = (h - t_1)l_c$.

la forfecare

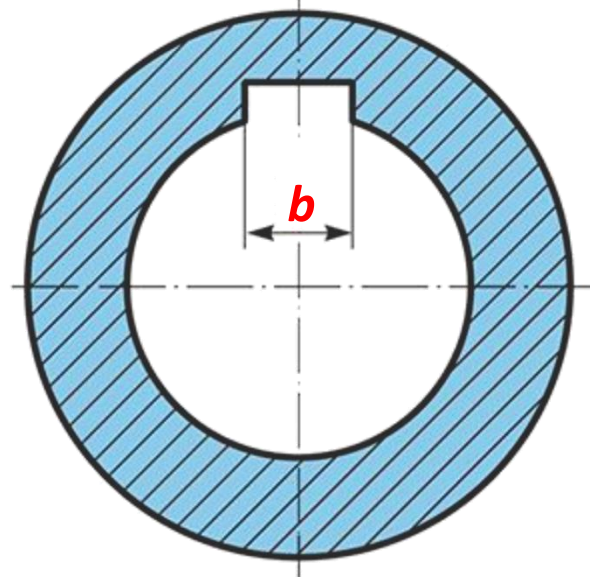
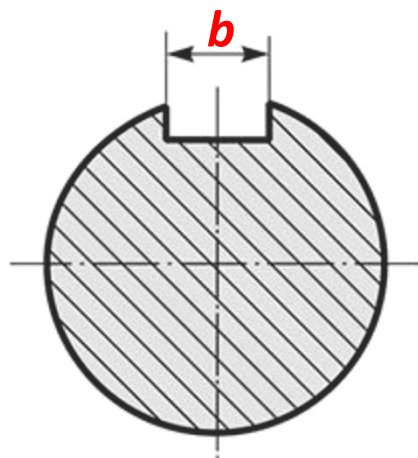
$$\tau_f = \frac{F_t}{A_f} \leq [\tau_f],$$

unde $A_f = b \cdot l_c$.



4.6.2.1 ASAMBLĂRI PRIN PENE

Câmpurile de toleranță ale lățimii canalelor de pană a asamblărilor prin pene paralele



Caracterul asamblării prin pene	Câmpurile de toleranță ale lățimii canalelor b	
	pe arbore	în butuc
Liberă	H9	D10
Normală	N9	Js9 *
Strânsă	P9 *	P9

Notă. * Câmpuri de toleranță preferabile de utilizat în asamblări fixe



4.6.2.2 ASAMBLĂRI PRIN CANELURI

Noțiuni generale

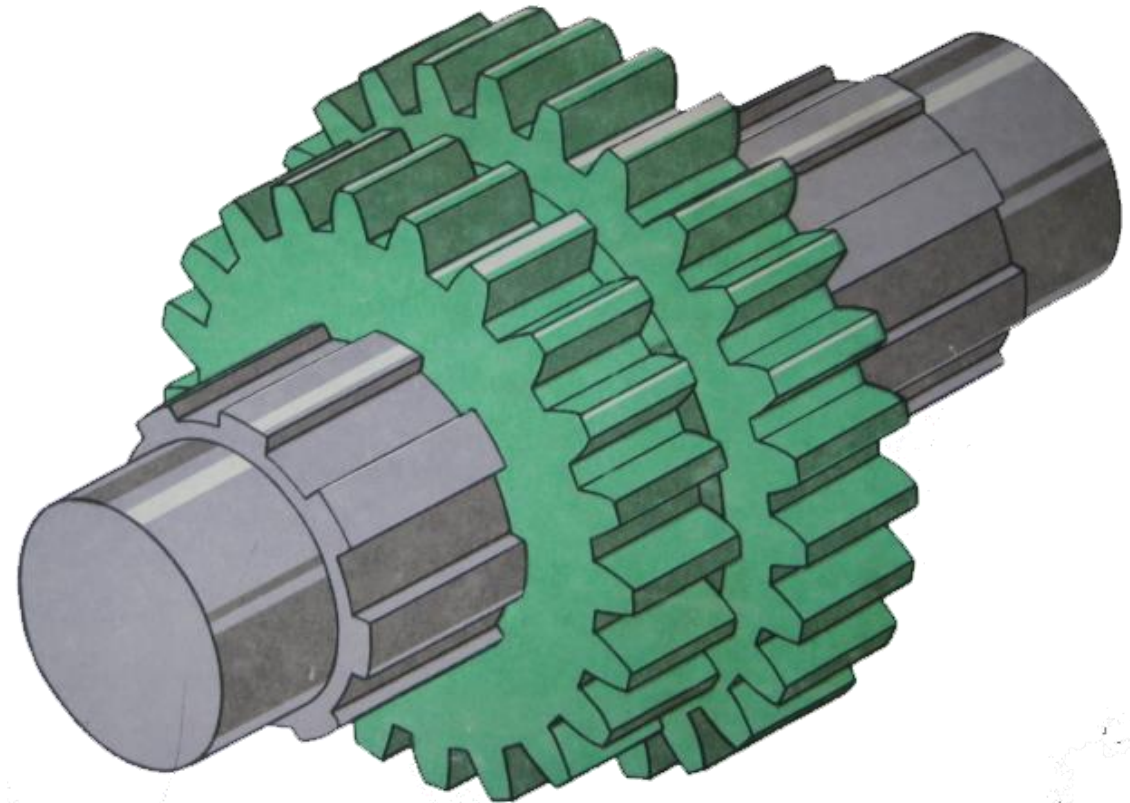
Îmbinările cu caneluri pot fi considerate ca îmbinări prin pene paralele multiple, solidare cu arborele și uniform distribuite pe periferia acestuia.

Conform destinației pot fi fixe și mobile. Cele mobile se folosesc de regulă la cutiile de viteze.

Avantaje. Față de îmbinările prin pene posedă următoarele avantaje:

- pot transmite întreg momentul de torsiune de care este capabil arborele;
- sunt mai rezistente la oboseală datorită reducerii concentratorilor de tensiuni;
- ghidare și centrare mai precisă.

Dezavantaje. Tehnologia de execuție este mai complicată; prețul de cost este mai mare.

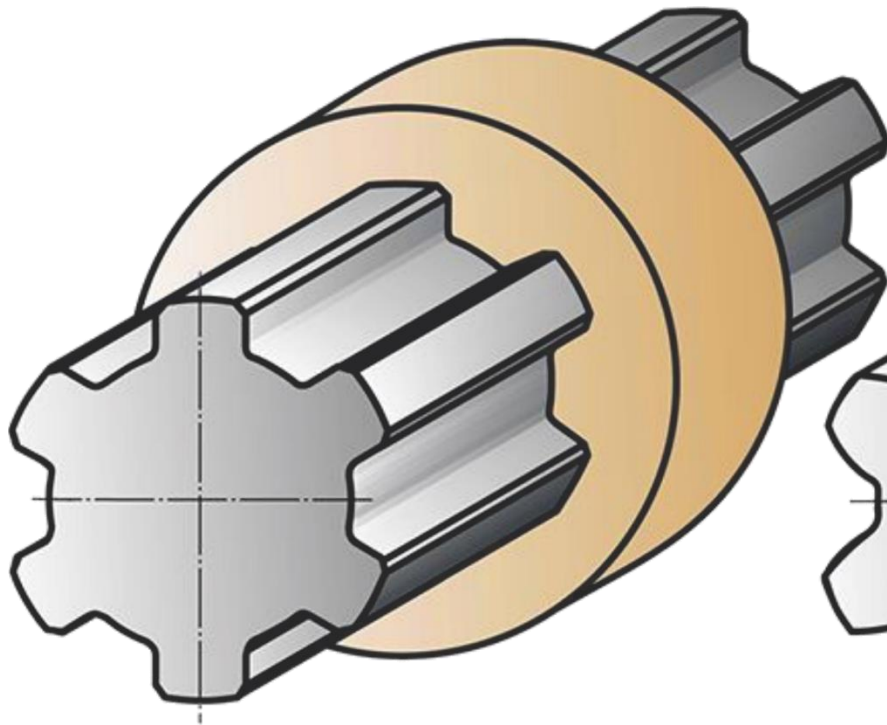




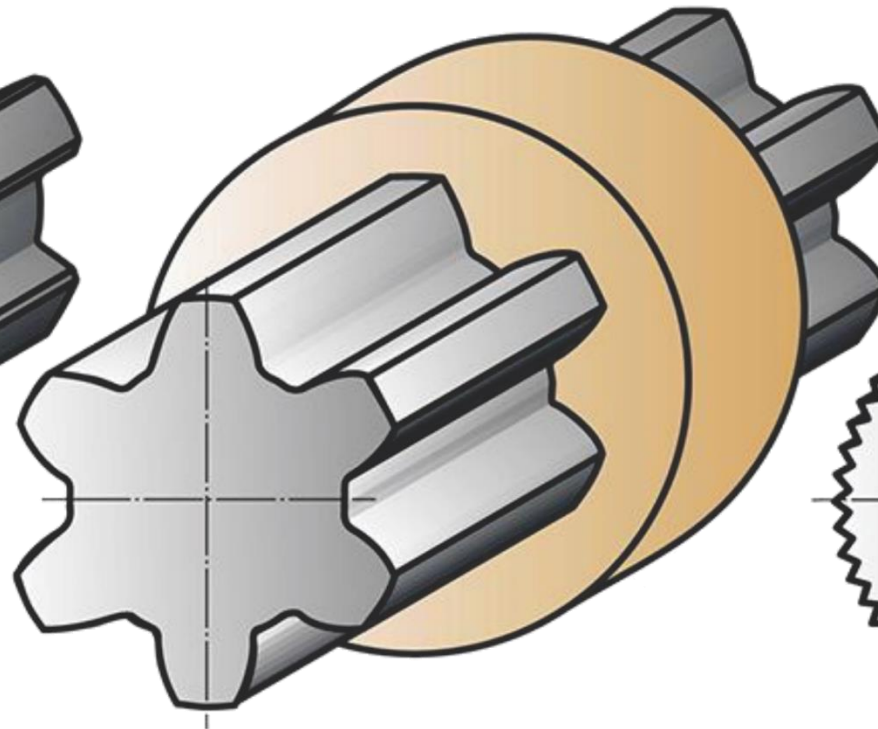
4.6.2 ASAMBLĂRI PRIN CANELURI

După forma proeminențelor, îmbinările prin caneluri pot fi:

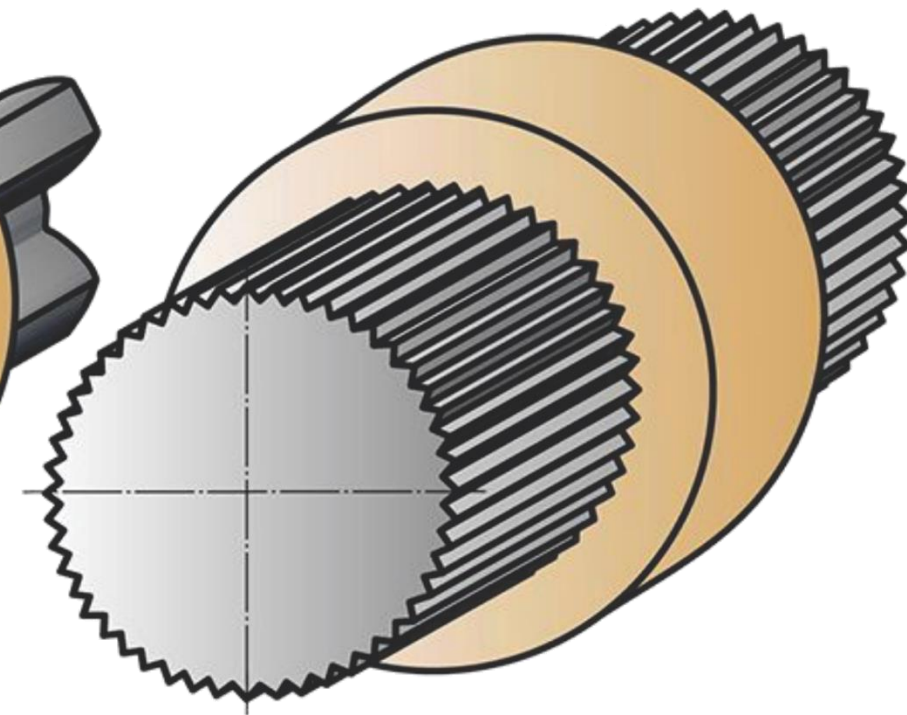
cu profil
dreptunghiular



cu profil în
evolventă



cu profil
triunghiular.





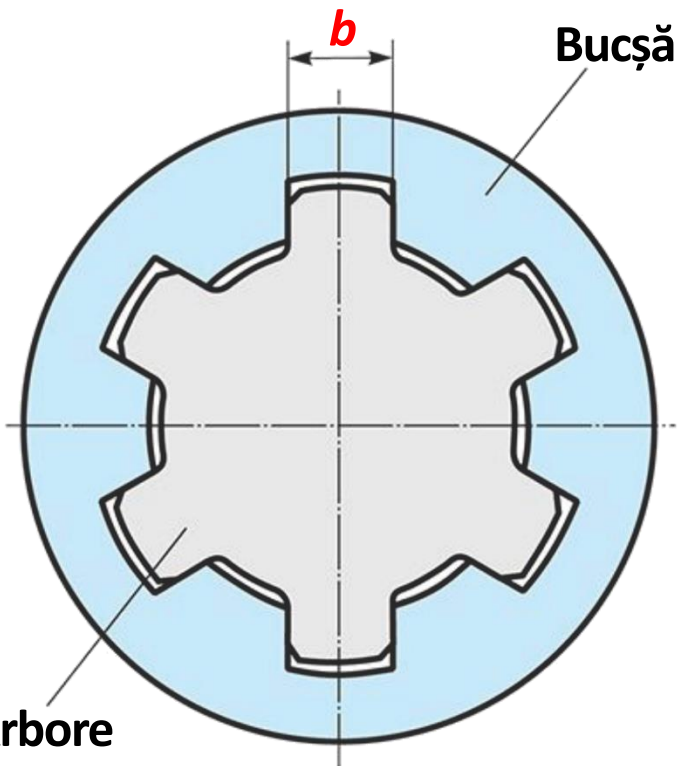
4.6.2 ASAMBLĂRI PRIN CANELURI

Conform modului de centrare îmbinările prin caneluri cu profil dreptunghiular se clasifică în:

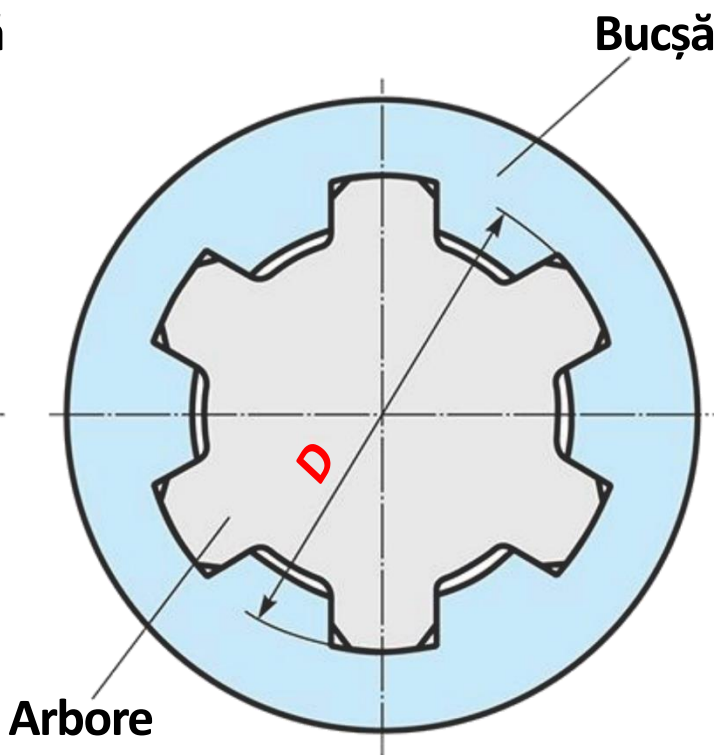
centrate pe flancuri b

pe diametrul exterior D

pe diametrul interior d

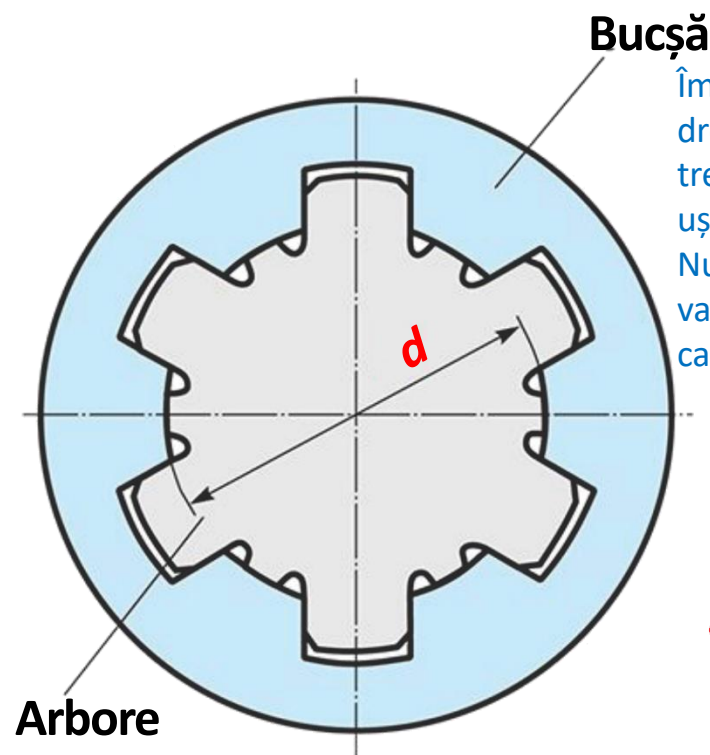


Asamblări de viteze mici și solicitări mari



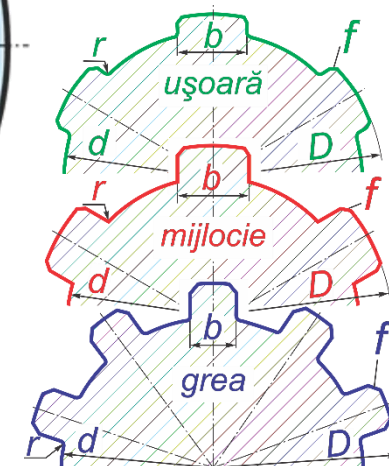
Domenii recomandate de utilizare

Asamblări de viteze mari cu duritatea bucșe $H \leq 350HB$



Asamblări de viteze mari cu duritatea bucșe $H > 350HB$

Îmbinarea prin caneluri dreptunghiulare prevede trei serii de îmbinări: ușoară, mijlocie și grea. Numărul canelurilor variază de la 6...20 de caneluri.

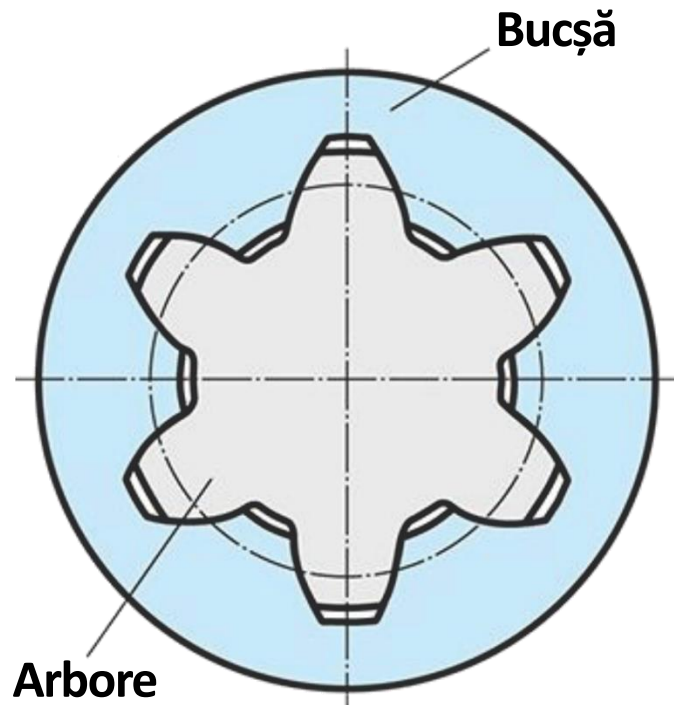




4.6.2 ASAMBLĂRI PRIN CANELURI

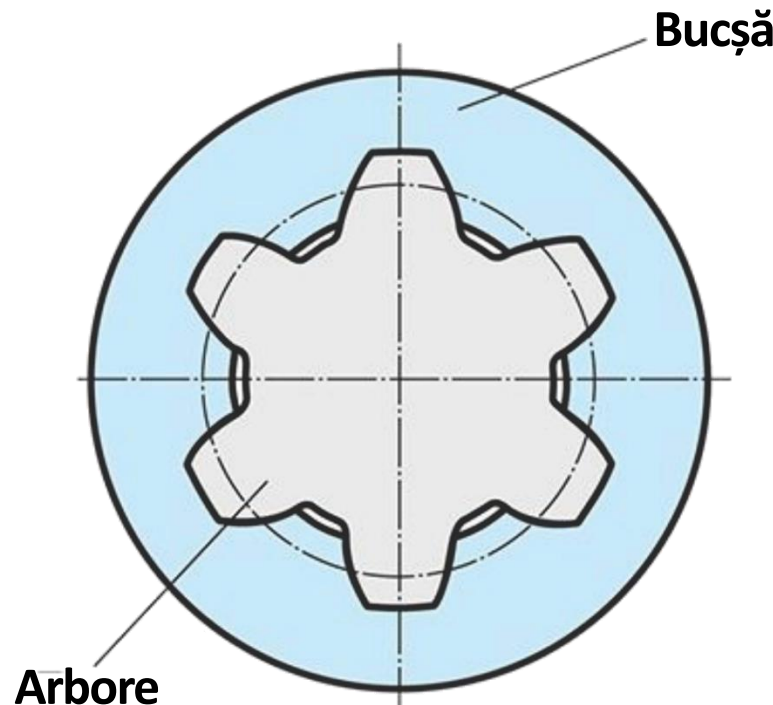
Conform modului de centrare îmbinările prin caneluri cu profil evolventic se clasifică în:

centrate pe flancuri



Asamblări de viteze mici și solicitări mari

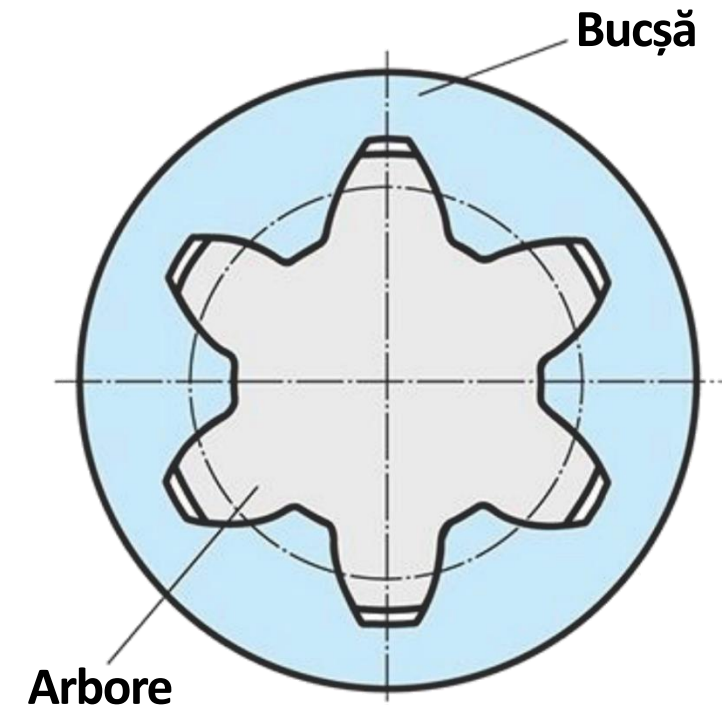
pe diametrul exterior



Domenii recomandate de utilizare

Asamblări de viteze mari cu cerințe înalte față de coaxialitate

pe diametrul interior



Nu sunt recomandate



4.6.2.2 ASAMBLĂRI PRIN CANELURI

Calculul de rezistență al asamblărilor prin caneluri

Toate dimensiunile arbore și butuc sunt standardizate și se aleg în conformitate cu STAS (ГОСТ), după care se determină lungimea necesară a canelurilor.

Calculul de rezistență se efectuează din condiția de rezistență la strivire:

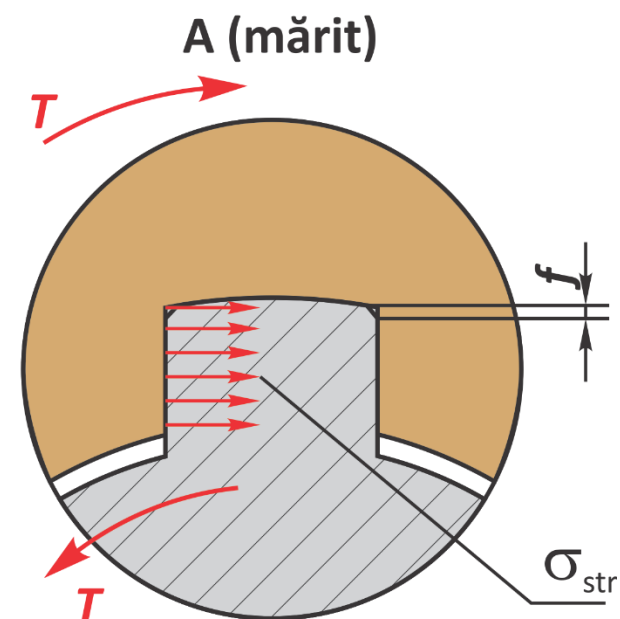
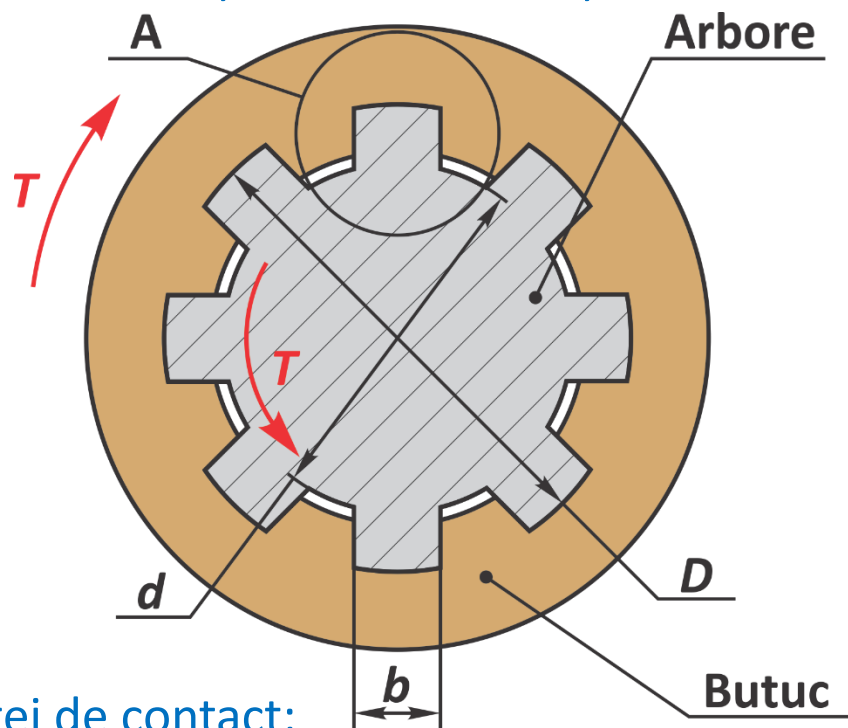
$$\sigma_{str} = \frac{T}{k \cdot z \cdot l \cdot r_{med}} \leq [\sigma_{str}],$$

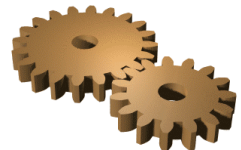
unde $k = 0,7 \dots 0,8$ – coeficient de neuniformitate a distribuției sarcinii între caneluri;
 z – numărul de caneluri;

$$h = \frac{D - d}{2} - 2f \text{ – înălțimea activă a suprafeței de contact;}$$

$$r_{med} = \frac{D + d}{4} \text{ – raza medie a suprafeței de contact;}$$

$$h = m \text{ (modulul); } r_{med} = mz/2 \text{ – pentru caneluri în evolventă.}$$





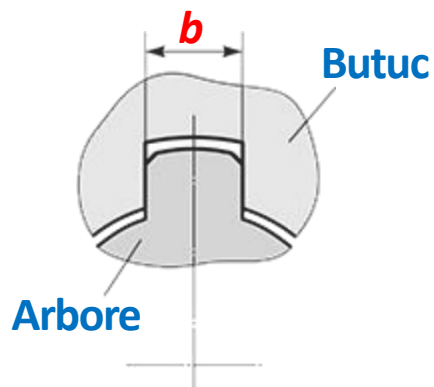
4.6.2.2 ASAMBLĂRI PRIN CANELURI

Simbolizarea asamblărilor prin caneluri dreptunghiulare

- Simbolizarea conține:
- una din literele b , D sau d , care indică suprafața de centrare;
 - numărul de dinți;
 - dimensiunile nominale b , D și d cu indicarea ajustajului

Exemplu de simbolizare a asamblării prin caneluri cu numărul de dinți $z = 8$, diametrul interior $d = 36 \text{ mm}$, diametrul exterior $D = 40 \text{ mm}$, lățimea dintelui $b = 7 \text{ mm}$ pentru diferite metode de centrare:

Centrare pe flancurile dintelui cu ajustarea pe lățimea b a dintelui $F8/j_57$

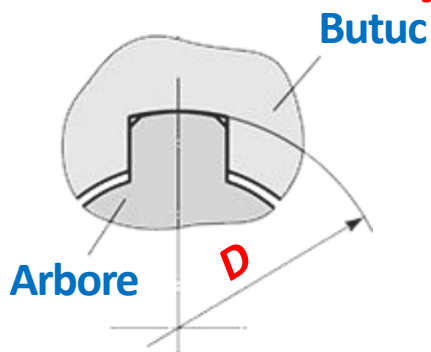


$b - 8 \times 36 \times 40H12/a11 \times 7F8/j_57$

Butuc $b - 8 \times 36 \times 40H12 \times 7F8$

Arbore $b - 8 \times 36 \times 40a11 \times 7j_57$

Centrare pe diametrul exterior D cu ajustarea pe diametru $H7/n6$ și pe lățimea b a dintelui $F8/j_57$

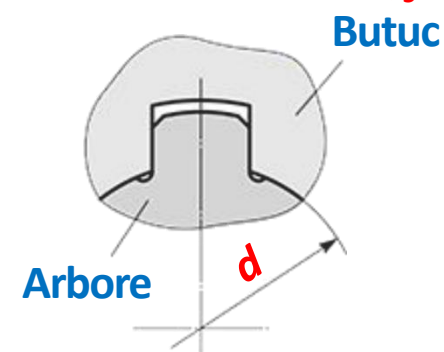


$D - 8 \times 36 \times 40H7/n6 \times 7F8/j_57$

Butuc $D - 8 \times 36 \times 40H7 \times 7F8$

Arbore $D - 8 \times 36 \times 40n6 \times 7j_57$

Centrare pe diametrul interior d cu ajustarea pe diametru $H7/n6$ și pe lățimea b a dintelui $F8/j_57$



$d - 8 \times 36H7/n6 \times 40H12/a11 \times 7F8/j_57$

Butuc $d - 8 \times 36H7 \times 40H12 \times 7F8$

Arbore $d - 8 \times 36n6 \times 40a11 \times 7j_57$



4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

Îmbinări sudate. Noțiuni generale

Îmbinarea sudată se numește asamblarea nedemontabilă, executată prin sudură, adică prin intermediul legăturilor intermoleculare ale materialele îmbinate, și se obține prin încălzirea locală până la topirea superficială.

Acest tip de îmbinare nu necesită elemente auxiliare adăugătoare și se folosește preponderent la obținerea construcțiilor monobloc din mai multe elemente simple și a construcțiilor de dimensiuni mari.

Rezistența îmbinării depinde de uniformitatea și continuitatea materialului cusăturii de sudură și a zonei aferente.

Avantaje:

1. Economie de material cu 10-20% în comparație cu îmbinările prin nituri și cu 40% în comparație cu piesele turnate;
2. Reducerea volumului de muncă și ridicarea productivității;
3. Compactitatea înaltă a cordoanelor de sudură;
4. Costul construcțiilor sudate din laminate circa de 2 ori mai mic în comparație cu piesele forjate și turnate;
5. Costul mic al utilajului și posibilitatea automatizării.

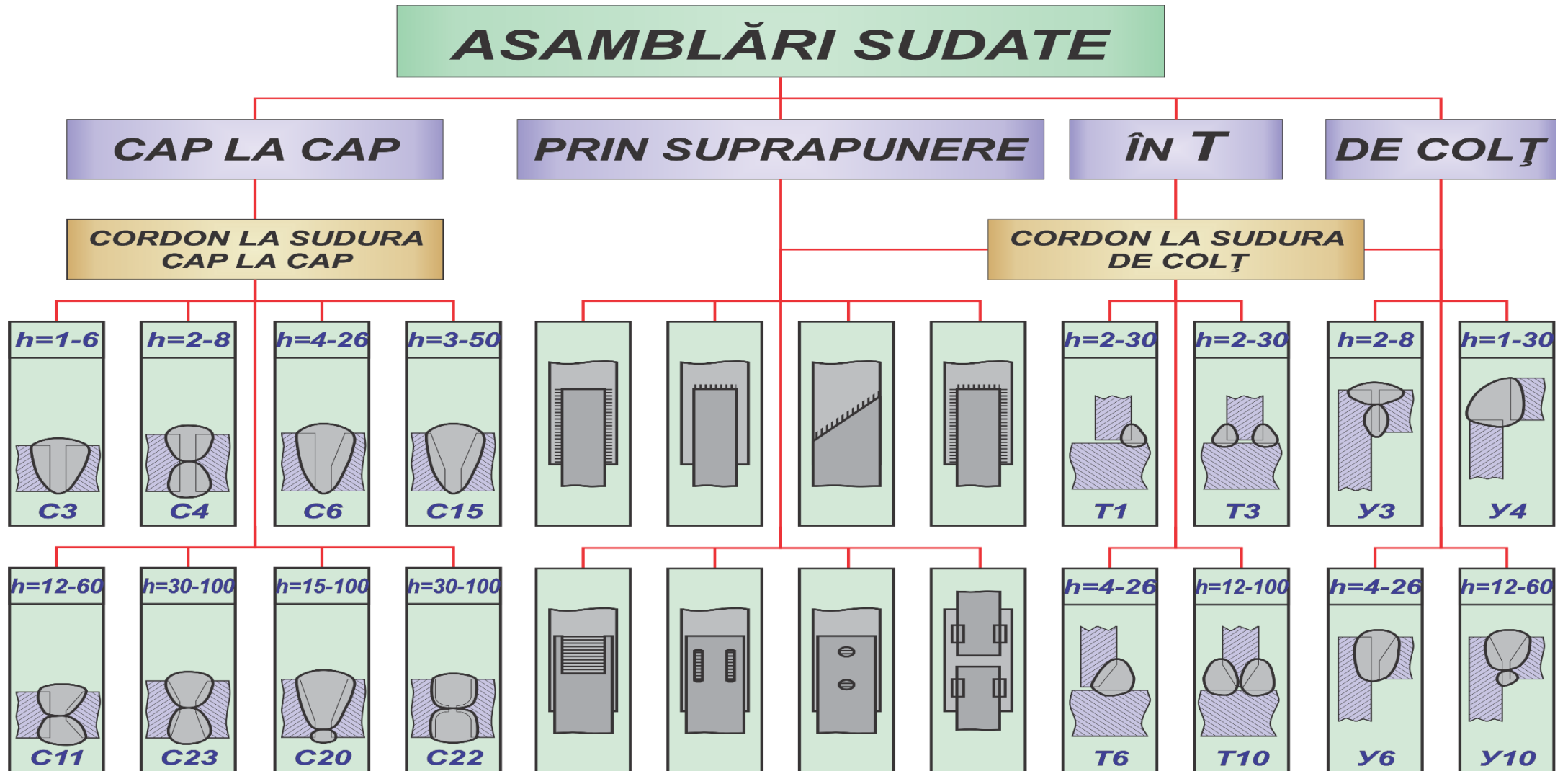
Dezavantaje:

1. Apariția tensiunilor interioare remanente.
2. Deformarea construcției.
3. Complexitatea și dificultatea controlului calității cordoanelor de sudură.
4. Pericolul ridicat de distrugere la sarcini variabile și vibrații



4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

Clasificarea asamblărilor sudate





4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

Sudarea cu arc electric

Un arc electric este o descărcare electrică susținută într-un mediu gazos. În cazul sudării, arcul electric este amorsat, de regulă, între un electrod și piesa de sudat, descărcarea electrică având o tensiune relativ scăzută (10-44 V) și o intensitate a curentului mare (5 - 2 000 A).

Funcția principală a arcului electric la sudare consta în topirea materialului de baza cu ajutorul căldurii generate în coloana arcului, temperatura acestuia putând ajunge la valori de peste 5 000°C. Arcul electric produce, de asemenea, o lumină puternică și zgomot.

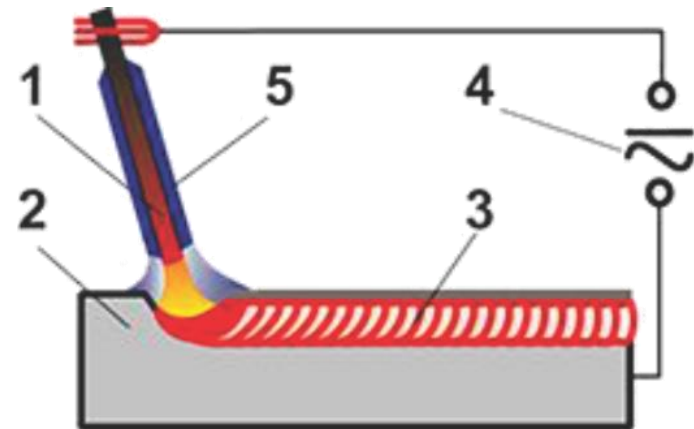
Există o serie de procedee de sudare care folosesc arcul electric ca sursă termică. Acestea sunt procedeele de sudare cu arcul electric. În această grupă intra sudarea în medii de gaze protectoare, sudarea cu electrozi înveliți, sudarea sub strat de flux.



4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

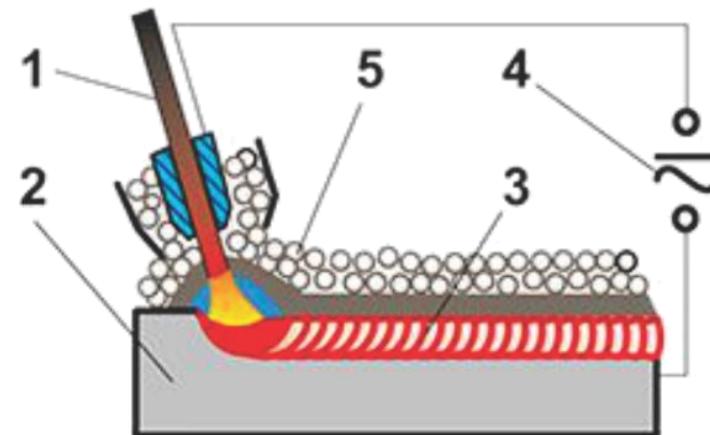
Metodele de bază a sudurii cu arc electric

Sudarea manuală cu arc electric cu electrod fuzibil GOST 5264-80



- 1 – electrod;
- 2 – piesă;
- 3 – cusătură;
- 4 – sursa de curent;
- 5 – acoperirea ionizatoare a electrodului.

Sudarea cu arc electric sub strat de flux GOST 8713-79



- 1 – electrod;
- 2 – piesă;
- 3 – cusătură;
- 4 – sursa de curent;
- 5 – strat de flux.

Metodă universală, dar cu productivitate joasă. Este recomandată pentru sudarea cusăturilor scurte și în producerea de unicat.

Metode: sudare automată și mecanizată a oțelurilor sub strat de flux.

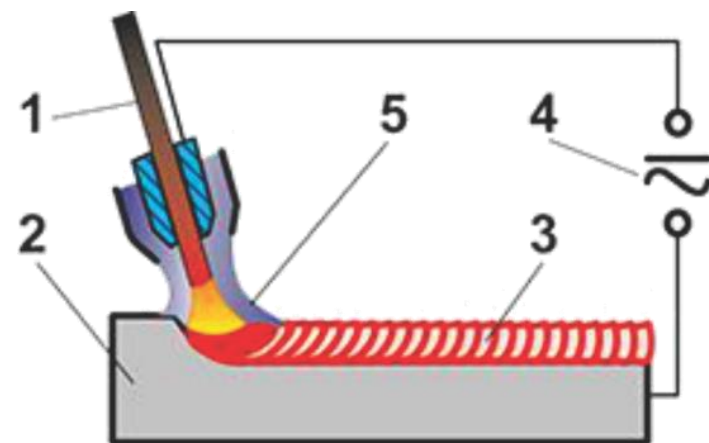


4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

Metodele de bază a sudurii cu arc electric

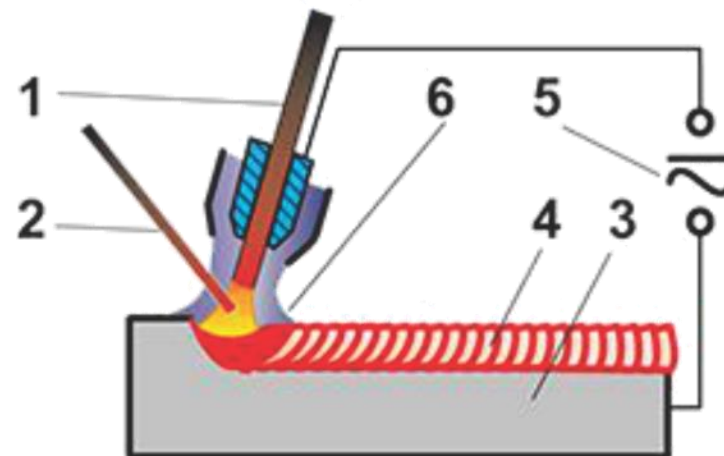
Sudarea cu arc electric în mediu de gaz protector GOST 14771-76

Electrod fuzibil



- 1 – electrod fuzibil;
- 2 – piesă;
- 3 – cusătură;
- 4 – sursa de curent;
- 5 – strat de gaz protector.

Electrod nefuzibil



- 1 – electrod ne fuzibil;
- 2 – material de adaos;
- 3 – piesă;
- 4 – cusătură;
- 5 – sursa de curent;
- 6 – strat de gaz protector.

Metode: sudarea oțelurilor înalt aliate, aliajelor din titan și aluminiu cu electrod fuzibil și nefuzibil din wolfram în gaze inerte (argon, heliu); sudarea oțelurilor carbon cu electrod fuzibil în bioxid de carbon.



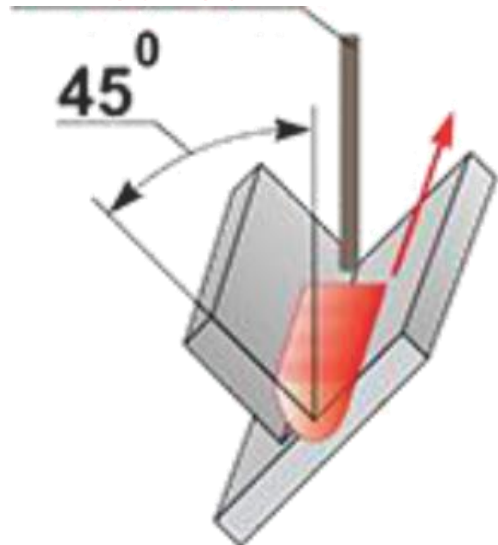
4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

Poziționările de bază a cusăturilor la sudarea prin topire conform GOST 11969-79

Poziționare “în luntre”

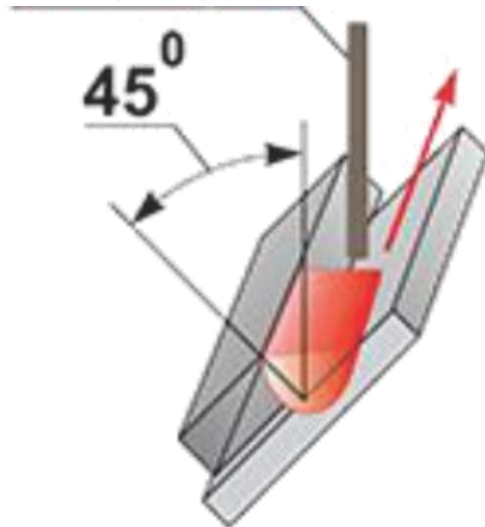
Îmbinare în T

Electrod



Îmbinare suprapunere

Electrod

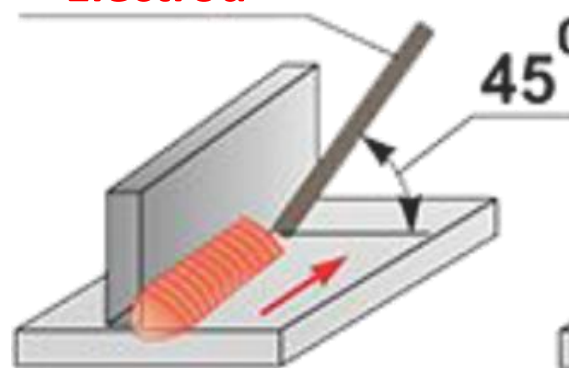


Sudarea în poziție “în luntre” asigură cele mai avantajoase condiții pentru formarea cusăturilor de colț la îmbinările în T, suprapuse și de colț.

Poziționare orizontală

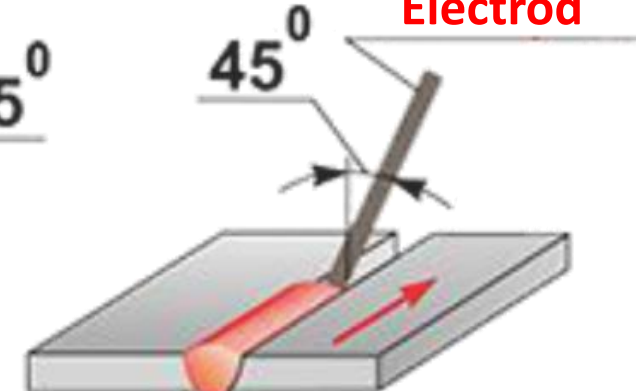
Îmbinare în T

Electrod



Îmbinare cap la cap

Electrod



Sudarea în poziție orizontală asigură cele mai avantajoase condiții pentru formarea cusăturilor cap la cap, asigură condiții avantajoase cusăturilor de colț și ușor se supune mecanizării.

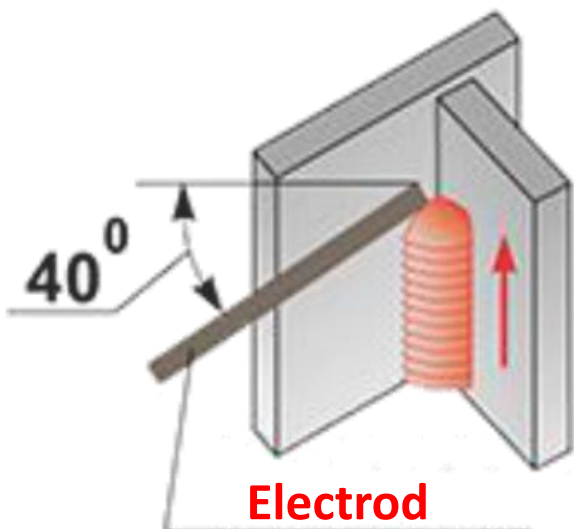


4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

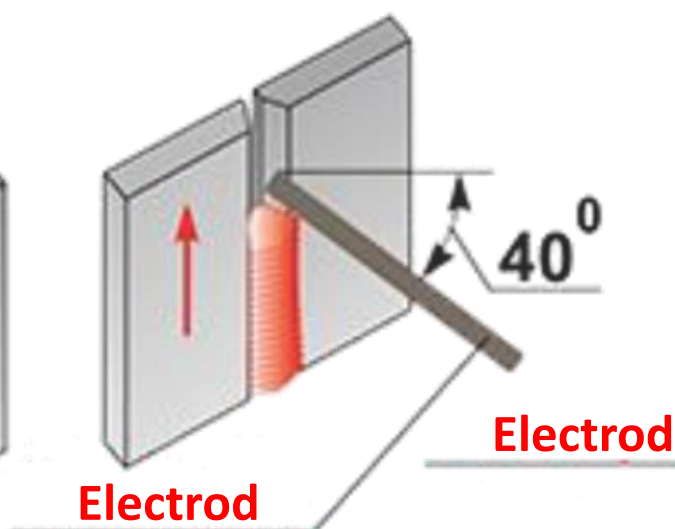
Poziționările de bază a cusăturilor la sudarea prin topire conform GOST 11969-79

Poziționare verticală

Îmbinare în T

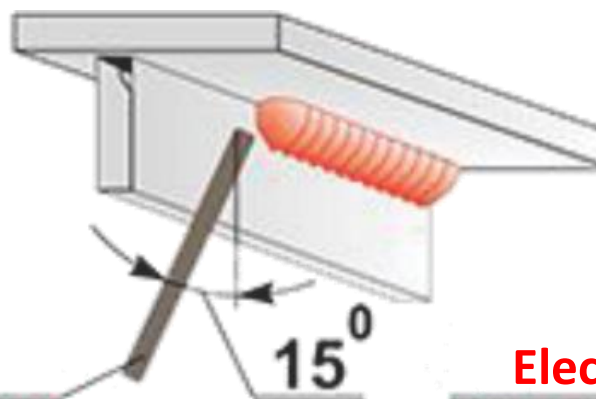


Îmbinare cap la cap

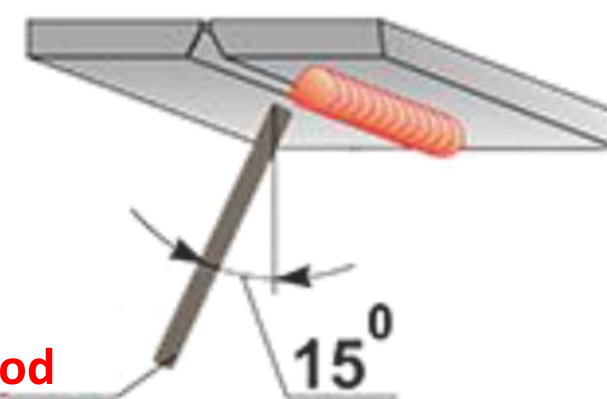


Poziționare suspendată

Îmbinare în T

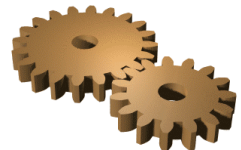


Îmbinare cap la cap



La sudarea verticală condițiile de formare și executare a cusăturii sunt mai puțin avantajoase.

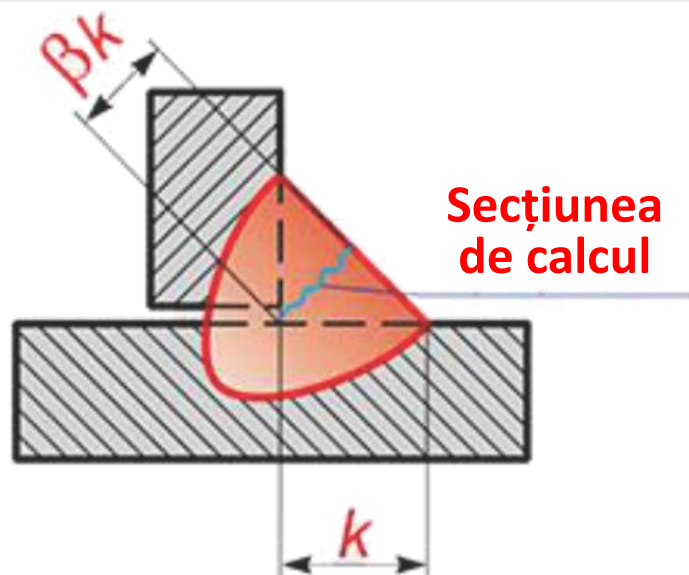
La sudarea în poziție suspendată condițiile de formare și executare a cusăturii sunt total dezavantajoase.



4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

Formele secțiunilor transversale a cusăturilor de colț

Cusătură normală

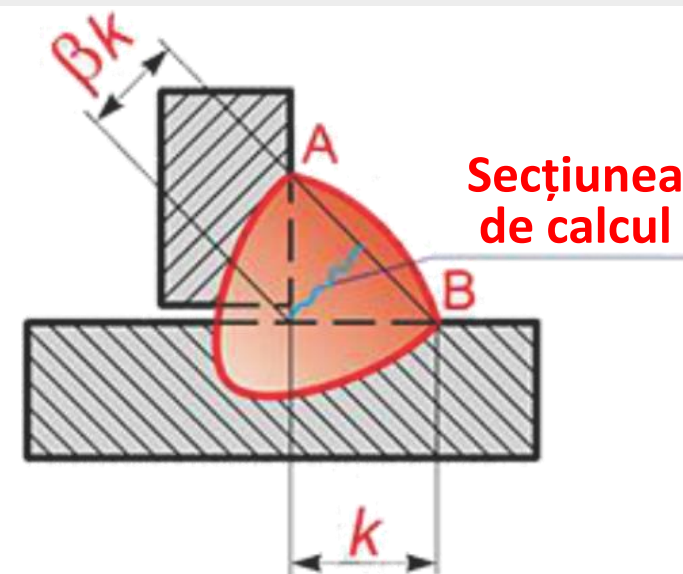


Cusătura are forma unui triunghi dreptunghic cu catetele egale k . se utilizează cel mai frecvent.

βk – înălțimea cusăturii de colț, utilizată la calculul de rezistență statică, unde $\beta = 0,7$ – sudare manuală;

$\beta = 0,85$ – sudare mecanizată în mediu de gaze de protecție; $\beta = 1,1$ – sudare automată sub strat de flux.

Cusătură convexă



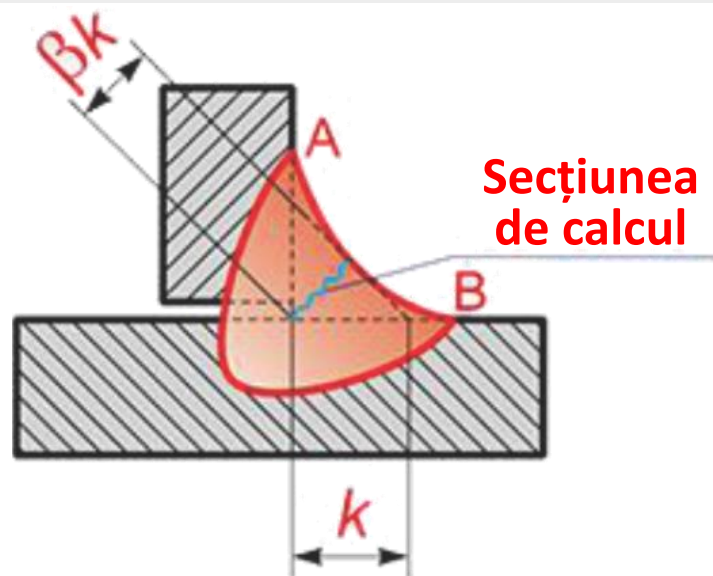
Cusătura provoacă concentrarea tensiunilor în punctele **A**, **B** și posedă o rezistență joasă la oboseală.



4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

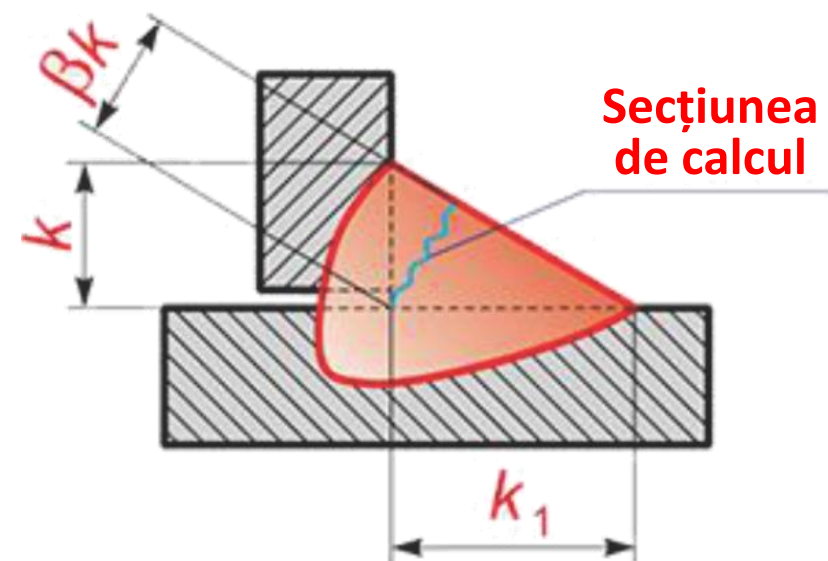
Formele secțiunilor transversale a cusăturilor de colț

Cusătură concavă



Cusătura are o trecere lentă către metalul de bază în punctele **A** și **B**, ceea ce reduce substanțial concentrarea tensiunilor și sporește rezistența la oboseală a îmbinării sudate. Este recomandată în cazul sarcinilor variabile.

Cusătură asimetrică



Cusătura lucrează bine în îmbinări sudate supuse sarcinilor variabile. Raportul recomandat al asimetriei catetelor

$$k_1 = (1,2 \dots 1,5)k.$$



4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

Mărcile oțelurilor pentru piesele de sudat

Exemple mărci de oțel	Sudabilitatea	Condițiile de sudare și calitatea îmbinării
Oț1, Oț2, Oț3 GOST 380-2005 Oțel 10, 15, 20 GOST 1050-88 Oțel 15X, 20X GOST 4543-71	Bună	Sudare în condiții obișnuite, prin orice metodă. Calitate înaltă a îmbinării sudate.
Oțel 30, 35 GOST 1050-88 Oțel 30Л, 35Л GOST 977-88 Oțel 20XH3A GOST 4543-71	Satisfăcătoare	Pentru obținerea îmbinărilor sudate calitative se recomandă încălzirea prealabilă a pieselor de sudat până la temperatura de 100...150°C și prelucrare termică după sudare.
Oțel 40, 45 GOST 1050-88 Oțel 35X, 40X GOST 4543-71	Limită	Sudura în condiții obișnuite este predispusă la apariția crăpăturilor. Se recomandă utilizarea electrozilor speciali, încălzirea prealabilă a pieselor de sudat până la temperatura de 250...400°C și prelucrare termică după sudare.
Oțel 45X, 50X GOST 4543-71	Proastă	Calitatea îmbinărilor sudate este joasă chiar și la utilizarea proceselor tehnologice complicate.



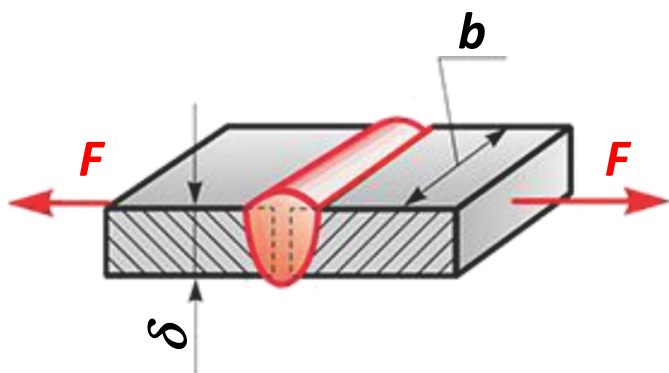
4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

Calculul de rezistență a asamblărilor sudate cap la cap

Îmbinarea cap la cap. Îmbinarea cap la cap este indicată pentru benzi, țevi, corniere, profiluri U. etc. În toate cazurile piesa îmbinată se obține fiind apropiată de un întreg.

Îmbinările cap la cap se pot distruge în locul cusăturii sau în zona acțiunii termice. **Zona acțiunii termice** se numește sectorul piesei alăturat cusăturii, ca rezultat al încălzirii, își schimbă proprietățile mecanice ale materialului.

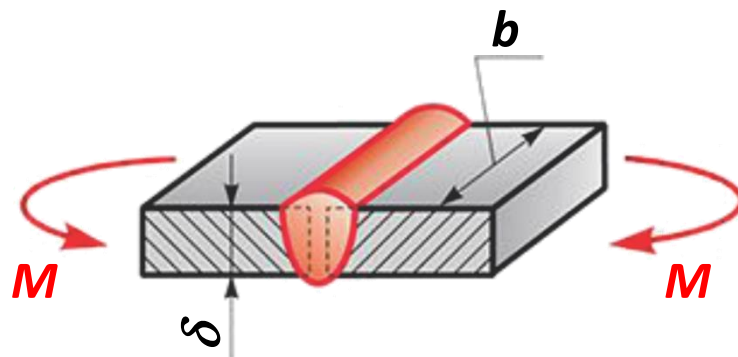
SOLICITATE LA ÎNTINDERE



$$\sigma_{\hat{t}} = F / A \leq [\sigma_{\hat{t}}],$$

$$\text{unde } A = b\delta.$$

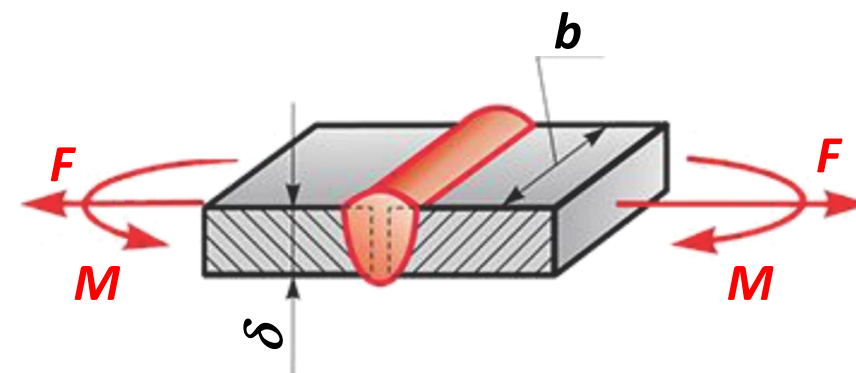
SOLICITATE LA ÎNCOVOIERE



$$\sigma_{\hat{inc}} = M / W_x \leq [\sigma_{\hat{inc}}],$$

$$\text{unde } W_x = b^2\delta / 6.$$

SOLICITATE LA ÎNTINDERE ȘI ÎNCOVOIERE



$$\sigma = \sigma_{\hat{t}} \pm \sigma_{\hat{inc}} \leq [\sigma_{\hat{t}}].$$

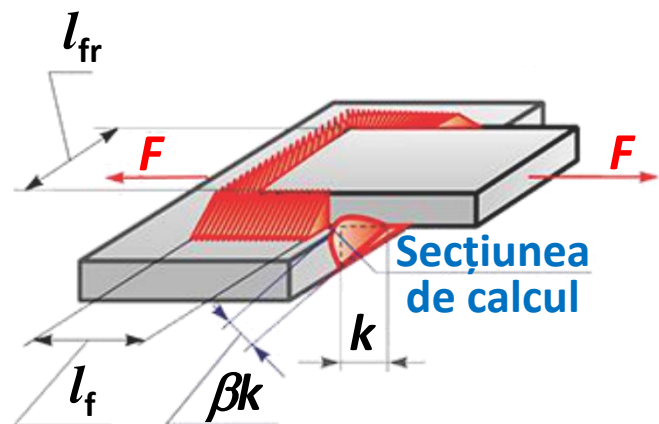


4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

Calculul de rezistență a asamblărilor sudate prin suprapunere

Îmbinarea prin suprapunere se execută cu ajutorul cusăturilor de colț. În dependență de forma secțiunii transversale, se disting următoarele tipuri ale cusăturilor de colț: normale, concave și convexe. În practică cele mai răspândite sunt cusăturile normale.

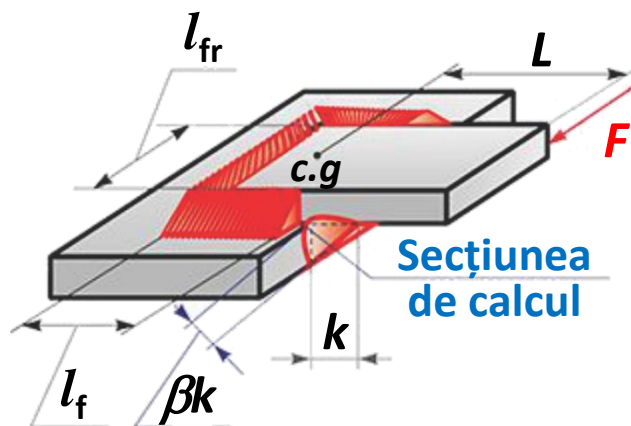
SOLICITATE LA ÎNTINDERE



$$\tau = F / A_f \leq [\tau_f],$$

$$\text{unde } A_f = \beta k (2l_{fr} + 2l_f).$$

SOLICITATE LA ÎNCOVOIERE



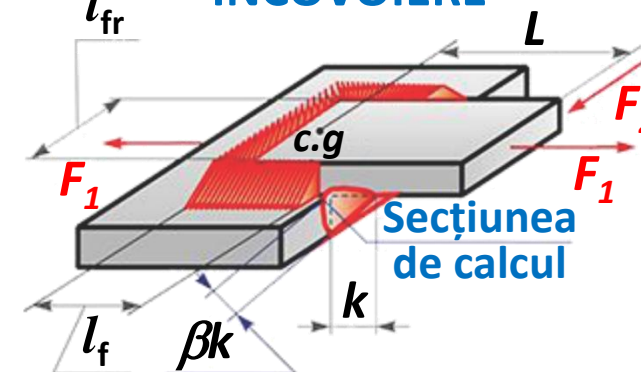
$$\tau = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2} \leq [\tau_f],$$

$$\text{unde } \tau_1 = F / A_f; \tau_2 = M / W_x;$$

$$M = FL; A_f = \beta k (2l_{fr} + 2l_f).$$

$$W_x = 2\beta k l_{fr}^2 / 6 + 2\beta k l_f k (2l_{fr} + k).$$

SOLICITATE LA ÎNTINDERE ȘI ÎNCOVOIERE



$$\tau = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2} \leq [\tau_f],$$

$$\text{unde } \tau_1 = F_1 / A_f; \tau_2 = F_2 / A_f + M / W_x;$$

$$M = F_1 L; A_f = \beta k (2l_{fr} + 2l_f).$$

$$W_x = 2\beta k l_{fr}^2 / 6 + 2\beta k l_f k (2l_{fr} + k).$$

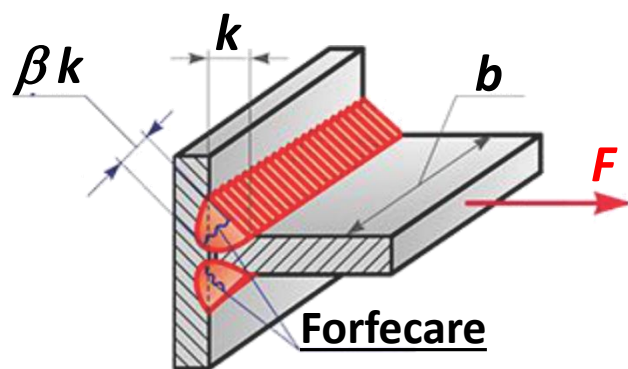


4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

Calculul de rezistență a asamblărilor sudate în T și de colț

Îmbinarea în T. Se aplică pentru îmbinarea elementelor amplasate în planuri reciproc perpendiculare. Această îmbinare este executată printr-o cusătură cap la cap cu prelucrarea ulterioară a muchiilor sau prin cusături de colț fără prelucrarea muchiilor.

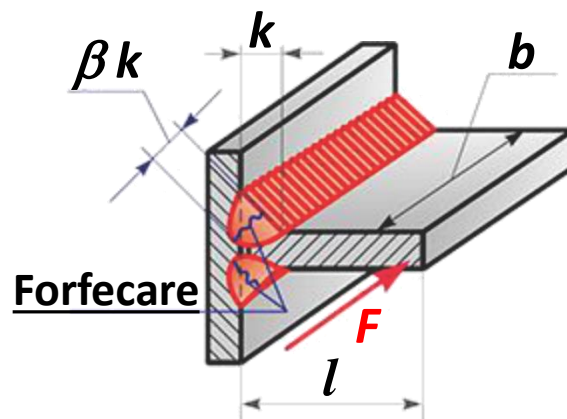
SOLICITATE LA ÎNTINDERE



$$\tau = F/A_f \leq [\tau_f],$$

$$\text{unde } A_f = 2\beta kb.$$

SOLICITATE LA ÎNCOVOIERE



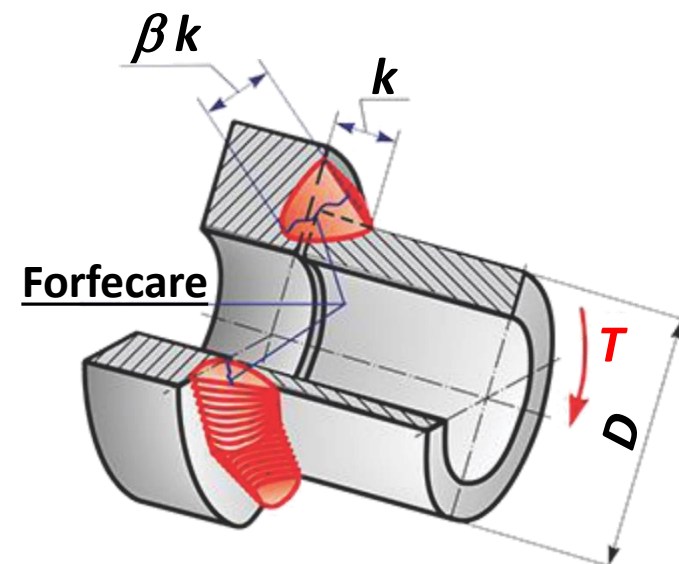
$$\tau = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2} \leq [\tau_f],$$

$$\text{unde } \tau_1 = F/A_f; \tau_2 = M/W_x;$$

$$A_f = 2\beta kb; M = FL;$$

$$W_x = 2\beta k b^2/6.$$

SOLICITATE LA RĂSUCIRE



$$\tau = F/A_f \leq [\tau_f],$$

$$\text{unde } F = 2T/D;$$

$$A_f = \beta k \pi (D+k).$$

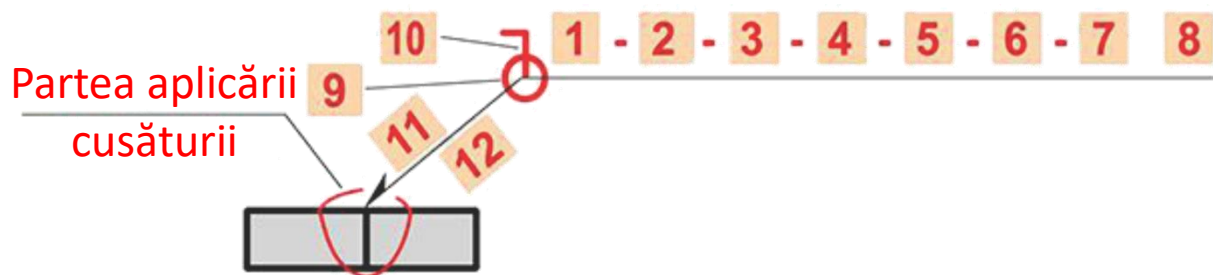


4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

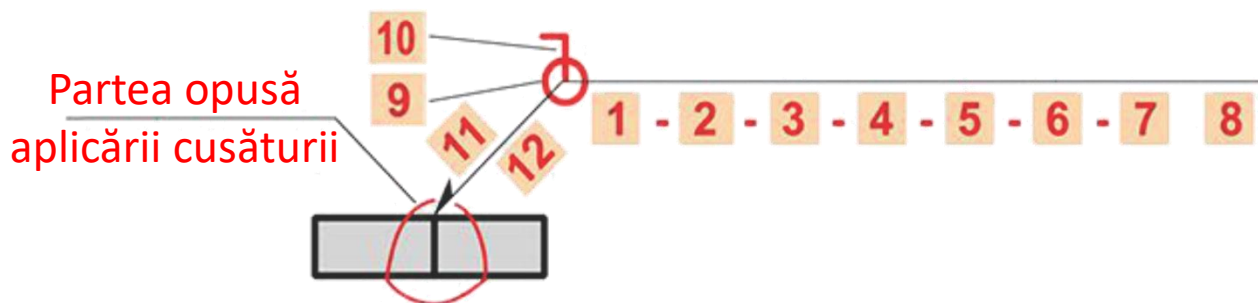
Structura simbolizării cusăturilor sudate

Reprezentarea condiționată a cusăturii se aplică:

1. **pe polița liniei indicatorului**, dusă de la figura cusăturii pe partea aplicării sudurii;



2. **sub polița liniei indicatorului**, dusă de la figura cusăturii pe partea opusă aplicării sudurii;

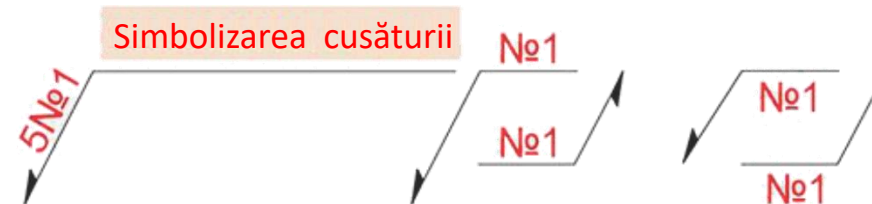


Elementele structurii simbolizării

Poz. **1...4** – elementele de bază: **1** – simbolizarea standardului sudării; **2** – simbolizarea alfanumerică a cusăturii; **3** – simbolizarea alfanumerică a cusăturii; **4** – semnul \triangle și dimensiunea catetei cusăturii de colț pentru îmbinări prin suprapunere, în T și de colț.

Poz. **5...10** – elementele ajutătoare.

Poz. **11** – cantitatea și numărul de ordine cusăturilor identice. Exemplu, **5** cusături **No1** se aplică la una din cusăturile, iar de la celelalte cusături identice sunt duse linii indicatoare pe (sau sub) care se indică numărul cusăturii.







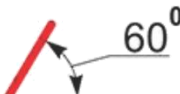
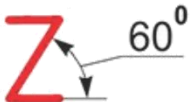











Poz. **12** – categoria de control al calității cusăturii.



4.6.3 ASAMBLĂRI SUDATE

Semne ajutătoare pentru indicarea cusăturilor sudate

Semnul și semnificația acestuia	Amplasarea semnelor ajutătoare pe partea	
	aplicării cusăturii	opusă aplicării cusăturii
 <p>Cusătura de prelucrat mecanic</p>	Semnele de bază 	Semnele de bază 
<p>Neuniformitățile cusăturii de prelucrat cu treceri lente către materialul de bază</p> 	Semnele de bază 	Semnele de bază 
 <p>Cusătura întreruptă sau pe puncte cu distribuire în lanț</p>	Semnele de bază - /	Semnele de bază - /
<p>Cusătura întreruptă sau pe puncte cu distribuire în șah</p> 	Semnele de bază - Z	Semnele de bază - Z
 <p>Cusătura de executat în contur închis. Diametrul semnului 3...5 mm</p>	Semnele de bază 	Semnele de bază 
<p>Cusătura de executat în contur deschis.</p> 	Semnele de bază 	Semnele de bază 
 <p>Cusătura de executat la montarea produsului</p>	Semnele de bază 	Semnele de bază 



4.6.4 ASAMBLĂRI PRIN NITURI

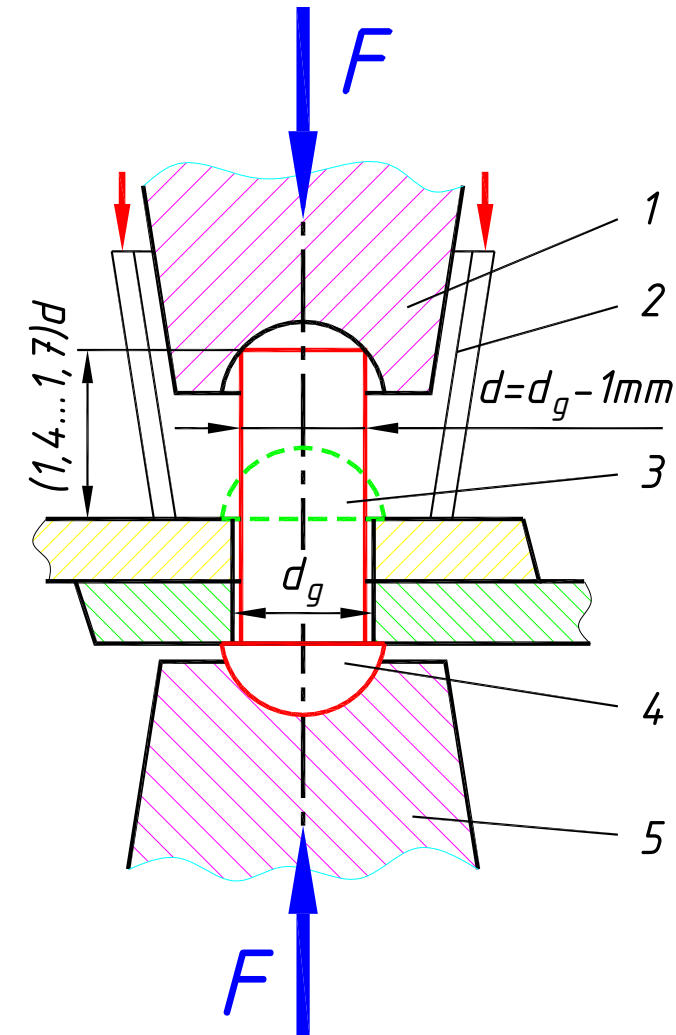
Construcția și tehnologia îmbinărilor cu nituri

Îmbinarea cu nituri în majoritatea cazurilor se aplică la îmbinarea foilor și a profilurilor laminate fasonate. Îmbinarea se obține prin deznituirea tijei nitului, introdus în gaura pieselor, unde 1 este buterolă; 2 – dispozitiv de strângere pentru nituirea mecanică; 3 – cap de închidere; 4 – cap format; 5 – contra buterolă.

La nituire, ca rezultat al deformării plastice se formează capul de închidere, iar tija nitului umple jocul găurii. Găurile se obțin prin burghiere sau perforare, la care muchiile trebuie să fie curate, fără bavuri.

Avantaje. Îmbinările cu nituri funcționează bine în construcțiile supuse sarcinilor dinamice; au priorități în construcțiile care nu admit încălzirea pieselor sau nu pot fi sudate.

Dezavantaje. Consumul de materiale (3,4...4% din masa construcției) și volum sporit de muncă (trasare, găurire, nituire).





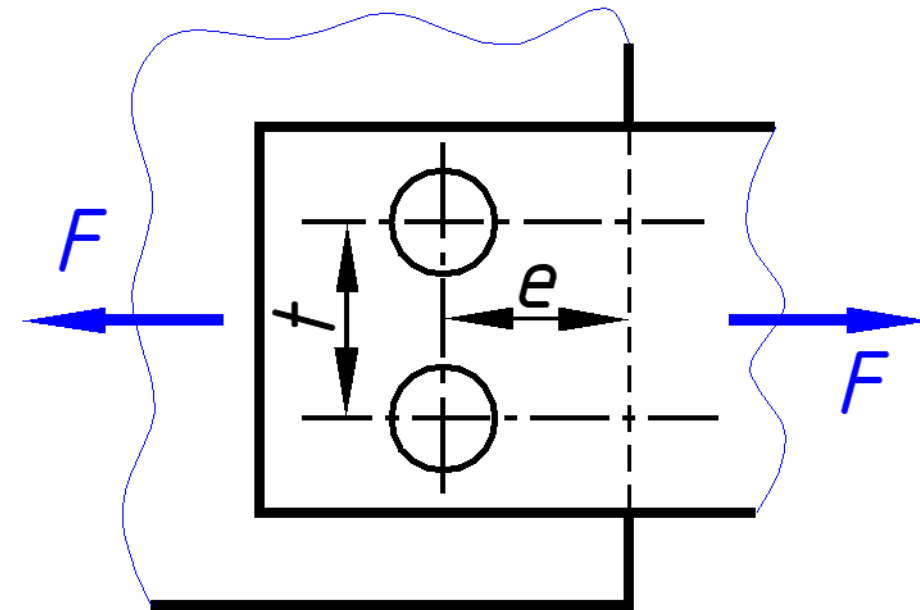
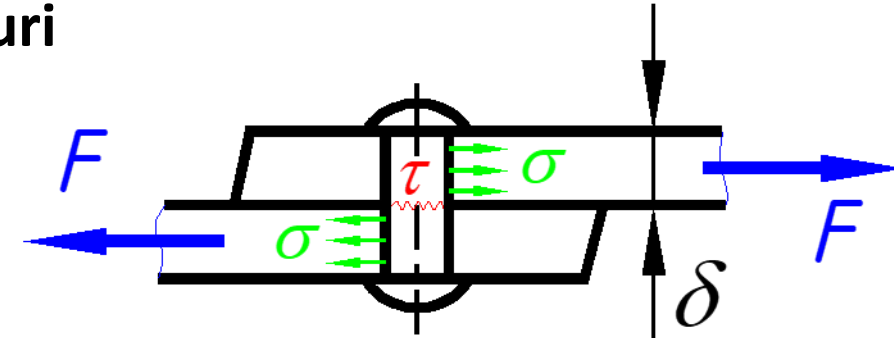
4.6.4 ASAMBLĂRI PRIN NITURI

Clasificarea îmbinărilor cu nituri

Conform destinației, îmbinările prin nituire pot fi: de rezistență (în construcții metalice), de etanșare (în construcția recipientelor de depozitare), de rezistență-etanșare (în construcția de nave maritime, aeriene, recipientelor de presiune).

Constructiv, asamblările prin nituire pot fi realizate: prin suprapunere sau cap la cap cu una sau două eclise; cu un rând sau mai multe rânduri de nituri paralele sau decalate.

În conformitate cu numărul secțiunilor de forfecare a niturilor: cu o secțiune, cu două sau mai multe.

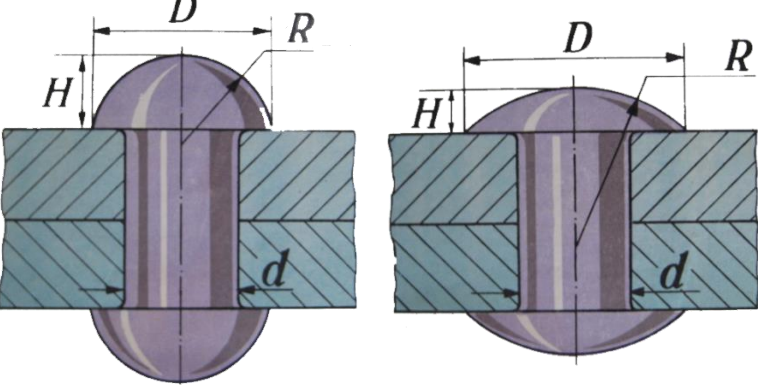




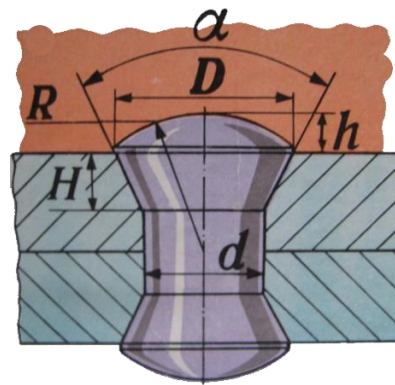
4.6.4 ASAMBLĂRI PRIN NITURI

Tipuri principale de nituri

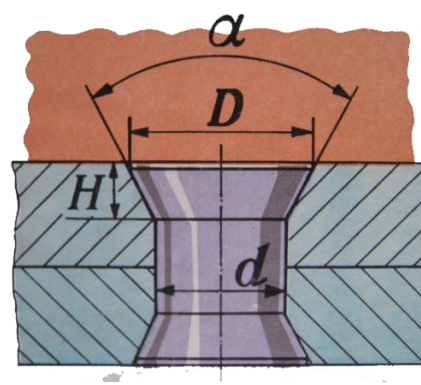
cu cap semirotund



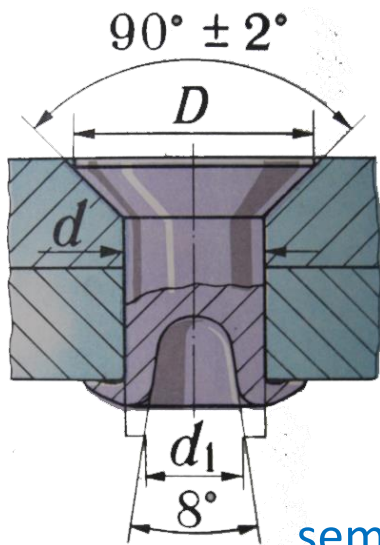
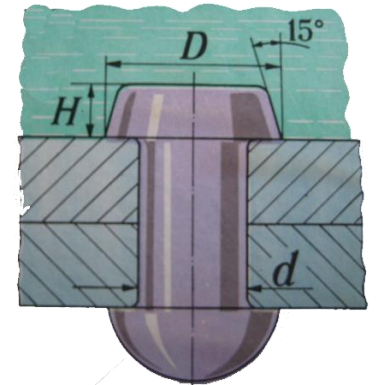
cu cap semi înecat



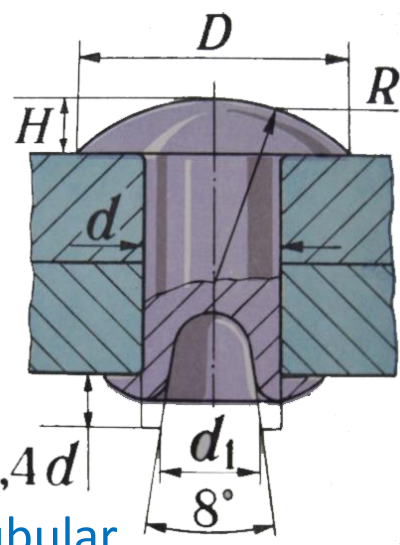
cu cap înecat



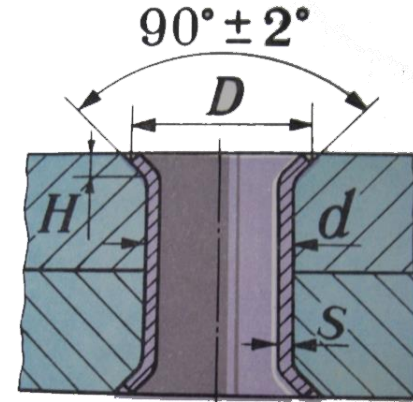
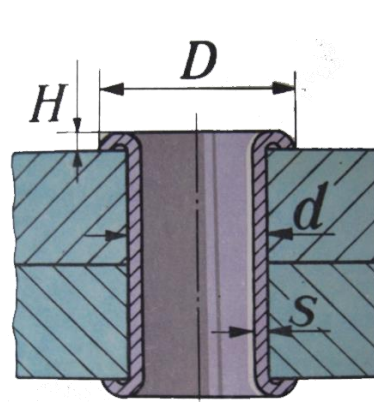
cu cap tronconic



semitubular



tubular



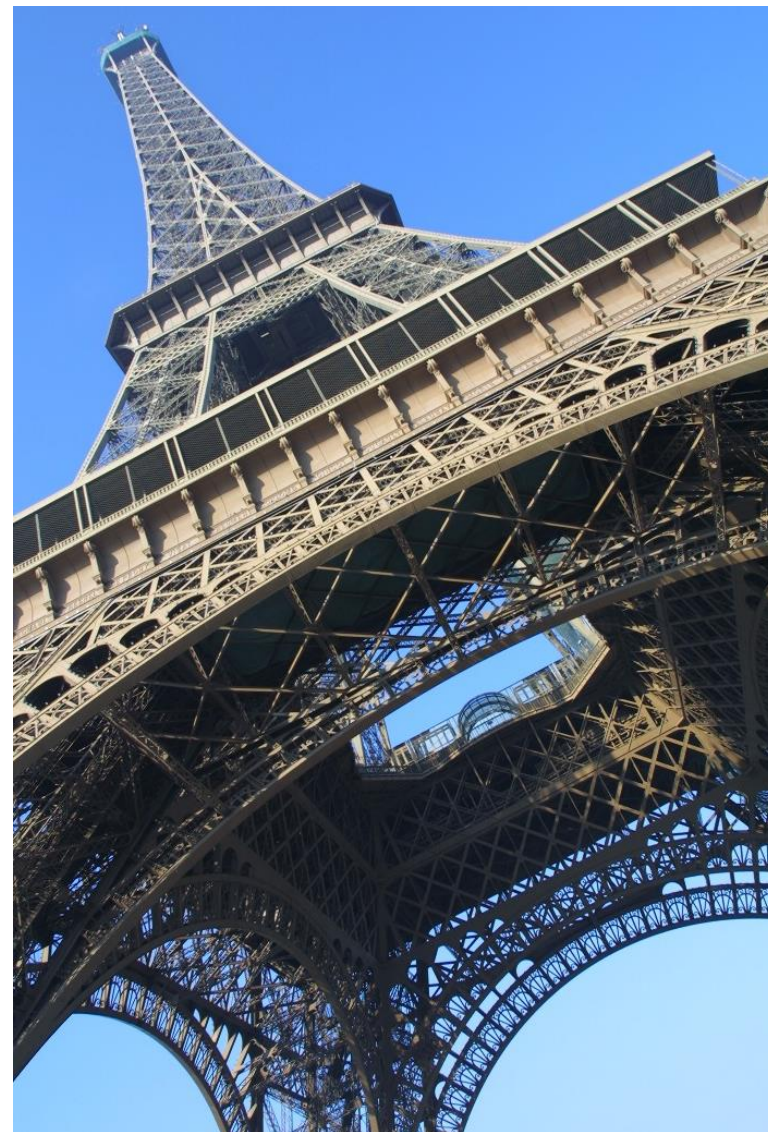


4.6.4 ASAMBLĂRI PRIN NITURI

Domenii de utilizare a niturilor

Până la apariția sudurii, nituirea era practic singurul procedeu de îmbinare în construcții metalice (poduri, nave, utilaj de transport rutier și feroviar, aviație, cazangerie, etc.)

Turnul Eiffel (300m, 10000t) din Paris conține în structura sa peste 2,5 mln de nituri.





4.6.4 ASAMBLĂRI PRIN NITURI

Domenii de utilizare a niturilor

Podul Akashi-Kaikyo este un pod suspendat în Japonia care este cel mai lung pod suspendat din lume, având o lungime totală de 3,911m și deschiderea de 1,991m.



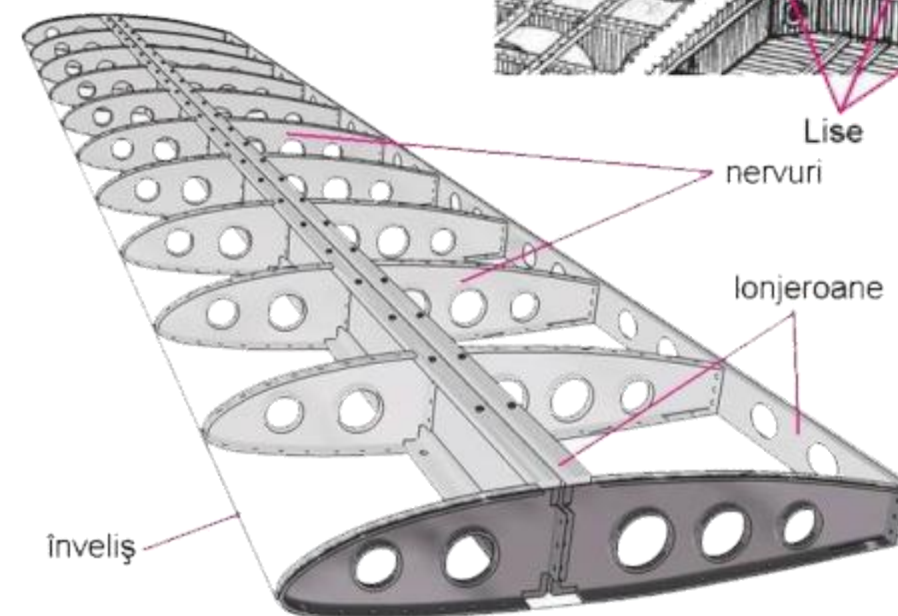
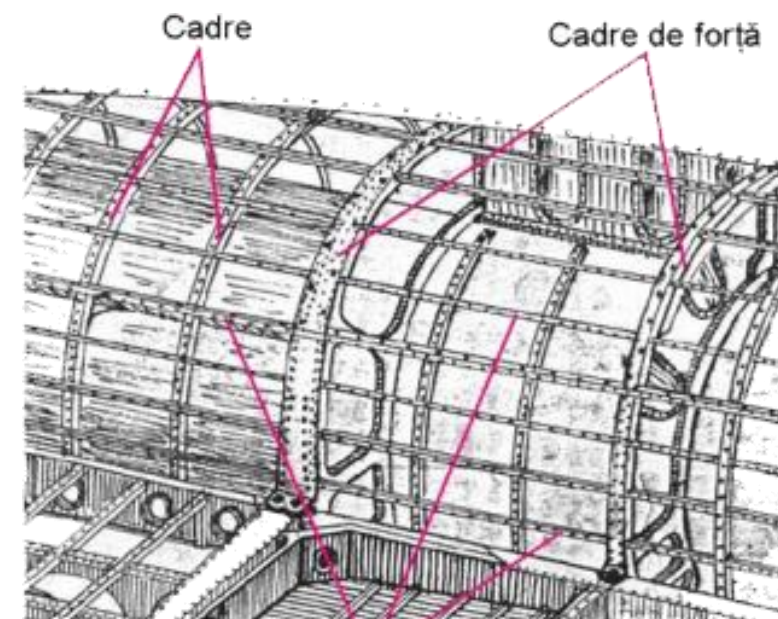
Podul Golden Gate este un pod suspendat în SUA care are o lungime totală de 2,737m și deschiderea de 1,280m.



4.6.4 ASAMBLĂRI PRIN NITURI

Domenii de utilizare a niturilor

Avionul Airbus A318 care are peste 1min de îmbinări cu nituri





4.6.4 ASAMBLĂRI PRIN NITURI

Calculul de rezistență al elementelor asamblării

Niturile sunt supuse deformațiilor de încovoiere, strivire și forfecare.

Criteriul principal de funcționalitate al construcțiilor îmbinate cu nituri este rezistența acestora. La calculul de rezistență se presupune distribuția uniformă a tensiunilor în secțiunea nitului, iar forța F este simetric distribuită între nituri.

Relațiile de calcul la rezistență a îmbinării cu nituri iau forma:

1. Rezistența niturilor la forfecare

$$\tau = F / (z \cdot A) \leq [\tau], \quad A = i \cdot \pi \cdot d^2 / 4,$$

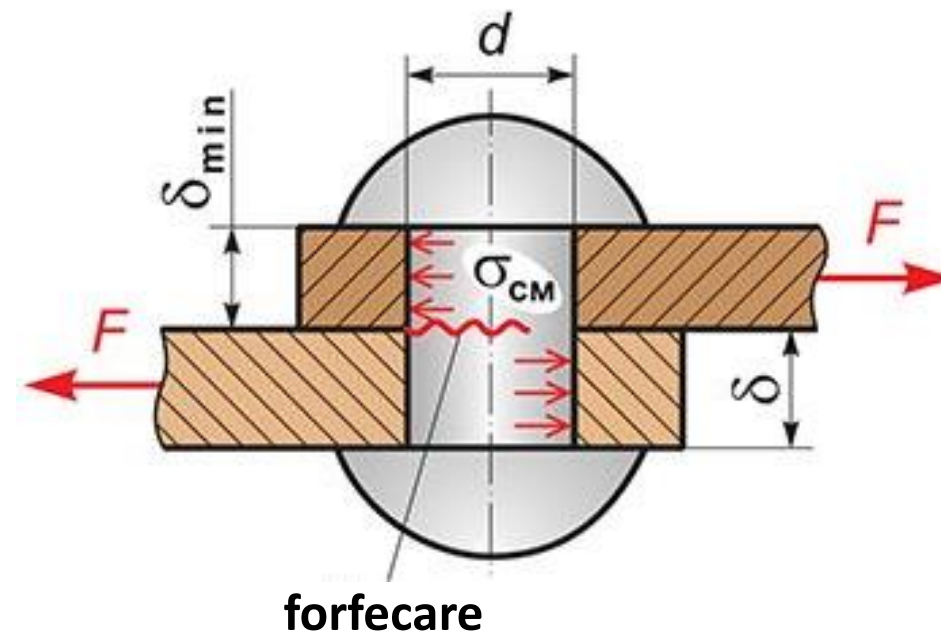
i – numărul de secțiuni de forfecare;

z – numărul de nituri în cusătură.

2. Rezistența niturilor la strivire

$$\sigma_{str} = F / A_{str} \leq [\sigma_{str}], \quad A_{str} = d \cdot \delta_{min},$$

Îmbinare cu o secțiune de forfecare





4.6.4 ASAMBLĂRI PRIN NITURI

Calculul de rezistență al elementelor asamblării

Niturile sunt supuse deformațiilor de încovoiere, strivire și forfecare.

Criteriul principal de funcționalitate al construcțiilor îmbinate cu nituri este rezistența acestora. La calculul de rezistență se presupune distribuția uniformă a tensiunilor în secțiunea nitului, iar forța F este simetric distribuită între nituri.

Relațiile de calcul la rezistență a îmbinării cu nituri iau forma:

1. Rezistența niturilor la forfecare

$$\tau = F / (z \cdot A) \leq [\tau], \quad A = i \cdot \pi \cdot d^2 / 4,$$

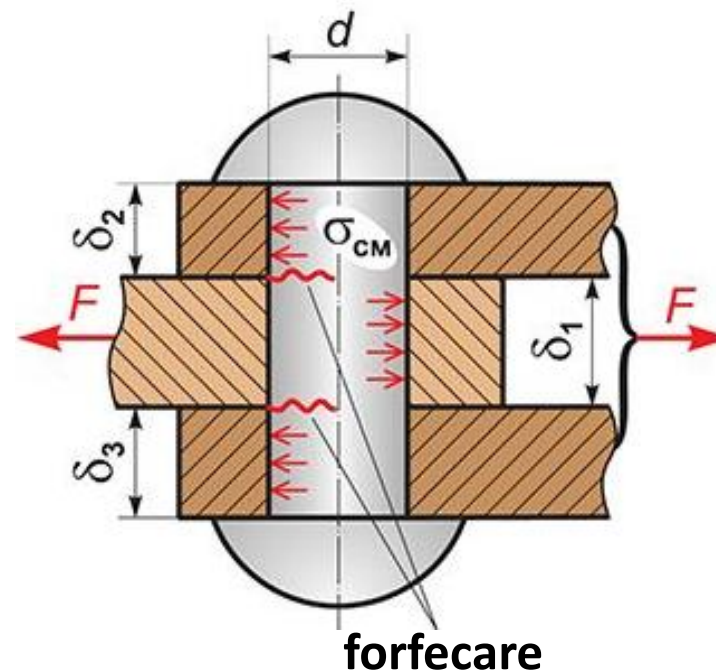
i – numărul de secțiuni de forfecare;

z – numărul de nituri în cusătură.

2. Rezistența niturilor la strivire

$$\sigma_{str} = F / A_{str} \leq [\sigma_{str}], \quad A_{str} = d \cdot \delta_{min},$$

Îmbinare cu două secțiuni de forfecare





4.6.4 ASAMBLĂRI PRIN NITURI

Calculul de rezistență al elementelor asamblării

Niturile sunt supuse deformațiilor de încovoiere, strivire și forfecare.

Criteriul principal de funcționalitate al construcțiilor îmbinate cu nituri este rezistența acestora. La calculul de rezistență se presupune distribuția uniformă a tensiunilor în secțiunea nitului, iar forța F este simetric distribuită între nituri.

Relațiile de calcul la rezistență a îmbinării cu nituri iau forma:

3. Rezistența elementelor îmbinate la întindere

$$\sigma_i = F / (z \cdot A) \leq [\sigma_i], \quad A = (t - d) \delta_{\min}$$

4. Rezistența elementelor îmbinate la forfecare

$$\tau_f = F / (z \cdot A_f) \leq [\tau_f], \quad A_f = 2(e - d/2) \delta_{\min}$$

