

WIADOMOŚCI DROGOWE

ORGAN STOWARZYSZENIA CZŁONKÓW POLSKICH
KONGRESÓW DROGOWYCH

INŻ. A. RODCEWICZ.

STATYCZNA WYTRZYMAŁOŚĆ DROGI BITEJ.

(Ciąg dalszy)

Art. 14. Sumy sił i ich momentów z obu stron dowolnego przecięcia tabliczki ΔV równoległoscianu w punkcie N względem osi w N .

Para przeryniająca $(-\Delta P''_{2\rho}, \Delta P''_{2\rho})$ lub $(\Delta P''_{2\rho}, -\Delta P''_{2\rho})$ powstać mogła tylko wskutek przeniesienia wszystkich sił wchodzących w skład par $(-\Delta P''_{1\rho}, \Delta P''_{1\rho})$ i $(\Delta P''_{2\rho}, -\Delta P''_{2\rho})$ z punktów ich przyłożenia na stykające się przy TT_0 materialne płaszczyzny, a mianowicie na lewo z odcinka NL_c sił $-dP''_{\rho}$ t. j. siły $-\Delta P''_{2\rho}$ z punktu $K_{2\rho}$ a na prawo z odcinka NO_c sił $-dP''_{\rho}$ t. j. siły $-\Delta P''_{1\rho}$ z punktu $K_{1\rho}$ i siły $\Delta P''$ z punktu O_c . Lewa i prawa pary sił wynikające z takich przeniesień są równe i przeciwne ponieważ moment siły wynikowej przeniesionych sił, t. j. moment pary $(-\Delta R'_{\rho}, \Delta R'_{\rho})$ lub $(\Delta R''_{\rho}, -\Delta R''_{\rho})$ jest równym zeru.

Momenty tychże par przeniesień znajdziemy w następujący sposób.

Wzory (31) wyrażają momenty sił $\Delta P''_{1\rho}$ i $\Delta P''_{2\rho}$ względem osi obrotu w punkcie O_c . Oznaczając więc długości $O_c K_{1\rho}$ i $O_c K_{2\rho}$ przez $\rho_{1\rho}$ i $\rho_{2\rho}$, mamy, stosownie do rys. 30 i 31.

$$\rho_{1\rho} = \frac{-\Delta M''_{1\rho}}{\Delta P''_{1\rho}} = \frac{2\rho(r-\rho)}{4r-3\rho}$$

$$\dots \rho_{2\rho} = \frac{\Delta M_{2\rho}}{\Delta P''_{2\rho}} = \frac{2\rho^2(r-\rho)}{r^2-\rho(4r-3\rho)} \text{ dla odcinka } O_c L$$

lub

$$\rho_{2\rho} = \frac{\Delta M''_{2\rho}}{\Delta P''_{2\rho}} = \frac{2\rho^2(r-\rho)}{\rho(4r-3\rho)-r^2} \text{ dla odcinka } E L_c.$$

Momenty więc $\Delta M''_{1\rho\rho}$ i $\Delta M''_{2\rho\rho}$ sił $\Delta P''_{1\rho}$ i $\Delta P''_{2\rho}$ względem osi w punkcie N będą

$$\begin{aligned} \Delta M''_{1\rho\rho} &= \Delta P''_{1\rho} (\rho - \rho_{1\rho}) = \frac{\Delta P''}{r^2} \rho \{ \rho(4r - 3\rho) - 2\rho(r - \rho) \} = \\ &= \frac{\Delta P''}{r^2} \rho^2 (2r - \rho) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta M''_{2\rho\rho} &= \frac{\Delta P''}{r^2} \rho (\rho_2 + \rho) \text{ dla } O_c E, \text{ lub } -\Delta P''_{2\rho} (\rho_{2\rho} - \rho) \text{ dla } E L_c \text{ i} = \\ &= \frac{\Delta P''}{r^2} \{ 2\rho^2 (r - \rho) + \rho [r^2 - \rho(4r - 3\rho)] \} = \\ &= \frac{\Delta P''}{r^2} \rho \{ r^2 - \rho(2r - \rho) \} = \frac{\Delta P''}{r^2} \rho (r - \rho)^2. \end{aligned}$$

Taki sam wynik można otrzymać w następujący sposób, niezależnie od wartości $\rho_{1\rho}$ i $\rho_{2\rho}$.

Napiszemy sumy momentów sił dP''_ρ względem osi w punkcie N na odcinkach $O_c N$ i $N L_c$. Ponieważ punkt N uważamy jako stały, to dla zmiennych punktów między O_c i N oraz N i L_c zamiast ρ weźmiemy ρ' , a wtedy wzór (19) art. 5 przybierze postać

$$\Delta P''_{\rho^1} = \frac{2\Delta P''}{r^2} (2r - 3\rho^1) d\rho^1 \dots \dots (19')$$

Moment siły dP''_{ρ^1} względem osi w punkcie N będzie na odcinku

$$\left. \begin{aligned} O_c N \text{ miał wartość } dM''_{1\rho^1\rho^1} &= \frac{2\Delta P''}{r^2} (2r - 3\rho^1) (\rho - \rho^1) d\rho^1 \\ \text{na odcinku } N L_c \text{ będzie } dM''_{2\rho^1\rho^1} &= -\frac{2\Delta P''}{r^2} (2r - 3\rho^1) (\rho - \rho^1) d\rho^1 \end{aligned} \right\} (34)$$

Wynikowe więc momenty $\Delta M''_{1\rho\rho}$ i $\Delta M''_{2\rho\rho}$ sił

$$\sum_{\rho^1=0}^{\rho^1=\rho} dP''_{\rho^1} \text{ i } \sum_{\rho^1=\rho}^{\rho^1=r} dP''_{\rho^1}$$

będą

$$\begin{aligned} \Delta M''_{1\rho\rho} &= \frac{2\Delta P''}{r^2} \int_0^\rho (2r - 3\rho^1) (\rho - \rho^1) d\rho^1 = \frac{2\Delta P''}{r^2} \int_0^\rho (2r\rho - \\ &- 3\rho\rho^1 - 2r\rho^1 + 3\rho^1{}^2) d\rho^1 = \frac{2\Delta P''}{r^2} (2r\rho\rho^1 - \frac{3}{2}\rho\rho^1{}^2 - r\rho^1{}^2 + \rho^1{}^3) \Big|_0^\rho = \\ &= \frac{2\Delta P''}{r^2} (r\rho^2 - \frac{1}{2}\rho^3) = \frac{\Delta P''\rho^2}{r^2} (2r - \rho) \dots (35) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta M''_{2\rho\rho} &= -\frac{2\Delta P''}{r^2} \int_{\rho}^r (2r - 3\rho^1)(\rho^1 - \rho) d\rho^1 = -\frac{2\Delta P''}{r^2} \int_{\rho}^r (2r\rho^1 - \\ &- 3\rho^{12} - 2r\rho + 3\rho\rho^1) d\rho^1 = -\frac{2\Delta P''}{r^2} (r\rho^{12} - \rho^{13} - 2r\rho\rho_1 + \\ \frac{3}{2} \rho\rho^{12}) \Big|_{\rho}^r &= -\frac{2\Delta P''}{r^2} (r^3 - \rho^3 - 2r^2\rho + \frac{3}{2} r^2\rho - r\rho^2 + \rho^3 + 2r\rho^2 - \\ \frac{3}{2} \rho^3) &= -\frac{2\Delta P''}{r^2} \left(-\frac{1}{2} r^2\rho + r\rho^2 - \frac{1}{2} \rho^3 \right) = \frac{\Delta P''}{r^2} \rho \{ r^2 - \rho(2r - \rho) \} = \\ &= \frac{\Delta P''}{r^2} \rho (r - \rho)^2 \quad \dots \dots \dots (35) \end{aligned}$$

Wzory (35) dają na $\Delta M''_{1\rho\rho}$ i $\Delta M''_{2\rho\rho}$ wartości dodatnie dla wszelkich wartości zmiennej ρ od 0 do r .

To pokazuje, że siły

$$\Delta P''_{1\rho} = \sum_{\rho^1=0}^{\rho^1=\rho} dP''_{\rho^1} \quad \text{i} \quad \Delta P''_{2\rho} = \sum_{\rho^1=\rho}^{\rho^1=r} dP''_{\rho^1}$$

względem osi w punkcie N przypadają albo obie na prawo i skierowane są w dół, co ma miejsce na odcinku $O_e E$, albo też tylko $\Delta P''_{1\rho}$ odpowiada temu warunkowi, a $\Delta P''_{2\rho}$ znajduje się na lewo od N i skierowaną jest w górę, co zachodzi na odcinku $E L_e$.

Moment siły

$$-\Delta P''_{1\rho} = -\sum_{\rho^1=0}^{\rho^1=\rho} dP''_{1\rho}$$

przyłożonej w $K_{1\rho}$ i skierowanej w górę względem osi w N będzie stosownie do (35):

$$-\Delta M''_{1\rho\rho} = -\frac{\Delta P''}{r^2} \rho^2 (2r - \rho).$$

Dodając do tego momentu moment siły $\Delta P''$ w O_e względem osi w N t. j. $\rho\Delta P''$ otrzymujemy sumę

$$\begin{aligned} -\frac{\Delta P''}{r^2} \rho^2 (2r - \rho) + \rho\Delta P'' &= \frac{\Delta P''}{r^2} \rho \{ -\rho(2r - \rho) + r^2 \} = \\ \frac{\Delta P''}{r^2} \rho (r - \rho)^2 &= \Delta M''_{2\rho\rho} \quad \dots \dots \dots (36-a) \end{aligned}$$

Moment siły

$$-\Delta P''_{2\rho} = -\sum_{\rho^1=\rho}^{\rho^1=r} dP''_{\rho^1}$$

przyłożonej w $K_{2\rho}$ względem osi w punkcie N równa się stosownie do (35):

$$-\Delta M''_{2\rho\rho} = -\frac{\Delta P''}{r^2} (r-\rho)^2 \dots (36-b)$$

Momenty wyrażone wzorami (36-a-b) są zarazem momentami prawej i lewej względem TT_0 wynikowych par sił powstałych z przeniesienia, na stykające się na TT_0 materialne płaszczyzny, z prawej strony sił

$$-\sum_{\rho^1=0}^{\rho^1=\rho} dP''_{\rho} + \Delta P''$$

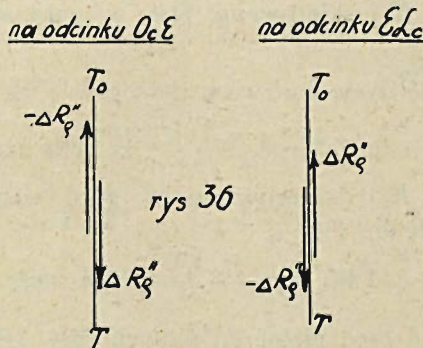
a z lewej sił

$$-\sum_{\rho^1=\rho}^{\rho^1=r} dP''_{\rho^1}$$

Ponieważ te momenty są równe i przeciwne, to obie pary wzajemnie się znoszą w sposób podany w art. 15.

Pary te wyprowadzimy jeszcze w sposób następujący.

Na odcinku $O_c E$ (rys, 29) mamy z prawej strony od TT_0 wynikową przerywną siłę $\Delta P'' - \Delta P''_{1\rho} = \Delta P''_{2\rho}$ skierowaną w dół ponieważ $\Delta P''_{2\rho}$ jest dodatnią.



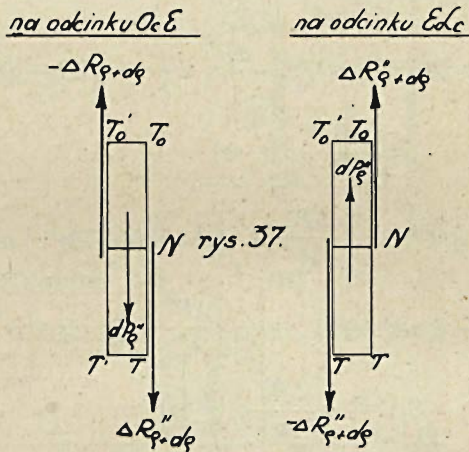
Siły więc pary przerywnącej o momencie równym zero mają układ jak przyjęto, na początku art. 13 (rys, 35), t. j. z obrotem w prawo, co się oznacza przez $(-\Delta R''_{\rho}, \Delta R''_{\rho})$. Na odcinku zaś $E L_c$ przerywnanie z prawej strony od TT_0 , zaczynając się od zera w punkcie E , jest zawsze skierowane w górę, ponieważ różnica powierzchni 2-ch trójkątów $PL_cP''_r$ i $PF'P''_{\rho}$, lub powierzchnia samego trójkąta $PL_cP''_r$ są odjemne.

Siły więc pary przeryniającej na EL_c mają odwrotny jak na $O_c E$ układ, t. j. dają obrót w lewo, co się oznacza przez $(\Delta R''_{\rho}, -\Delta R''_{\rho})$.

W obu przypadkach w $\Delta P''_{2\rho}$ zawiera się znak $+$ lub $-$ jaki wypada według wzoru (30).

Wobec tego, parę przeryniającą możemy zawsze oznaczać symbolem $(-\Delta P''_{2\rho}, \Delta P''_{2\rho})$ lub $(\Delta P''_{2\rho}, -\Delta P''_{2\rho})$, rozumiejąc, że w oznaczenia $\Delta P''_{2\rho}$ wchodzi już właściwy znak.

Ponieważ ta para przeryniająca jest granicą pary $(-\Delta R''_{\rho} + d\rho, \Delta R''_{\rho} + d\rho)$ wspomnianej na początku art. 13 i przyłożonej do słupka dV , przeto siły tej ostatniej pary będą miały układ następujący (rys. 37).



Mamy

$$\Delta R''_{\rho} = \Delta P''_{2\rho},$$

a więc

$$\Delta R''_{\rho+d\rho} = \Delta P''_{2\rho} + \frac{d(\Delta P''_{2\rho})}{d\rho} d\rho.$$

Ale wartość $\Delta P''_{2\rho}$ jest nieskończenie mała 1-go rzędu, a zatem różniczka jej będzie nieskończenie mała 2-go rzędu.

O ile więc idzie o moment pary $(-\Delta R''_{\rho+d\rho}, \Delta R''_{\rho+d\rho})$ lub $(\Delta R''_{\rho+d\rho}, -\Delta R''_{\rho+d\rho})$ o ramieniu $d\rho$, to możemy zamiast niego wziąć moment pary $(-\Delta R''_{\rho}, \Delta R''_{\rho})$ lub $(\Delta R''_{\rho}, -\Delta R''_{\rho})$.

Moment tej ostatniej pary na odcinku $O_c E$, jako obra-

cającej w prawo, jest dodatni, a ponieważ $\Delta P''_{2\rho}$ jest dodatnią więc moment równa się $\Delta P''_{2\rho} d\rho$; na odcinku zaś $E L_c$ moment pary obracającej w lewo jest ujemny, a ponieważ i $\Delta P''_{2\rho}$ jest ujemną, więc moment będzie także $\Delta P''_{2\rho} d\rho$.

Stosownie więc do wzoru (30), wartością omawianego momentu jest zawsze

$$dM''_{\rho} = \frac{\Delta P''}{r^2} \{r^2 - \rho(4r - 3\rho)\} d\rho \quad . \quad . \quad (37)$$

Sumy $\Delta M''_{1\rho}$ i $\Delta M''_{2\rho}$ momentów dM''_{ρ} na prawo i na lewo od przecięcia TT_0 odpowiadającego danej wartości $\rho = O_c N$ (rys. 34) będą, stosownie do wzoru tylko co napisanego:

$$\left. \begin{aligned} \Delta M''_{1\rho} &= \sum_{\rho^1=0}^{\rho^1=\rho} dM''_{\rho^1} = \frac{\Delta P''}{r^2} \int_0^{\rho} \{r^2 - \rho^1(4r - 3\rho^1)\} d\rho^1 = \\ &= \frac{\Delta P''}{r^2} (r^2\rho - 2r\rho^2 + \rho^3)_0^{\rho} = \frac{\Delta P''}{r^2} \rho \{r^2 - \rho(2r - \rho)\} = \\ &= \frac{\Delta P''}{r^2} \rho (r - \rho)^2 \\ \Delta M''_{2\rho} &= \sum_{\rho^1=\rho}^{\rho^1=r} dM''_{\rho^1} = \frac{\Delta P''}{r^2} \int_{\rho}^r \{r^2 - \rho^1(4r - 3\rho^1)\} d\rho^1 = \\ &= \frac{\Delta P''}{r^2} (r^2\rho^1 - 2r\rho^1^2 + \rho^1^3) \Big|_{\rho}^r = - \frac{\Delta P''}{r^2} \rho \{r^2 - \rho(2r - \\ & \quad - \rho)\} = - \frac{\Delta P''}{r^2} \rho (r - \rho)^2 \end{aligned} \right\} (38)$$

Wzory (38) są identyczne z poprzednimi (36-a-b).

Mamy więc 2 pary sił o momentach $\Delta M''_{1\rho}$ i $\Delta M''_{2\rho}$ równych i przeciwnych, z których *pierwszy jest zawsze dodatni a drugi zawsze ujemny*. Pary te powstały tylko z przeniesienia sił przerynających po odcinkach $O_c N$ i $N L_c$ dla rozłożenia na nich sił $\Delta P''_{1\rho}$ i $\Delta P''_{2\rho}$ na siły dP''_{ρ} . Nie są jednak te pary parami ($-\Delta P''_{1\rho}$, $\Delta P''_{1\rho}$) i ($\Delta P''_{2\rho}$, $-\Delta P''_{2\rho}$) powstającymi z przeniesienia sił $\Delta P''_{1\rho}$ i $\Delta P''_{2\rho}$ z punktu O_c do punktów $K_{1\rho}$ i $K_{2\rho}$, co pokazują też momenty tych ostatnich par $\Delta M''_{1\rho}$ i $-\Delta M''_{2\rho}$ według wzorów (31-0) art. 11 różne od momentów $\Delta M''_{1\rho}$ i $\Delta M''_{2\rho}$ według (36).

Z porównania wzorów (38) i (35) widzimy, że

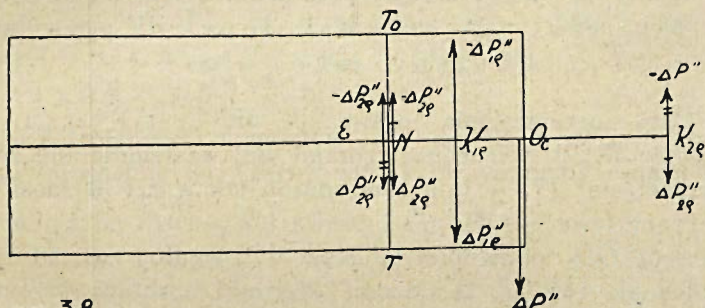
$$\Delta M''_{1\rho} = -\Delta M''_{1\rho\rho} + \rho\Delta P''; \quad \Delta M''_{2\rho} = -\Delta M''_{2\rho\rho} \quad . \quad (39)$$

Jak dowiedziono $\Delta M''_{1\rho}$, $\Delta M''_{2\rho}$ są momentami par sił wyrażonych wzorami (38), a $-\Delta M''_{1\rho\rho}$ i $\Delta M''_{2\rho\rho}$ są momentami pojedynczych sił $-\Delta P''_{1\rho}$ i $-\Delta P''_{2\rho}$ przyłożonych w punktach $K_{1\rho}$ i $K_{2\rho}$ względem osi w punkcie N .

$\rho\Delta P''$ jest momentem siły $\Delta P''$ w O_c względem osi w N .

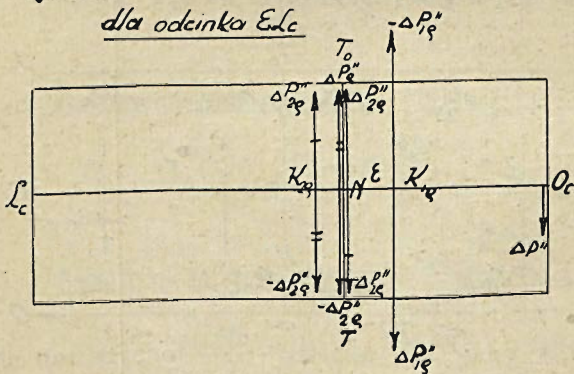
Ta $\Delta P''$ wraz $-\Delta P''_{1\rho}$, stosownie do (36-a), dają wynikową pojedynczą siłę $\Delta P''_{2\rho}$ przyłożoną w punkcie $K_{2\rho}$. A zatem stosownie do (39) momenty par sił są równe momentom pojedynczych sił $\Delta P''_{2\rho}$ i $-\Delta P''_{2\rho}$.

dla odcinka $O_c E$



rys 38.

dla odcinka $E_c L_c$

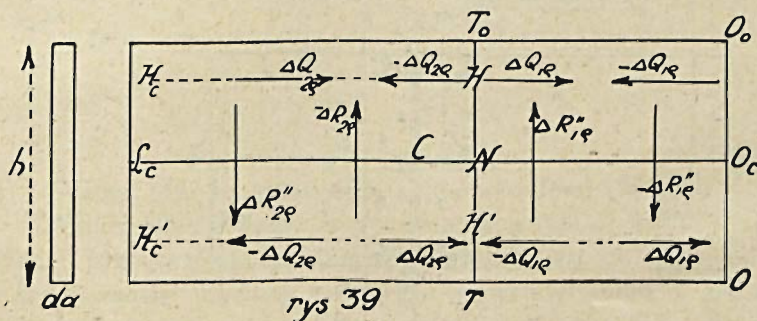


To można wytłumaczyć jedynie w ten sposób, iż obie te pojedyncze siły zostały przeniesione z punktu $K_{2\rho}$ do punktu N , przyczem powstały pary sił w N przed ich przeniesieniem; po przeniesieniu zaś momenty przeniesionych sił, jako przechodzących przez punkt N , są zerami. Opisane przeniesienie sił $\Delta P''_{2\rho}$ i $-\Delta P''_{2\rho}$ rozumieć należy jako wynik przeniesienia z prawej strony TT_0 t.j. z odcinka $O_c N$ na stykającą się z TT_0 prawą

materiałną płaszczyznę wszystkich sił — dP''^ρ oraz z punktu O_c siły $\Delta P''$, z lewej zaś strony TT_0 t.j. z odcinka NL_c , na stykającą się z TT_0 lewą materiałną płaszczyznę wszystkich sił — dP''^ρ . W ten sposób, stosownie do rys. 38, otrzymujemy na przylegających do siebie 2-ch materiałnych płaszczyznach TT_0 parę sił ($-\Delta P''_{2\rho}, \Delta P''_{2\rho}$) lub ($\Delta P''_{2\rho}, -\Delta P''_{2\rho}$) z momentem liniowym równym zero i prócz tego dwie pary przeniesienia prawą ($-\Delta R''_{1\rho}, \Delta R''_{1\rho}$) i lewą ($\Delta R''_{2\rho}, -\Delta R''_{2\rho}$) równe i przeciwne, których momenty wyrażone są wzorami (38).

Art. 15. Siły działające na dowolne przecięcie hda tabliczki ΔV oraz na słupek dV przy niem uważany jako całość.

Pary przeniesienia prawa ($-\Delta R''_{1\rho}, \Delta R''_{1\rho}$), i lewa ($\Delta R''_{2\rho}, -\Delta R''_{2\rho}$) wyrażone wzorami (38) wzajemnie się znoszą na przecięciu TT_0 w taki sam sposób jak w art. 6 znosiły się dwie pary lewa ($-\Delta P, \Delta P$) i prawa ($\Delta P, -\Delta P$) na środkowym przecięciu OO_0 podwójnej tabliczki t. j według rys. 18 art. 4, z tą jednak różnicą, że obecnie kierunki obrotów wszystkich par są przeciwne kierunkom wskazanym na rys. 18.



Mamy więc wskutek transformacji, zamiast lewej ($\Delta R''_{2\rho}, -\Delta R''_{2\rho}$) i prawej ($-\Delta R''_{1\rho}, \Delta R''_{1\rho}$) par sił, bliższe do TT_0 pary lewą ($\Delta Q_{2\rho}, -\Delta Q_{2\rho}$) i prawą ($-\Delta Q_{1\rho}, \Delta Q_{1\rho}$) działające na powierzchnie TT_0 , oraz dalsze od TT_0 pary lewą ($-\Delta Q_{2\rho}, \Delta Q_{2\rho}$) i prawą ($\Delta Q_{1\rho}, -\Delta Q_{1\rho}$) znoszące się z parami pierwotnymi lewą ($\Delta R''_{2\rho}, -\Delta R''_{2\rho}$) i prawą ($\Delta R''_{1\rho}, -\Delta R''_{1\rho}$).

Znoszące się na TT_0 pary lewa ($\Delta Q_{2\rho}, -\Delta Q_{2\rho}$) i prawa

$(-\Delta Q_{1\rho}, \Delta Q_{1\rho})$ są całkiem określone co do wartości $\Delta Q_{1\rho} = \Delta Q_{1\rho} = \Delta Q_{1\rho}$, ramienia HH' oraz rozkładu sił na elementy $d\lambda$ długości NT_0 lub NT , a mianowicie:

Weźmy *prawą parę* $(-\Delta Q_{1\rho}, \Delta Q_{1\rho})$. Ona tak samo działa na odcinek TT_0 , z powierzchnią hda , obracając go około środkowego punktu N w *prawo*, jak na rys. 29 art. 11 para $(-\Delta P''_2, \Delta P''_2)$ obracała odcinek EL_0 z powierzchnią $^2_3 rda$ około punktu P również w *prawo*. Siły $\Delta P''_2$ i $-\Delta P''_2$ rozłożone równomiernie na powierzchniach trójkątów $PEP''_{1/3r}$ i $PL_0P''_r$ przechodzą przez środki ich mas t j. w odległościach od boków $EP''_{1/3r}$ i $PL_0P''_r$ równych $1/3 PE$ i $1/3 PL_0$, czyli, że ramie pary $(-\Delta P''_2, \Delta P''_2)$ wynosi $2/3 EL_0$. Zatem ramie HH' pary $(-\Delta Q_{1\rho}, \Delta Q_{1\rho})$ równa się $2/3 TT_0 = 2/3 h$ t. j. $NH = 2/3 NT_0 = 1/3 h$ i $NH' = 2/3 NT = 1/3 h$.

Z równości momentów par $(-\Delta R''_{1\rho}, \Delta R''_{1\rho})$ i $(-\Delta Q_{1\rho}, \Delta Q_{1\rho})$ stosownie do wzorów (36-a), otrzymujemy związek

$$\frac{\Delta P''}{r^2} \rho (r - \rho)^2 = 2/3 h \Delta Q_{1\rho}$$

skąd

$$\Delta Q_{1\rho} = \frac{3\Delta P'' \rho (r - \rho)^2}{2r^2 h}$$

lub, podstawiając stosownie do (29) art. 11 — $\Delta P'' = \frac{P'' da}{2a}$

$$\Delta Q_{1\rho} = \frac{3P'' \rho (r - \rho)^2 da}{4ar^2 h} \dots \dots \dots (40)$$

Siła $\Delta Q_{1\rho}$ na powierzchni $\frac{hda}{2}$ odcinka NT_0 a siła $-\Delta Q_{1\rho}$ na powierzchni $\frac{hda}{2}$ odcinka NT , jako siły obrotowe względem punktu N , rozkładają się na elementy $dQ_{\rho\lambda}$ proporcjonalne do ich odległości λ od N .

Oznaczając więc współczynnik proporcjonalności przez q^ρ i element powierzchni przez ds , mamy

$$dQ_{\rho\lambda} = q_{\rho\lambda} ds = q_{\rho\lambda} da d\lambda$$

a stąd

$$\Delta Q_{\rho} = \int_0^{\frac{h}{2}} dQ_{\rho\lambda} = q_{\rho} da \int_0^{\frac{h}{2}} \lambda d\lambda = q_{\rho} da \left(\frac{\lambda^2}{2}\right) = q_{\rho} da \frac{h^2}{8}$$

Porównywując tę wartość z poprzedzającą (40) otrzymujemy

$$q_{\rho} = \frac{b P''_{\rho} (r - \rho)^2}{a r^2 h^3}$$

Dla sprawdzenia mamy warunek, że suma momentów wszystkich sił $dQ_{\rho\lambda}$ wyżej i niżej punktu N względem osi obrotu w tym punkcie, czyli suma momentów par sił ($-dQ_{\rho\lambda}$, $dQ_{\rho\lambda}$) równa się momentowi linijnemu pary ($-\Delta Q_{\rho\lambda}$, $\Delta Q_{\rho\lambda}$) t. j.

$$2 q_{\rho} da \int_0^{\frac{h}{2}} \lambda^2 d\lambda = \frac{\Delta P''}{r^2} \rho (r - \rho)^2$$

czyli

$$q_{\rho} da \left(\frac{\lambda^3}{3}\right)_0^{\frac{h}{2}} = \frac{P'' da}{4 a r^2} \rho (r - \rho)^2$$

lub

$$q_{\rho} \frac{h^3}{6} = \frac{P''_{\rho} (r - \rho)^2}{a r^2}$$

skąd

$$q_{\rho} = \frac{6 P''_{\rho} (r - \rho)^2}{4 a r^2} \dots \dots \dots (41)$$

Mamy więc

$$dQ_{\rho\lambda} = \frac{6 P''_{\rho} (r - \rho)^2}{a^2 r^2 h^3} \lambda da d\lambda \dots \dots \dots (42)$$

Ciśnienie na jednostkę powierzchni będzie

$$q_{\rho\lambda} = \frac{dQ_{\rho\lambda}}{da d\lambda} = \frac{6 P''_{\rho} (r - \rho)^2}{a r^2 h^3} \lambda$$

Przy każdym danem ρ

największe $q_{\rho\lambda}$ jest przy $\lambda = \frac{h}{2}$; $q_{\rho\frac{h}{2}} = \frac{3 P''_{\rho} (r - \rho)^2}{a r^2 h^2}$

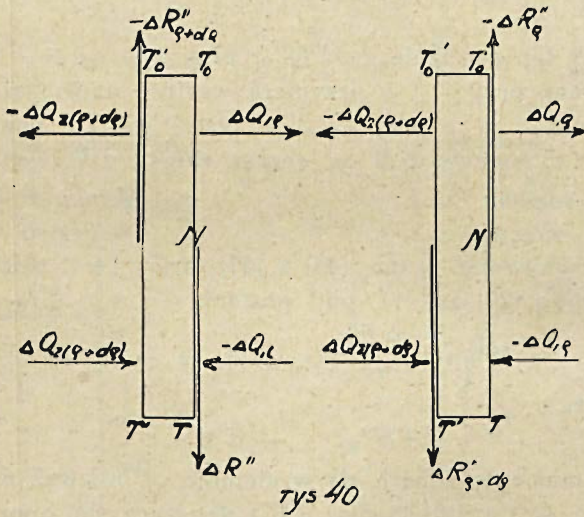
najmniejsze $q_{\rho\lambda}$ „ „ $\lambda = 0$; $q_{\rho 0} = 0$

Największa między największymi wartością $q\rho^\lambda$ jest przy

$$\lambda = \frac{h}{2} \text{ i } \rho = \frac{r}{3}; q_{\frac{r}{3}} \frac{h}{2} = \frac{4}{9} \frac{P''r}{a h^2} \dots \dots \dots (43)$$

Wracając znów do całej tabliczki ΔV i do rys. 39, widzimy, że obie części tabliczki $O_c N$ i $N L_c$ wzajemnie na siebie działają parami sił: pierwsza na drugą parę ($-\Delta Q_{1\rho}, \Delta Q_{1\rho}$) a druga na pierwszą parę ($\Delta Q_{2\rho}, -\Delta Q_{2\rho}$), przyczem obie te pary znoszą się na powierzchni zetknięcia się obu części.

W objętościach zaś tychże części działają wzajemnie znoszące się pary sił: na prawo od $T T_o$ ($\Delta Q_{1\rho}, -\Delta Q_{1\rho}$) i ($\Delta R''_{1\rho}, \Delta R''_{1\rho}$), a na lewo ($-\Delta Q_{2\rho}, \Delta Q_{2\rho}$) i ($\Delta R''_{2\rho}, -\Delta R''_{2\rho}$).



Weźmy teraz przy $T T_o$ (rys. 39) słupek $d V = h d \sigma$ zawarty między dwoma nieskończenie blizkimi przeniesieniami $T T_o$ i $T' T'_o$.

Stosownie do przytoczonych wyjaśnień, na ściankę $T T_o$ działa prawa para sił ($-\Delta Q_{1\rho}, \Delta Q_{1\rho}$), a na ściankę $T' T'_o$ działa podobnie lewa para ($\Delta Q_{2(\rho + d\rho)}, -\Delta Q_{2(\rho + d\rho)}$). Suma momentów $\Delta M''_{1\rho}$ i $-\Delta M''_{2(\rho + d\rho)}$ obu tych par przedstawia moment $d M''_{q\rho}$ wynikowej pary (objętościowej) ($-dQ\rho, dQ\rho$) lub ($dQ\rho, -dQ\rho$) przypadającej na słupek dV .

Stosownie do (40) mamy:

$$\Delta M''_{1\rho} = \Delta Q_{1\rho} \frac{2}{3} h = \frac{P''\rho (r - \rho)^2}{2 a r^2} d a$$

a stąd

$$\begin{aligned} -\Delta M''_{2(\rho + d\rho)} &= -(\Delta M''_{1\rho} + \frac{d(\Delta M''_{1\rho})}{d\rho} d\rho) = \\ -\Delta M''_{1\rho} - \frac{P'' da}{2a r_2} \left\{ (r - \rho)^2 - 2r(r - \rho) \right\} d\rho &= -\Delta M''_{1\rho} - \\ - \frac{P'' da}{2a r^2} (r - \rho)(r - 3\rho) d\rho & \end{aligned}$$

Będzie więc

$$\left. \begin{aligned} \Delta M''_{q\rho} = M''_{1\rho} - \Delta M''_{2\rho} (\rho + d\rho) = \\ = \frac{-P'' da}{2a r^2} (r - \rho)(r - 3\rho) d\rho \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (44)$$

Wzór ten pokazuje że $\Delta M''_{q\rho}$ przy $\rho = r$ i $\rho = \frac{1}{3} r$ staje się zerem; przy $\rho = 0$ przybiera wartość największą r^2 ; przy $\rho < \frac{1}{3} r$ jest < 0 , a przy $\rho > \frac{1}{3} r$ jest > 0 . To pokazuje że para sił o momencie $d M''_{q\rho}$ obraca słupek $d V$

na odcinku $O_c E$

na odcinku $E L_c$.

w lewo

w prawo

Porównywując wzór (44) z (37) art-u 14 i pisząc drugi stosownie do (29) art. 11. pod postacią

$$d M''_{\rho} = \frac{\Delta P''}{r_2} (r - \rho)(r - 3\rho) d\rho$$

widzimy że

$$d M''_{q\rho} = - d M''_{\rho}$$

t. j. oba momenty znoszą się wzajemnie. Ponieważ prócz nich na słupek działa tylko siła $d P''_{\rho}$ znosząca się oporem podstawy, to zachodzi równowaga słupka.

O działaniu momentów $d M''_{q\rho}$ i $d M''_{\rho}$ wewnątrz słupka będzie mowa w art. 16.

Art. 16. Rozkład sił wewnątrz dowolnego słupka $d V$.

Stosownie do wzoru (44) art-u 15 siły, $d Q_{\rho}$ pary, której momentem jest $d M''_{q\rho}$ wyrażą się wzorem

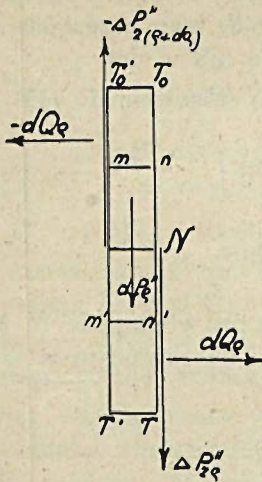
$$d Q_{q\rho} = \frac{d M''_{q\rho}}{\frac{2}{3} h} = - \frac{3 P'' da}{4 a h r^2} (r - \rho)(r - 3\rho) d\rho \quad (45)$$

Przywracając oznaczenia $\Delta P''_{2\rho}$, $\Delta P''_{2(\rho+d\rho)}$ zamiast $\Delta R''_\rho$ i $\Delta R''_{\rho+d\rho}$, układ wszystkich sił działających na słupek możemy przedstawić w jednej z 2-ch postaci rys. 41.

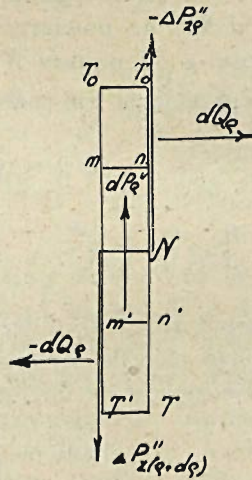
Siły dQ_ρ i $-dQ_\rho$ rozkładają się w połowach $N T_o$ lub $N T'$ objętości słupka według tej samej zasady jak poprzednio w art. 15 siły $\Delta Q_{1\rho} = \Delta Q_{2\rho} = \Delta Q_\rho$ i $-dQ_\rho$ rozłożyły się na powierzchniach $N T_o$ i $N T$, t. j. na element objętościowy $dad_\rho d\lambda$ w odległości λ od punktu N w górę lub w dół przypada siła $\delta Q_{\rho\lambda}$ proporcjonalna do objętości elementu i do wartości λ . Oznaczając więc $q_{1\rho}$ siłę odniesioną do jednostki objętości w odległości l od N , mamy $\delta Q_\rho \lambda = q_{1\rho} \lambda d a d_\rho d \lambda$ a stąd

$$\begin{aligned} d Q_\rho &= \int_0^{\frac{h}{2}} \delta Q_{\rho\lambda} = q_{1\rho} d a d_\rho \int_0^{\frac{h}{2}} \lambda d \lambda = \\ &= q_{1\rho} d a d_\rho \left(\frac{\lambda^2}{2} \right)_0^{\frac{h}{2}} = q_{1\rho} \frac{h^2}{8} d a d_\rho. \end{aligned}$$

na odcinku $O_c E$



na odcinku $E_c L_c$



rys. 41.

Porównyując tę wartość ze wzorem (45) otrzymujemy

$$q'_{1\rho} = - \frac{6 P''}{a r^2 h^3} (r - \rho) (r - 3\rho)$$

a zatem

$$\delta Q_{\rho} \lambda = - \frac{6 P''}{a r^2 h^3} (r-\rho)(r-3\rho) d a d \rho \lambda d \lambda = \left. \begin{aligned} & \\ & = \frac{8}{h^2} d Q_{\rho} \lambda d \lambda \end{aligned} \right\} \quad (46)$$

Widzimy że rozkład par sił

$$(d Q_{\rho}, - d Q_{\rho}) \text{ lub } (- d Q_{\rho}, d Q_{\rho})$$

na wysokości $T T_o$ słupka jest taki sam, jak rozkład pary $(-\Delta P''_2, \Delta P''_2)$ na odcinku $E L_c$ (rys. 29) środkowego poziomego przecięcia tabliczki, ponieważ na tym odcinku siły $d P''_{\rho}$ są proporcjonalne do odległości elementów $d \rho$ od punktu P . Podobnie więc jak przy parze sił $(-\Delta P''_2, \Delta P''_2)$ sumy sił $d P_{\rho}$ na lewo i na prawo od każdego równoległego do $\Delta P''_2$ przecięcia $T T_o$ tabliczki między E i L_c stosownie do art. 13, były równe i przeciwnych znaków (ponieważ ich suma na długości $E L_c$ jest zero) i wyrażały przerzynanie $\Delta R''_{\rho}$ na powierzchni $T T_o$, tak obecnie sumy sił $\delta Q_{\rho} \lambda$ wyżej- i niżej dowolnego równoległego do $d Q_{\rho}$ przecięcia mn lub $m'n'$ słupka $T T_o T_o T'$ są równe, przeciwnych znaków i wyrażają przerzynania $d S_{\rho} \lambda$ na powierzchni $d a d_{\rho}$ tego przecięcia wziętego w odległości λ od punktu N w górę lub w dół.

Dla przecięcia mn mamy więc stosownie do (45)

$$d S_{\rho} \lambda = \int_{\lambda}^{\frac{h}{2}} \delta Q_{\rho} \lambda = \frac{8}{h^2} d Q_{\rho} \int_{\lambda}^{\frac{h}{2}} \lambda d \lambda = \left. \begin{aligned} & \\ & = \frac{8}{h^2} d Q_{\rho} \left(\frac{\lambda^2}{2} \right)^{\frac{h}{2}}_{\lambda} = \frac{d Q_{\rho}}{h^2} (h^2 - 4\lambda^2) \end{aligned} \right\} \quad (47)$$

Moment siły $\delta Q_{\rho} \lambda$ względem osi w punkcie N , uważając że znak jego określa się znakiem $d Q_{\rho}$ zawartym w wyrażeniu (45), będzie stosownie do (46):

$$\delta Q_{\rho} \lambda = \frac{8}{h^2} d Q_{\rho} \lambda^2 d \lambda$$

Suma takich momentów odpowiadająca sile $d S_{\rho}$ wynosi

$$\frac{8}{h^2} d Q_{\rho} \int_{\lambda}^{\frac{h}{2}} \lambda^2 d \lambda = \frac{8}{h^2} d Q_{\rho} \left(\frac{\lambda^3}{3} \right)^{\frac{h}{2}}_{\lambda} = \frac{1}{3} \frac{d Q_{\rho}}{h^2} (h^3 - 8\lambda^3)$$

t. j. przy $\lambda = 0$ staje się $d Q_{\rho} \frac{h}{3}$.

Ponieważ prócz siły $d S_\rho$ istnieje dla części tabliczki między mn i T równa i przeciwna siła $-d S_\rho$, przeto moment pary ($d S_\rho \lambda$, $-d S_\rho \lambda$) lub ($-d S_\rho \lambda$, $d S_\rho \lambda$) będzie równy

$$\frac{2}{3} \frac{d Q_\rho}{h^2} (h^3 - 8\lambda^3)$$

t. j. przy $\lambda = 0$; $\frac{2}{3} h d Q_\rho$ czyli stosownie do (45)

$$-\frac{P'' d a}{2 a r^2} (r - \rho) (r - 3\rho) d\rho = d M''_{2\rho} \text{ stosownie do (44).}$$

Sumy takich momentów na odcinkach $O_0 N$ i $N L_0$ będą
pierwsza

$$-\frac{P'' d a}{2 a r^2} \int_0^\rho (r - \rho) (r - 3\rho) d\rho = -\frac{P'' d a}{2 a r^2} \int_0^\rho (r^2 - 4r\rho + 3\rho^2) d\rho = -\frac{P'' d a}{2 a r^2} (r^2\rho - 2r\rho^2 + \rho^3) \Big|_0^\rho = -\frac{P'' d a}{2 a r^2} \rho (r - \rho)^2$$

czyli stosownie do 29 art 11

$$-\frac{\Delta P''}{r^2} (r - \rho)^2 \text{ t. j. } -\Delta M''_{1\rho} \text{ według 38 art. 14}$$

druga

$$-\frac{P'' d a}{2 a r^2} \int_\rho^r (r - \rho) (r - 3\rho) d\rho = -\frac{P'' d a}{2 a r^2} \int_\rho^r (r^2 - 4r\rho + 3\rho^2) d\rho = -\frac{P'' d a}{2 a r^2} (r^2\rho - 2r\rho^2 + \rho^3) \Big|_\rho^r = -\frac{P'' d a}{2 a r^2} \rho (r - \rho)^2$$

t. j. $-\Delta M''_{2\rho}$ według (38).

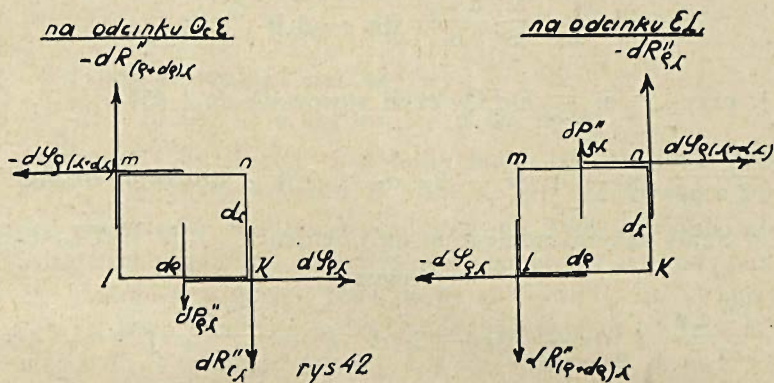
W [zestawieniu z rys. 39 widzimy że $-\Delta M''_{1\rho}$ jest momentem prawej pary ($\Delta Q_{1\rho}$, $-\Delta Q_{1\rho}$), a $-\Delta M''_{2\rho}$ momentem lewej pary ($-\Delta Q_{2\rho}$, $\Delta Q_{2\rho}$). Te więc dwie pary rozkładają się na elementarne objętościowe siły $\delta Q_{\rho\lambda}$ wyrażone wzorem (46).

Znając według wzoru (47) poziomą t. j. równoległą do podstawy słupka siłę przerynącą w dowolnym punkcie jego wysokości, możemy w tymże punkcie podać i pionową siłę przerynącą, t. j. wyznaczyć rozkład siły $\Delta R''_\rho$ na powierzchni $T T_0$.

W tym celu weźmy element objętościowy $klmn$ słupka.

Na wszystkie prostopadłe do płaszczyzny rysunku ścianki elementu działają siły przerynące, a mianowicie:

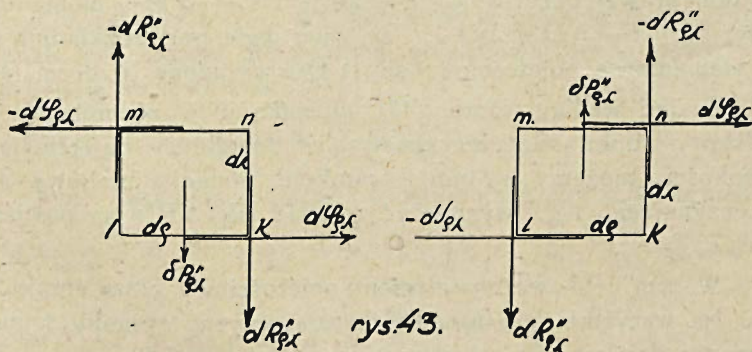
na Kn : $dR''_{\rho\lambda}$ lub $-dR''_{\rho\lambda}$; na lm : $-dR''_{(\rho+d\rho)\lambda}$, lub $dR''_{(\rho+d\rho)\lambda}$
 na Kl : $dS_{\rho\lambda}$ lub $-dS_{\rho\lambda}$; na mn : $dS_{\rho(\lambda+d\lambda)}$ lub $-dS_{\rho(\lambda+d\lambda)}$



Kierunki tych sił są takie same jak sił oznaczonych na rys. 41; których pierwsze są częściami,

$dR''_{\rho\lambda}$ i $dS_{\rho\lambda}$ są ilościami nieskończenie małymi 2-go rzędu. Odrzucając przy nich ilości nieskończenie małe 3-go rzędu, możemy przyjąć, że siły $dR''_{(\rho+d\rho)\lambda}$ i $dS_{\rho(\lambda+d\lambda)}$ są równe siłom $dR''_{\rho\lambda}$ i $dS_{\rho\lambda}$. Możemy więc zamiast rys. 42 przyjąć i powiedzieć że na element Klm działają 2 pary sił ($-dR''_{\rho\lambda}$, $dR''_{\rho\lambda}$) i ($dS_{\rho\lambda}$, $-dS_{\rho\lambda}$) lub ($dR''_{\rho\lambda}$, $-dR''_{\rho\lambda}$) i ($-dS_{\rho\lambda}$, $dS_{\rho\lambda}$) obracające element w strony przeciwne około jego środka masy.

Prócz wymienionych par sił, na element $klmn$ działają jeszcze: objętościowa siła $\delta Q_{\rho\lambda}$ na fig. 43 nie pokazana i siła $\delta P''_{\rho\lambda}$.



(objętościowa) pochodząca z rozkładu siły dP''_ρ na wysokości słupka.

Odnosnie do sił $\delta Q_{\rho\lambda}$ zauważymy co następuje. Siły te wchodzi parami ($\delta Q_{\rho\lambda}$, — $\delta Q_{\rho\lambda}$) na odcinku $O_c E$ i (— $\delta Q_{\rho\lambda}$, $\delta Q_{\rho\lambda}$) na odcinku $E L_c$. Wynikową tych par w słupku dV jest para (dQ_ρ , — dQ_ρ) lub (— dQ_ρ , dQ_ρ), której moment wyrażony jest wzorem (44).

Napiszemy sumy sił $dQ_{\rho\lambda}$ na jednej linii równoległej do $O L_c$ z obu stron przecięcia $T T_o$. Stosownie do wzoru (46) otrzymamy:

na odcinku $O_c N$.

$$\begin{aligned} \sum_{\rho=0}^{\rho} \delta Q_{\rho\lambda} &= - \frac{6 P''}{ar^2 h^3} d a \lambda d \lambda \int_0^{\rho} (r - \rho) (r - 3\rho) d\rho = - \\ &- \frac{6 P''}{ar^2 h^3} d a \lambda d \lambda \int_0^{\rho} (r^2 - 4 r\rho + 3\rho^2) d\rho = - \frac{6 P''}{ar^2 h^3} \\ d a \lambda d \lambda (r^2\rho - 2r\rho^2 + \rho^3)_{0\rho} &= \frac{6 P'' d a}{ar^2 h^3} \rho (r - \rho)^2 \lambda d \lambda \text{ t. j. } - \\ - d Q_{2\rho o} &\text{ według (42)} \end{aligned}$$

na odcinku $N L_c$.

$$\begin{aligned} \sum_{\rho=\rho}^{\rho=r} \delta Q_{\rho\lambda} &= - \frac{6 P'' d a}{ar^2 h^3} \lambda d (r^2\rho - 2r\rho^2 + \rho^3)_{\rho}^r = \\ = \frac{6 P'' d a}{ar^2 h^3} (r - \rho)^2 \lambda d \lambda, &\text{ t. j. } d Q_{2\rho\lambda} \text{ według (42).} \end{aligned}$$

Mamy więc $\left\{ \begin{array}{l} \text{na prawo od } T T_o \text{ parę sił } (dQ_{2\rho\lambda}, -dQ_{2\rho\lambda}) \\ \text{„ lewo „ } T T_o \text{ „ „ } (-dQ_{2\rho\lambda}, dQ_{2\rho\lambda}). \end{array} \right.$

Momenty tych par, biorąc oś w punkcie N , będą

na odcinku $O_c N$.

na odcinku $N L_c$.

$$2 \sum_{\rho=0}^{\rho} \lambda \delta Q_{\rho\lambda} = - 2 \lambda d Q_{1\rho\lambda} \qquad 2 \sum_{\rho=\rho}^{\rho=r} \lambda \delta Q_{\rho\lambda} = 2 \lambda d Q_{2\rho\lambda}$$

Sumy tych momentów na całej wysokości h tabliczki ΔV będą

na odcinku $O_c N$.

$$\begin{aligned} - 2 \int_0^{\frac{h}{2}} \lambda d Q_{2\rho\lambda} &= - \frac{12 P'' d a}{ar^2 h^3} \rho (r - \rho)^2 \int_0^{\frac{h}{2}} \lambda^2 d \lambda = \\ = - \frac{P'' d a}{2 r^2 h^3} \rho (r - \rho)^2 &= - \Delta M''_{1\rho} \text{ według (38)} \end{aligned}$$

na odcinku $N L_c$.

$$2 \int_0^{\frac{h}{2}} \lambda d Q_{2\rho\lambda} = \frac{12 P'' d a}{a r^2 h^3} \rho (r - \rho)^2 \int_0^{\frac{h}{2}} \lambda^2 d \lambda =$$

$$= \frac{P'' d a}{2 a r^2} \rho (r - \rho)^2 = - \Delta M''_{2\rho} \text{ według (38).}$$

Ramię pary ($d Q_\rho$, $- d Q_\rho$) lub ($- d Q_\rho$, $d Q_\rho$) o momencie (44) jest takie same $\frac{2}{3} h$ jak par ($-\Delta Q_{1\rho}$, $\Delta Q_{1\rho}$) i (ΔQ_2 ($\rho + d\rho$), $-\Delta Q_2$ ($\rho + d\rho$)) na fig. 40. Możemy więc zamiast (44) napisać

$$d Q_\rho = \Delta Q_\rho - \Delta Q_\rho + d\rho$$

Podobnie wydzielaając ze słupka $d V_\rho$ (fig. 40) dowolną parę objętościowych elementów sprzężonych $\delta V_{\rho\lambda}$, mamy przyłożone do powierzchni ścianek tych elementów: na $T T_o$ parę sił ($-d Q_{\rho\lambda}$, $d Q_{\rho\lambda}$) o momencie $d M''_{\rho\lambda}$, a na $T' T'_o$ parę sił

$$(d Q_{(\rho + d\rho)\lambda}, - d Q_{(\rho + d\rho)\lambda})$$

o momencie $- d M''_{(\rho + d\rho)\lambda}$. Moment więc $\delta M''_{\rho\lambda}$ pary wynikowej będzie $\delta M''_{\rho\lambda} = d M''_{\rho\lambda} - d M''_{(\rho + d\rho)\lambda}$. Ponieważ ramiona wszystkich 3-ch par są jednakowe 2λ , to możemy napisać $\delta Q_{\rho\lambda} = d Q_{\rho\lambda} - d Q_{(\rho + d\rho)\lambda}$.

Ten ostatni zaś związek pokazuje, że dodatnie $\delta Q_{\rho\lambda}$ jest częścią siły $d Q_\rho$, a odjemne częścią $d Q_{\rho + d\rho}$ niszczących się z siłami $- d Q_\rho$ i $- d Q_{\rho + d\rho}$ na powierzchniach $T T_o$ i $T' T'_o$.

Na równowagę więc elementu $klmn$ siła $\delta Q_{\rho\lambda}$ nie wpływa,

Co się zaś tyczy sił $d P''$, to wszystkie one znoszą się oporem podstawy tabliczki ΔV .

Ponieważ po rozłożeniu w objętości ΔV siły $\Delta P''$ zachodzi równowaga, to pokazane na rys. 43 pary sił muszą się znieść czyli ich momenty linijne są równe i przeciwnych znaków. A ponieważ znaki momentów par sił wskazane są już znakami sił, to wystarcza, aby zachodziła równość:

$$d R''_{\rho\lambda} d\rho = - d S_{\rho\lambda} d\lambda \dots \dots \dots (48)$$

skąd

$$d R''_{\rho\lambda} = - \frac{d S_{\rho\lambda} d\lambda}{d\rho}$$

czyli stosownie do wzoru (47) wraz z (45)

$$d R''_{\rho\lambda} = \frac{3 P''}{4 a r^2 h^3} (r - \rho) (r - 3\rho) d a (h^2 - 4\lambda^2) d\lambda \quad (49)$$

Suma $dR''_{\rho\lambda}$ na całej wysokości tabliczki winna być równa sile przeryniającej $\Delta R''_{\rho} = \Delta P''_{z\rho}$ t. j.

$$\Delta R''_{\rho} = 2 \int_0^{\frac{h}{2}} \frac{\lambda}{\Sigma} R''_{\rho\lambda} d\lambda = \frac{3P''}{2ar^2h^3} (r - \rho) (r - 3\rho) da \times$$

$$\times \int_0^{\frac{h}{2}} (h^2 - 4\lambda^2) d\lambda = \frac{3P''}{2ar^2h^3} (r - \rho) (r - 3\rho) da (h^2\lambda -$$

$$- \frac{4}{3}\lambda^3) \Big|_0^{\frac{h}{2}} = \frac{P''}{2ar^2} (r - \rho) (r - 3\rho) da = \Delta P''_{z\rho}$$

stosownie do (30) i (29) art-u 11.

Możemy więc napisać

$$dR''_{\rho\lambda} = \frac{3}{2} \Delta R''_{\rho} \frac{(h^2 - 4\lambda^2)}{h^3} d\lambda \dots \dots \dots (49')$$

Siła przeryniająca $\Delta R''_{\rho}$ na powierzchni TT_0 (rys. 41) składa się z 2-ch części symetrycznie rozłożonych na długościach NT_0 i NT . Wartość więc $dR''_{\rho\lambda}$ jest cząstką z tego rozdziału przypadającą na element $da d\lambda$ wzięty w punkcie n lub n' w odległości λ od punktu N na odcinku NT_0 lub NT . Można więc napisać $dR''_{\rho\lambda} = r''_{\rho\lambda} da d\lambda$, oznaczając przez $r''_{\rho\lambda}$ siłę pionowego przeryniania na jednostkę powierzchni.

Wartość zaś $S_{\rho\lambda}$ jest siłą przeryniająca na elemencie $d\rho da$ w tychże punktach n lub n' . Można więc napisać $dS_{\rho\lambda} = s_{\rho\lambda} d\rho da$ oznaczając przez $s_{\rho\lambda}$ siłę poziomego przeryniania na jednostkę powierzchni.

Wyprowadzona zatem równość (48) momentów sprowadza się do równości $r''_{\rho\lambda} = -s_{\rho\lambda}$ przyczem stosownie do (49) i (47) z (45):

$$r''_{\rho\lambda} = -S_{\rho\lambda} = \frac{dR''_{\rho\lambda}}{dad\lambda} = -\frac{dS_{\rho\lambda}}{dad\rho} = \frac{3P''(r - \rho)(r - 3\rho)}{4ar^2h^3} (h^2 - 4\lambda^2)$$

Przy każdym danem ρ będzie

$$r''_{\rho\lambda} = -s_{\rho\lambda}$$

największe przy $\lambda = 0$

$$-s_{\rho_0} = r''_{\rho_0} = \frac{3P''(r - \rho)(r - 3\rho)}{4ar^2h} = \frac{3}{2} \frac{\Delta R''_{\rho}}{hda}$$

najmniejsze przy $\lambda = \frac{h}{2}$

$$-s_{\rho} \frac{h}{2} = r''_{\rho} \frac{h}{2} = 0.$$

Największa między największemi wartość — $q_{\rho\lambda} = r''_{\rho\lambda}$ jest przy $\lambda = 0$ i $\rho = 0$

$$-s_{00} = r''_{00} = \frac{3P''}{4ah} \quad . \quad . \quad (50)$$

Rozkład siły przeryniającej $\Delta R''_{\rho}$ na powierzchni TT_0 (rys. 41) wyrażony jest wzorem (49).

Na przecięciu $T' T'_0$ mieć będziemy

$$\begin{aligned} dR''_{(\rho + d\rho)\lambda} &= dR''_{\rho\lambda} + \frac{d(dR''_{\rho\lambda})}{d\lambda} d\rho = dR''_{\rho\lambda} + \\ + \frac{3P''}{4ar^2 h^3} (h^2 - 4\lambda^2) dad\lambda \left\{ - (r - 3\rho) - 3(r - \rho) \right\} d\rho &= \\ = dR''_{\rho\lambda} - \frac{3}{2} \frac{P''(2r - 3\rho)}{ar^2 h^3} (h^2 - 4\lambda^2) dad\lambda d\rho. \end{aligned}$$

Ale różnica $dR''_{\rho} - dR''_{\rho} + d\rho$ jest siła $\delta P''_{\rho\lambda}$ przypadająca na element objętości $dad_{\rho}d\lambda$ z rozkładu w słupku dV siły $\Delta P''_{\rho}$.

Mamy więc

$$\delta P''_{\rho\lambda} = \frac{3P''(2r - 2\rho)}{2ar^2 h^3} (h^2 - 4\lambda^2) dad_{\rho}d\lambda \quad . \quad . \quad (51)$$

Suma tych objętościowych sił na połowie wysokości słupka powinna być równa $\frac{1}{2} dP''_{\rho}$. Mamy też

$$\begin{aligned} \int_0^{\frac{h}{2}} \delta P''_{\rho\lambda} &= \frac{3P''(2r - 3\rho)}{2ar^2 h^3} dad_{\rho} \int_0^{\frac{h}{2}} (h^2 - 4\lambda^2) d\lambda = \\ = \frac{3P''(2r - 3\rho)}{2ar^2 h^3} dad_{\rho} \left(h^2\lambda - \frac{4}{3}\lambda^3 \right) \Big|_0^{\frac{h}{2}} &= \frac{P''(2r - 3\rho)}{2ar^2} dad_{\rho} \end{aligned}$$

t. j. skutek (29) art-u 11 = $\frac{1}{2} dP''_{\rho}$ według (19) art-u 5.

Ciśnienie $dP''_{\rho\lambda}$ na przecięcia poprzeczne (rys. 41) słupka dV będzie stosownie do (51):

$$\begin{aligned} dP''_{\rho\lambda} &= \sum_{\lambda=\lambda}^{\lambda=\frac{h}{2}} \delta P''_{\rho\lambda} = \frac{3P''(2r - 3\rho)}{2ar^2 h^3} dad_{\rho} \int_{\lambda}^{\frac{h}{2}} (h^2 - 4\lambda^2) d\lambda = \\ = \frac{3P''(2r - 3\rho)}{2ar^2 h^3} dad_{\rho} \left(h^2\lambda - \frac{4}{3}\lambda^3 \right) \Big|_{\lambda}^{\frac{h}{2}} &= \frac{P''(2r - 3\rho)}{2ar^2 h^2} da d_{\rho} \left\{ h^2 - \right. \\ &\quad \left. - \lambda(3h^2 - 4\lambda^2) \right\}. \end{aligned}$$

Ciśnienie na jednostkę powierzchni będzie więc

$$p''_{\rho\lambda} = \frac{dP''_{\rho\lambda}}{dad\rho} = \frac{P''(2r-3\rho)}{2ar^2 h^3} \{h^3 - \lambda(3h^2 - 4\lambda^2)\} \quad (52)$$

W tym wzorze wyraz $\lambda(3h^2 - 4\lambda^2)$ staje się zerem przy $\lambda = 0$ i przy $\lambda = \frac{\sqrt{3}}{2}h$. Ponieważ $\frac{\sqrt{3}}{2} > \frac{1}{2}$, a największa wartość λ jest $\frac{h}{2}$, przeto przy każdym danem ρ największe $p''_{\rho\lambda}$ jest przy $\lambda = 0$

$$p''_{\rho^0} = \frac{P''(2r-3\rho)}{2ar^2} \dots \dots \dots (53)$$

najmniejsza $p''_{\rho\lambda}$ jest przy $\lambda = \frac{h}{2}$

$$p''_{\rho} \frac{h}{2} = 0.$$

Największa między największymi wartość $p''_{\rho\lambda}$ jest przy

$$\lambda = 0 \text{ i } \rho = 0 : p''_{00} = \frac{P''}{ar}.$$

Ciśnienie na przecięcie $m'n'$ (rys. 41) w dolnej połowie tabliczki ΔV t. j. niżej linii $O_c L_c$ będzie równe stosownie do (53) i (46)

$$\left. \begin{aligned} p''_{\rho_0} dad\rho + \sum_{\lambda=0}^{\lambda=h} dP''_{\rho\lambda} &= p''_{\rho_0} dad\rho + \\ + \frac{3P''(2r-3\rho)}{2ar^2 h^3} dad\rho \int_0^{\lambda} (h^2 - 4\lambda^2) d\lambda &= p''_{\rho_0} dad\rho + \\ + \frac{3P''(2r-3\rho)}{2ar^2 h^3} dad\rho \left(h^2\lambda - \frac{4}{3}\lambda^3 \right)_0^{\lambda} &= \\ = \frac{P''(2r-3\rho)}{2ar^2 h^3} \{h^3 + \lambda(3h^2 - 4\lambda^2)\} dad\rho & \end{aligned} \right\} (54)$$

Dla otrzymania ciśnienia dP''_{ρ} na podstawie TT' słupka dV należy w tem ostatniem wyrażeniu podstawić $\lambda = \frac{h}{2}$ poczem otrzymamy

$$\frac{P''(2r-3\rho)}{ar^2} dad\rho$$

t. j. dP''_{ρ} , jak być powinno.

Największe dodatnie ciśnienie na jednostkę powierzchni będzie przy $\rho = 0$ równe

$$\frac{2P''}{ra} \dots \dots \dots (55)$$

Największe ujemne ciśnienie t. j. podnoszenie w górę będzie przy $\rho = r$ równe

$$-\frac{P''}{ar} \dots \dots \dots (56)$$

Rozdział VI.

Działanie ciśnienia koła wewnątrz kory szabrowej niezłączonej z podłożem.

Art. 17. Siły działające na całą tabliczkę ΔV oraz na słupek dV uważany jako całość.

Stosownie do wywodów w art-ach 4 i 6, wszystkie siły zawierają się w obrębie walca o podstawie $elff'l'e'$ (rys. 28 art. 8), przyczem na tę podstawę działa tylko ciśnienie dodatnie, t. j. skierowane w dół.

Z wyjaśnień zaś w art. 10 widać, że dość rozpatrzyć działanie sił w dowolnej tabliczce ΔV równoległościanu o podstawie $eff'e'$ (rys. 28) prostopadłej do AB .

Na tę tabliczkę działa (rys. 23 art. 6) siła $\Delta P''$ (zamiast ΔP) w punkcie K_1 i para sił $(-\Delta P'', \Delta P'')$, która się przekształca w parę sił $(-\Delta Q, \Delta Q)$ wyjaśnioną w sposób wskazany w art. 6 z odesłaniem do art. 4 wraz z rys. 18.

Siła $\Delta P''$ rozchodzi się w objętości tabliczki w sposób wyłożony w art. 10 proporcjonalnie do odległości λ elementów $d\sigma$ od punktu P , t. j. podług wzoru (22-a).

Uważając że $\rho_0' = \rho''_0 = \rho_0$ i $\rho' = \rho'' = \rho$, mamy $dP''_\rho = p_0 d\sigma = \frac{3p''}{\rho_0}(\rho_0 - \rho) d\sigma$ (gdzie $d\sigma = dad\rho$) gdzie $p'' = \frac{P''}{3a\rho_0}$ i stosownie do (26) $P'' = \frac{3Pa}{\pi_1\rho_0 + 3a}$.

Albo krócej, ponieważ

$$\frac{3p'}{\rho_0} = \frac{3p''}{\rho_0} = p_1 = \frac{3P}{(\pi\rho_0 + 3a)\rho_0^2} = \frac{P''}{a\rho_0^2} \dots \dots (57)$$

według wzoru (27)

$$dP''_\rho = p_1(\rho_0 - \rho)d\sigma = p_1\lambda d\sigma = p_1(\rho_0 - \rho)dad\rho$$

Niezależnie od tego wzoru $dP''\rho$ jako siła objętościowa dla słupka $hd\sigma$ w odległości ρ od O_c jest różnicą 2-ch sił przeryzających: jednej $\Delta R''\sigma$ na ścianie T_0T i drugiej $\Delta R''_{\rho+d\rho}$ na ścianie T'_0T' t. j. $dP'' = \Delta R''_{\rho} - \Delta R''_{\rho+d\rho}$.

Mamy

$$\Delta R''_{\rho} = \Delta P'' - \int_{\rho=0}^{\rho=\rho} dP''\rho = \Delta P'' - p_1 da \int_0^{\rho} (\rho_0 - \rho) d\rho$$

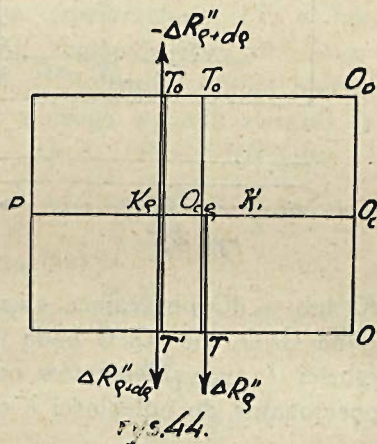
$\Delta R''_{\rho}$ jest funkcją od ρ , z czego wypada różniczkując $\Delta R''_{\rho}$

$$\Delta R''_{\rho+d\rho} = \Delta R''_{\rho} + \frac{d(\Delta R''_{\rho})}{d\rho} d\rho = \Delta R''_{\rho} - p_1 da(\rho_0 - \rho) d\rho$$

a zatem

$$dP''_{\rho} = p_1(\rho_0 - \rho) da d\rho$$

jak być powinno.



Możemy więc napisać stanowczo

$$\Delta R''_{\rho} = \Delta P'' - p_1 da \left(\rho_0 \rho - \frac{\rho^2}{2} \right)_0^{\rho} = \Delta P'' - p_1 \rho \left(\rho_0 - \frac{\rho}{2} \right) da$$

a ponieważ według (29) art. 11

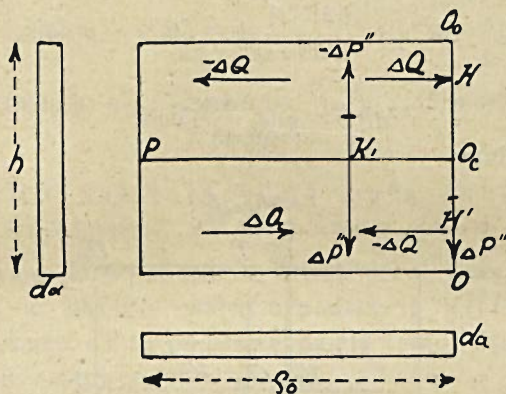
$$\Delta P'' = \frac{P''}{2a} da$$

więc i stosownie do (57)

$$\Delta R''_{\rho} = \left\{ \frac{P''}{2a} - p_1 \rho \left(\rho_0 - \frac{\rho}{2} \right) \right\} da = \frac{P''}{a\rho^2} \left\{ \frac{\rho_0^2}{2} - \rho \left(\rho_0 - \frac{\rho}{2} \right) - \frac{\rho^2}{2} \right\} da = \frac{P'' da}{2a\rho_0^2} (\rho_0 - \rho)^2 = \Delta P'' \left(\frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} \right)^2 \quad (58)$$

Wyprowadzimy teraz wartość ΔQ .

Siły ΔQ i $-\Delta Q$ pary ($-\Delta Q, \Delta Q$) działającej na powierzchnię ścianki OO_0 starają się obrócić tę ściankę około punktu O_c wprawo t. j.: w taki sposób, że punkty na połowie $O_c O_0$ mają posunąć się na prawo, a punkty na $O_c O$ na lewo od linii $O_c O$, zupełnie tak samo jak punkty przecięcia PO_c obracają się na prawo około punktu P wskutek siły $\Delta P''$ w punkcie K_1 .



rys. 45

Zatem siły dQ lub $-dQ$ obracające elementy ds przecięcia OO_0 tabliczki na $O_c O_0$ lub $O_c O$ będą tak samo proporcjonalne do odległości λ tych elementów od punktu O_c jak siły dP'' są proporcjonalne do odległości λ elementów ds od punktu P .

Ponieważ obracane powierzchnie $O_c O_0$ lub $O_c O$ są prostokątami $\frac{1}{2} hda$ tak samo jak obracany prostokąt $\rho_0 da$, to punkty H i H' przyłożenia wynikowych sił ΔQ i $-\Delta Q$ zadość czynią stosunkom

$$\frac{O_c H}{O_c O_0} = \frac{O_c H'}{O_c O} = \frac{P K_1}{P O_c} = \frac{2}{3}$$

stąd wynika

$$O_c H = O_c H' = \frac{2}{3} \times \frac{h}{2} = \frac{h}{3}.$$

Z równości momentów par ($-\Delta P''$, $\Delta P''$) i ($-\Delta Q$, ΔQ) otrzymujemy związek $O_c K_1 \cdot \Delta P'' = H H' \cdot \Delta Q$ czyli $\frac{1}{3} \rho_0 \Delta P'' =$

$$= \frac{2}{3} h \Delta Q \text{ stąd } \Delta Q = \frac{\rho_0}{2h} \Delta P'' \text{ lub podstawivszy } \Delta P'' = \frac{P'' da}{2a}$$

$$\Delta Q = \frac{\rho_0 P'' da}{4ah} = \frac{\Delta P''}{2h} \rho_0 \dots \dots \dots (59)$$

Czem dla całej tabliczki (rys. 44) jest siła $\Delta P''$, tem dla części $O_c \rho P$ tabliczki jest siła $\Delta R'' \rho$, która przenosi się do punktu $K \rho$ w odległości $K \rho O_c \rho$ od punktu $O_c \rho$ równej $\frac{1}{3} O_c P$.

Rozkład $\Delta R'' \rho$ na $O_c \rho P$ jest częścią rozkładu ΔP na $O_c P$.

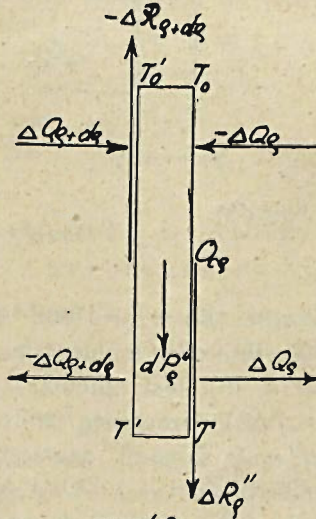
Parę obrotową sił ($-\Delta R'' \rho$, $\Delta R'' \rho$) powstałą z przeniesienia $\Delta R'' \rho$ do K^* zastępuje para sił ($-\Delta Q \rho$, $\Delta Q \rho$) działająca z lewej strony na powierzchnię TT_0 w taki sam sposób jak parę ($-\Delta P''$, $\Delta P''$), zastępuje para sił ($-\Delta Q$, ΔQ) działająca na powierzchnię OO_0 . Momenty liniowe pierwszych 2-ch par są dodatnie i równe, z czego wypada związek (rys. 44 i 45)

$$O_c \rho K \rho \cdot \Delta R'' \rho = HH' \cdot \Delta Q$$

czyli
$$\frac{1}{3} (\rho_0 - \rho) \Delta R'' \rho = \frac{2}{3} h \Delta Q \rho$$

stąd i stosownie do (58)

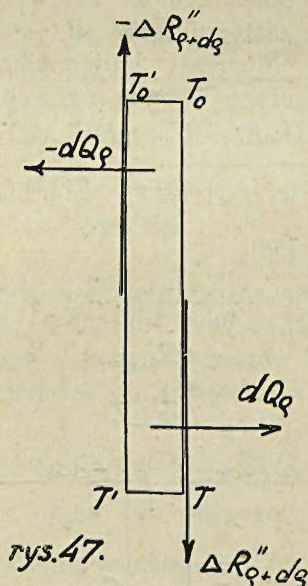
$$\Delta Q \rho = \frac{\rho_0 - \rho}{2h} \Delta R'' \rho = \frac{P'' da}{4ah \rho_0^2} (\rho_0 - \rho)^3 = \frac{\Delta P''}{2h \rho^2} (\rho_0 - \rho)^3 \quad (60)$$



rys 46.

Weźmy teraz w dowolnym punkcie $O_c \rho$ linii $O_c P$ słupek dV zawarty między dwoma nieskończenie blizkimi przecięciami $T T_o$ i $T' T'_o$. Na powierzchnię $T T_o$ działa z prawej strony moment *odjemny* pary $(\Delta Q, -\Delta Q)$ od symetrycznej tabliczki ΔV stykającej się z daną na $O O_o$ zmniejszony częścią *dodatniego* momentu pary $(-\Delta Q, \Delta Q)$ odpowiadającą odcinkowi $O_c O_{c\rho}$ t. j. w rezultacie działa na ściankę $T T_o$ *odjemna* para $(\Delta Q_{\rho}, -\Delta Q_{\rho})$.

Na ściankę zaś $T' T'_o$ działa z lewej strony para $(-\Delta Q_{\rho} + d\rho, \Delta Q_{\rho} + d\rho)$. Prócz tego na ścianki $T T_o$ i $T' T'_o$ działają siły przeryzujące $\Delta R''_{\rho}$ i $\Delta R''_{\rho} + d\rho$, z których $\Delta R''_{\rho}$ przenosząc się dalej pozostawia w słupku objętościową siłę dP''_{ρ} , tak że mamy parę $(-R''_{\rho} + d\rho, \Delta R''_{\rho} + d\rho)$.



Ponieważ stosownie do wzoru (60), przy zwiększaniu ρ zmniejsza się ΔQ_{ρ} , to wynikowy moment par $(\Delta Q_{\rho}, -\Delta Q_{\rho})$ i $(-\Delta Q_{\rho} + d\rho, \Delta Q_{\rho} + d\rho)$ jest *odjemny*, czyli w rezultacie mamy parę $(dQ_{\rho}, -dQ_{\rho})$ obracającą w lewo (rys. 47). Siły tej pary dQ i $-dQ$ są sumami geometrycznymi sił odpowiednio ΔQ_{ρ} i $-\Delta Q_{\rho} + d\rho$ i $-\Delta Q_{\rho}$ i $\Delta Q_{\rho} + d\rho$ (rys. 46).

Z uwagi znów, że dP''_{ρ} niszczy się oporem podstawy i że

zachodzi równowaga tabliczki. pary ($-\Delta R''\rho + d\rho$, $\Delta R''\rho + d\rho$) i ($dQ\rho$, $-dQ\rho$) muszą być równe i przeciwne, co bliżej będzie wyjaśnionem w art. 19.

Znajdziemy wartość odjemnej siły $dQ\rho$ odpowiadającej odjemnemu momentowi pary ($dQ\rho$, $-dQ\rho$).

Dla pary ($-dQ\rho + d\rho$, $dQ\rho + d\rho$) działającej z lewej strony na powierzchnię przecięcia $T^1 T^1_0$ mieć będziemy

$$\Delta Q\rho + d\rho = \Delta Q\rho + \frac{d(\Delta R''\rho)}{d\rho} d\rho$$

czyli różniczkując pierwszy wzór (60) a potem wzór (59)

$$\begin{aligned} \Delta Q\rho + d\rho &= \Delta Q\rho - \frac{\Delta R''\rho}{2h} d\rho + \frac{\rho_0 - \rho}{2h} \frac{d(\Delta R''\rho)}{d\rho} d\rho = \\ &= \Delta Q\rho - \frac{\Delta R''\rho}{2h} d\rho - \frac{P'' da (\rho_0 - \rho)^2}{2h \rho_0^2 a} d\rho \end{aligned}$$

t. j. stosownie do (58)

$$\Delta Q\rho + d\rho = \Delta\rho - \frac{3\Delta R''\rho}{2h} d\rho$$

Różnica $\Delta Q\rho + d\rho - \Delta Q\rho = dQ\rho$ a właściwie suma geometryczna sił $\Delta Q\rho + d\rho$ i $-\Delta Q\rho$ jest odjemną odpowiadającą odjemnemu momentowi pary ($dQ\rho$, $-dQ\rho$) przypadającej na słupek dV z rozdziału pary (ΔQ , $-\Delta Q$).

Otrzymujemy więc stosownie do (58) i (29)

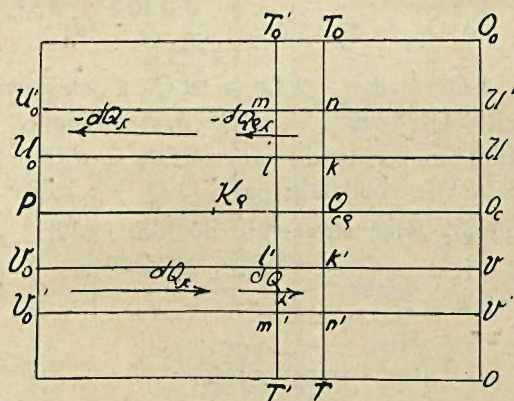
$$\begin{aligned} dQ\rho &= -\frac{3\Delta R''\rho}{2h} d\rho = -\frac{3P'' da (\rho_0 - \rho)^2}{4ah \rho_0} d\rho = \\ &= -\frac{3\Delta P''}{2h} \left(\frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0}\right)^2 d\rho \end{aligned} \quad (61)$$

Art. 18. Rozkład sił w tabliczce ΔV i siły przerzynające.

Ne objętość tabliczki ΔV działa (rys. 45) para sił (ΔQ , $-\Delta Q$) równa i przeciwna parze ($-\Delta Q$, ΔQ) działającej na powierzchnię hda ścianki $O_0 O$.

Siły (ΔQ i $-\Delta Q$) pierwszej pary działają na swoje połowy tabliczki, podzielone linią $O_c P$ w taki sam sposób jak siła $\Delta P''$ przyłożona w K_1 (rys. 45) działa na całą tabliczkę. Siły więc ΔQ i $-\Delta Q$ rozkładają się (rys. 48) na siły dQ_i .

i — $d Q^\lambda$ rozchodzące się w słupkach $V V_o V' V'$ i $U U_o U_o U'$. Każdemu słupkowi $U U_o U' U'$ z siłą — $d Q^\lambda$ odpowiada równy i symetryczny słupek $V V_o V' V'$ i siła $d Q^\lambda$, co pokazuje, że para $(\Delta Q, -\Delta Q)$ rozłożyła się na pary $(d Q^\lambda, -d Q^\lambda)$. Siły $d Q^\lambda$ i — $d Q^\lambda$ każdej pary $(d Q^\lambda, -d Q^\lambda)$ są proporcjonalne do długości λ słupków od linii $O_c P$, podobnie jak (rys. 45) siły — $d Q^\lambda$ i $d Q^\lambda$ pary $(-d Q^\lambda, d Q^\lambda)$ działające na ścianki $O_o O$ są proporcjonalne do odległości λ elementów $d a d^\lambda$ od punktu O_c . Każda para sprzężonych słupków $U U_o U' U'$ i $V V_o V' V'$ z zawartymi w nich siłami pary $(d Q^\lambda, -d Q^\lambda)$ przecina wszystkie słupki $T T_o T' T'$, przyczem siły $d Q^\lambda$ i — $d Q^\lambda$ rozchodzą się po wszystkich wspólnych elementach jednych i drugich słupków. Skutek tego jest taki, że do pary sprzężonych elementów słupka $T T_o T' T'$ zostaje przyłożoną parę sił $(\delta Q_{\rho\lambda}, -\delta Q_{\rho\lambda})$ ramie której jest takie samo 2^λ jak ramie pary $(d Q^\lambda, -d Q^\lambda)$.



rys 48

Wszystkie pary $(\delta Q_{\rho\lambda}, -\delta Q_{\rho\lambda})$ w jednym słupku $T T_o T' T_o T'$ sprowadzają się do pary wynikowej $(d Q_\rho, -d Q_\rho)$, której ramie jest także jak ramie pary $(\Delta Q, -\Delta Q)$, t. j. równe $\frac{2}{3} h$.

Wszystkie siły (rys. 49) — $\delta Q_{\rho\lambda}$ w górnej połowie $O_c P T_o$ tabliczki starają się przecinać tę połowę w lewą stronę; a wszystkie siły $\delta Q_{\rho\lambda}$ w dolnej połowie $O_c P T$ tabliczki dążą do prze-

sunięcia tej połowy w prawą stronę. Wskutek złączenia obu połów na powierzchni $O_{c\rho} O'_{c\rho}$ (równej $d a d \rho$) jedna z nich stanowi opór przeciw posunięciu się drugiej,

Dla pokonania tych oporów wszystkich sił — $\delta Q_{\rho\lambda}$ przenoszą się na cząsteczki stykające się z przecięciem $O_{c\rho} O'_{c\rho}$ od góry, a wszystkie $\delta Q_{\rho\lambda}$ przenoszą się na cząsteczki stykające się z $O_{c\rho} O'_{c\rho}$ od dołu. Rezultat jest taki sam jak gdyby wynikowe — $d Q_{\rho}$ i $d Q_{\rho}$ sił — $\delta Q_{\rho\lambda}$ i $\delta Q_{\rho\lambda}$ przeniosły się na owe górne i dolne cząsteczki złączone z sobą na przecięciu $O_{c\rho} O'_{c\rho}$ i przez to powstała przeryniająca para sił ($d Q_{\rho}$, — $d Q_{\rho}$) o momencie, który można przyjąć równym zeru (art; 13), oraz dwie pary górna ($d Q_{\rho}$, — $d Q_{\rho}$) i dolna ($d Q_{\rho}$, — $d Q_{\rho}$) których wynikową jest para początkowa ($d Q_{\rho}$, — $d Q_{\rho}$).

Przy kolejnym przenoszeniu (rys. 49) sił — $\delta Q_{\rho\lambda}$ i $\delta Q_{\rho\lambda}$ na środkową powierzchnię $O_{c\rho} O'_{c\rho}$ wytwarzają się siły przeryniająca na każdym przecięciu $k l$ lub $k' l'$ słupka.

A mianowicie; na $k l$ przenosi się od góry

$$\lambda = \frac{h}{2} \sum (-\delta Q_{\rho\lambda})$$

a od dołu

$$\lambda = \frac{h}{2} \sum \delta Q_{\rho\lambda} = \lambda = \frac{h}{2} \sum \delta Q_{\rho\lambda};$$

na $k' l'$ przenosi się od góry

$$\lambda = \frac{h}{2} \sum (-\delta Q_{\rho\lambda}) + \lambda = \lambda \sum \delta Q_{\rho\lambda} = \lambda = \frac{h}{2} \sum (-\delta Q_{\rho\lambda})$$

a od dołu

$$\lambda = \frac{h}{2} \sum \delta Q_{\rho\lambda}$$

Mamy więc zawsze siłę przerynącą:

od góry

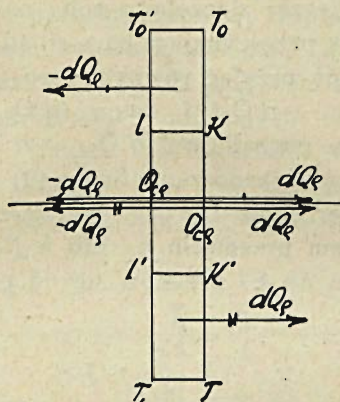
$$-d S_{\rho\lambda} = \lambda = \frac{h}{2} \sum (-\delta Q_{\rho\lambda}),$$

a od dołu

$$d S_{\rho\lambda} = \lambda = \frac{h}{2} \sum \delta Q_{\rho\lambda}.$$

Ponieważ $\delta Q_{\rho\lambda}$ zmienia się podług tej sumy zasady jak dQ_λ możemy napisać $\delta Q_{\rho\lambda} = q_\rho da ds$ przyczem spółczynnik q_ρ wyznacza się z warunku

$$\begin{aligned} dQ_\rho &= \int_0^{\frac{h}{2}} \delta Q_{\rho\lambda} = q_\rho da \int_0^{\frac{h}{2}} \lambda d\lambda = \\ &= q_\rho da \left(\frac{\lambda^2}{2} \right)_0^{\frac{h}{2}} = \frac{q_\rho h^2}{8} da \end{aligned}$$



rys49

Skąd

$$q_\rho = \frac{8 dQ_\rho}{h^2 da} \text{ a więc } \delta Q_\rho = \frac{8 dQ_\rho}{h^2} \lambda d\lambda$$

wskutek czego

$$\left. \begin{aligned} dS_\rho &= \frac{8 dQ_\rho}{h^2} \int_\lambda^{\frac{h}{2}} \lambda d\lambda = \frac{8 dQ_\rho}{h^2} \\ \left(\frac{\lambda^2}{2} \right)_\lambda^{\frac{h}{2}} &= \frac{(h^2 - 4\lambda^2)}{h^2} dQ_\rho \end{aligned} \right\} \quad (62)$$

Mamy więc: przy

$$\lambda = \frac{h}{2}; dS_\rho \frac{h}{2} = 0$$

przy

$$\lambda = 0; dS_{\rho_0} = dQ_\rho \text{ jak być powinno.}$$

(dok. n).

PRACE DROGOWEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO NAD
KLINKIEREM DROGOWYM I PROJEKT NORM WŁASNOŚCI,
POBIERANIA PRÓBEK I METOD BADANIA.

Pierwsze badania własności wytrzymałościowych i fizycznych polskich klinkierów drogowych zostały wykonane w roku 1930 w Laboratorium Wytrzymałości Tworzyw Politechniki Warszawskiej metodami, obowiązującymi dla badań materiałów kamiennych, a wyniki ich zostały opublikowane w Nr. 40-tym i 44-tym „Wiadomości Drogowych” z roku 1930. Wyniki te przytaczamy poniżej w zestawieniu I.

Wytrzymałość na ściskanie w powyższych badaniach określano na próbkach sześciennych o wymiarach $4 \times 4 \times 4$ cm., nasiąkliwość zaś przez moczenie próbek w wodzie w normalnej, pokojowej temperaturze do czasu nasiąknięcia do stałej wagi. Nasiąkliwość ta wyrażona jest w % w odniesieniu do wagi próbki suchej.

Opierając się na danych liczbowych, uzyskanych z powyższych badań, Drogowy Instytut Badawczy w r. 1930 opracował tymczasowe normy własności technicznych klinkieru drogowego, które by miały obowiązywać do czasu przeprowadzenia bardziej źródłowych badań nad własnościami polskich klinkierów.

Normy te przytaczamy poniżej.

„Rozróżnia się klinkier drogowy I gatunku na drogi magistralne o dużym ruchu mieszanym, oraz II gatunku na drogi o ruchu mniejszym.

dla gat. I dla gat II.

- | | | |
|--|------------------------|------------------------|
| 1) Wytrzymałość na ściskanie przy próbce suchej nie powinna spadać poniżej | 900 kg/cm ² | 700 kg/cm ² |
| przyczem dopuszczalnem jest, aby 10% danej ilości miało wytrzymałość mniejszą, ale nie poniżej | 700 kg/cm ² | 600 kg/cm ² |
| 2) Ścieralność na tarczy max. . . . | 1,20 cm | 2,00 cm |
| przy dopuszczalnej dla 10% . . . | 1,50 cm | 2,50 cm |

Zestawienie I.

Nr. pr.	POCHODZENIE (miejsowość)	Rodzaj materiału	Ścieralność na tarczy cm.	Wytężalność na ściskanie kg/cm ²	Nasiakliwość %	Porowatość	Gęstość	Cieężar właści- wy	Wieżalność
75 D	Państwowa klinkiernia w Izbicy	Klinkier gat. extra	0,48	1282	1,00	0,020	2,06	2,52	11
75 D ₁	"	gat. I	0,59	1143	2,13	0,043	2,03	2,52	10
75 D ₂	"	gat. II	1,04	944	6,51	0,130	2,00	2,57	7
75 D ₃	"	gat. III	1,52	756	9,21	0,181	1,97	2,50	4
75 D ₄	"	gat. IV	1,44	696	9,18	0,177	1,94	2,57	6
85 C	Klinkiernia Budy	gat. A	0,60	1130	2,53	0,051	2,03	2,54	7
85 C ₁	"	gat. B	2,68	590	11,94	0,213	1,78	2,62	5
88 Z	Klinkiernia Zamość	gat. I	1,28	941	3,09	0,06	1,935	2,50	6
88 Z'	"	gat. II	0,90	1058	1,52	0,031	2,05	2,54	8
88 Z''	"	gat. III	3,16	682	10,82	0,197	1,82	2,60	5
22 B	Cegielnia Ołtarzew	klinkier	0,48	846) próba 1087) sucha 886) mokra	2,31	0,052	2,25	2,52	9
22B ₁	"	cegła sklinkrowana	1,33	775 sucha 747 mokra	1,96	0,041	2,10	2,53	6
22B ₂	"	"	0,84	937 sucha 644 mokra	2,78	0,059	2,11	2,53	4
75 E	Klinkiernia Białopole	Klinkier	1,04	963	3,28	0,068	2,08	2,46	4
75 E ₁	"	"	1,44	378	5,71	0,103	1,95	2,47	5
75 E ₂	"	"	0,82	758	2,72	0,054	2,00	2,42	7

3) Nasiąkliwość max.	3,00%	4,00%
przy dopuszczalnej dla 10%	4,00%	7,00%''

Przy ustalaniu przytoczonych norm przewidywany był normalny sposób laboratoryjnego oznaczania poszczególnych własności, ogólnie obowiązujący dla materiałów kamiennych.

W zimie 1932 roku Drogowy Instytut Badawczy opracował nowy projekt metod badania materiałów kamiennych, opublikowany w biuletynie Nr. 3 D. I. B. W projekcie tym zaproponowano stosowanie przy określaniu wytrzymałości na ściskanie próbek cylindrycznych o średnicy i wysokości 5 cm., zamiast przedtem stosowanych próbek sześciennych i używanie przy określaniu ścieralności tarczy Boehme'go, zamiast dotychczas stosowanej tarczy Dorry'ego. W lecie 1932 roku przez laboratorium Drogowego Instytutu Badawczego na zlecenie b. Ministerstwa Robót Publicznych przeprowadzane były badania kontrolne klinkieru drogowego, używanego do budowy nawierzchni dróg państwowych w województwie Warszawskim przy czem określano tylko wytrzymałość na ściskanie i nasiąkliwość badanych próbek.

Badania powyższe prowadzone były metodami, opisanymi w Biuletynie Nr. 3 D. I. B. z tą zmianą, że w celu przyspieszenia badań dla określenia nasiąkliwości, badane próbki początkowo gotowano w wodzie w przeciągu 4 godzin, pozostawiano je następnie do wystygnięcia w wodzie na przeciągu 24 godzin, poczem je ważono i obliczano nasiąkliwość ze wzoru:

$$n = \frac{G_m - G_s}{G_s} 100\%, \text{ gdzie} \quad (1)$$

G_s — waga próbki suchej,

G_m — waga próbki po wygotowaniu i ostygnięciu w wodzie. Wytrzymałość na ściskanie określano na próbkach kształtu cylindrycznego o średnicy i wysokości 5 cm.

% nasiąkliwość, otrzymywana powyżej opisanym sposobem miała wartości wysokie, znacznie przekraczające granice, przewidziane w normach, dotychczas obowiązujących.

W związku z powyższem zaszła konieczność przeprowadzenia badań laboratoryjnych, które pozwoliły by porównać i zestawzić ze sobą nasiąkliwości klinkieru, w zależności od sposobu ich oznaczania, zwłaszcza wobec całkowicie odmiennych

nych metod określania nasiąkliwości klinkieru zagranicą, między innymi w Holandji.

Wspomniane badania przeprowadzone zostały w laboratorium D. I. B. w zimie 1933 roku nad próbkami klinkieru, produkcji suchej i mokrej, pochodzącego z klinkiarni państwowych.

Badania powyższe polegały na określeniu nasiąkliwości badanych próbek metodą, dotychczas przez D. I. B. stosowaną na określenie nasiąkliwości tychże próbek metodą t. zw. holenderską, oraz na określeniu wytrzymałości na sciskanie, ciężaru objętościowego i ciężaru właściwego badanych próbek.

Do opisanych badań po raz pierwszy wprowadzono pojęcie szczelności t. j. stosunku ciężaru objętościowego do ciężaru właściwego klinkieru. Pojęcie szczelności klinkieru, jako charakteryzujące własności techniczne klinkieru zaproponowane zostało przez Stację Doświadczalną przy Państwowej Klinkiarni w Izbicy.

Przystąpimy obecnie do kolejnego opisu wykonywanych badań. Nasiąkliwość metodą holenderską określana była na całych ceglach klinkieru w sposób następujący:

Cegły, wysuszone do stałej wagi w temperaturze 105C, zanurzone były do wody w temperaturze pokojowej do $\frac{1}{3}$ swej wysokości i pozostawały w takim położeniu w przeciągu 24 godzin, po upływie tego czasu zanurzone były do $\frac{2}{3}$ swej wysokości, na 24 godzin, potem zaś zanurzone były całkowicie na przeciąg 48 godzin, czyli że całkowity proces nasycania cegieł wodą trwał przez 4 doby. Po upływie tego czasu cegły ważono i obliczano ich procentową nasiąkliwość ze wzoru (1).

Nasiąkliwość metodą D. I. B. (przez gotowanie), opisaną powyżej, określano na próbkach cylindrycznych o średnicy i wysokości 5 cm.

Ciężar objętościowy (gęstość) badanych próbek znajdowano ze wzoru

$$Co = \frac{Gs}{V} \quad (2)$$

gdzie G_s — waga próbki suchej,

V — objętość próbki

Przyczem objętość próbek określano w wolumenometrze Segera, po uprzednim ich nasyceniu wodą. Oznaczenie to przeprowadzano również na próbkach cylindrycznych.

Wytrzymałość na ściskanie określano przez zgniatanie próbek cylindrycznych o średnicy i wysokości 5 cm., wysuszonych do stałej wagi w temp. 105C, w 60-cio tonnowej prasie hydraulicznej syst. Martens-Richter.

Ciężar właściwy badanych próbek określano w przyrządzie Le Chateliera zwykłym sposobem, opisanym w Biuletynie Nr. 3.

Po otrzymaniu wyników powyższych badań obliczano szczelność poszczególnych klinkierów ze wzoru:

$$s = \frac{C_o}{C_w} \quad (3)$$

i objętość wolnych przestrzeni ze wzoru:

$$p = \frac{C_w - C_o}{C_w} 100\% \quad (4)$$

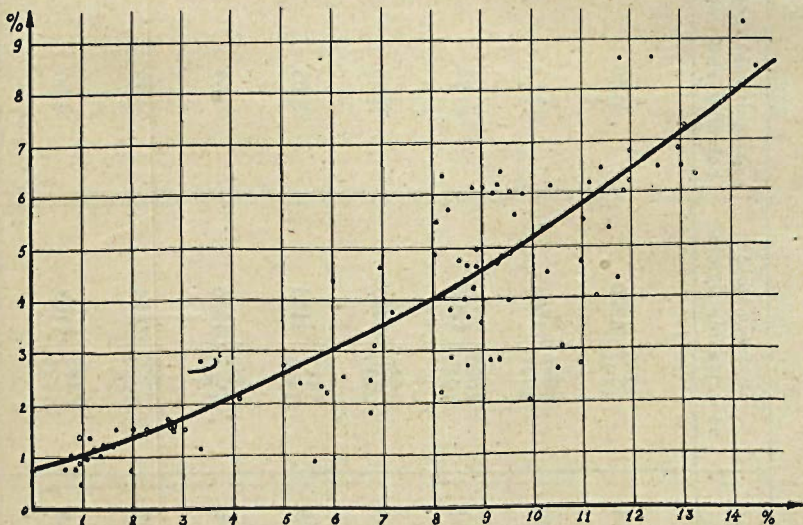
gdzie:

C_w — ciężar właściwy; s — szczelność;

C_o — ciężar objętościowy; p — wolna przestrzeń.

Przytaczamy poniżej dane cyfrowe powyższych badań. (Zest. II).

Dane cyfrowe, zamieszczone w powyższym zestawieniu, przedstawiono następnie graficznie w niżej wymienionych układach.



RYS. 1.

Zestawienie II.

Nr.	Wytrzymałość na ściskanie kg/cm ² .	nastąklwość met. holenderską % wag.	nasiąkl. met. D.I.B. % wag.	Ciężar objętościowy	Ciężar właściwy	Szczel- ność	Wolna prze- strzeń %	
1	1249	6.40	8.39	1,988	2.558	0.777	22.3	
	1191		7.98					1,977
	1220		8.19					1,995
2	836	4.63	7.40	2,052	2.552	0.809	19.2	
	1304		6.92					2,081
	1771		6.97					2,057
3	1068	5.72	8.48	1,997	2.533	0.791	20.9	
	1206		8.30					1,997
	1343		7.87					2,020
4	1936	1.55	1.56	2,027	2.560	0.799	20.1	
	2080		2.85					2,053
	2225		2.53					2,060
5	1117	3.63	8.94	2,045	2.570	0.792	20.8	
	1191		8.71					2,018
	1154		8.25					2,043
6	1373	2.59	10.36	1,940	2.540	0.766	23.4	
	1286		10.51					1,968
	1200		10.40					1,930
7	738	4.79	9.11	1,911	2.550	0.753	24.7	
	1114		9.35					1,946
	1490		9.55					1,903
8	793	1.50	4.03	1,985	2.543	0.791	21.0	
	1109		2.81					2,009
	1426		2.08					2,032

9	2050 1918	1984	2.06	2.72 6.05 3.67	4.15	2.087 2.071 2.056	2.071	2.532	0.818	18.2
10	1847 1470	1659	6.04	8.52 9.19 10.90	9.54	2.077 2.037 2.068	2.061	2.556	0.806	19.4
11	2140 2348	2244	1.04	0.82 0.77 0.75	0.78	2.100 2.090 2.100	2.097	2.530	0.830	17.0
12	1813 1609	1711	4.22	8.87 8.79 8.86	8.84	2.028 2.020 2.036	2.028	2.532	0.802	19.9
13	1406 1567	1486	4.88	9.41 9.21 10.00	9.54	2.009 2.020 2.024	2.018	2.533	0.797	20.3
14	1713 2030	1872	4.65	8.50 9.25 8.22	8.66	2.037 2.031	2.034	2.555	0.796	20.4
15	1692 1816	1754	4.63	9.00 8.74	8.87	2.039 2.052	2.043	2.562	0.798	20.3
16	1546 1418	1482	6.03	9.45 9.07 9.18	9.23	2.029 2.037	2.033	2.550	0.796	20.3
17	233 361	297	2.79	4.37 2.37	3.37	1.977 1.966	1.971	2.527	0.779	22.0
18	1672 1896	1784	3.80	8.39 8.39 8.32	8.37	2.031 2.028 2.034	2.028	2.505	0.809	19.0

Nr.	Wytrzymałość na ściskanie kg/cm ² .	nasiąkliwość met. holenderską % wag.	nasiąkl. met. D.I.B. % wag.	Ciężar objętościowy	Ciężar właściwy	Szczel- ność	Wolna prze- strzeń %
19	423	2,31	8,42	1,988	2,488	0,796	20,3
	412		4,49	1,977			
	417		4,42	1,982			
20	2165	0,47	1,08	2,075	2,506	0,832	20,2
	2280		0,88	2,095			
21	1074	1,52	2,66	2,100	2,555	0,818	22,2
	2020		2,53	2,086			
	1547		1,64	2,091			
22	1907	4,05	8,12	2,057	2,571	0,796	20,4
	1940		8,12	2,024			
	1923		8,26	2,056			
23	1661	4,95	8,87	2,046	2,558	0,798	20,2
	1745		9,03	2,029			
	1828		8,73	2,048			
24	1662	4,85	8,19	2,053	2,547	0,804	20,4
	1940		8,05	2,048			
	1801		7,92	2,042			
25	1651	4,77	8,62	2,049	2,558	0,803	19,9
	1703		8,83	2,048			
	1677		8,17	2,053			
26	2275	1,37	1,86	2,041	2,528	0,818	18,3
	2132		0,70	2,088			
	1988		0,90	2,073			
27	1547	2,22	7,84	1,991	2,500	0,798	20,2
	1816		3,87	1,987			
	1682		5,86	2,013			

28	2245 2398	2322	0.75	0.65 0.60 0.74	0.66	2.101 2.086 2.089	2.092	2.508	0.834	16.6
29	1571 1737	1654	6.22	9.55 9.29 9.03	9.29	2.046 2.044 2.051	2.047	2.570	0.797	20.4
30	1231 1324	1278	8.64	10.77 13.14 11.41	11.77	1.983 1.950 1.970	1.968	2.575	0.764	23.5
31	1592 1887	1740	4.00	9.04 8.77 8.09	8.63	2.028 2.031 2.041	2.033	2.524	0.806	19.5
32	1778 1788	1783	4.69	9.26 9.12 9.47	9.28	2.030 2.021 2.012	2.021	2.533	0.798	20.2
33	1755 1996	1876	3.57	9.22 8.48 9.17	8.96	2.061 2.055 2.067	2.061	2.536	0.813	18.7
34	1496 1590	1543	6.18	12.05 9.10 10.03	10.39	1.951 1.996 1.990	1.979	2.526	0.784	21.6
35	2040 2195	2118	0.88	5.43 5.36 6.15	5.65	1.965 1.975 2.054	1.998	2.490	0.803	19.7
36	2346 2264	2305	0.98	1.06 1.13 1.01	1.07	2.092 2.095 2.115	2.101	2.512	0.837	16.4
37	2085 2148	2117	1.21	1.65 1.64 1.00	1.43	2.046 2.055 2.106	2.069	2.518	0.822	17.8

Nr.	Wytrzymałość na ściskanie kg/cm ² .	nasiąkliwość met. holenderską % wag.	nasiąkl. met. D.I.B. % wag.	Ciężar objętościowy	Ciężar właściwy	Szczel- ność	Wolna prze- sizrzeń %
38	1696	6,02	10,57	2,022	2,587	0,785	21,4
	1571		9,79	2,004			
	1634		8,95	2,072			
39	1195	5,63	10,14	1,985	2,521	0,794	20,7
	1389		9,66	1,998			
	1292		9,44	2,018			
40	1945	2,43	7,45	2,046	2,518	0,814	18,7
	1921		6,74	2,040			
	1933		6,33	2,055			
41	1087	8,63	11,67	1,948	2,547	0,762	23,8
	1211		12,42	1,941			
	1149		13,02	1,930			
42	2265	0,86	0,82	2,088	2,478	0,842	15,9
	2125		0,92	2,065			
	2195		1,08	2,098			
43	2176	2,49	5,54	2,004	2,550	0,783	21,8
	2265		6,17	1,987			
	2221		5,39	2,000			
44	1257	5,57	6,01	2,078	2,562	0,792	20,8
	1276		8,10	2,025			
	1267		9,37	1,983			
45	1459	3,97	8,45	2,022	2,524	0,808	19,2
			10,62	2,057			
46	1359	9,48	9,04	1,935	2,530	0,767	23,4
	1264		9,72	1,941			
	1312		10,17	1,938			

47	2270 2176	2223	0.76	0.80 0.89	0.85	2.050 2.058	2.054	2.483	0.828	17.2
48	1891 1959	1925	4.36	5.97 6.01	5.99	2.024 2.050	2.037	2.535	0.804	19.7
49	2240 2140	2190	1.41	1.06 0.77	0.92	2.082 2.096	2.089	2.490	0.840	16.1
50	1766		6.48	9.35		2.037		2.534	0.804	19.6
51	1589 1578	1584	6.15	9.37 8.89 8.73	9.00	2.028 2.045 2.025	2.033	2.518	0.807	19.2
52	2034 1798	1916	1.22	1.40 1.55 1.82	1.59	2.008 2.026 2.030	2.021	2.520	0.802	19.8
53	1349 1378	1364	6.22	11.13 11.62 10.68	11.14	1.944 1.930 1.930	1.935	2.482	0.780	22.0
54	1716 1359	1537	1.43	2.24 2.26	2.25	2.060 2.090	2.075	2.562	0.810	19.0
55	1497 1968	1733	2.38	3.73 7.00	5.36	2.000 2.037	2.018	2.490	0.811	19.0
56	971 1676	1323	1.75	5.27 8.21	6.74	1.947 1.966	1.957	2.534	0.772	22.8

Nr.	Wytrzymałość na ściskanie kg/cm ² .		nasiąkliwość met. holenderską % wag.	nasiąkl. met. D.I.B. % wag.	Ciężar objętościowy		Ciężar właściwy	Szczel- ność	Wolna prze- sirzeń %
57	1357 1236	1296	1,58	2,19 1,87	2,03	2,015 2,008	2,578	0,781	22,0
58	1082 663	872	8,46	12,48 16,51	14,50	1,907 1,890	2,586	0,735	26,7
59	1748 1348	1548	2,73	5,88 4,18	5,03	2,015 2,020	2,502	0,806	19,4
60	1655		3,11	6,85		2,000	2,548	0,785	21,6
61	1675 1452	1563	6,14	9,28 8,28	8,78	1,972 1,932	2,465	0,792	20,8
62	1348 1561	1455	1,15	1,13 1,31	1,22	2,042 2,037	2,523	0,809	19,2
63	1359		3,76	7,38 7,02	7,20	1,930 1,935	2,543	0,760	24,0
64	1422 993	1207	2,71	9,36 8,02	8,69	1,992 2,015	2,505	0,800	20,0
65	1712 1409	1560	2,21	8,02 8,35	8,18	2,024 2,024	2,571	0,788	21,3
66	1755 2202	1978	1,04	1,60 1,16	1,38	2,100 2,050	2,540	0,818	22,4
67	1428 1458	1443	6,25	12,51 11,29	11,90	1,952 1,932	2,510	0,774	22,6
68	1429 1282	1355	4,72	10,19 11,67	10,93	2,009 1,945	2,568	0,770	23,0
69	1421 1169	1295	6,04	11,35 12,34	11,85	1,905 1,949	2,540	0,759	24,2

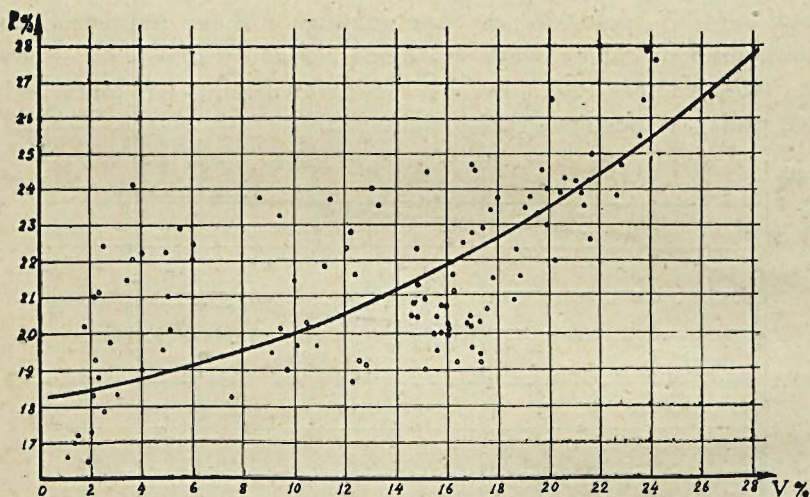
70	1159 1218	1188	4.54	10.39 10.21	10.30	1,980 1,980	1,980	2.550	0.777	22.3
71	1200 1043	1122	9.38	13.23 15.29	14.26	1,855 1,830	1,842	2.584	0.714	28.7
72	1861 1430	1645	1.69	1.74 2.14	1.94	2,025 2,049	2,037	2.538	0.804	21.4
73	1075 857	966	6.79	12.83 11.03	11.93	1,895 1,945	1,920	2.560	0.751	25.0
74	1242 1618	1430	5.34	9.36 11.12	10.24	1,972 2,018	1,995	2.522	0.792	20.9
75	1031		5.33	11.58		1,955		2.580	0.759	24.2
76	893 1054	973	6.50	12.51 12.61	12.56	1,901 1,895	1,898	2.520	0.754	24.7
77	786 1109	947	4.36	11.80 11.62	11.71	1,958 1,930	1,944	2.555	0.761	23.9
78	956 1042	999	6.82	12.08 13.83	12.96	1,880 1,889	1,884	2.530	0.745	25.5
79	1379 1382	1380	1.53	1.56 1.81	1.68	2,081 2,092	2,087	2.555	0.818	18.3
80	1372 1082	1227	1.72	2.71		2,070		2.571	0.806	19.5
81	607 379	493	11.42	17.38 17.66	17.52	1,795 1,755	1,775	2.617	0.679	32.2
82	1107 1270	1188	2.82	11.55 6.78	9.16	1,975 2,004	1,989	2.565	0.776	22.5
83	857 769	811	7.32	13.12 13.03	13.07	1,860 1,862	1,861	2.580	0.721	27.9

Nr.	Wytrzymałość na ściskanie kg/cm ² .		nasiąkliwość met. holenderską % wag.	nasiąkl. met. D.I.B. % wag.	Ciężar objętościowy		Ciężar właściwy	Szczel- ność	Wolna prze- strzeń %	
84	765 822	793	2,82	8,55 8,20	8,37	1,915 1,912	1,913	2,534	0,755	24,5
85	1256 1162	1209	1,13	3,45 3,22	3,33	1,958 1,950	1,954	2,518	0,776	22,4
86	1194 1280	1237	1,50	2,80 3,31	3,06	1,928 1,955	1,942	2,518	0,773	22,9
87	1127 786	956	2,81	9,23 9,40	9,31	1,905 1,915	1,910	2,532	0,753	24,6
88	733 851	792	3,05	9,69 10,54	10,12	1,930 1,930	1,930	2,532	0,762	23,8
89	1242 1309	1276	2,06	9,74 10,06	9,90	1,929 1,935	1,932	2,534	0,762	23,8
90	1201 1138	1169	2,70	10,78 11,12	10,95	1,932 1,915	1,924	2,530	0,761	24,0
91	796 775	786	6,50	10,57 12,12	11,34	1,905 1,882	1,894	2,500	0,758	24,3
92	1285 1411	1348	1,55	2,82 2,66	2,74	1,950 1,970	1,960	2,520	0,778	22,2
93	972 711	842	6,31	13,38 13,18	13,28	1,875 1,855	1,865	2,546	0,733	26,7
94	1012 994	1003	5,51	11,23 10,82	11,03	1,871 1,871	1,871	2,544	0,735	26,5
95	973 1139	1056	6,53	12,96 13,08	13,02	1,875 1,875	1,875	2,550	0,735	26,5
96	1096 1169	1132	4,01	11,50 11,02	11,26	1,905 1,922	1,913	2,513	0,760	23,9

Na wykresie (rys. 1) przedstawione są wyniki badania nasiąkliwości, przy czym na osi rzędnych odmierzano wartość nasiąkliwości, określonej metodą holenderską, na osi zaś odciętych — nasiąkliwość, określoną metodą D. I. B.

Z porównania poszczególnych punktów powyższego wykresu widzimy, że przy nasiąkliwościach małych, mniejszych od 2%, wielkość nasiąkliwości przy obu metodach jest do siebie zbliżona, przy nasiąkliwościach zaś dużych, nasiąkliwość, określona metodą D. I. B. jest wyższa nieraz dwukrotnie od nasiąkliwości, określonej metodą holenderską.

Z danego wykresu można wywnioskować, że pomiędzy wartościami nasiąkliwości istnieje niewątpliwa zależność. Prawdopodobny charakter tej zależności przedstawiony jest na wykresie rys. 1 w postaci krzywej.

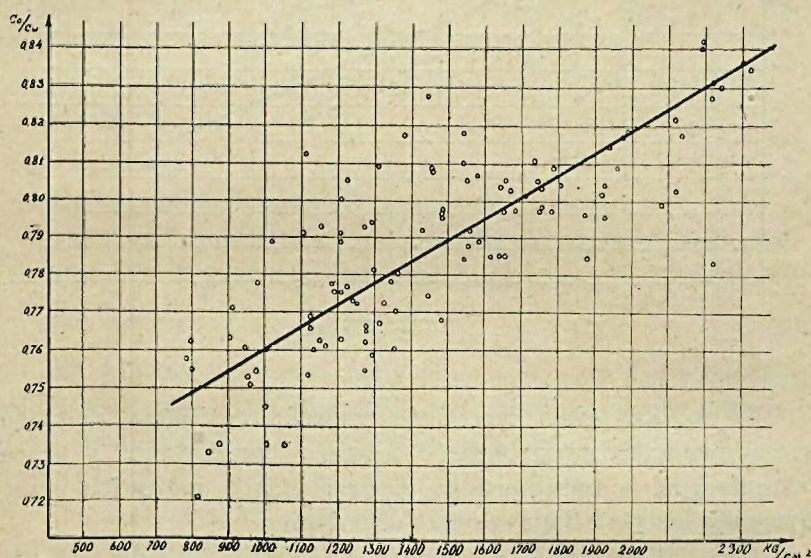


RYC. 2

Na wykresie (rys. 2) zestawiono ze sobą wielkości nasiąkliwości, określonej metodą D. I. B. z ilościami wolnych przestrzeni w odnośnych próbkach. W tym celu na osi rzędnych odmierzano ilości wolnych przestrzeni, na osi zaś odciętych — odpowiadające im nasiąkliwości, przy czym w celu ujednostajnienia wymiarów, nasiąkliwości przeliczono w odniesieniu do objętości badanych próbek według wzoru:

Przy teoretycznym opracowywaniu wyników cyfrowych omawianych w niniejszym sprawozdaniu badań klinkieru dążono również do ustalenia związku, jaki niewątpliwie istnieje pomiędzy własnościami fizycznymi a wytrzymałościowymi klinkieru, w szczególności zaś chodziło o ustalenie związku pomiędzy wytrzymałością na ściskanie i szczelnością, pomiędzy nasiąkliwością i szczelnością, a w konsekwencji związku pomiędzy wytrzymałością na ściskanie i nasiąkliwością.

W tym celu opracowane zostały wykresy rys. 4 i 5, na których na osi rzędnych odmierzano szczelność, na osi zaś odciętych odpowiednio wytrzymałość na ściskanie i nasiąkliwość określoną metodą D. I. B.

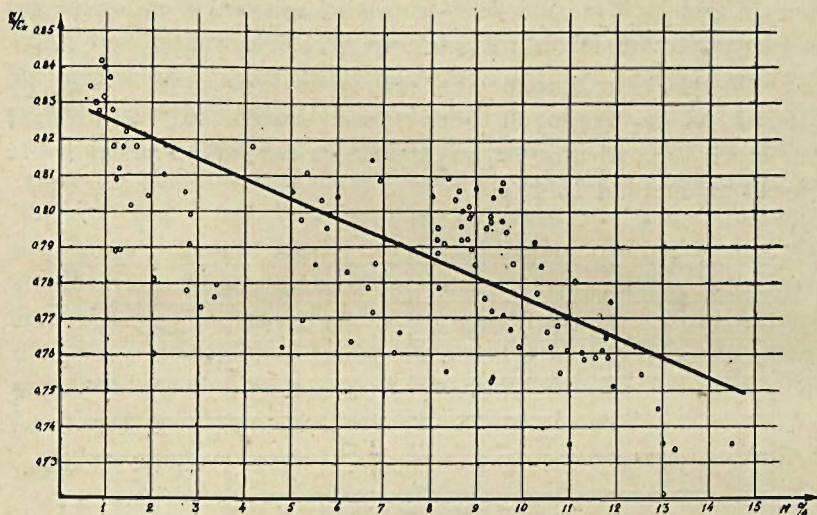


Rys. 4.

Z układu punktów na wykresie rys. 4 widzimy, że istnieje niewątpliwie zależność pomiędzy szczelnością i wytrzymałością na ściskanie klinkieru, mianowicie że ze wzrostem wytrzymałości na ściskanie wzrasta i szczelność i odwrotnie. W pierwszym przybliżeniu zależność tą możemy przedstawić w postaci prostej, uwidocznionej na wykresie rys. 4.

Z wykresu na rys. 5 widzimy, że zależność pomiędzy nasiąkliwością i szczelnością przedstawia się najmniej uchwyt-

nie i tu jednak z układu punktów wywnioskować możemy, że ze wzrostem nasiąkliwości klinkieru maleje jego szczelność i odwrotnie. Przypuszczalną zależność między temi dwiema funkcjami przedstawić może linja prosta, uwidoczniiona na wykresie rys. 5.



RYB. 5.

Wszystkie wyżej omówione wnioski wymagają dalszego uzasadnienia, dalszych badań i dalszego opracowania i prace laboratoryjne w tym kierunku będą w miarę możliwości przez Drogowy Instytut Badawczy kontynuowane.

Opierając się na danych liczbowych, zamieszczonych w zestawieniu II, Drogowy Instytut Badawczy opracował projekt norm i warunków technicznych, obowiązujących dla polskich klinkierów drogowych.

Jako materiał dyskusyjny przy opracowaniu powyższych norm, posłużył odnośny projekt, nadesłany przez Stację Doświadczalną przy Państwowej Klinkiarni w Izbicy.

Poniżej przytaczamy projekt norm własności, pobierania próbek i metod badań dla polskich klinkierów drogowych.

NORMY WŁASNOŚCI, POBIERANIE PRÓBEK i METODY BADAŃ
KLINKIERU DROGOWEGO.

Klinkier drogowy dzielimy na trzy gatunki pod względem jego zastosowalności i przydatności do celów drogowych.

Do gatunku I-szego zaliczamy:

Klinkiery o powierzchniach równych i gładkich o dwóch równoległych stronach, nadających się do ułożenia w nawierzchni, w zależności od przewidywanego sposobu układania cegieł. Krawędzie winny być równe bez skaz i odprysków, struktura jednorodna, uszkodzenia kantów nie mogą przewyższać 5% ogólnej długości krawędzi, a powierzchnie odprysków nie mogą przekraczać 5% każdej powierzchni klinkieru.

Wytrzymałość na ściskanie $> 1000 \text{ kg/cm}^2$

Nasiąkliwość $< 10\%$ wagowo

Szczelność $> 0,73$

Dopuszczalna tolerancja wymiarów . $\pm 3\%$

Ilość nieodpowiadającego powyższym normom materiału nie może przekraczać 10% dostawy.

Do gatunku II-ego zaliczamy:

a) Klinkier odpowiadający gatunkowi I-mu pod względem swoich własności wytrzymałościowych i fizycznych, nie spełniający jednak warunków dla gatunku I-go pod względem wyglądu zewnętrznego.

Dopuszczalne są pęknięcia w postaci rys (nie szpar), krawędzie mogą być poszarpane, jednak w ilości nie większej od 10% ogólnej długości krawędzi, powierzchnie odprysków nie mogą przekraczać 10% każdej powierzchni klinkieru.

b) Klinkier o wyglądzie zewnętrznym, spełniającym warunki dla gatunku I-go jednak o własnościach wytrzymałościowych następujących.

Wytrzymałość na ściskanie $> 750 \text{ kg/cm}^2$

Nasiąkliwość $< 12\%$ wagowo

Szczelność $> 0,73$

Dopuszczalna tolerancja wymiarów w gatunku b) $\pm 3\%$

Ilość nieodpowiadającego powyższym normom materiału nie może przekraczać 10% dostawy.

Do gatunku III-go zaliczamy:

a) Klinkier odpowiadający gatunkowi I-mu lub II-mu pod względem swoich własności wytrzymałościowych i fizycznych, nie spełniający jednak warunków dla gatunku I lub II pod względem wyglądu zewnętrznego.

Dopuszczalne są większe uszkodzenia mechaniczne powierzchni i krawędzi, nie przekraczające jednak 20% każdej powierzchni lub długości krawędzi i rysy oraz pęknięcia na jednej ze stron. Druga strona winna być gładka, nadająca się do ułożenia w powierzchni.

b) Klinkier słabo dopalony o wyglądzie zewnętrznym spełniającym warunki dla gatunku I-go, jednak o własnościach wytrzymałościowych i fizycznych następujących:

Wytrzymałość na ściskanie $> 500 \text{ kg/cm}^2$

Nasiąkliwość $< 14\%$ wagowo

Szczelność $> 0,73$

Ilość nieodpowiadającego powyższym normom materiału nie może przekraczać 10% dostawy.

Klinkiery o własnościach wytrzymałościowych i fizycznych gorszych od obowiązujących dla gatunku III-go mogą być ewentualnie zaliczone do gatunku IV,

Pobieranie próbek klinkieru do badań.

Odróżniamy: a) próby laboratoryjne, mające scharakteryzować dany klinkier lub daną partję klinkieru lub dany ładunek komory piecowej co do jego cech i własności wytrzymałościowych i fizycznych i przydatności do różnych zastosowań w praktyce.

b) próby kontrolne, mające stwierdzić zgodność dostawy z postawionymi jej warunkami technicznymi.

Próbki do badań mogą być pobierane: z pieca, z placu składowego w klinkierni, na miejscu robót z materiału dostarczonego do danej budowy, bądź też z wykonanej nawierzchni.

Przy pobieraniu próbek klinkieru z komory piecowej należy najpierw usunąć kilka rzędów cegieł z przodu komory i z pozostałego w komorze materiału pobrać próbki tak, by mogły one scharakteryzować poszczególne stopnie wypału klin-

kieru, a więc wybrać należy próbki z warstw górnych i bocznych w komorze, jako charakteryzujących najsilniej wypalone cegły, z warstw środkowych komory, jako charakteryzujących cegły średnio wypalone i z warstw dolnych komory, jako charakteryzujących cegły najslabiej wypalone.

Próbki kontrolne klinkieru drogowego pobiera przedstawiciel instytucji zarządzającej pobranie próbek w obecności przedstawiciela firmy prowadzącej roboty lub dostawcy.

Próbki te pobiera się zasadniczo z materiału, dostarczonego na miejsce robót, przyczem czynności pobierającego próbki polegają na:

1) stwierdzeniu jakości dostarczonego klinkieru pod względem jego wyglądu zewnętrznego,

2) pobranie próbek do badań kontrolnych.

Odnosnie pkt. 1) pobierający próbki wybiera po 1 cegle na każde 1000 sztuk i poddaje wybrany materiał oględzinom zewnętrznym, ustalając jego jakość i kwalifikując do odpowiedniego gatunku, zgodnie z warunkami technicznymi, obowiązującymi dla klinkierów drogowych, na podstawie cech zewnętrznych badanego materiału.

Po przeprowadzeniu powyższych badań pobiera się próbki do badań laboratoryjnych w ilości 1 cegły na każde 10000 sztuk dostarczonego klinkieru, przyczem każde rozpoczęte 10000 szt. uważa się za pełne 10000 sztuk.

Szczegółowy sposób pobierania próbek do badań kontrolnych, jak NN. koźłów, rzędów i kolejność sztuk i t. p. pobierający próbki ustala każdorazowo przed przystąpieniem do swych czynności.

Próbki wybrane winny być w sposób trwały oznaczone przez pobierającego i przesłane do badań.

Z czynności swych pobierający próbki sporządza odpólny protokół.

Przesyłanie próbek klinkieru do badań.

Wybrane cegły układa się do skrzynek drewnianych, przedzielając poszczególne cegły warstwami słomy lub trocin, dołącza się do nich odpis protokołu pobrania próbek, poczem skrzynię zamyka się szczelnie, plombuje, umieszcza na wieku adres laboratorium i przesyła do badań.

Sposób przeprowadzenia badań klinkieru drogowego.

a) Wytrzymałość na ściskanie:

Oznacza się przez zgniecenie conajmniej dwóch próbek, wypilowanych ze środka każdej cegły. Próbkę wypilowuje się bądź w kształcie cylindrów o średnicy i wysokości 5 cm. lub też w kształcie sześciątów o wymiarach boku 5 cm.

b) Nasiąkliwość:

Oznacza się przez gotowanie próbek, o kształcie regularnych walców lub sześciątów, w wodzie w przeciągu minimum 4 godzin, poczem pozostawia się je w wodzie na przeciąg 24 godzin, aż do całkowitego wystygnięcia i nasiąknięcia. Oznaczenie przeprowadza się conajmniej na dwóch próbkach z każdej cegły.

c) Ścieralność na tarczy Bohme'go.

Oznaczenie przeprowadza się na kostce o boku kwadratowym 7×7 cm.

d) Zwięzłość.

Przeprowadza się na aparacie Page'a na próbkach cylindrycznych o średnicy i wysokości 25 mm.

e) Ciężar objętościowy:

f) Ciężar właściwy:

g) Szczelność $\frac{C_o}{C_w}$

Badania kontrolne klinkieru drogowego obejmują badania wytrzymałości na zgniatanie, nasiąkliwości i szczelności. Dane powyższe będą obowiązujące przy klasyfikowaniu klinkieru drogowego do odpowiednich kategorii.

Tylko 10% próbek zbadanych może wykazać własności niższe od obowiązujących dla danego gatunku klinkieru. W wypadku, gdy badania kontrolne wykażą, że więcej niż 10% próbek ma własności wytrzymałościowe lub fizyczne niższe od obowiązujących, to całą partję badaną zaszeregowuje się do właściwej kategorii lub też kwalifikuje się do odrzucenia, w wypadku otrzymania wyników niższych, aniżeli dla klinkieru III-go gatunku.

Jeżeli badania kontrolne wykażą, że dany klinkier nie odpowiada normom obowiązującym dla danej dostawy, to na

żądanie dostawcy, ewentualnie przedsiębiorcy, próbki kontrolne mogą być pobrane powtórnie, jednak w ilości dwukrotnie większej t. j. po 1 cegle na każde 5000 sztuk klinkieru, przyczem każde rozpoczęte 5000 sztuk uważa się za pełne 5000 sztuk.

Wyniki badań powtórnych są już ostateczne i badania te przeprowadza się na koszt przedsiębiorcy.

W uzupełnieniu powyższego sprawozdania przytoczymy jeszcze normy, obowiązujące według posiadanych przez Drogowy Instytut Badawczy danych, dla klinkierów drogowych I gatunku zagranicą.

	wytrzymałość na ściskanie	nasiąkliwość
w Holandji	> 750 kg/cm ²	< 6% objęt.
w Austrii	> 600 "	< 6% "
w Niemczech	> 1200 "	< 3,5% "
w Rosji Sowieckiej	> 1000 kg/cm ²	< 2% wag.

PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH.

(Lipiec 1933).

IV. Ogólne warunki techniczne projektowania i budowy dróg.

1. Bitumen Nr. 6. Lipiec 1933 r. Waldhausen: *Sztywne, czy elastyczne podłoże drogowej nawierzchni* (3 str.).

Autor, wzorując się na podłożach torów kolejowych, wypowiada się kategorycznie za podłożem elastycznym.

Wytrzymałość podłoża jest regulowaną w bardzo rozmaity sposób przepisami lokalnymi.

Tak, na przykład, w Bawarii winno być 1,5—5 kilogr. na centym. kwadrat.

Bremie	2,5
Hamburgu	3
Meklenburgu	1,4—2,5

Oczywiście większą lub mniejszą wytrzymałość wymaga się w zależności od tego, jakie jest maksymalnie dopuszczalne ciśnienie koła wozu.

(K. F.)

IX. Drogi betonowe.

1. Le Genie Civil Nr. 4. 22 lipca 1933 roku. Artykuł redakcyjny: *Twardnienie betonu*.

Aby przyspieszyć możliwość korzystania ze świeżo ułożonej jezdni betonowej w Anglii zaczęto pokrywać nowo ułożoną nawierzchnię betonową warstwą bitumicznej substancji, tak zwanej „Cola”.

. Dzięki temu można korzystać z jezdni już w 5 dni po jej wykończeniu, nie czekając normalnego okresu twardnienia.

Pod tą powłoką beton doskonale twardnieje, a koszt powłoki wynosi zaledwo 2,1 pensa od metra kwadratowego. (K.F.)

2. Le Genie Civil Nr. 1. 1 lipca 1933 r. P. Dachary; *Żelazobetonowe drogi w Argentynie* (3 str. + 2 fot. + 6 rys.).

Ustawa 1927 roku nakazała wybudowanie w Santa-Fe 500 kilometrów dróg.

Prace odnośnie rozpoczęto w 1931 roku.

Podłoże okazało się bardzo niestałym: mianowicie na bardzo grubej warstwie morskiego piasku znajduje się tam jeden metr bardzo żyznej gleby, drogi wszakże na tem budować jest trudno.

Sprowadzanie kamienia byłoby zbyt kosztownem, zdecydowano więc użyć jako podłoża wprost ubitej ziemi.

Nawierzchnię ułożono w postaci płyty żelazobetonowej o jednej warstwie betonu grubości 16 centym. Drogi budowano 6 do 8 metrów szerokości, przyczem płyty żelazobetonowe robiono długości 12 metrów.

Do otrzymania betonu używano po 500 kg. cementu, 650 kg. piasku i 1100 litrów tłuczonego granitu.

Beton zalewano na metalowej siatce dziewięciomilimetrowej. Siatka ta posiada ramy kwadratowe o sześciometrowych ściankach.

Zdecydowano się stosować szwy dylatacyjne co 12 metrów, gdyż przy wykonywaniu w Chile szwów co 20 metrów zaobserwowano pęknięcia w nawierzchni. Szwy te zalewa się asfaltem na grubość 13 milimetrów.

Przez pierwsze 24 godziny po ułożeniu beton zostaje pokryty mokremi płachtami, które się polewa.

Następnie zaś zamiast tych płacht posypuje się wilgotną ziemią na okres 6 do 8 dni. Ziemię tę układa się w grubości 5 do 8 milimetrów.

(K. F.)

XI. Mosty.

1. „Der Bauingenieur” zeszyt 27/28 7 lipiec 1933 r. Dr. Inż. R. Bernhard Berlin. *Nowy żelazobetonowy most pod Brukselą.*

Autor opisuje budowę niedawno ukończonego żelazobetonowego wiaduktu kolejowego o dwóch torach, wykonanego w pobliżu Brukseli a składającego się z 16 otworów każdy o 32,30 m rozpiętości. Całkowita długość wiaduktu 522 m. Na uwagę zasługują niezmiernie ciężkie warunki fundamentowania, gdyż grunt na którym budowla musiała być wykonana, składała się z poszczególnych warstw ilu o rozmaitej grubości, między którymi znajdowała się tak zwana kurzawka. Ponieważ niweleta nowej linii kolejowej leży około 17 m. powyżej szerokiej w tem miejscu doliny i o przejściu doliny nasypem nie mogło być mowy, gdyż już przy względnie niedużych nasypach następowało bardzo silne wyciskanie gruntu na boki, odpowiedni wybór i przeprowadzenie robót fundamentowych miało pierwszorzędne znaczenie. Początkowy projekt fundamentowania przy pomocy kesonów zarzucono i fun-

damentowanie wykonano na żelazobetonowych palach systemu Simplex. Dla otrzymania możliwie lekkiej konstrukcji, a przytem mało wrażliwej na ewentualne osiadania gruntu zastosowano, jako konstrukcję nośną łuki trójprzegubowe. Pozatem filary mostu w celu zabezpieczenia ich od przesunięć połączono pod terenem sześcioma żelazobetonowymi ściągamami. Artykuł zawiera 7 ilustracji rysunkowych i fotografii. (L. H.)

XIII. Ruch na drogach, znaki drogowe i zadrzewianie dróg.

1. „Auto” Nr. 8 Sierpień 1932 r. K. *Nowe przepisy o ruchu pojazdów mechanicznych w Szwajcarji.*

Z dniem 1 stycznia b. r. weszła w życie w Szwajcarji ustawa federalna z dn. 15 marca 1932 r. wraz z dotyczącym rozporządzeniem wykonawczym z dn. 25 listopada 1932 r. wprowadzając na całym obszarze Szwajcarji jednolite przepisy o ruchu samochodów i rowerów, gdy dotychczas obowiązywały w poszczególnych kantonach swoje przepisy.

Unifikacja przepisów obejmuje sprawy: a) pozwolenia na kursowanie po drogach pojazdu, wystawione na inne osoby, które pojazd użytkuje (nie zaś właściciel pojazdu) (dokument rejestracyjny), b) pozwolenie dla kierowcy na prowadzenie pojazdu (prawo jazdy), c) sprawę utrzymania samochodów (oświetlenie, sygnalizacja, hamulce), d) sprawę szybkości jazdy, którą uregulowano w ten sposób, ażeby kierowca zawsze mógł panować nad samochodem w zależności od miejscowych warunków, bez podania granic szybkości, e) zasad jazdy samochodów na drogach (ruch prawostronny), f) odpowiedzialności cywilnej za wypadki, przyczem osobą odpowiedzialną uważany jest użytkownik (nie właściciel) samochodu. (K. K.)

2. *Le Genie Civil*, Nr. 2 — 8 lipca 1933 r. Inż. J. Thomas. *Ruch uliczny w Paryżu* (4 str. + 3 graf.) Nr. 3 — 15 lipca 1933 r. (3 str. + 6 planów).

Ruch w Paryżu ostatnio uległ wielkim przemianom i regulowanie jego stało się bardzo skomplikowanym zagadnieniem.

W 1902 roku było w departamencie Sekwany 110.000 koni, a obecnie ilość ta spadła do 22 tysięcy, natomiast w 1904 roku było 2,374 samochody, podczas gdy obecnie 269.727.

Ulice Paryża zajmuje przestrzeń 1.000 ha, a gdyby wymienione samochody ustawić obok siebie, to zajęły by one przestrzeń 400 ha. Oczywiście, że wielka ilość samochodów (jeden na 16 osób) stanowi prywatną własność i dalece nie wszystkie są stale w ruchu.

Zwiększenie ruchu okazało się jednak nie tak tragicznem w skutkach jak można by się było obawiać: Przez ostatnie 10 lat ilość śmiertelnych wypadków, spowodowanych ruchem ulicznym wzrosła mniej niż podwójnie, ilość rannych mniej niż potrójnie, a ilość samochodów więcej niż poczwórnje.

Lata.	Ilość śmiertelnych wypadków
1904	59
1905	53
1906	72

1907	131
1908	69
1909	85
1910	69
1911	90
1912	105
1913	117
1922	170
1923	212
1924	221
1925	210
1926	275
1927	253
1928	278
1929	328
1930	292
1931	241
1932	236

Powyższe śmiertelne wypadki rozpadają się na:

	1927	1928	1929	1930	1931	1932
piesi:	206	210	244	205	159	149
rowerzyści:	17	24	41	19	31	32
inni:	30	44	43	68	51	59

Powodem śmiertelnych wypadków w 1932 roku było:

zbyt wielka szybkość:	57
poślizgnięcie się wozu:	4
wyprzedzanie:	9
złe oświetlenie:	1
niezachowanie przepisów o pierwszeństwo	23
niezwaln. na skrzyżowaniu	8
nieuwaga pieszych	49
różne	85

Problemat ruchu jest bardzo skomplikowany: nieraz doradzają wprost ograniczać szybkość samochodów w miastach, aby unikać wypadków nie-szczęśliwych.

Nie jest to jednak wyjściem z trudności, gdyż celem samochodu jest właśnie umożliwienie szybkiego ruchu, a zarazem wobec wąskich ulic sta-rych miast, jak Paryż, zwalnianie ruchu wytworzy tylko zatory. Wobec tego ograniczenie szybkości ruchu w Paryżu dotyczy jedynie wozów cięższych od 3 tonn, a mianowicie:

	od 3 do 6,5 tonn	6,5 — 10	ponad 10 tonn
na pneumatykach—maksym.	55	45	35 kilometrów na godzinę
elastycz. oponach	30	25	20

Administracyjne zarządzenia były bardzo energiczne: w 1932 roku odebrano 650 pozwoleń jazdy, a w tem zaledwie 20 taxi.

Ilość agentów w brygadzie policyjnej ruchu jest 1.440, przyczem są to ludzie wyćwiczeni, z których każdy przeszedł specjalne trzymiesięczne wykształcenie, a ponadto winien posiadać pozwolenie szoferkie. Prawa jazdy wydawane są w sposób bardzo ostrożny: na odnośnych egzaminach odpada przeciętnie 60% kandydatów. Egzaminacje dla szoferów autobusów są wyjątkowo surowe, obejmujące również i badania psychotechniczne.

Rezultaty odnośnych zabiegów są bardzo pocieszające: W 1929 roku piesi stanowili 75% poszkodowanych, a w 1932 roku już tylko 61%; w 1930 roku ogłoszono specjalne przepisy dla pieszych.

Wprowadzono na ulicach rozmaite sygnały, na większych placach zarządzono ruch okrężny.

Wobec niemożliwości rozszerzenia jezdni kosztem chodników zdecydowano, by jezdni możliwie nic nie zajmowało żadne pomniki, znaki ostrzegawcze.

Równocześnie wszelkie przewody (gaz, woda, elektryczność, kanalizacja) poprzprowadzano pod chodnikami a nie pod jezdnią, aby nie krępować ruchu pojazdów przy przeróbkach i t. p.

Następnie wydano przepisy, zakazujące w wielu miejscach stacjonowania, a w innych pozwalając najwyżej na pół godziny i to tylko w przepi-sowych miejscach. Opracowuje się projekty wielkich garaży i t. p.

Jednostronny ruch został wprowadzony na ulicach ogólnej długości 110 kilometrów.

Zajęto się kasowaniem linii tramwajowych w śródmieściu i zastępowaniem ich autobusami: w 1925 roku tramwai było 1111 kilom. a w 1933-im—800, natomiast autobusów 518 (1925) i 1150 (w 1933).

Na większych placach wprowadza się ruch okrężny, na mniejszych skrzyżowaniach możliwym jest tylko skierowywanie ruchu na zmianę to po jednej linii, to po przekątnej, czy to sposobem sygnalizacji mechanicznej, czy pod kierunkiem agenta ruchu.

Możliwym jeszcze byłoby urządzenie jazdy na skrzyżowaniach w dwóch poziomach: jest to system często stosowany w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej; w Paryżu robią się pierwsze próby tego rodzaju.

(K. F.)

XVIII. Różne.

1. Asphalt und Teer Strassenbautechnik Nr. 29, 19 lipca 1933 roku. Redakcyjny artykuł: *Projektowana sieć autostrad w Niemczech* (2 str.).

Pierwsza z planowanych wielkich autostrad w Niemczech ma łączyć Hamburg z Bremą, Hannoverem, Frankfurtem nad Menem, Mannheimem i Bazyleją.

Budowa tych specjalnych dróg samochodowych oczywiście korzystać będzie z prawa przymusowego wykupu gruntów.

Z wymienionej trasy zaczęto już prace na odcinku Frankfurt—Heidelberg, Mannheim, przyczem nie dało się wykorzystać dotychczasowej drogi bitej.

gdz przebiega ona przez szereg zaludnionych miejscowości i jest zbyt krętą jak na autostradę.

Tę samą stradę ma się połączyć z Lubeką.

Następnie projektowana jest strada Berlin — Szczecin — Bałtyk.

Pozatem: Berlin — Lipsk, rozdwarzająca się następnie z Lipska na Plauen, Norymbergę — Augsburg do Monachjum i Kufstein, czyli w kierunku na Innsbruck i Włochy. Drugie rozdwojenie szło by z Lipska na Drezno, Gorlice i Wrocław.

Następnie: Berlin — Magdeburg — Braunschweig — Hannover — Mündes — zagłębie Rury — Essen — Düsseldorf — Kolonja, a z tamąd do Aquisgranu. Brukseli oraz Calais lub Ostendy.

Egzystuje już wykończona autostrada z Kolonji do Bonn, projektuje się ją przedłużyć do Koblencji i Moguncji.

W dalszej przyszłości ma się jeszcze w projekcie trasę z Hamburga na Górny Śląsk.

Wszystkie autostrady projektuje się jako dwie drogi, po których samochody mają kursować w jednym kierunku, przyczem szerokość każdej z tych dróg ma wysokość po 7 metrów, a pomiędzy nimi ma pozostać pas ziemi szerokości 5 i pół metra. Zewnętrzne brzegi drogi mają być podniesione ku górze, wobec czego wyprzedzanie odbywało by się z prawej strony wehikułu wyprzedzanego.

W związku z budową tych dróg powstać mają przy nich garaże, restauracje i hotele.

(K. F.)

2. „Der Bauingenieur” zeszyt 27/28 7 lipiec 1933 r. Inż. E. Ringw a l d. „Wytrzymałość betonu nie wzrasta z dłuższem mieszaniem”.

W krótkiej notatce podaje autor wyniki badań przeprowadzonych ostatnio w Stanach Zjednoczonych dla wyjaśnienia kwestji wpływu czasu mieszania betonu na jego wytrzymałość. Dotychczas bowiem kwestja czasu mieszania betonu nie jest w Ameryce przepisami jednolicie unormowana i gdy jedni czas mieszania betonu w betoniarnie oznaczają na 1 minutę, określają go inni na 2 minuty, a wreszcie w wielu wypadkach uzależnia się czas trwania mieszania od wielkości betoniarki przepisując dla małych betoniarek 1 minutę a dla dużych 2 minuty. Wspomniane wyżej badanie przeprowadzono przy okazji wykonywania wielkich robót betonowych w 1932 r. przyczem próby przeprowadzono przy dwóch betoniarkach każda o pojemności bębna 575 l. Obie betoniarki miały stale tę samą mieszalinę i konsystencję betonu. W ciągu robót wzięto z każdej betoniarki 500 prób a mianowicie 250 prób po mieszanju jednominutowem i 250 po mieszanju dwuminutowem. Otrzymane wyniki wytrzymałościowe pobranych próbek zestawione w odpowienie grafikony stwierdziły bezsprzecznie, że przedłużenie czasu mieszania z 1 minuty na 2 minuty żadnego widocznego wpływu na zwiększenie wytrzymałości betonu nie ma. Wynik ten pokrywa się zresztą z wynikiem badań przeprowadzonych w tej samej kwestji przed dwoma laty w Niemczech.

(L. H.)

3. Der Bauingenieur zeszyt 29/30 z 21 lipca 1933 r. Inż. E. Ringwald. „Opór wbijanych żelazobetonowych pali przeciw wyciągnięciu”.

Przy budowie wielkich zbiorników wodnych w Ameryce projektowanych do wykonania w terenie zalewowym obok położonej rzeki a zatem narażonych podczas przepływu wielkich wód na wypór wody powstała kwestja czy dla przeciwdziałania wyporowi wody zastosować ciężkie masywne podłogi betonowe, które w danym wypadku swym ciężarem przeciwdziałałyby wyporowi wody czy też zastosować inny tańszy sposób a mianowicie cienkie podłogi betonowe połączone z rusztem na żelazobetonowych palach, które to pale winnyby w danym wypadku przyjąć siły wywołane przez wypór wody.

Ponieważ danych co do oporu żelazobetonowych pali przeciw wyciągnięciu posiadano nadzwyczaj mało zdecydowano się na przeprowadzenie prób.

Przeprowadzone próby opisane są w wymienionym artykule bardzo dokładnie a ich bardzo ciekawe wyniki zestawione w osobnej tabeli, z której widać, że na osiem próbowanych pali najmniejszy opór mierzony na 1 m² wbitej powierzchni pala wynosił 2480 kg a największy 3520 kg. średnio 2844 kg.

Z uwagi na zupełnie zadowalniające wyniki prób zastosowano tańszy sposób wykonania a mianowicie cienkie podłogi betonowe zbiorników połączone z wbijaniem żelazobetonowymi palami. (L. H.)

SPRAWOZDANIE PREZYDJUM ZARZĄDU STOWARZYSZENIA CZŁONKÓW POLSKICH KONGRESÓW DROGOWYCH.

Na dzień 1 września 1933 r. Stowarzyszenie liczyło 416 członków; zwyczajnych 411 i wspierających 5; w tem osób fizycznych 278 i osób zbiorowych 138.

Pozostałość gotówek na dzień 1.VIII. 1933 r. 18512 zł. 80 gr.
Wpłynęło w sierpniu 1933 r. 538 „ 60 „

Razem . . . 19051 zł. 40 gr.

Wydano w sierpniu 1933 r. 1580 zł. 99 gr.

Pozostaje na dzień 1 września 1933 r. . 17470 zł. 41 gr.

(w P. K. O. — 983 zł. 29 gr., Polskim Banku Komunalnym — 13869 zł. — gr. i u skarbnika gotówką 118 zł. 12 gr. i weksłami 2500 zł.).

Prezes (—) *M. Nestorowicz*
Sekretarz (—) *L. Borowski*

SPRAWOZDANIE KASOWE KURATORJUM FUNDACJI STYPENDJALNEJ IMIENIA PROF. M. W. NESTOROWICZA

Na dzień 1 sierpnia 1933 r. fundusz stypendjalny wynosił:

a) obligacjami 7% państwowej pożyczki stabilizacyjnej.	4200 dolarów
b) gotówką.	1251 zł. 57 gr.
W sierpniu wpłynęło	9 „ 95 „
Razem gotówką:	<u>1261 zł. 52 gr.</u>

Wpłacono 11/VIII—1933 r. do P. K. O. za przechowywanie w depozycie obligacji na 4200 dolarów na rachunku Nr. 9193 37 zł 49 gr.

Pozostaje na dzień 1 września 1933 r.:

a) obligacjami 7% państwowej pożyczki stabilizacyjnej (rachunek depozytowy P. K. O. Nr. 9193).	4200 dolarów.
b) gotówką	1224 zł. 03 gr.

(Książeczka wkładkowa P. K. O. Nr. 803385 na 89 zł. 17 gr., książeczka oszczędnościowa K.K.O. Nr. 8128 na 133 zł. 35 gr. i konto czekowe P. K. O. Nr. 17212 na 1001 zł. 51 gr.).

Kuratorjum Fundacji.

Wydawca: Zarząd Stowarzyszenia Członków polskich kongresów drogowych.
w osobie inż. Leona Borowskiego.

Redaktor: inż. Leon Borowski.

Adres Redakcji i Administracji:
Koszykowa 75, Drogowy Instytut Badawczy przy Politechnice Warszawskiej.

Druk. Józef Jankowski i S-ka. Warszawa, ul. Zielna 20. Tel. 519-77.