CALCULUL GRINDILOR SCHWEDLER

(Continuare)

De şi formulele (1) şi (2) nu sunt aplicabile grindilor cu tablier superior pentru cari relatiunea $s = c \cos\alpha$ nu mai există (fig. 4), totuşi ele pot servi pentru determinarea formei acestor grindi, pentru că s, intrând ca factor în expressiunea lui D, dispare în ecuatiunea de condiţiune $D_0 = o$.

In resumat formulele cari determină elementele grindei Schwedler sunt următórele, cari se aplică atât la grindile cu tablier inferior cât şi la cele cu tablier superior :

$$h = \frac{gh_0}{l}\left(\sqrt{1+\frac{p}{g}}+1\right)^2 \frac{x\,(l-x)}{gl+px} \quad (7)$$

$$c = \frac{hdx}{dh} = \frac{x\,(l-x)\,(gl+px)}{gl\,(l-x) - x\,(gl+px)} \quad (8)$$

Pentru grindile cu tablier inferior

$$s = c \cos\alpha \quad (9)$$

Pentru grindile au tablier superior

$$s = (c-a) \operatorname{Cos}\alpha \quad (10).$$

In aceste formule x, represintă abcisa verticalei considerate.

Pentru înlesnirea calculului vom pune

$$\frac{l}{a} = \mathrm{N}\ ,\ \frac{x}{a}\ \ n\ ,\ \frac{c}{a} = k\ \frac{s}{a} = z$$

Formulele de mai sus devin

$$h = \frac{gh_0}{\mathrm{N}}\left(\sqrt{1+\frac{p}{g}}+1\right)^2 \cdot \frac{n\,(\mathrm{N}-n)}{g\mathrm{N}+pn} \quad (11)$$

$$k = \frac{n\ (N-n)\ (gN+pn)}{gN\ (N-n)-n\ (gN+pn)}\ (12)$$

$$z = k\ \text{Cos}\alpha\ \text{(tablier inferior)}\ (13)$$

$$z = (k-1)\ \text{Cos}\alpha\ \text{(tablier superior)}\ (14)$$

CAPITOLUL II.

Studiul tensiunilor séu forțelor elastice

GRINDI CU TABLIER SUPERIOR

Tensiunile diagonalelor aferente părților poligonale ale talpei inferióre

a) Calculul tensiunei produse de greutatea permanentă, Dg.

Pentru determinarea tensiunei Dg, a diagonalei definită prin abscisa $x =$ AI a piciorului séu H, vom face o secțiune verticală PQ la distanța u de punctul de readim din stînga (fig. 4).

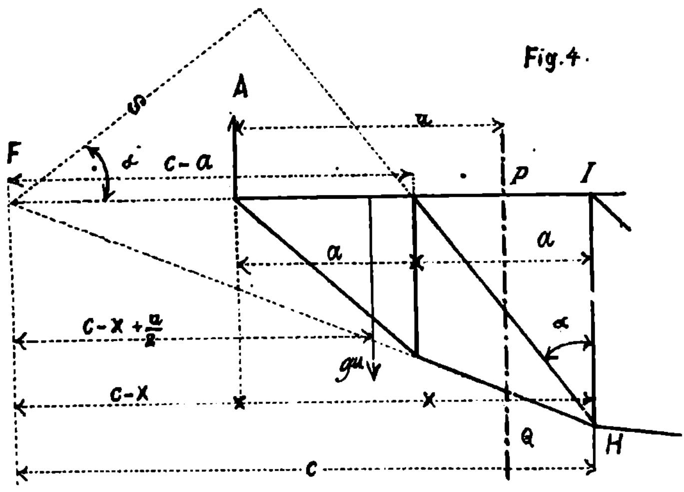


Fig. 4.

După cele dise mai înainte vom avea:

$$Dg\ s = Ag\ (c-x) - gu\left(c-x+\frac{u}{2}\right)\ \text{séu}$$

$$Dg\ s = \frac{gl}{2}\ (c-x) - gu\left(c-x+\frac{u}{2}\right)\ (14^{bis})$$

După această formulă se vede că maximum séu minimum lui Dg corespunde pentru minimum sĕu maximum lui u avem dară în panoul considerat, pentru

$u=x-a, \quad max\ Dg\ s=\frac{gl}{2}(c-x)-g\ (x-a)\left(c-\frac{x+a}{2}\right)$ (15) și

$u=x \qquad min\ Dg\ s=\frac{gl}{2}(c-x)-g\ x\left(c-\frac{x}{2}\right)$ (16)

sĕu

$$max\ \ Dg=\frac{a\,g}{2\,z}\left[N(k-n)-(n-1)\left(k-\frac{n+1}{2}\right)\right] 17$$

$$min\ \ Dg=\frac{a\,g}{2\,z}\left[N\,(k-n)-n\left(k-\frac{n}{2}\right)\right] (18)$$

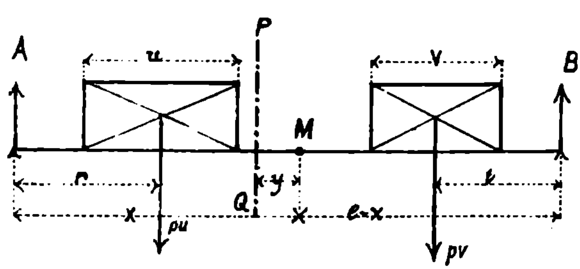
Se póte demonstra ușor că Dg este tot de a una positiv pentru diagonalele cuprinse între punctul de readem din stînga și centrul grindei

In adevĕr după formula $-Dg\ s=T\ (c-d)$ se vede că Dg are același semn cu T, care este positiv în partea de grindă considerată.

b) *Variațiunea tensiunei unei diagonale cu posiția supraîncărcăreĭ.*

Să considerăm o grindă în care să facem o secțiune P Q la dîstanța y de piciorul M al unei diagonale (fig. 5) și să însemnăm cu :

Fig. 5.



$p\,u,\ p\,v,$ Resultantele supraîncărcărei aflate la stânga și la dreapta planului P Q.

r, t, Depărtările acestor forțe de punctele de reaḑăm extreme.

Au, Av, Reacțiunea produsă in punctul A de aceste forțe.

Du, Dv și Dp Tensiunea produsă în diagonala considerată de forțele pu, pv și $p\,(u+v)$.

Vom avea $Du\;s = Au\,(c-x) - pu\,(c-x+r)$

$Dv\;s = Av\,(c-x)$

Déră

$$Au = pu\left(1-\frac{r}{l}\right) \text{și } Av = pv\frac{t}{l}$$

Prin urmare

$$Du\;s = pu\left(1-\frac{r}{l}\right)(c-x) - pu\,(c-x+r)$$

$$Dv\;s = pv\,\frac{t}{l}\,(c-x)$$

séu

$$Du\;s = -pu\frac{r}{l}\,(c-x) - pur$$

$$Dv\;s = pv\frac{t}{l}(c-x)$$

de unde

$$Dp\;s = -pu\left[(c-x)\frac{r}{l}+r\right] + pv\frac{t}{l}(c-x) \quad (19)$$

Din această formulă deducem :

1) Supra incărcarea aflată la stînga planului secant produce în diagonala o compresiune; supraîncărcarea aflată la dreapta acelui plan produce o extensiune.

2) Maximum compresiunei séu extensiunei se produce când grinda este încărcată complet la stînga planului secant, respectiv la dreapta lui.—In calculul tensiunilor, vom considera dară numai aceste casuri.

3) Tensiunea totală produsă într'o diagonală de greutatea permanentă și de supra încărcare este tot-de-a-una *extensiune.*

In adevăr, avem :

$$D\,s = Dg\,s + pv\frac{t}{l} - pu\left[(c-x)\frac{r}{l} + r\right]$$

In aceași secțiune a diagonalei vom avea minimum tensiunei pentru posițiunea supra incărcărei care dă cea mai mare valóre absolută a termenului negativ și cea mai mică valóre a termenului positiv, adică pentru $u=x-y$, și $v=o$.

Considerând și formula (14^{bis}) vom avea:

$$\min Ds = \frac{gl}{2}(c-x) - g\,(x-y)\,(c-x) - g\frac{(x-y)^2}{2} - p(x-y)\left[(c-x)\frac{x-y}{2\,l} + \frac{x-y}{2}\right]$$

Dacă în acéstă formulă considerăm $y=o$, vom avea secțiunea făcută imediat la stînga piciorului diagonalei pentru care după definiția grindilor Schwedler avem D=o, deci

$$\frac{gl}{2}(c-x) - g\,x\,(c-x) - \frac{gx^2}{2} - \frac{px^2}{2\,l}(c-x) - \frac{px^2}{2} = 0$$

Scăḑênd acéstă ecuațiune din cea precedentă obținem

$$\min Ds = g\,y\,(c-x) + \frac{y}{2}\,(2x-y)\left[g + \frac{p}{l}\,(c-x) + p\right]$$

2 x—y, fiind tot de-a-una positiv urméḑă ca tensiunea totală a diagonalei este tot de-una positivă și că cea mai mică valóre a sa este *zero.*

c) *Calculul tensiunei produsă de supra-încărcare*, D*p*.

Maximum compresiunei produsă de supraîncărcare într'o diagonală definită prin abscisa x a piciorului sêŭ este dupe cum am vêḑut

$$Dp\;s = -\,p\;(c-x)\,\frac{(x-y)^2}{2l} - p\frac{(x-y)^2}{2} \quad \text{séŭ}$$

$$Dp\;s = -\,p\,\frac{(x-y)^2}{2l}\,(c-x+l).$$

In panoul considerat vom avea dară pentru

$$y = a \qquad \max \mathrm{D}p\ s = -p\,\frac{(x-a)^2}{2l}\,(c-x+l) \text{ și}$$

$$y = o \qquad \min \mathrm{D}p\ s = -p\,\frac{x^2}{2l}\,(c-x+l)$$

séŭ

$$\max\ \mathrm{D}p = -\frac{a\,p}{2\ \mathrm{N}z}\,(n-1)^2\,(k+N-n) \quad (20)$$

$$\min\ \mathrm{D}p = -\frac{a\,p}{2\ \mathrm{N}z}\,n^2\,(k+N-n) \quad (21)$$

Maximum extensiunei produsă de supraîncărcare într'o diagonală definită prin abscisa x a piciorului séŭ, este după formula (19) pentru $v = l - x + y$ și pentru $u = o$

$$\mathrm{D}p\ s = p\,\frac{(c-x)}{2l}\,(l-x+y)^2$$

In panoul considerat vom avea déră pentru

$$y = a \qquad \mathrm{D}p\ s = p\,\frac{(c-x)}{2l}\,(l-x+a)^2 \text{ și}$$

$$y = o \qquad \mathrm{D}p\ s = p\,\frac{(c-x)}{2l}\,(l-x)^2$$

séŭ

$$\max\ \mathrm{D}p = \frac{ap}{2\ \mathrm{N}z}\,(k-n)\,(\mathrm{N}+1-n)^2 \quad (22)$$

$$\min\ \mathrm{D}p = \frac{ap}{2\ \mathrm{N}z}\,(k-n)\,(\mathrm{N}-n)^2 \quad (23)$$

Maximum tensiunei totale a diagonalei se obține prin formula

$$\max\ \mathrm{D} = \max\ \mathrm{D}g + \max\ \mathrm{D}p, \text{ adecă}$$

$$\max\ \mathrm{D} = \frac{ag}{2z}\left[\mathrm{N}(k-n)-(n-1)\left(k-\frac{n+1}{2}\right)\right]+\frac{ap}{2\ \mathrm{N}z}\,(k-n)\,(\mathrm{N}+1-n)^2 \quad (24)$$

$$\min\ \mathrm{D} = o \quad (25)$$

Tensiunile diagonalelor aferente părţilor paralele ale tălpilor.

Aceste tensiuni se obtin prin formulele stabilite pentru grindi paralele (fig. 6) care sunt :

a) *Tensiunea produsă de greutatea permanentă*:

pentru $y = a$ $\max Dg = \frac{g}{2\cos\alpha}(l - 2x + 2a)$

$y = o$ $\min Dg = \frac{g}{2\cos\alpha}(l - 2x)$

séu

$$\max Dg = \frac{ag}{2\cos\alpha}(N + 2 - 2n) \qquad (26)$$

$$\min Dg = \frac{ag}{2\cos\alpha}(N - 2n) \qquad (27)$$

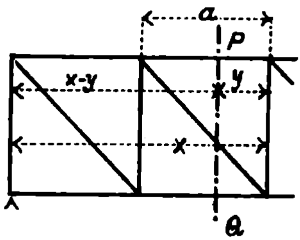


Fig 6.

b) *Compresiunea produsă de supraîncărcare*

$y = a$ $\max Dp = -\frac{p(x-a)^2}{2l\cos\alpha}$

$y = o$ $\min Dp = -\frac{px^2}{2l\cos\alpha}$

séu

$$\max Dp = -\frac{ap(n-1)^2}{2N\cos\alpha} \qquad (28)$$

$$\min Dp = -\frac{ap\,n^2}{2N\cos\alpha} \qquad (29)$$

c) *Tensiunea produsă de supraîncărcare*

$$y = a \quad \max \, Dp = \frac{p\,(l - x + a)^2}{2\,l \cos \alpha}$$

$$y = o \quad \min \, Dp = \frac{p\,(l - x)^2}{2\,l \cos \alpha}$$

séu

$$\max \, Dp = \frac{ap}{2\,N \cos \alpha}(N - n + 1)^2 \qquad (30)$$

$$\min \, D\overline{p} = \frac{ap\,(N-n)^2}{2\,N \cos \alpha} \qquad (31)$$

d) *Tensiunea totală* $\qquad D = Dp + Dg$

$$\max \; D = \frac{ag}{2 \cos \alpha}\,(N + 2 - 2n) + \frac{ap}{2\,N}\,(N - n + 1)^2 \quad (32)$$

$$\min \; D = \frac{ag}{2 \cos \alpha}\,(N - 2n) - \frac{ap\,n^2}{2\,N \cos \alpha} \qquad (33)$$

TENSIUNEA

verticalelor aferente părţilor poligonale ale tălpeĭ inferióre

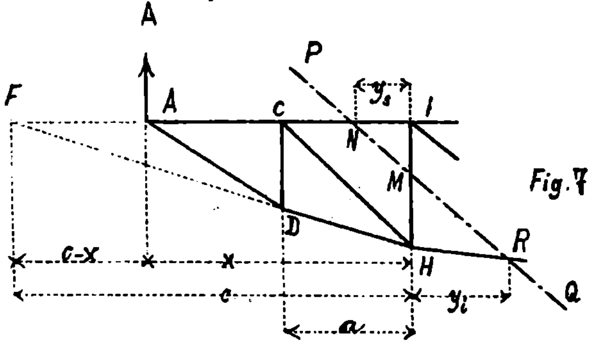


Fig. 7

Se considerăm verticala I H definită prin abscisa x a piciorului seu şi să facem o secţiune cu un plan înclinat P.Q.

Vom avea equilibru între forţele elastice — S, — V, şi — I esercitate de partea dréptă a grindei asupra părţeĭ stinge şi forţele exterióre aflate la stînga acelui plan.

Vom determina dară tensiunea V exprimând egalitatea momentelor acestor două sisteme de forţe în raport cu punctul F (fig. 7).

a) *Tensiunea produsă de greutatea permanentă* V_g.

Vom presupune pentru simplificare că greutatea g pe metru liniar se repartisează uniform pe cele două tălpi și vom însemna cu g_s și g_i greutatea pe metru liniar de talpă superióră și inferióră.

Forțele exterióre la stînga planului secant sunt déră

$$A = \frac{gl}{2} \cdot - \cdot \quad P = gx - g_s\, y_s + g_i\, y^i$$

$$p_s = - g_s\, y_s$$

$$p_i = g_i\, y_i$$

Ecuațiunea momentelor va fi déră

$$V_g\, c = -\frac{gl}{2}(c - x) - gx\left(c - \frac{x}{c} + \frac{x}{2}\right) + g_s\, y_s$$

$$\left(c - \frac{y_s}{2}\right) - g_i\, y_i\left(c + \frac{y_i}{2}\right)$$

sau

$$V_g = -\frac{g}{2}\,\frac{(c-x)\,(l-2x)-x^2}{c} - g_s\, y_s\left(1 - \frac{y_s}{2c}\right)$$

$$+ g_i\, y_i\left(1 + \frac{y_i}{2c}\right)$$

séu înlocuind pe c cu valórea sea din equațiunea (8)

avem $V_g = -\frac{pgx\,(l-x)}{2\,(gl+px)} - g_s\, y_s\left(1 - \frac{y_s}{2c}\right) + g_i\, y_i\left(1 + \frac{y^i}{2c}\right)$ (34)

Făcând se variede posiția planului secant între extremitățile I și H ale verticalei considerate vom obține:

$$\max V_g = -\frac{pgx\,(l-x)}{2\,(gl+px)} + a\, g_i\left(1 + \frac{a}{2c}\right) \quad \text{pentru}$$

$$y_i = a \text{ și } y_s = o$$

$$\min V_g = -\frac{pgx\,(l-x)}{2\,(gl+px)} - a\, g_s\left(1 - \frac{a}{2c}\right) \quad \text{pentru}$$

$$y_s = a \text{ și } y_i = o$$

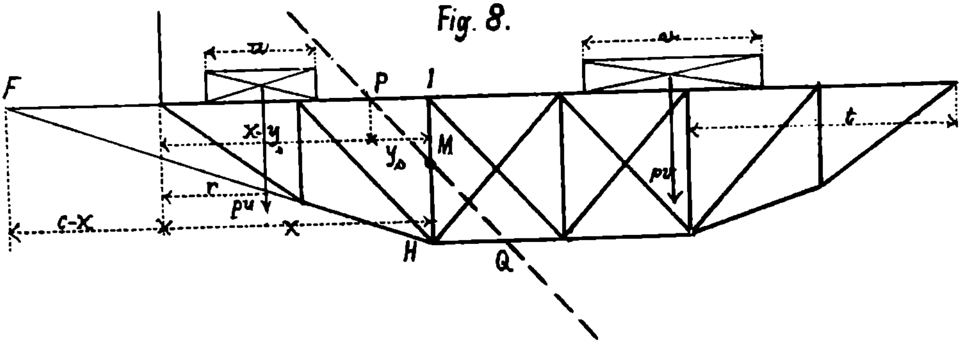
Aceste formule devin întrebuințând notațiunile obicinuite :

$$\max V_g = -a\left(\frac{pgn(N-n)}{2(gN+pn)} + g_i\left(1-\frac{1}{2k}\right)\right) \quad (35) \quad y_s = o$$

$$\min V_g = -a\left(\frac{pgn(N-n)}{2(gN+pn)} + g_s\left(1-\frac{1}{2k}\right)\right) \quad (36) \quad y_s = a$$

b) *Variațiunea tensiunei unei verticale cu posițiunea supraîncărcărei.*

Fig. 8.



Insemnând cu Vu, Vv, Vp tensiunea produsă în verticala I H de supraîncărcarea u, v și $u+v$, vom avea:

$$V_u = -\frac{Au}{c}(c-x) + \frac{pu}{c}(c-x+r)$$

$$V_v = -\frac{Av}{c}(c-x)$$ și

$$V_p = -\frac{Au}{c}(c-x) + \frac{pu}{c}(c-x+r) - \frac{Av}{c}(c-x)$$

însă
$$A_u = pu - \frac{pur}{l}$$

$$A_v = \frac{pvt}{l}$$ deci:

$$V_p = +\frac{pur}{lc}(c+l-x) - \frac{pvt}{lc}(c-x) \quad (37)$$

Din aceste formule deducem:

1) Supraîncărcarea aflată la stânga planului secant produce în verticala tăiată o extensiune; supraîncărcarea aflată la dreapta acelui plan secant produce o compresiune.

2) Maximum sau minimum compresiunei se produce

când grinda este încărcată complect la stânga planului secant, respectiv la dreapta lui. — In calculul tensiunilor V_p vom considera numai aceste două casurĭ.

c) *Calculul tensiunilor produse de supraîncărcare* V_p

Maximum extensiunei, corespunde după cele ḑise mai sus, (fig. 8) pentru $u = x - y_s$ şi $v = o$ adică :

$$V_p = \frac{p\,(x - y_s)^2}{2\,l\,c}\,(c + l - x)$$

Făcând să varieze posiţiunea planului secant între I şi H extremităţile verticalei considerate avem :

$$\max.\ V_p = \frac{p\,x^2}{2\,l\,c}\,(c + l - x)$$

$$\min.\ V_p = \frac{p\,(x - a)^2}{2\,l\,c}\,(c + l - x)$$

Inlocuind în aceste equaţiuni c prin valoarea sa din (8) avem:

$$\max.\ V_p = \frac{p\,g\,x\,(l - x)}{2\,(g l + p\,x)} \qquad y_s = o$$

$$\min.\ V_p = \frac{p\,g\,(x - a)^2\,(l - x)}{2\,x\,(g l + p\,x)} \qquad y_s = a$$

séu întrebuinţând notaţiunile obicinuite

$$\max.\ V_p = \frac{a\,p\,g\,n\,(N - n)}{2\,(g\,N + p\,n)} \qquad (38) \qquad Y_s = 0$$

$$\min.\ V_p = \frac{a\,p\,g\,(n - 1)^2\,(N - n)}{2\,n\,(g\,N + p\,n)} \qquad (39) \qquad y_s = a$$

Maximum compresiunei corespunde pentru $u = o$ şi

$$v = x + y_s\,;$$

avem dară $V_p = -\dfrac{p\,(l - x\ \ y_s)^2}{2\,l\,c}\,(c - x)\,;$ avem dară pentru verticala I H

$$\max.\ V_p = -\frac{p\,(l - x)^2}{2\,l\,c}\,(c - x) \qquad y_s = a$$

$$\min.\ V_p = -\frac{p\,(l - x + a)^2}{2\,l\,c}\,(c - x) \qquad y_s = a$$

sau :

$$\max.\ V_p = -\frac{p\,(p+g)\,x\,(l-x)^2}{2\,(gl+p\,x)}$$

$$\min.\ V_p = -\frac{p\,(p+g)\,x\,(l-x-a)^2}{2\,(l-x)\,(g\,l+p\,x)}$$

sau intrebuințând notațiunîle obicinuite

$$\max.\ V_p = -\frac{a\,p\,(p+g)\,n\,(N-n)^2}{2\,(g\,N+p\,n)} \tag{40}$$

$$\min.\ V_p = -\frac{a\,p\,(p+g)\,n\,(N-n+1)^2}{2\,(g\,N+p\,n)\,(N-n)} \tag{41}$$

Tensiunea totală va fi dară

$$\max.\ V = -a\left(\frac{p\,g\,n\,(N-n)}{2\,(g\,N+p\,n)} - g\,i\left(1+\frac{1}{2\,k}\right)\right) + \frac{a\,p\,g\,n(N-n)}{2\,(g\,N+p\,n)}$$

sau simplificând

$$\max.\ V = a\,g\,i\left(1+\frac{1}{2\,k}\right) \tag{42}$$

$$\min.\ V = -a\left(\frac{p\,g\,n\,(N-n)}{2\,(g\,N+p\,n)}\right) + g\,s\left(1-\frac{1}{2\,k}\right)\Big)$$

$$-\frac{a\,p\,(p+g)\,n[(N-n+1)^2}{2\,(g\,N+p\,n)} \tag{43}$$

TENSIUNEA
verticalelor aferente tălpilor paralele.

Vom obține valoarea acestor tensiuni din formulele precedente în căre vom face $c=\infty$; vom avea déră:

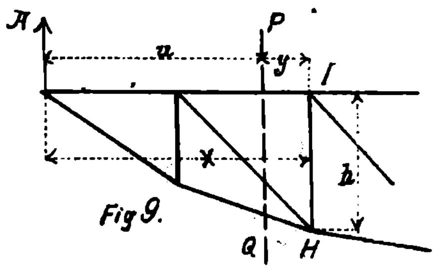


Fig 9.

a) *Tensiunea produsă de greutatea permanentă*

$$\max.\ V_g = -a\left(g\,\frac{N-2\,n}{2} - g\,i\right) \tag{44}$$

$$\min.\ V_g = -a\left(g\,\frac{N-2\,n}{2} + g\,s\right) \tag{45}$$

Extensiunea produsă de supraincărcare.

$$\max.\ V_p = \frac{a\,p\,n^2}{2\,N} \qquad (46)$$

$$\min.\ V_p = \frac{a\,p\,(n-1)^2}{2\,N} \qquad (47)$$

Compresiunea produsă de supraincărcare

$$\max.\ V_p = -\frac{a\,p\,(N-n)^2}{2\,N} \qquad (48)$$

$$\min.\ V_p = -\frac{a\,p\,(N-n+1)^2}{2\,N} \qquad (49)$$

Tensiunea totală

$$\max.\ V = -a\left(g\frac{N-2\,n}{2} - gi\right) + \frac{a\,p\,n^2}{2\,N} \qquad (50)$$

$$\min.\ V = -a\left(g\frac{N-2\,n}{2} - gs\right) - \frac{a\,p\,(N-n+1)^2}{2\,N} \qquad (51)$$

Tensiuni in tălpile aferente grindei poligonale.

TALPA SUPERIOARA

a) *Tensiunea produsă de greutatea permanentă Sg*

Vom face o secţiune cu un plan PQ depărtat de extremitatea A a grindei cu distanţa u însemnând cu Sg tensiunea talpei superioare la dreapta planului secant adică tensiunea exercitată asupra nodului I in panoul (n), vom avea luând momentele forţelor elastice şi exterioare in raport cu punctul H definit prin abscisa x.

$$-S_g\,h = \frac{g\,l}{2}x - g\,u\left(\frac{u}{2} + y\right) = \frac{gl}{2}x - \frac{g\,(x-y)^2}{2}$$
$$-g\,(x-y)\,y$$

In panoul (n) vom avea dară

$$\max.\ S_g = -\frac{g\,x}{2\,h}\,(l-x) \qquad y = o$$

$$\min.\ S_g = -\frac{g\,x}{2\,h}\,(l-x) - \frac{a^2\,g}{2\,h} \qquad y = a$$

sau

$$\max.\ S_g = -\frac{a^2\,g}{2\,h}\,n\,(N-n) \qquad (52)$$

$$\min. S_g = -\frac{a^2 g}{2h} n(N-n) - \frac{a^2 g}{2h} \qquad (53)$$

b) *Tensiunea produsă de supraîncărcare Sp.*

Conservând notațiunile de pe pagina 209, vom avea luând momentele in raport cu piciorul M al diagonalei fig. 9.

$$-S_p h = p u \left(1-\frac{r}{l}\right) x - p u (x-r) + p v \frac{t}{l} x$$

sau simplificând

$$S_p = -\frac{p}{l h} (u r (l-x) + v t x)$$

După acesta se vede că maximum compresiunei în talpa superióră se produce pentru maximum lui u și v, adică când grinda este incărcată compl·t.

In acest cas avem luând momentele în raport cu punctul H fig. (10).

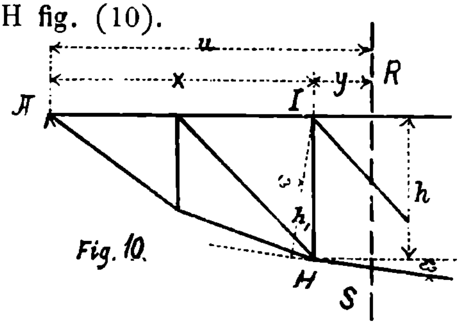


Fig. 10.

$$-S_p H = \frac{pl}{2} x - pu \left[\frac{u}{2} + y\right]$$

Vom avea dară ca în casul precedent

$$\max. S_p = -\frac{a^2 p}{2h} n (N-n) \qquad (54)$$

$$\min. S_p = -\frac{a^2 p}{2h} n (N-n) - \frac{a^2 p}{2h} \quad (55)$$

c) *Tensiunea totală S.* Cele două tensiuni produse de greutatea proprie și de supra încărcare fiind negative, vom avea:

$$\max. S = -\frac{a^2 g n}{2h} (N-n) \qquad (56)$$

$$\text{min,}\quad S = -\frac{a^2(p+g)\,n}{2\,h}(N-n) - \frac{a^2\,(p+g)}{2\,h} \qquad (57)$$

TALPA INFERIOARA

a) Tensiunea produsă de greutatea permanentă Ig fig. (10).

Vom face o secţiune verticală prin planul R S şi vom însemna cu Ig tensiunea esercitată in panoul (n+1) asupra nodului H, adică la stînga planului secant.

Luand momentele în raport cu punctul I vom avea:

$$I_g\ h_1 = \frac{gl}{2}\,x - gu\,\left(x - \frac{u}{2}\right)$$

punênd $\quad h_1 = h \cos \omega$

şi $\quad u = x + y$

această formală devine

$$g = \frac{g}{2\,h\,\cos\omega}(l\,x - x^2 + y^2)$$

vom avea dară

$$\text{max.}\quad I_g = \frac{a^2\,g\,n}{2\,h\,\cos\omega}(N-n) + \frac{a^2\,g}{2\,h\,\cos\omega} \quad (58) \quad y = a$$

$$\text{min,}\quad I_g = \frac{a^2\,g\,n}{2\,h\,\cos\omega}(N-n) \qquad (59) \qquad y = o$$

b) *Tensiunea produsă de supraîncărcare* Ip. —Se póte vedea ca mai sus că maximum acestei tensiuni se va produce când grinda este încărcată complet. Vom avea déră ca mai sus

$$\text{max.}\ I_p = \frac{a^2\,p\,n}{2\,h\,\cos\omega}(N-n) + \frac{a^2\,p}{2\,h\,\cos\omega} \qquad (60)$$

$$\text{min.}\ I_p = \frac{{}^2\,p\,n}{2\,h\,\cos\omega}(N-n) \qquad (61)$$

c) *Tensiunea totală I*

$$\text{max.}\quad I = \frac{a^2\,(p\ \ g)\,n\,(N\ \ n)}{2\,h\,\cos\omega} + \frac{a^2\,(p+g)}{2\,h\,\cos\omega} \qquad (62)$$

$$\text{min,}\ I = \frac{a^2\,g\,n}{2\,h\,\cos\omega}(N-n) \qquad (63)$$

(Va urma)