

## 1. PREVEDERI GENERALE

### Domeniul de aplicare

1.1. Prezentele instrucțiuni tehnice cuprind prevederi privind proiectarea structurilor din oțel destinate căilor de rulare pentru poduri rulante și pentru alte instalații de ridicat, în conformitate cu prevederile din STAS 10108/0-78.

### Definiții

1.2. În înțelesul prezentelor instrucțiuni se denumesc (fig. 1):

- grindă de rulare sau grindă principală—grindă pe care circulă instalațiile de ridicat;
- grindă de frînare—grindă care preia forțele orizontale transversale pe direcția căii, produse de funcționarea instalațiilor de ridicat;
- grindă secundară — grindă care împreună cu cea principală susține grinda de frînare, la căile de pe sirurile marginale de stâlpi (fig. 1 a);
- ansamblul căii de rulare — ansamblu format din una sau două grinzi principale (pe care se montează șina de rulare, cu excepția situației când instalațiile de ridicat circulă pe talpa infe-

rioară), la care se adaugă după caz grinda de frînare, grinda secundară și eventual alte contravînturi (de exemplu contravîntuirea orizontală care leagă tălpile inferioare ale grinzelor verticale).

### Acțiuni

1.3. La proiectarea ansamblului căilor de rulare din oțel, încărcările se vor lua în conformitate cu următoarele standarde:

- STAS 10101/0A-77 „Acțiuni în construcții. Clasificarea și gruparea acțiunilor pentru construcții civile și industriale“;
- STAS 10101/1-78 „Acțiuni în construcții. Greutăți tehnice și încărcări permanente“;
- STAS 10101/20-78 „Acțiuni în construcții. Acțiunea vîntului“ (cu precizarea că la considerarea acțiunii vîntului asupra estacadelor deschise trebuie să se țină seamă și de prevederile STAS 10101/2A2-78, punctele 3.1 și 3.2);
- STAS 10101/2 A1-78 „Acțiuni în construcții. Acțiuni datorite procesului de exploatare pentru construcții civile și industriale“;

— STAS 10101/2A2-78 „Acțiuni în construcții. Acțiuni datorite procesului de exploatare. Încărcări datorite podurilor rulante“.

În calculul la starea limită ultimă de rezistență, la determinarea eforturilor unitare  $\sigma$ , produse de acțiunea locală a forțelor verticale transmise de roțile podurilor rulante, coeficienții dinamici se vor lua întotdeauna corespunzător grupei de funcționare indiferent de numărul de poduri încărcate care se consideră că acționează simultan. În schimb, la determinarea celorlalte eforturi unitare (produse de solicitările de ansamblu), coeficienții dinamici  $\Psi$  se scad cu 0,1, în cazul cînd se consideră că în aceeași deschidere a unei grinzi de rulare acționează simultan două poduri încărcate.

La calculul grinzelor principale cu deschideri pînă la 18 m inclusiv, se poate ține seamă în mod aproximativ de efectul greutății proprii a grinzii principale, a șinei, a grinzii de frînare, de efectul încărcării utile de pe platformă etc., multiplicînd cu coeficientul  $\xi_1$  valoarea de calcul a momentului  $M_F$  produs de încărcarea mobilă, respectiv cu  $\xi_2$  valoarea de calcul a forței tăietoare  $T_F$  produse de încărcarea mobilă. Valorile  $M_F$  și  $T_F$  sînt calculate cu considerarea coeficienților dinamici, iar  $\xi_1$  și  $\xi_2$  se iau din tabelul I.

Tabelul 1

Coeficienți	Deschiderea grinzii de rulare (m)			
	6	12	15	18
$\xi_1$	1,03	1,05	1,06	1,07
$\xi_2$	1,02	1,04	1,05	1,06

La grinzile de rulare continue, trebuie să se țină seamă de efectul deplasărilor verticale ale reazemelor asupra solicitărilor, dacă:

$$c = \frac{\Delta E I_x}{l^3} > 0,05 \quad (1)$$

în care:

$\Delta$  — este deplasarea verticală a reazemului în mm (inclu-zînd efectele deformării structurii de susținere, tasării și rotirii fundației), produsă de o forță verticală de 1 N aplicată deasupra reazemului;

$E$  — modulul de elasticitate ale oțelului egal cu 210 000 N/mm<sup>2</sup>;

$I_x$  — momentul de inerție brut al secțiunii grinzii principale în raport cu axa proprie orizontală, în mm;

$l$  — deschiderea grinzii în mm.

În cazul cînd  $c \leq 0,05$ , se poate neglija efectul deplasării reazemelor asupra solicitărilor.

În ceea ce privește forțele orizontale transmise de roțile instalațiilor de ridicat asupra căii de rulare, se consideră că asupra ansamblului căii pot acționa fie numai forțele longitudinale cu valorile maxime, fie numai cele transversale cu valorile maxime, dar nici-odată simultan.

#### Determinarea caracteristicilor geometrice ale secțiunii transversale

1.4. La determinarea caracteristicilor geometrice nete ale secțiunii transversale, se admite să se neglijeze slăbirile tălpilor comprimate datorite găurilor pentru șuruburile care fixează șina.

Efectul slăbirilor din zona întinsă se ia în considerare conform STAS 10108/0-78, punctele 6.1.1 sau 6.1.2 pentru elementele solicitate la întindere axială, respectiv punctul 7.1.1 al aceluiași standard pentru elementele solicitate la încovoiere.

#### Calculul la oboseală

1.5. În afară de calculul la stările limită de rezistență, de stabilitate și de deformății, la elementele ansamblului căilor de rulare pentru podurile din grupele de funcționare III, IV și V se va face și calculul la starea limită de oboseală. În acest scop se reiau toate verificările de rezistență conform prezentelor instrucțiuni, dar multiplicînd rezistențele de calcul cu coeficientul  $\gamma$  determinat conform STAS 10108/0-78, capitolul 18 și calculînd eforturile unitare pentru încărcările luate în conformitate cu prevederile punctului 18.2. al aceluiași standard.

#### Legătura cu alte prescripții

1.6. La proiectarea ansamblului căilor de rulare din oțel, se vor respecta și prevederile următoarelor standarde:

— STAS 6911-80 „Construcții industriale. Căi de rulare și opritori pentru poduri rulante și macarale”;

— STAS 8018-80 „Construcții pentru susținerea căilor de rulare ale macaralelor și podurilor rulante. Prescripții generale”.

Se vor respecta de asemenea toate prescripțiile tehnice în vi-goare care conțin prevederi ce pot interveni la proiectarea ansam-blului căilor de rulare din oțel.

#### CĂI DE RULARE LA CARE INSTALAȚIILE DE RIDICAT CIRCULĂ PE ȘINE MONTATE PE TĂLPILE SUPERIOARE ALE GRINZILOR DE RULARE, CU GRINZI DE FRÎNARE

2.1. La calculul grinzilor de frînare (cu inimă plină sau cu zăbrele) se vor lua în considerare atît solicitările care apar din acțiunea podurilor rulante, cît și încovoierea produsă de încărcările verticale de pe platforma de circulație.

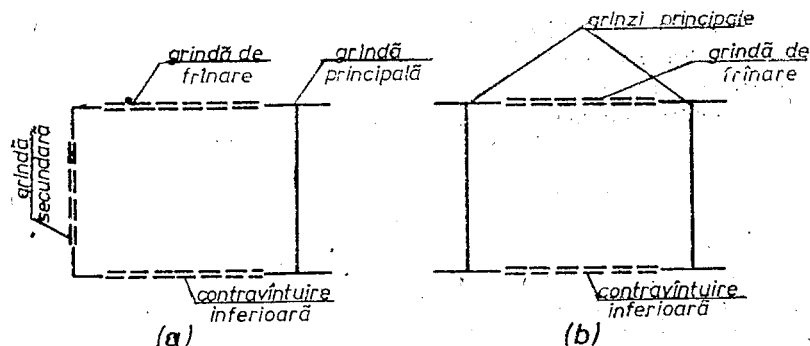


FIG. 1

La structura din figura 1 a, se va ține seamă de faptul că talpa superioară a grinzii secundare este și talpă a grinzii de frînare

### Grinda principală cu inimă plină

2.2. Verificarea efortului unitar normal în talpa inferioară se face cu relația:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} + \frac{M_x}{W_{xn2}} \leq R \quad (2)$$

în care:

- $N$  este forța axială produsă de acțiunea forțelor longitudinale date de podurile rulante;
- $M_x$  — momentul de încovoiere în raport cu axa proprie orizontală, din acțiunea forțelor verticale și a celor longitudinale;
- $A_n$  — aria netă a secțiunii grinzii principale;
- $W_{xn2}$  — modulul de rezistență net al fibrei extreme inferioare în raport cu axa proprie orizontală a secțiunii grinzii principale;
- $R$  — rezistența de calcul, conform STAS 10108/0-78.

Verificarea efortului unitar normal în talpa superioară, cînd grinda de frînare se execută cu inimă plină, se face cu relațiile:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} + \frac{M_x}{W_{xn1}} \leq R \quad (3)$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W_{xn1}} + \frac{M_y}{W_{yn}} \leq 1,1 R \quad (4)$$

în care:

- $M_y$  este momentul de încovoiere din grinda de frînare, produs de forțele orizontale transversale pe direcția căii;
- $W_{xn1}$  — modulul de rezistență net al fibrei extreme superioare în raport cu axa proprie orizontală a secțiunii grinzii principale;
- $W_{yn}$  — modulul de rezistență net al grinzii de frînare (compusă din inima orizontală, talpa superioară a grinzii de frînare) în raport cu axa proprie verticală.

OBSERVAȚIE:  $W_{yn}$  se calculează pentru acea fibră a tălpii superioare a grinzii principale care este cea mai solicitată din momentul  $M_y$ .

Verificarea efortului unitar normal în talpa superioară, cînd grinda de frînare se execută cu zăbrele, se face cu relațiile:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_{xn1}} + \frac{N_t}{A_{tn}} \leq R \quad (5)$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W_{xn1}} + \frac{N_t}{A_{tn}} + \frac{M_{yt}}{W_{ytn}} \leq 1,1 R \quad (6)$$

în care:

- $N_t$  este forța axială din talpa superioară a grinzii principale (considerată ca talpă a grinzii de frînare cu zăbrele), produsă de forțele orizontale transversale pe direcția căii;
- $M_{yt}$  — momentul de încovoiere locală a tălpii superioare, din acțiunea forțelor orizontale transversale pe direcția căii;
- $A_{tn}$  — aria netă a tălpii superioare a grinzii principale;
- $W_{ytn}$  — modulul de rezistență net al tălpii superioare în raport cu axa proprie verticală a secțiunii grinzii.

OBSERVAȚII:

1. Pentru verificarea cu relația (5), podurile rulante se consideră așezate în poziția care dă valoarea maximă a lui  $M_x$ , iar pentru verificarea cu relația (6) se consideră în poziția care dă valoarea maximă a lui  $M_{yt}$ ; valorile  $M_x$  și  $N_t$  aferente acestei poziții sînt în general diferite de  $M_x$  și  $N_t$  din relația (5).

2. În cazul cînd zăbrelele grinzii de frinare sînt centrate în axa tălpii superioare a grinzii principale, momentele  $M_{yt}$  se pot calcula cu relațiile aproximative:

$$M_{yt1} = -\frac{Ha}{5} \quad (7)$$

pentru secțiunea de la mijlocul unui panou al grinzii de frinare, respectiv

$$M_{yt2} = -\frac{Ha}{7} \quad (8)$$

pentru secțiunea din dreptul unui nod al grinzii de frinare, în care:

$H$  este forța orizontală transmisă de roata podului rulant;

$a$  — distanța dintre două noduri consecutive ale grinzii de frinare.

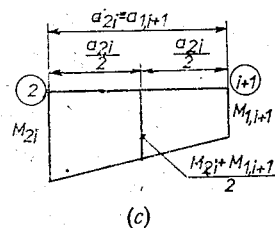
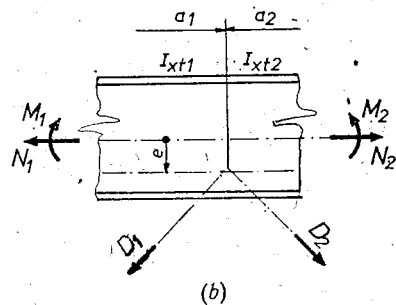
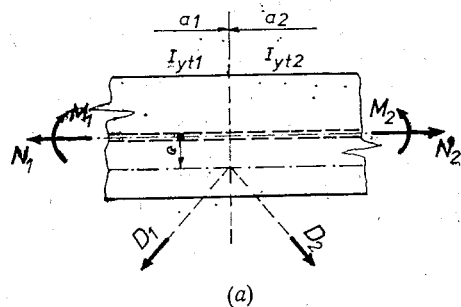


Fig. 2

3. Dacă, prin proiect se prevede prinderea excentrică a zăbrelelor grinzii de frinare față de axa tălpii superioare a grinzii principale (fig. 2 a), momentele de încovoiere suplimentare care apar într-un nod oarecare din cauza acestei excentricități pot fi determinate cu relațiile aproximative:

$$M_1 = (N_2 - N_1) e \frac{\frac{I_{yt1}}{a_1}}{\frac{I_{yt1}}{a_1} + \frac{I_{yt2}}{a_2}} \quad (9)$$

$$M_2 = (N_1 - N_2) e \frac{\frac{I_{yt2}}{a_2}}{\frac{I_{yt1}}{a_1} + \frac{I_{yt2}}{a_2}} \quad (10)$$

în care:

$N_1$  este forța axială din panoul de talpă din stînga nodului considerat;

$N_2$  — idem pentru panoul de talpă din dreapta;

$e$  — excentricitatea cu care sînt prinse zăbrelele în nod;

$a_1$  — lungimea panoului din stînga nodului;

$a_2$  — idem pentru panoul din dreapta;

$I_{yt1}$  — momentul de inerție brut al tălpii superioare în raport cu axa proprie verticală, în panoul din stînga nodului;

$I_{yt2}$  — idem pentru panoul din dreapta.

Sensurile pozitive pentru forțele axiale și momente sînt cele din figură.

La mijlocul lungimii panoului dintre nodurile  $i$  și  $i+1$ , momentul datorit excentricităților are valoarea  $\frac{M_{2i} + M_{1, i+1}}{2}$  (fig. 2.c.) și trebuie adunat

cu semnul său la momentul  $M_{yt1}$  dat de relația (7), pentru a se obține  $M_{yt}$ . De asemenea, în dreptul nodurilor se va face suprapunerea între momentul  $M_1$  sau  $M_2$  și momentul  $M_{yt2}$  dat de relația (8).

2.3. În cazul cînd grinda de frinare se execută cu zăbrele, iar distanța dintre două noduri consecutive ale acesteia la talpa superioară a grinzii principale este mai mare decît valoarea prescrisă în STAS 10108/0-78, punctul 7.2.1, trebuie verificată stabilitatea generală a grinzii principale cu inimă plină:

$$\frac{1}{\varphi_{g1}} \left( \frac{M_x}{W_{x1}} + \frac{N_t}{A_t} \right) \leq R \quad (11)$$

$$\frac{1}{\varphi_{g1}} \left[ \left( \frac{M_x}{W_{x1}} + \frac{N_t}{A_t} \right) + \frac{M_{yt}}{W_{yt}} \right] \leq 1,1R \quad (12)$$

în care:

$M_x, N_t$  au în relația (11) aceleași valori ca în (5), iar în (12) aceleași valori ca în (6);

$A, W_{x1}, W_{yt}$  — reprezintă aceleași caracteristici geometrice ca și  $A_n, W_{xn1}$  și  $W_{ytn}$  de la punctul 2.2 al instrucțiunilor, dar calculate pentru secțiunea brută;

$\varphi_{01}$  — coeficientul care ține seamă de pierderea stabilității generale a grinzii, determinat pentru talpa superioară, conform STAS 10108/0-78, în funcție de  $\lambda_{tr}$  calculat ca la punctul 7.2.4. al standardului susmenționat.

Dacă în talpa inferioară a grinzii principale apar eforturi unitare de compresiune (de exemplu la o grindă continuă), iar distanța dintre legăturile transversale ale acestei tălpi este mai mare decât valoarea prescrisă în STAS 10108/0-78, punctul 7.2.1, atunci indiferent dacă grinda de frînare este cu inimă plină sau cu zăbrele, se face și verificarea:

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{M_x}{\varphi_{02} W_{x2}} \leq R \quad (13)$$

în care:

$N$  are aceeași valoare ca în relația (2);

$W_{x2}$  este analog cu  $W_{xn2}$  din relația (2), dar se referă la secțiunea brută;

$\varphi$  — coeficientul de flambaj, determinat conform STAS 10108/0-78, punctul 6.2.1 (luînd în considerare raza de inerție a întregii secțiuni a grinzii principale în raport cu axa proprie verticală, iar lungimea de flambaj egală cu distanța dintre legăturile transversale care fixează talpa inferioară în zona în care acesta este comprimată);

$\varphi_{02}$  — coeficientul care ține seamă de pierderea stabilității generale a grinzii, determinat pentru talpa inferioară conform STAS 10108/0-78, punctul 7.2.4.

#### Grinda principală cu zăbrele

2.4. În cazul cînd grinda principală se execută cu zăbrele, iar grinda de frînare cu inimă plină, se verifică stabilitatea tălpii superioare cu relațiile:

$$\frac{N}{\varphi_x A} + \frac{c_x M_{xt}}{\left(1 - \frac{N}{A \sigma_{Ex}}\right) W_{xt}} \leq R \quad (14)$$

$$\frac{N}{\varphi_x A} + \frac{c_x M_{xt}}{\left(1 - \frac{N}{A \sigma_{Ex}}\right) W_{xt}} + \frac{M_y}{W_y} \leq 1,1 R \quad (15)$$

în care:

$N$  este forța axială de compresiune din talpa superioară a grinzii principale;

$M_{xt}$  — momentul de încovoiere locală a tălpii superioare, din acțiunea forțelor verticale;

$M_y$  — momentul de încovoiere din grinda de frînare, din acțiunea forțelor orizontale;

$A$  — aria brută a tălpii superioare;

$W_{xt}$  — modulul de rezistență brut al tălpii superioare în raport cu axa proprie orizontală;

$W_y$  — modulul de rezistență brut al grinzii de frînare (compusă din inima orizontală, talpa superioară a grinzii principale și cealaltă talpă a grinzii de frînare), în raport cu axa proprie verticală; modulul  $W_y$  se calculează pentru acea fibră a tălpii superioare care este cea mai solicitată din momentul  $M_y$ ;

$\varphi_x$  — coeficientul de flambaj al tălpii superioare în raport cu axa proprie orizontală, conform STAS 10108/78, punctul 6.2.1;

$c_x, \sigma_{Ex}$  — conform STAS 10108/0-78, punctul 8.2.

OBSERVAȚIE —  $W_y$  se calculează pentru acea fibră a tălpii superioare a grinzii principale care este cea mai solicitată din momentul  $M_y$ .

În cazul cînd și grinda de frînare se execută cu zăbrele, verificarea se face cu relațiile:

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{c_x M_{xt}}{\varphi_g \left(1 - \frac{N}{A \sigma_{Ex}}\right) W_{xt}} \leq R \quad (16)$$

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{c_x M_{xt}}{\varphi_g \left(1 - \frac{N}{A \sigma_{Ex}}\right) W_{xt}} + \frac{c_y M_{yt}}{\left(1 - \frac{N}{A \sigma_{Ey}}\right) W_{yt}} \leq 1,1 R \quad (17)$$

în care:

- $N, M_{xt}$  au aceleași valori ca în relațiile (14) și (15);
- $M_{yt}$  — este momentul de încovoiere locală a tălpii superioare a grinzii principale din acțiunea forțelor orizontale transversale pe direcția căii și care se determină ca la punctul 2.2 al instrucțiunilor;
- $W_{yt}$  — modulul de rezistență al tălpii superioare a grinzii principale în raport cu axa proprie verticală;
- $\varphi$  — coeficientul minim de flambaj al tălpii superioare, determinat conform STAS 10108/0-78, punctul 6.2.1;
- $\varphi_g$  — coeficientul care ține seamă de pierderea stabilității generală a tălpii superioare, determinat conform STAS 10108/0-78, punctul 8.2.;
- $c_x, c_y$  — conform STAS 10108/0-78, punctul 8.2.

#### OBSERVAȚII:

1. Indiferent dacă grinda de frinare se execută cu inimă plină sau cu zăbrele, la calculul momentelor  $M_{xt}$ , trebuie să se țină seamă de continuitatea tălpii superioare, de efectul deplasărilor verticale ale nodurilor acestei tălpi, precum și de efectul unor eventuale prinderi excentrice ale zăbrelelor în nodurile tălpii superioare, prevăzute prin proiect (fig. 2 b).

2. Pentru verificările cu relațiile (14)....(17), podurile rulante se consideră așezate atât în poziția care dă valoarea maximă a lui  $M_{xt}$  ( $N, M_y$  și  $M_{yt}$  luînd valori aferente acestei poziții) cît și în poziția care dă valoarea maximă a lui  $N$  (în care caz  $M_{xt}, M_y$  și  $M_{yt}$  iau valori aferente acestei poziții). În situația cînd grinda de frinare este cu zăbrele și nodurile ei coincid cu cele ale tălpii superioare a grinzii principale (ceea ce reprezintă cazul curent),  $M_{yt}$  care intervine în relația (17) ia valoarea maximă pentru aceeași poziție a convoiului ca și  $M_{xt}$ .

### CĂI DE RULARE LA CARE INSTALAȚIILE DE RIDICAT CIRCULĂ PE ȘINE MONTATE PE TĂLPILILE SUPERIOARE ALE GRINZILOR DE RULARE, CU GRINZI DE FRINARE

#### Grinda de rulare cu inimă plină, fără grindă de frinare

3.1. Verificarea efortului unitar normal în talpa inferioară se face cu relația (2), iar în talpa superioară cu relațiile (3) și (4)

de la punctul 2.2. al instrucțiunilor. Stabilitatea generală se verifică în conformitate cu STAS 10108/0-78, punctele 7.2.2 și 7.2.3.

OBSERVAȚIE. — La verificarea efortului unitar din talpa superioară cu relația (4) din instrucțiuni,  $W_{yn}$  se ia modulul de rezistență net al tălpii superioare în raport cu axa proprie verticală, iar la verificarea stabilității generale  $W_y$  se ia modulul de rezistență brut al aceleiași tălpi.

#### Grinda de rulare cu secțiune închisă (cheson)

3.2. Grinzile de rulare cheson se execută de regulă cu șina așezată la mijlocul distanței dintre inimi (fig. 3). Pe cît posibil, dimensiunile  $b$  și  $h$  se vor alege astfel încît conform STAS 10108/0-78 punctul 7.2.1, să nu fie necesară verificarea stabilității generale.

3.3. Verificarea eforturilor unitare normale în colțurile chesonului se face cu relațiile (2) și (3) de la punctul 2.2 al instrucțiunilor, precum și cu următoarele relații:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_{xn1}} + \frac{M_y}{W_{yn1}} \leq 1,1 R \quad (18)$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W_{xn2}} + \frac{M_y}{W_{yn2}} \leq 1,1 R \quad (19)$$

în care:

$W_{xn1}$  și  $W_{xn2}$  au semnificația din relațiile (2) și (3);

$W_{yn1}$  — modulul de rezistență net al secțiunii grinzii în raport cu axa proprie verticală, calculat pentru fibrele extreme superioare 1 și 1' (fig. 3b, 3c);

$W_{yn2}$  — idem pentru fibrele extreme inferioare 2 și 2' (fig. 3b, 3c).

3.4. Verificarea efortului unitar echivalent la legăturile inimilor chesonului cu tălpile, se face cu relația:

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 3(\tau_T + \tau_M)^2} \leq 1,1 R \quad (20)$$

în care:

$\tau_T$  este efortul unitar tangențial calculat conform STAS 10108/0-78, punctul 7.1.1., din forța tăietoare verticală  $T_y$  (luînd ca lățime de lunecare dublul grosimii inimii 2  $t_3$ );

$\tau_M$  — efortul unitar tangențial calculat conform STAS 10108/0-78, punctul 9.2, din momentul de răsucire, care solicită secțiunea grinzii;

$\sigma$  — efortul unitar normal la marginea cea mai depărtată a inimii, care se calculează cu relația:

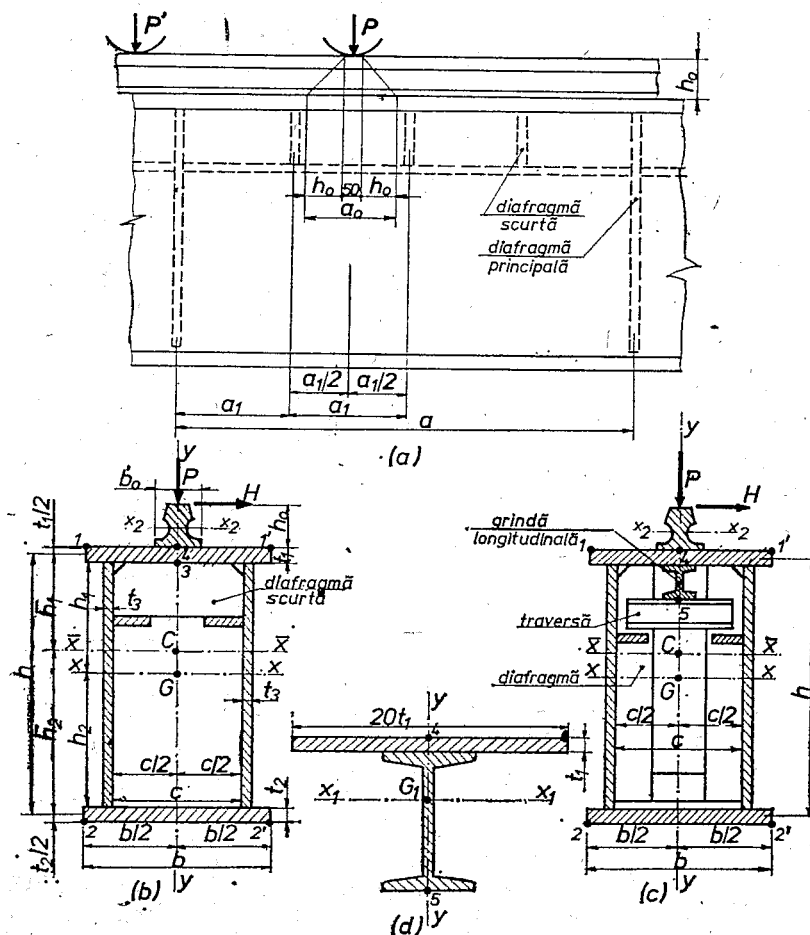


FIG. 3

$$\sigma = \frac{M_x \cdot y}{I_{xn}} + \frac{M_y \left( \frac{c}{2} + t_3 \right)}{I_{yn}} \quad (21)$$

în care:

$M_x, M_y$  au aceeași semnificație ca în relațiile (2), (3) și (4) de la punctul 2.2 al instrucțiunilor;

$y$  — distanța de la axa  $x-x$  a secțiunii grinzii pînă la marginea cea mai depărtată a inimii (de regulă distanța  $h_2$ , fig. 3b);

$I_{xn}, I_{yn}$  — momentele de inerție nete ale secțiunii grinzii în raport cu axele proprii  $x-x$  și respectiv  $y-y$ .

Distanța  $\bar{h}_1$ , care definește poziția centrului de răsucire  $C$  al secțiunii chesonului, este dată de relația:

$$\bar{h}_1 = \frac{\alpha_1 b^2 + \alpha_2 bh + 6 h^2}{\alpha_3 b^2 + \alpha_4 bh + 12 h^2} h \quad (22)$$

în care:

$$\alpha_1 = 1 + \frac{t_2}{t_1} \quad (23)$$

$$\alpha_2 = 2 \frac{t_2}{t_3} + 9 \frac{t_3}{t_1} - 3 \frac{t_3}{t_2} \quad (24)$$

$$\alpha_3 = 2 + \frac{t_1}{t_2} + \frac{t_2}{t_1} \quad (25)$$

$$\alpha_4 = 2 \left( \frac{t_1}{t_3} + \frac{t_2}{t_3} \right) + 6 \left( \frac{t_3}{t_1} + \frac{t_3}{t_2} \right) \quad (26)$$

Cînd  $t_1 = t_2$ , rezultă  $\bar{h}_1 = \frac{h}{2}$ .

3.5. Verificarea stării de eforturi la mijlocul lățimii tălpii superioare trebuie făcută în funcție de modul de rezemare a acesteia. În cazul cînd talpa superioară este rezemată pe diafragme (fig. 3 b), pe lîngă eforturile unitare  $\sigma$  longitudinale din sollicita-

rea generală a grinzii cheson, mai apar din încovoierea locală a tălpii superioare eforturile unitare  $\sigma_{e1}$  (paralele cu direcția inimilor) și  $\sigma_{e2}$  (paralele cu direcția tălpilor). Verificarea efortului unitar echivalent se face în punctul situat la mijlocul distanței dintre inimi și la mijlocul distanței dintre două diafragme consecutive.

$$\sigma = \frac{N}{A_n} + \frac{M_x \cdot y}{I_{xn}} \quad (27)$$

în care:

$N, M_x, A_n$  au aceeași semnificație ca în relațiile (2) și (3) de la punctul 2.2 al instrucțiunilor;

$I_{xn}$  — ca la punctul 3.4;

$y$  — ia valoarea  $h_1$  în secțiunile din câmp ale grinzilor de rulare (simplu rezemate sau continue), respectiv valoarea  $(h_1 + t_1)$  în zonele de reazem ale grinzilor continue.

Cînd  $b \leq a_1$ ,  $\sigma_{i1}$  și  $\sigma_{i2}$  se calculează cu relațiile:

$$\sigma_{i2} = \pm \frac{k_3 P}{\left(1 + \frac{k_1 b^2 I_s}{a_1^3 t_1^3}\right) t_1^2} \quad (28)$$

$$\sigma_{i2} = \pm \frac{k_3 P}{\left(1 + \frac{k_1 b^2 I_s}{a_1^3 t_1^3}\right) t_1^2} \quad (29)$$

iar în cazul cînd  $b \geq a_1$ :

$$\sigma_{i1} = \pm \frac{k_2 P}{\left(1 + \frac{k_1 I_s}{a_1 t_1^3}\right) t_1^2} \quad (30)$$

$$\sigma_{i2} = \pm \frac{k_3 P}{\left(1 + \frac{k_1 I_s}{a_1 t_1^3}\right) t_1^2} \quad (31)$$

în care:

$P$  este forța verticală transmisă de roata podului rulant;

$a_1$  — distanța dintre diafragme (fig. 3 a);

$t_1$  — grosimea tălpii superioare;

$I_s$  — momentul de inerție al șinei în raport cu axa proprie orizontală a acesteia  $x_2-x_2$  (fig. 3b, 3c);

$k_1, k_2, k_3$  — coeficienții care se iau din tabelele 2, 3 și 4.

Parametrul  $\alpha$  din tabelele 2, 3 și 4 are valoarea  $a_1/b$  cînd  $b \leq a_1$ , respectiv  $b/a_1$  cînd  $b \geq a_1$ . În tabelele 3 și 4, parametrul  $\alpha_1$  are valoarea  $a_0/b$  cînd  $b \leq a_1$ , respectiv  $b'_0/a_1$  cînd  $b \geq a_1$ ; parametrul  $\beta_1$  are valoarea  $b'_0/b$  cînd  $b \leq a_1$ , respectiv  $a_0/a_1$  cînd  $b \geq a_1$ . Mărimea  $b_0$  reprezintă lățimea șinei la nivelul tălpii superioare, iar  $a_0$  se calculează cu relația:

$$a_0 = 2h_0 + 50 \text{ mm} \quad (32)$$

în care  $h_0$  reprezintă înălțimea șinei (fig. 3).

Tabelul 2

$\alpha$	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
$k_1$	12,14	13,26	14,19	15,56	16,45	16,98	17,31

$\sigma_{e1}$  și  $\sigma_{e2}$  au întotdeauna același semn și anume sînt eforturi unitare de întindere la nivelul inferior al tălpii superioare (punctul 3 din figura 3 b) și de compresiune la nivelul superior al tălpii superioare (punctul 4).

Efortul unitar echivalent la mijlocul lățimii tălpii superioare se verifică cu relația:

$$\sigma_{ech} = \sqrt{(\sigma + \sigma_{i1})^2 + \sigma_{i2}^2 - (\sigma + \sigma_{i1}) \sigma_{i2}} \leq 1,15R \quad (33)$$

**Tabelul 3**

$\alpha_1$	Coeficienții $k_2$ pentru cazul $b \leq a_1$						(coeficienții $k_3$ pentru cazul $b \geq a_1$ )					
	$\alpha = 1,0$			$\alpha = 1,4$			$\alpha = 1,8$			$\alpha = 2,0$		
	$\beta_1=0,2$	$\beta_1=0,4$	$\beta_1=0,6$	$\beta_1=0,2$	$\beta_1=0,4$	$\beta_1=0,6$	$\beta_1=0,2$	$\beta_1=0,4$	$\beta_1=0,6$	$\beta_1=0,2$	$\beta_1=0,4$	$\beta_1=0,6$
0,2	1,284	1,074	0,900	1,248	1,050	0,882	1,224	1,026	0,864	1,218	1,020	0,858
0,4	0,966	0,846	0,726	0,942	0,828	0,714	0,924	0,804	0,690	0,912	0,798	0,684
0,6	0,762	0,678	0,594	0,750	0,666	0,594	0,726	0,642	0,564	0,720	0,636	0,558

Tabelul 4

		Coeficienții $k_3$ pentru cazul $b \leq a_1$						(coeficienții $k_2$ pentru cazul $b \geq a_1$ )					
		$\alpha = 1,0$			$\alpha = 1,4$			$\alpha = 1,8$			$\alpha = 2,0$		
$\alpha_1$		$\beta_1=0,2$	$\beta_1=0,4$	$\beta_1=0,6$	$\beta_1=0,2$	$\beta_1=0,4$	$\beta_1=0,6$	$\beta_1=0,2$	$\beta_1=0,4$	$\beta_1=0,6$	$\beta_1=0,2$	$\beta_1=0,4$	$\beta_1=0,6$
		0,2	1,284	0,966	0,762	1,434	0,912	1,500	1,182	0,966	1,512	1,194	0,978
		0,4	1,074	0,846	0,678	1,242	1,008	1,314	1,074	0,888	1,326	1,086	0,900
		0,6	0,900	0,726	0,594	1,086	0,906	1,152	0,966	0,810	1,170	0,984	0,828

3.6. În cazul cînd dedesubtul tălpii superioare se fixează o grindă longitudinală așezată în dreptul șinei (fig. 3 c) și solidarizează cu talpa superioară a grinzii principale astfel încît să nu existe lunecări între cele două elemente, calculul eforturilor unitare  $\sigma$  și  $\tau$  și al săgeților se va face în ipoteza că grinda longitudinală este inclusă în secțiunea generală a grinzii principale.

Separat de aceasta, se calculează eforturile unitare normale  $\sigma_{i1}$  longitudinale care apar în secțiunea grinzii longitudinale, considerînd-o ca pe o grindă continuă de deschidere  $a_1$  (fig. 3 a), rezemată pe diafragme și încărcată cu forța  $P_1$ , calculată cu relația:

$$P_1 = \frac{I_1}{I_1 + I_3} \quad (34)$$

in care:

$I_1$  este momentul de inerție al secțiunii active a grinzii longitudinale (care se presupune a fi cea din figura 3 d), în raport cu axa ei proprie orizontală  $x_1 - x_1$ ;

$I_s$  — momentul de inerție al șinei (v. punctul 3.5 al instrucțiunilor).

În punctele 4 și 5 ale secțiunii transversale se face verificarea:

$$\sigma + \sigma_{11} \leq R \quad (35)$$

in care:

$\sigma$  se calculează cu relația (27) de la punctul 3.5 al instrucțiunilor, unde pentru  $y$  se introduc valorile corespunzătoare punctelor 4 și 5;

$\sigma_{11}$  ia una dintre valorile:

$$\sigma_{v1} = \frac{M'_x}{W_{x1}} \quad (36)$$

respectiv

$$\sigma_{11} = \frac{M'_x}{W'_{x05}} \quad (37)$$

după cum verificarea se face în punctul 4 sau 5.

$M_x$  — momentul de încovoiere locală din grinda longitudinală;



$W'_{xn4}$ ,  $W'_{xn5}$  — modulele de rezistență nete ale secțiunii din figura 3 d, calculate pentru punctele 4 și 5.

3.7. Diafragmele (fig. 3 b), respectiv traversele (fig. 3 c), precum și prinderile acestora, trebuie verificate la reacțiunea grinzii continue de deschidere  $a_1$ , încărcate cu forțele  $P$ .

3.8. Șina de rulare se calculează ca o grindă continuă de deschidere  $a_1$  încărcată cu forțele  $P_s$ , calculate cu relația:

$$P_s = \frac{I_s}{I_1 + I_s} \quad (38)$$

în care  $I_1$  se determină cu relația:

$$I_1 = \frac{a_1^3 t_1^3}{k_1 b^2} \quad (39)$$

în cazul din figura 3 b, dacă  $b \leq a_1$ , respectiv

$$I_1 = \frac{a_1^3 t_1^3}{k_1} \quad (40)$$

tot în cazul din figura 3 b, dar pentru  $b \geq a_1$ ; în cazul din figura 3 c,  $I_1$  are semnificația de la punctul 3.6 al instrucțiunilor.

#### 4. GRINZI DE RULARE LA CARE INSTALAȚIILE DE RIDICAT CIRCULĂ PE TĂLPILE INFERIOARE

4.1. Efortul unitar normal în fibra extremă a tălpii superioare a grinzii se verifică cu relația (3) de la punctul 2.2 al instrucțiunilor. Efortul unitar normal longitudinal într-un punct oarecare al tălpii inferioare se calculează cu relația:

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_{xn}} + \frac{M_y x}{I_{yn}} \quad (41)$$

în care:

$I_{xn}$  este momentul de inerție net al secțiunii grinzii în raport cu axa proprie orizontală;

$I_{yn}$  — momentul de inerție net al secțiunii tălpii inferioare în raport cu axa proprie verticală;

$x, y$  — coordonatele punctului unde se calculează  $\sigma$ , în sistemul de axe proprii ale grinzii.

OBSERVAȚIE — În cazul cînd grinda este suspendată prin tiranți, sau dacă lipsesc forțele orizontale transversale pe direcția căii,  $M_y = 0$ .

În talpa inferioară, în dreptul inimii profilului (punctul 1 sau 1' din figura 4) se face verificarea:

$$\alpha_{ech} = \sqrt{\sigma_x^2 + (\sigma + \sigma')^2 - \sigma_x (\sigma + \sigma')} \leq 1,15R \quad (42)$$

iar în fibrele de la marginile tălpii inferioare (punctele 2 și 2' din figura 9).

$$\sigma + \sigma'' \leq mR \quad (43)$$

Calculul se face atît cu  $M_y = 0$  și  $m = 1$ , cît și cu  $M_y \neq 0$  și  $m = 1,1$ .

$$\sigma_x = \pm \frac{k_1 P}{t^2} \quad (44)$$

reprezintă eforturile unitare în punctele 1 (cu semnul +) respectiv 1' (cu semnul -), din încovoierea tălpii, în planul  $xy$ ;

$$\sigma' = \pm \frac{k_2 P}{t^2} \quad (45)$$

sînt eforturile unitare tot în 1, respectiv 1', din încovoierea tălpii în planul  $yz$ ;

$$\sigma'' = \pm \frac{k_3 P}{t_{med}^2} \quad (46)$$

sînt eforturile unitare în 2, respectiv 2', tot din încovoierea tălpii în planul  $yz$ .

$P$  — forța verticală transmisă de o roată a instalației;

$t_{med}$  — grosimea tălpii la distanța  $\frac{b}{2}$  de la fața inimii;

$t$  — grosimea tălpii la intersecția dintre planul superior al tălpii inferioare și fața inimii;

$k_1, k_2, k_3$  — coeficienți care se determină în funcție de raportul

$$\xi = \frac{b}{c} \quad (47)$$

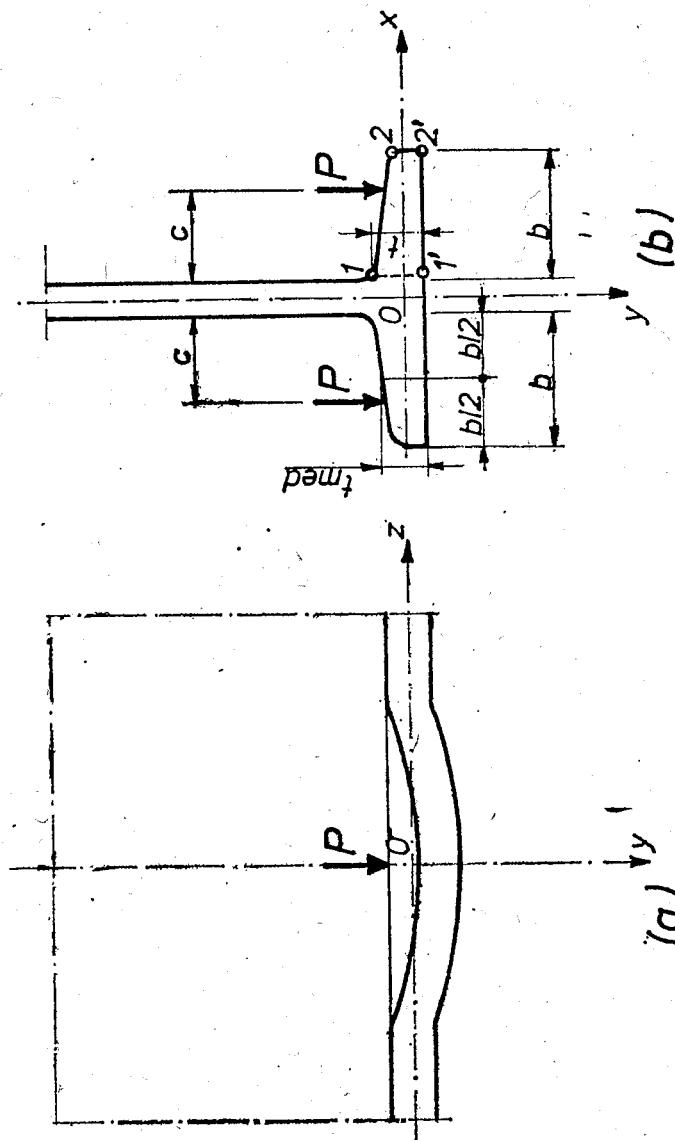


Fig. 4

$b$  — distanța de la marginea tălpii inferioare la fața inimii;  
 $c$  — distanța dintre punctul de aplicație al forței  $P$  și fața inimii;

$$k_1 = 1,248 - 0,274 \xi + 2,571 \xi^2 \quad (48)$$

$$k_2 = 0,424 - 0,156 \xi + 0,738 \xi^2 \quad (49)$$

$$k_3 = -3,664 + 6,604 \xi + 0,362 \xi^2 \quad (50)$$

OBSERVAȚII:

1. Pentru  $\xi \leq 0,539$ , se ia  $k_3 = 0$ .
2. Verificarea cu relația (42) se face în punctul 1 sau 1' și anume acolo unde  $(\sigma + \sigma')$  rezultă de semn contrar lui  $\sigma_x$ .
3. Pentru profile laminate I conform STAS 565-71, valorile  $t$  și  $t_{med}$  sînt date în tabelul 5.

Tabelul 5

Denumirea profilului I	$t$ mm	$t_{med}$ mm
8	7,10	5,77
10	8,24	6,64
12	9,37	7,52
14	10,51	8,40
16	11,65	9,28
18	12,79	10,16
20	13,93	11,04
22	15,06	11,92
24	16,20	12,80
26	17,40	13,77
28	18,66	14,85
30	19,82	15,82
32	21,08	16,90
36	23,60	19,05
40	26,02	21,10

#### Verificarea stabilității generale

4.2. Verificarea stabilității generale se face cu relațiile date în STAS 10108/0-78, punctele 7.2.2. și 7.2.3, cu mențiunea că la determinarea coeficientului  $\varphi$ , trebuie să se țină seamă de condițiile reale de rezemare (situația la care se referă standardul — cea a unor rezemări care împiedică rotirea din răsucire și deplasarea laterală a grinzii — fiind diferită de cea a suspendării prin tiranți).

## 5. INDICAȚII CONSTRUCTIVE

### Principii generale de alcătuire

5.1. Structura spațială a ansamblului căii de rulare are de regulă alcătuirea din figura 1 a pe șirurile marginale de stâlpi, respectiv din figura 1 b pe șirurile intermediare.

Structura din figura 5, la care talpa exterioară a grinzii de frînare este rezemată în direcție verticală pe stâlpii pereților halei (deplasările orizontale ale tălpilor fiind libere), este utilizabilă numai la căile de rulare pentru podurile din grupele de funcționare I și II.

În cazul traveilor pînă la 6 m inclusiv, se poate renunța la rezemarea pe stâlpii pereților, dacă talpa exterioară a grinzii de frînare este un profil U sau I; această structură se poate adopta indiferent de grupa de funcționare a podurilor.

Structura cu o singură grindă de rulare fără grindă de frînare, este indicată la deschideri și încărcări nu prea mari, precum și la grinzile la care instalațiile de ridicat circulă pe talpa inferioară.

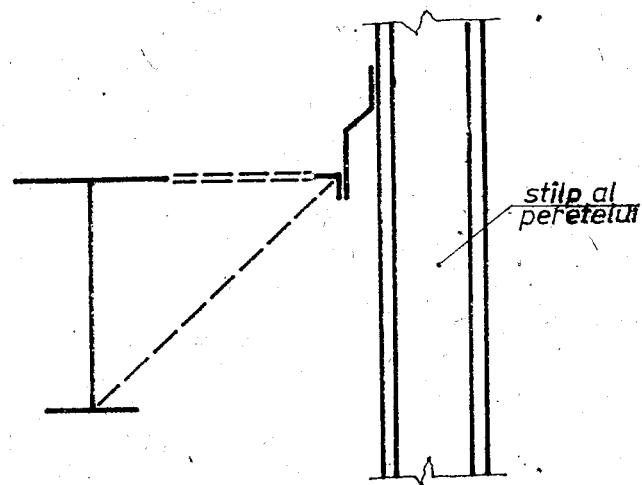


FIG. 5

Structura cu grinzi cheson va fi adoptată numai în cazuri bine justificate.

### Grinzi cu inimă plină și grinzi cheson

5.2. Pentru grinzile principale cu inimă plină se va adopta pe cît posibil soluția de grinzi I sudate, avînd fiecare talpă formată din cîte o singură platbandă.

Atît în cazul grinzilor cu inimă plină cît și a grinzilor cheson, adaptarea secțiunilor la variația solicitărilor se va face de preferință prin modificarea lățimii tălpilor cu o pantă de cel mult 1 : 5 (fig. 6 a) și la nevoie prin modificarea înălțimii (fig. 6 b) în lungul grinzii; în care caz se recomandă rapoartele:

$$0,4 \leq \frac{h_r}{h} \leq 1,0 \quad (51)$$

$$0,1 \leq \frac{a}{l} \leq 0,25 \quad (52)$$

notațiile fiind cele din figura 6.

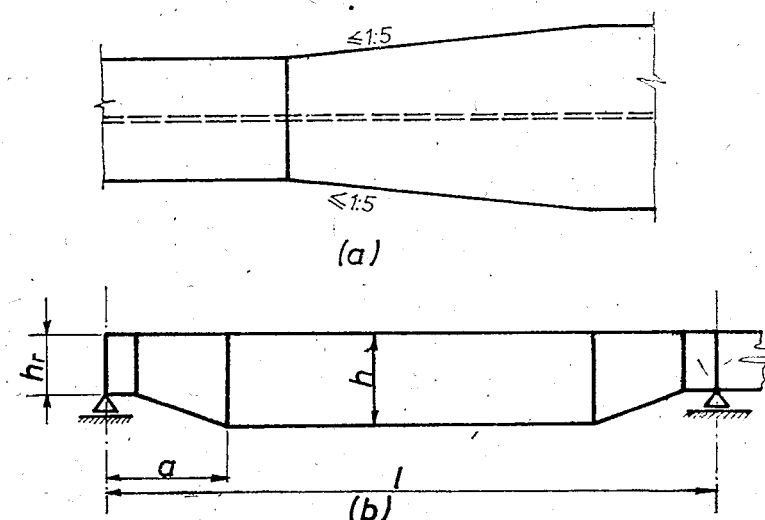


FIG. 6

5.3. La grinzile de rulare destinate podurilor din grupele de funcționare III, IV și V, se vor lua și următoarele măsuri;

a) Pe porțiunile unde efortul unitar longitudinal  $\sigma$  din talpa întinsă depășește  $0,6 R$ , nervurile de rigidizare transversale nu se vor suda de aceasta. În zonele unde talpa inferioară este întinsă se recomandă să se procedeze conform detaliului din figura 7 a, iar în zonele unde talpa superioară este întinsă, conform detaliului din figura 7 b, în care grosimea fururii reprezintă cel puțin dublul grosimii rigidizării  $t_r$ , iar lățimea ei (măsurată în lungul grinzii), cca  $5 t_r$ . La talpa superioară comprimată, nervurile de rigidizare se sudează direct (fig. 7 c).

În toate cazurile, distanța pe orizontală de la marginea nervurii la marginea tălpii superioare nu va depăși 50 mm; la nevoie, nervura poate fi executată cu lățime variabilă.

b) În zonele de schimbare a pantei tălpii inferioare (fig. 6 b), nervurile de rigidizare se prelungesc pînă la această talpă. Dacă efortul unitar de întindere din talpa inferioară depășește  $0,6 R$ , se recomandă să se aplice la această talpă aceeași soluție ca în figura 7 b, iar în caz contrar aceeași soluție ca în figura 7 c,

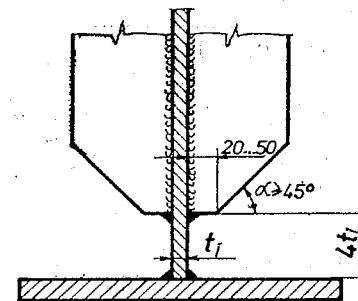
c) La grinzile cheson de dimensiuni mari, se admite la nevoie sudarea diafragmelor de talpă întinsă, cu condiția utilizării unor cordoane de grosime minimă și a efectuării unei verificări la oboseală.

d) Sudurile nervurilor de rigidizare pot fi situate una în dreptul celeilalte (fig. 7 d), numai dacă grosimea inimii este de cel puțin 8 mm. În caz contrar, se va interpune o plăcuță între inimă și una dintre rigidizări (fig. 7 e).

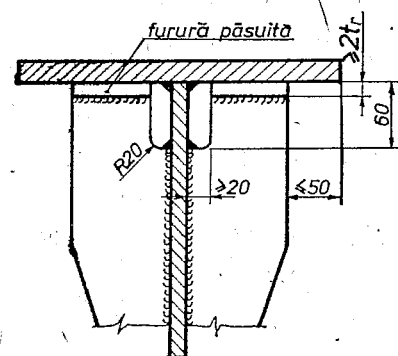
e) Se va evita pe cît posibil sudarea unor gusee sau a altor piese pe talpa inferioară întinsă în zonele unde  $\sigma$  depășește  $0,6 R$ . Acestea se vor fixa de preferință pe nervurile de rigidizare transversale.

**Grinzii cu zăbrele (grinzii principale, secundare, grinzii de frînare, contravintuiri)**

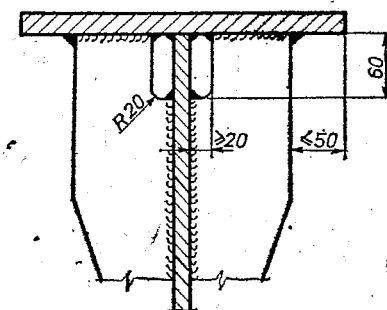
5.4. La grinzile cu zăbrele sudate, toate barele vor fi centrate, pe cît posibil, după axele centrelor de greutate. Prin proiect se pot prevedea descenterări în plănile grinzilor cu zăbrele în următoarele situații:



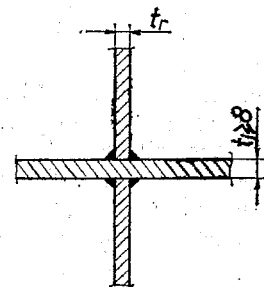
(a)



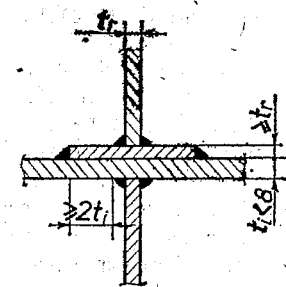
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 7

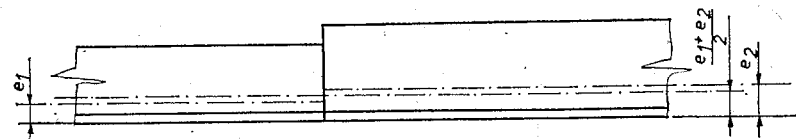


FIG. 8

a) La tălpile grinzilor principale cu inimă plină, nodurile contravînturilor orizontale cu zăbrele pot fi descentrate în plan orizontal (fig. 2 a), dacă centrarea riguroasă a zăbrelelor ar duce la soluții neraționale din punct de vedere constructiv.

b) La tălpile superioare ale grinzilor principale cu zăbrele, nodurile pot fi descentrate în plan vertical (fig. 2 b);

c) La tălpile inferioare ale grinzilor principale, precum și la ambele tălpi ale celorlalte grinzi cu zăbrele, în cazul în care secțiunea se modifică în lungul barelor (fig. 8) se recomandă să se facă centrarea după linia

$$e = \frac{e_1 + e_2}{2} \quad (53)$$

în care,  $e_1$  și  $e_2$  definesc pozițiile centrelor de greutate ale celor două secțiuni.

Alte descentrări pot fi prevăzute în proiect numai cu condiția justificării lor în scris.

#### Prinderea de stâlpi a ansamblului căii de rulare și prinderea șinei pe grinda de rulare

5.5. Soluțiile adoptate pentru prinderea de stâlpi a ansamblului căii de rulare, trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

— să permită preluarea în bune condiții a reacțiunilor verticale pozitive și negative, precum și a celor orizontale transversale pe direcția căii de rulare (de asemenea și a forțelor orizontale longitudinale la stâlpii din dreptul portalelor de frînare), fiind interzisă transmiterea oricăreia din aceste forțe prin șuruburi grosolane solicitate la forfecare;

— să permită deformarea elementelor ansamblului căii de rulare în cît mai bună concordanță cu schema presupusă în calcule, evitîndu-se ca în urma împiedicării unor deformații să apară soli-

citări locale care să ducă la ruperea prin oboseală (în primul rînd, să permită deformarea axială a rigidizărilor de reazem ale grinzilor de rulare, ca efect a reacțiunilor verticale; în cazul structurilor cu grinzi simplu rezemate, mai este necesar ca și rotirea de încovoiere a fiecărei grinzi verticale și orizontale să fie liberă);  
— să facă posibilă montarea fără dificultate a grinzilor de rulare pe stâlpi metalici sau din beton armat confecționat și montați cu respectarea toleranțelor admise de prescripțiile tehnice în vigoare.

OBSERVAȚIE — La structurile cu grinzi simplu rezemate, grinzile de rulare trebuie să fie prinse între ele astfel încît forțele longitudinale să se transmită direct de la o grindă la alta pînă la portalele de frînare, fără a solicita prinderile grinzilor de stâlpii curenți.

Prinderea șinei pe talpa superioară a grinzii de rulare trebuie să respecte prevederile STAS 6911-67 și să reziste la forțele orizontale prescrise în STAS 10101/2A2-78.

Prinderea prin sudură a șinei de talpă este permisă numai la grinzile de rulare pentru podurile din grupa de funcționare I și capacitatea de ridicare pînă la 50 kN inclusiv. În toate celelalte cazuri trebuie să se realizeze o prindere demontabilă.

La grinzile cheson cu șina așezată între inimi și la care nu există grindă longitudinală sub șină (fig. 3 b), joantele șinei se vor prevedea numai deasupra diafragmelor sau în imediata apropiere a acestora.

În anexele la prezentele instrucțiuni (prinse într-un caiet exemplificativ elaborat de I.P.C.T.) proiect nr. 5224/a sînt date unele detalii exemplificative de prindere a grinzilor de rulare de stâlpi, precum și detalii de prindere a șinei pe grinda de rulare.